

MEMORIAS DEL V CONGRESO



ECUADOR 2018

Presentación

La Universidad de Cuenca tiene el privilegio de ser el anfitrión de uno de los congresos más importantes del Ecuador. En esta quinta edición, el Congreso de la Red Ecuatoriana de Universidades y Escuelas Politécnicas para Investigación y Posgrado–REDU, busca analizar las necesidades de la sociedad y, la manera en que cada una de las redes temáticas de la REDU pueden solucionar estos problemas. En esta ocasión, el Congreso REDU cuenta con ejes temáticos en temas de:

- Salud y Bienestar Humano
- Infraestructura y Arquitectura, Ciudad y Territorio
- Energía, Medio Ambiente, Recursos Naturales, Ecosistemas y Biotecnología
- TIC's, Tecnologías y Procesos
- Economía, Comercio, Administración de Negocios y Servicios
- Educación de Calidad, Cultura y Sociedad

Estas memorias presentan los resúmenes realizados por diversos investigadores de las Universidades y Escuelas Politécnicas pertenecientes a la REDU en cada una de las áreas mencionadas.

Se autoriza la reproducción total o parcial de su contenido siempre y cuando se cite la fuente. Los conceptos expresados son de responsabilidad exclusiva de sus autores.

ISBN: 9789978301838



MEMORIAS V CONGRESO REDU

Octubre 5 y 6 de 2017
Universidad de Cuenca

Presidente REDU

Edgar Ramiro Pazmiño
Crnl. C.S.M
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

Coordinador General REDU

Dra. Claudia Segovia
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

Editor

Ing. Mauricio Espinoza, PhD

Descripción de los ejes:

Salud y Bienestar Humano

DESCRIPCIÓN

- Desafíos para garantizar una vida sana y el bienestar físico-biológico y mental de la población por ciclos de vida.
- Avances en prevención promoción curación y rehabilitación de acuerdo a los ciclos de vida en los distintos niveles de atención en salud.
- Determinar y lograr avances para mejorar la calidad de vida según el perfil epidemiológico y las necesidades de atención en salud.

SUBTEMAS

- Salud pública: Enfermedades transmisibles, Enfermedades Crónicas no transmisibles, Gestión y políticas públicas para la salud, Epidemiología, Servicios de salud, Salud y medioambiente, Salud comunitaria, Salud ocupacional, Salud mental, Salud intercultural, Medicina y enfermería familiar, Enfermedades catastróficas, Ecosistemas y salud, Salud y Educación Salud del Adulto Mayor.
- Nutrición humana: Nutrición clínica, Dietética, Epidemiología de la nutrición, Patrones alimentarios, Factores determinantes de alimentación, Promoción de salud.
- Malnutrición: sobrepeso, obesidad y desnutrición, Nutrición y riesgo cardiovascular, Análisis de composición de alimentos, Calidad y seguridad alimentaria, Preparación de alimentos saludables, Neurodesarrollo y Nutrición Actividad Física: Patrones de actividad física, Condición física, Sedentarismo, Actividad física y riesgo cardiovascular, Programas de promoción de actividad física en comunidades, colegios, barrios, etc.

- Actividad Física y Deporte Salud sexual y reproductiva: Aspectos biológicos, físicos, culturales, sociales emocionales y espirituales de la sexualidad, Conductas sexuales, Funciones reproductivas, Amor, moral, ética y religión en la sexualidad, Sexualidad en el ciclo de vida, Genética y sexualidad, Reproducción asistida, Enfermedades de Transmisión sexual, Salud mental y sexualidad, Disfunción sexual. Especialidades médicas: casos clínicos de interés público e investigaciones clínicas en Neurología, Gastroenterología, Dermatología, Traumatología, Cirugía, Pediatría, Cardiología, Inmunología, Reumatología, Urgencias, Endocrinología, Genética, Nefrología, Microbiología, Oftalmología, Otorrinolaringología, Radiología, Medicina Deportiva, Telemedicina, Psiquiatría, etc. Neurología y desarrollo: neurogenética, neurocognición, estimulación temprana. Bioensayos, compuestos bioactivos, toxicología y Farmacología: organismos, plantas, tejidos, células, etc. con actividad biológica, Bioensayos, tóxicos ambientales y salud, plantas medicinales, desarrollo y evaluación de fármacos.
- Odontología: patologías orales, epidemiología.

Infraestructura, Arquitectura, Ciudad y Territorio

DESCRIPCIÓN

- Desafíos para el desarrollo de infraestructura resiliente y ciudades seguras, sustentables y eficientes.
- Desafíos para el desarrollo de los sectores estratégicos, la transferencia e innovación para el cambio de la matriz productiva.
- Avances en materia de construcciones seguras, crecimiento urbano y ciudades inteligentes, movilidad sustentable, transporte masivo.
- Desarrollo urbano y desarrollo territorial para planificación.

SUBTEMAS

- Desarrollo de Infraestructura, resiliencia y seguridad: Nuevas tecnologías, infraestructura verde, ciclo de vida, sistemas urbanos, eficiencia energética, evaluación y gestión de riesgos en la ciudad
- Protección del Patrimonio material: Nuevas técnicas de documentación, avances en protección del patrimonio, apropiación del patrimonio.
- Ciudades inteligentes: Brechas tecnológicas en latinoamérica. Retos y oportunidades de las ciudades inteligentes. Gobierno digital. Métodos de análisis urbano.
- Transporte y Movilidad: Movilidad sustentable. Transporte Masivo. Nuevas tendencias en movilidad. Movilidad y espacio público.
- Gestión, planificación y política pública: Gestión participativa. Derecho a la ciudad. Planificación territorial.
- Desarrollo urbano: Espacio público y vida urbana. Dispersión urbana. Borde urbano. Vivienda pública.
- II Congreso de Ciencias de la Ingeniería Civil, Biociencias y Urbanismo: (Estructuras-Construcciones y Patrimonio; Vialidad y Transporte; Hidráulica; Biociencias; Geo-información aplicada [COMPONENTE CONGRESO INGENIERÍA])

Energía, Medio Ambiente y Recursos naturales Biotecnología

DESCRIPCIÓN

- Desafíos y oportunidades para: la innovación y desarrollo de aplicaciones en la ingeniería civil, urbanismo, biociencias, ingeniería eléctrica y ciencias de la computación.
- Desafíos para protección de ecosistemas y su biodiversidad.
- Avances en materia de: conservación y recuperación de ecosistemas terrestres, desertificación y deforestación, conservación y explotación sostenible de océanos y recursos marinos, protección de la biodiversidad costera, biodescubrimiento y biotecnología.

SUBTEMA

INGENIERIA:

- II Congreso de Ingeniería Eléctrica y Electrónica: (Sistemas de Energía Eléctrica Electrónica y Control)
- I Congreso de Manejo Integral de la Calidad de Agua - COIWA 2017: (Sistemas de saneamiento; Impactos de cambio climático en recursos hídricos; Contaminación en aguas superficiales; Estudios de aguas subterráneas; Manejo de cuencas hidrográficas)
- I Encuentro de Gestión Integral e Integrada de Agua Potable y Saneamiento (ETAPA)

AGRONOMIA / QUIMICA /BIOQUIMICA:

- Agricultura sostenible
- Gestión forestal sostenible
- Gestión de cuencas y recursos naturales
- Gestión y conservación de ecosistemas
- Biodescubrimiento y biotecnologías
- Planeación y Manejo
- Gestión sostenible

TIC's, Tecnologías, Industria y Procesos

DESCRIPCIÓN

- Desafíos para el desarrollo de la industria y de la productividad, transferencia e innovación para el cambio de la matriz productiva.
- Avances en materia de procesos industriales y de producción, avances tecnológicos para industrialización sostenible, avances y tecnologías de la comunicación, avances y tecnologías para la educación, desarrollo de software.

SUBTEMA

- II Congreso de Procesamiento de Señales, Comunicaciones y Reconocimiento de Patrones: (Procesamiento de Señales; Comunicaciones; Reconocimiento de Patrones) [COMPONENTE CONGRESO INGENIERÍA]
- I Congreso de Ciencias de la Computación: (Ingeniería del Software; Gestión del Conocimiento; Ciencias de la Computación Aplicada)[COMPONENTE CONGRESO INGENIERÍA]

- Innovación, Emprendimiento, Competitividad
- Transferencia tecnológica
- Procesos productivos y Producción Limpia
- Procesos vegetales y fermentación
- TIC's para la educación
- Tecnología educativa
- Gestión para desarrollo industrial y de la producción
- Ingeniería del Software
- Técnicas informáticas para Gestión del Conocimiento
- Señales y comunicaciones
- Electrónica y control

Economía, Comercio, Administración de negocios y Servicios

DESCRIPCIÓN

- Desafíos para garantizar la reducción de la desigualdad, mediante la producción sostenible, la seguridad alimentaria y las políticas de fomento productivo. Avances en métodos de producción y consumo de bienes y recursos, mediante estrategias de clusterización y mejora en la comercialización interna y externa.
- Administración, dirección y gestión de organizaciones contemporáneas.

SUBTEMA

- Distribución, pobreza, inclusión económica y crecimiento
- Sostenibilidad ambiental y optimización de los Recursos Naturales
- Planificación y gestión del desarrollo local
- Políticas industriales y de comercio exterior
- Transferencia de tecnología Universidad – Empresa – Estado
- Cadena productivas y de suministro eficientes
- Tendencias de la Administración y gestión de empresas modernas. Servicios Deportivos
- Gobernabilidad y Gestión Pública
- Marketing digital y nuevas técnicas de investigación de mercado
- Investigación contable y financiera

Educación de Calidad, Cultura y Sociedad

DESCRIPCIÓN

- Desafíos de una gestión integrada para educación inclusiva y de calidad, promoción de la educación, procesos y metodologías
- Desafíos para una sociedad equitativa, gestión institucional, política pública
- Promoción de la cultura y las artes
- Promocionar y desarrollo familiar y comunitario
- Nuevos retos en el Estado Constitucional de Derechos
- Los desafíos de los Derechos Humanos en el Siglo XXI

SUBTEMA

- Educación integral y de calidad

- Enseñanza de idioma extranjero
- Sociedad y deporte
- Administración de Justicia
- Gestión de la educación
- Gestión Pública
- Gestión de proyectos sociales

DIRECCIÓN DEL EVENTO

Ing. Mauricio Espinoza, PhD

COORDINACIÓN GENERAL DEL EVENTO

Ing. Lourdes de la Cruz, MSc. – Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

Dra. Claudia Segovia., PhD – Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

Ing. Esteban Pacheco, MSc. – Universidad de Cuenca

Dr. Andrés Rosales, PhD. – Universidad Politécnica Nacional

COMITÉ EDITORIAL DEL EVENTO

Prof. Jan Feyen, PhD.

Ing. Edison Timbe, PhD.

Econ. Santiago Pozo, Mgtr.

Dr. Manuel Villavicencio, PhD.

COMITÉ CIENTÍFICO ORGANIZADOR

Simposio de Salud y Bienestar Humano

Dra. Angélica Ochoa, PhD.

Dra. Lorena Encalada, MD.

Dra. Victoria Abril, PhD.

Simposio de Infraestructura, Arquitectura, Ciudad y Territorio

Blgo. Daniel Orellana, PhD.

Arq. Felipe Quesada, PhD.

Simposio de Energía, Medio Ambiente, Recursos Naturales y Biotecnología

Ing. Eduardo Chica, PhD.

Ing. Santiago Torres, PhD.

Ing. Diego Mora, PhD.

Dr. Fabián León, PhD.

Simposio de TIC's, Industria y Procesos

Ing. Miguel Angel Zúñiga, PhD.

Ing. Verónica Pinos, PhD.

Ing. Lizandro Solano, PhD.

Simposio de Economía, Comercio, Administración de Negocios y Servicios

Econ. Rodrigo Mendieta, PhD.

Econ. Santiago Pozo, Mgtr.

Simposio de Educación de Calidad, Cultura y Sociedad

Lcda. Ana María Calle, Mst.

Lcda. Elena Jerves, PhD.

Dr. Andrés Martínez, PhD.

Lcdo. Marco Jácome, PhD.

Lcdo. Jacques Ramírez, PhD.

Comisión Organizador

Ing. Karina Quinde

Econ. Ana Mejía

Econ. Mónica Rodríguez

Ing. Marlene Gia

Ing. Catalina Granja

Ing. Yessenia Cabrera

Lcda. Diana Morales

Sr. José Luis Cuesta

CARTA DEL EDITOR

Mauricio Espinoza

Dentro del marco de celebración de los ciento cincuenta años de fundación de la Universidad de Cuenca, esta casa de estudio fue la anfitriona de la quinta edición del Congreso de la Red Ecuatoriana de Universidades y Escuelas Politécnicas para Investigación y Posgrados – REDU. El Congreso REDU es un evento técnico-científico anual que tiene como objetivo promover el desarrollo de la Ciencia y Tecnología en el país, utilizando como principal vehículo el intercambio de experiencias en la realización de proyectos de investigación, desarrollo de aplicaciones, producción de literatura científica; y por otro lado, el debate sobre los avances científicos y tecnológicos que se han materializado a nivel nacional e internacional.

Los ejes temáticos que fueron abordados durante el evento fueron:

- Salud y Bienestar Humano
- Infraestructura, Arquitectura, Ciudad y Territorio
- Energía, Medio Ambiente, Recursos Naturales, Ecosistemas y Biotecnología
- TIC's, Tecnologías, Industria y Procesos
- Economía, Comercio, Administración de Negocios y Servicios
- Educación de Calidad, Cultura y Sociedad

Una novedad que merece la pena destacar es que esta edición del evento incorporó algunos congresos paralelos como el Primer Congreso de Manejo Integral del Agua (COIWA 2017) y el Primer Encuentro de Gestión Integral e Integrada de Agua Potable y Saneamiento (GIIAS 2017) organizado por la Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (ETAPA). La Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuenca se integró al evento con cuatro congresos en las áreas de: ciencias de la computación; ingeniería civil; eléctrica y electrónica; y procesamiento de señales, comunicaciones y reconocimiento de patrones. Adicionalmente, otras Facultades de la Universidad se unieron con la co-organización de cursos y seminarios durante el evento.

Hermanar estos congresos en un solo evento, no solo denota un idioma en común, antes que ello, cristaliza el interés por establecer los vínculos y mecanismos que acerquen nuestros esfuerzos y constituyan las bases para un intercambio fructífero de experiencias. Sobre esta base, fue organizada además una exhibición de pósteres académicos del Departamento Interdisciplinario de Espacio y Población y un foro de trabajos de titulación de maestría en el área de ciencias de la computación.

Finalmente, vale la pena mencionar que en los días previos al evento se organizaron cuatro cursos pre-congreso que abordaron temáticas como: Salud, Nutrición y Actividad Física; Movilidad sostenible y la eficiencia energética: El rol de la Bioenergía y el Hidrógeno; Taller Hands-On De Adquisición de Datos (DAQ); Introducción a la Medición de la Talla Funcional de Software Usando la Norma ISO 19761; Aspectos técnicos en el diseño de convertidores de potencia y Herramientas libres para el procesamiento de señales electrocardiográficas.

Tabla de contenido

RECARGA POTENCIAL DEL ACUÍFERO DE LA SUB-CUENCA DEL RÍO CHAMBO PROVINCIA DE CHIMBORAZO – ECUADOR, BAJO UNA PERSPECTIVA DE LA HIDROLOGÍA FÍSICA	18
ANÁLISIS ESPACIAL-TEMPORAL DE PROCESOS RELACIONADOS CON CONCENTRACIONES DE OXÍGENO DISUELTO EN LAGUNAS DE MADURACIÓN	23
ANALYSIS RAINFALL TRENDS IN ECUADORIAN ANDEAN MOUNTAINS OVER 3000 MAND THEIR EFFECTS IN HYDROPOWER PROJECTS	29
CINÉTICA DE LA REMOCIÓN DE DQO EN HUMEDALES CONSTRUIDOS DE FLUJO SUB-SUPERFICIAL HORIZONTAL APLICANDO EL FRACCIONAMIENTO DE LA MATERIA ORGÁNICA	34
CONTAMINACIÓN DEL AGUA EN LOS PRINCIPALES RÍOS DE LA SUBCUENCA DEL RIO PAUTE	43
EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO EN COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS: CASO DE ESTUDIO RÍO USHIMANA	44
ANÁLISIS DE LA REGULACIÓN HIDROLÓGICA DE LAGUNAS EN UNA ZONA DE PÁRAMO DEL AUSTRO ECUATORIANO	50
RECHARGE ASSESSMENT IN THE CATCHMENT OF TARQUI (ECUADOR)	56
GROUNDWATER-SURFACE WATER INTERACTION IN THE ALLUVIAL PLAIN OF TARQUI (ECUADOR)	63
ANALYSIS OF SUPPLY AND DEMAND OF WATER FOR THE GUAYLLABAMBA BASIN, UNDER DROUGHT CONDITIONS	64
MODELACIÓN DEL FLUJO DE AGUA Y NITRATO EN EL SUELO DE LA MICROCUENCA CUEVASEN EL SUR DE LOS ANDES ECUATORIANOS EMPLEANDO HYDRUS 1D	71
REMOCIÓN DE NUTRIENTES EN UN SISTEMA PILOTO DE HUMEDALES ARTIFICIALES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN ECOSISTEMAS DE MONTAÑA.	80
ESTIMACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE LA PRECIPITACIÓN EN UNA CUENCA HIDROGRÁFICA URBANA DE LA CIUDAD DE CUENCA	87

APLICACIÓN DE BALANCE DE ENERGÍA PARA ANALIZAR LA PRODUCCIÓN DE CAUDALES EN EL GLACIAR 12 DEL VOLCÁN ANTISANA DURANTE 2012.	92
EVALUACIÓN DE INTENSIDADES DE DISEÑO INFLUENCIADAS POR OSCILACIONES DECADALES DE PRECIPITACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO PAUTE	97
ANÁLISIS DEL BALANCE HÍDRICO A NIVEL DE PARCELA EN UNA LADERA CON COBERTURA DE PÁRAMO EN LA CUENCA DEL RÍO CUMBE	103
DETERMINACIÓN DE CARGAS DE CONTAMINACIÓN EN ALIVIADEROS DE LA RED DE ALCANTARILLADO COMBINADO DE LA CIUDAD DE CUENCA - ECUADOR	109
ESTUDIO DE LA <i>LANTANA CAMARA</i> COMO MATERIAL DE EMPAQUE EN SISTEMAS DE BIOFILTRACIÓN	114
DISTRIBUTED HYDRO-GLACIOLOGICAL MODELING OF THE ANTISANA MASSIF IN ECUADOR DURING THE 2005-2008 PERIOD	119
EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO, VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL ABASTECIMIENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO	122
ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES RADIATIVAS DE LAS NUBES Y SU INFLUENCIA EN EL BALANCE DE MASA DE UN GLACIAR DE LA REGIÓN TROPICAL INTERNA.	126
CURVA DE RENDIMIENTO DEL ACTIVO LIBRE DE RIESGO EN EL ECUADOR	131
DE LA POBREZA UNIDIMENSIONAL A LA POBREZA MULTIDIMENSIONAL. UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA	149
SOCIAL SPENDING IN LATIN AMERICA, 1990 - 2015	152
THE QUEST FOR BETTER LIFE: UNCOVERING THE MIGRATION EXPERIENCE OF RETURN MIGRANTS IN BIBLIÁN, ECUADOR	157
CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMO DE CHOCOLATES IMPORTADOS EN LAS CADENAS FARMACÉUTICAS DE RETAIL EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL	163
EL PACTO FISCAL UN MEDIO PARA LA PARTICIPACION CIUDADANA Y EL CONTROL SOCIAL	166
MEDICIÓN DEL BENEFICIO DEL TURISMO ACCESIBLE PARA EL DESARROLLO DE DEPORTES EXTREMOS PARA PERSONAS CON HABILIDADES DIFERENTES: CASO BAÑOS DE AGUA SANTA.	175

ADOPCIÓN DE NIIF EN EL SECTOR INDUSTRIAL DE CUENCA Y SELECCIÓN DE POLÍTICAS CONTABLES EN LA MEDICIÓN Y PRESENTACIÓN DE INFORMACIÓN FINANCIERA.	177
EL NEGOCIO INCLUSIVO DE RECICLAJE: ANÁLISIS DE SU IMPLEMENTACIÓN Y APOORTE A LOS RECICLADORES DE PAPEL Y CARTÓN EN LA REGIÓN AUSTRO DEL ECUADOR	183
LAS REMESAS NO SON DINERO CAÍDO DEL CIELO: EL SIGNIFICADO DE LAS REMESAS PARA LOS HOGARES TRANSNACIONALES	187
ENSEÑANZA-APRENDIZAJE POR METÁFORA EN ESPACIOS DE EDUCACIÓN NO FORMAL MEDIADOS POR EL USO DE TIC	191
NIVELACIÓN EMBLEMÁTICA DESDE Y PARA LAS ARTES COMO PROGRAMA DE ACOMPAÑAMIENTO PARA LA EXCELENCIA ACADÉMICA.	195
LA TRIBUTACIÓN AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO DE POLÍTICA PÚBLICA EN EL ECUADOR	198
EL DERECHO FUNDAMENTAL A LA AUTODETERMINACIÓN INFORMATIVA Y SU PROTECCIÓN EN EL ESTADO CONSTITUCIONAL DE DERECHOS: FUNDAMENTOS, JURISPRUDENCIA DE LA CORTE CONSTITUCIONAL Y POLÍTICAS PÚBLICAS EN ECUADOR	201
CARACTERIZACIÓN DEL RAZONAMIENTO LÓGICO-MATEMÁTICO ENTRE ESTUDIANTES DE CICLOS DE NIVELACIÓN PREUNIVERSITARIOS	208
LOS APORTES DE LA CIENCIA POLÍTICA EN LA INVESTIGACIÓN SOBRE LA CULTURA EN EL CONTEXTO LATINOAMERICANO.	217
ENGLISH FOR SPECIFIC PURPOSES, AN APPROACH TO IMPROVE THE READING COMPREHENSION LEVEL OF PSYCHOLOGY STUDENTS AT UNIVERSITY OF CUENCA	220
CÓMO INCIDEN LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS EN LA FORMACIÓN MILITAR DE LA ESCUELA SUPERIOR MILITAR DE AVIACIÓN “COSME RENNELLA BARBATO” DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA 2017	224
PERCEPCIONES SOBRE LOS ROLES DEL TUTOR DE TRABAJOS DE TITULACIÓN EN LA UNIVERSIDAD DE CUENCA: LAS PRÁCTICAS DE ESCRITURA	230
LA DEFENSA ORAL DE LOS TRABAJOS DE TITULACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA	230
LA NORMATIVA DE LOS TRABAJOS DE TITULACIÓN EN LA UNIVERSIDAD DE CUENCA (2010-2015)	230
CÍRCULOS DE ESCRITURA EN INGLÉS PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS	231

LAS POLÍTICAS DE LAS FACULTADES DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA PARA GUIAR LA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS DE TITULACIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ESCRITURA ACADÉMICA	231
PROBLEMAS Y DESAFÍOS DE LAS COMPETENCIAS INVESTIGATIVAS PARA LA VISIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA: UN ESTUDIO DE CASO SOBRE LOS DOCENTES DE LA ULVR.	233
EDUCACIÓN DE CALIDAD MEDIANTE LA ESTRATEGIA DESIGN THINKING	238
LOS ECUATORIANOS MAYORES DE 14 AÑOS DE EDAD QUE NO SABEN LEER Y ESCRIBIR: UN ESTUDIO DE ASPECTOS CLAVES	249
“MUJERES: PRODUCTORAS Y GUARDIANAS DE LAS SEMILLAS DE CAMBIO”.INFLUENCIA DEL GÉNERO 1 EN CARGOS DIRECTIVOS	254
...HABLANDO DEL DERECHO A LA EDUCACIÓN SEXUAL INTEGRAL: LA VOZ DE LOS ADOLESCENTES EN ECUADOR	258
EXPLORACIÓN DE LA PÉRDIDA AMBIGUA EN LAS EXPERIENCIAS DE LOS ADOLESCENTES ECUATORIANOS QUE SE DESARROLLAN EN FAMILIAS TRANSNACIONALES	262
ESTADO TRANSNACIONAL Y DERECHOS POLÍTICOS PARA LAS PERSONAS EN MOVILIDAD: EL ‘VOTO MIGRANTE’ EN ECUADOR	266
THE INFLUENCE OF CULTURAL TOPIC ACTIVITIES ON ORAL COMMUNICATIVE COMPETENCE WITH EFL A2 LEVEL STUDENTS	271
LA MIGRACIÓN DE RETORNO Y CAMBIO CULTURAL EN EL CANTÓN SIGSIG, ECUADOR	275
LOGRO EDUCATIVO EN GUATEMALA DESPUÉS DEL TERREMOTO DE 1976	280
ARTE Y GÉNERO: REFLEXIONES EN TORNO A LA CULTURA VISUAL EN CUENCA 1890-1950	284
REGISTROS HISTÓRICOS DE LOS SISTEMAS VESTIMENTARIOS. EL DEVENIR DEL TRAJE ECUATORIANO.	287
EXPERIENCIAS EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO FLIP LEARNING	290
REPORTE DE INVESTIGACIÓN: CRÉDITO Y EDUCACIÓN PARA REFUGIADOS EN ECUADOR	294

LA REGIÓN AZUAYO-CAÑARI Y EL SOMBRERO DE PAJA TOQUILLA: PATRIMONIO, TRABAJO Y ENFERMEDAD. 1920-1960.	298
METODOLOGÍAS DE DECISIÓN MULTICRITERIO PARA PLANEACIÓN ENERGÉTICA EN ZONAS RURALES DEL ECUADOR	304
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE ELECTROCARDÍOGRAFO DE BAJO COSTO.	316
ACTIVIDAD ADULTICIDA Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL DE HOJAS DE LANTANA CAMARA SOBRE <i>DROSOPHILA MELANOGASTER</i>	321
CARACTERIZACIÓN DE ARCILLAS NATURALES DEL CANTÓN CATAMAYO, Y SU USO POTENCIAL TECNOLÓGICO.	330
IN SILICO STUDY OF BINDING AFFINITIES OF THE MAIN METHYLXANTHINES IN COCOA (THEOBROMA CACAO) TO HUMAN ADENOSINE RECEPTOR	334
“COMPARACIÓN DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA DE TRES REGIONES DE ADN CLOROPLÁSTICO Y UNA NUCLEAR EN EL ISHPINGO (OCOTEA QUIXOS), PROVENIENTE DE 5 PROVINCIAS DE LA AMAZONÍA ECUATORIANA”	338
DISEÑO METODOLÓGICO PARA EL ANÁLISIS COMPARATIVO DE TÉCNICAS DE REMEDIACIÓN EX-SITU: COMPOSTAJE EN BIOPILAS, BIOAUMENTACIÓN, Y BIOESTIMULACIÓN APLICADAS PARA LA DEGRADACIÓN DE HIDROCARBUROS EN LOS PROCESOS DE REMEDIACIÓN DE SUELOS QUE EJECUTA EL PROYECTO AMAZONÍA VIVA DE PETROAMAZONAS EP	346
COMPETENCIA DEL OVOCITO BOVINO OBTENIDO POR OVUM PICK-UP, VALORADO MEDIANTE EL AZUL BRILLANTE DE CRESILO	350
SOSTENIBILIDAD DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN HORTÍCOLAS PERIURBANOS ESTIMADA A PARTIR DE INDICADORES RÁPIDOS DE CAMPO	357
SENSOR DE FIBRA ÓPTICA CON PIGMENTOS ORGÁNICOS PARA DETECCIÓN DE NIVELES DE RADIACIÓN ULTRAVIOLETA	362
PROYECCIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LA DEMANDA ELÉCTRICA A TRAVÉS DEL MÉTODO DE SIMULACIÓN DEL USO DEL SUELO APLICADO EN LA EMPRESA ELÉCTRICA CENTROSUR	366
EFFECTOS DE RADIACIÓN ROJA (625NM)Y AZUL(463 NM) EN EL TIEMPO DE DETECCIÓN DE STAPHYLOCOCCUS AUREUS	371

RIEGO DEFICITARIO EN PAPA: HACIA LA OBTENCIÓN DE UN LÍMITE DE RESTRICCIONES HÍDRICAS PARA OBTENER RENDIMIENTOS COMERCIALES EN LOS ANDES	375
VALIDATION OF THE EXPERIMENTAL PROCEDURE USED TO DETERMINE BEDLOAD TRANSPORT RATES IN STEEP CHANNELS WITH COARSE SEDIMENT	383
EFFECT OF <i>PEPEROMIA GALIOIDES</i> SUPERCRITICAL FLUID EXTRACT AGAINST CLINICAL AND ATCC METHICILLIN RESISTANT <i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i> STRAINS	389
DEVELOPMENT OF A HYDROGEOLOGICAL MODEL FOR MANAGING DEEP-SEATED LANDSLIDES IN GUARUMALES – ECUADOR	393
DETERMINACIÓN DEL COSTO INTRÍNSECO DE LA CALIDAD AMBIENTAL EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	398
CORRELACIONES NUMÉRICAS PARA EL CÁLCULO DE PROPIEDADES TERMODINÁMICAS EN SATURACIÓN DE REFRIGERANTES PARA SU USO EN MICROCONTROLADORES	408
IMPLEMENTACIÓN DE SENSORES TIPO MEMS BAJO SOFTWARE LIBRE PARA EL MONITOREO DE VIBRACIONES. APLICACIÓN A LA INFLUENCIA DEL TIPO DE ANCLAJE EN LA AMORTIGUACIÓN DE VIBRACIONES EN MOTORES ASÍNCRONOS.	412
MODELIZACIÓN HIDROLÓGICA INTEGRAL DE UNA CUENCA DE TAMAÑO MEDIO	415
ELECTROCOAGULACIÓN EN LABORATORIO MEDIANTE ELECTRODOS DE CARBONO, ALUMINIO Y ACERO PARA REALIZAR ESTUDIOS COMPARATIVOS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS LIXIVIADAS DEL RELLENO SANITARIO “EL INGA”	423
ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN NUMÉRICA DE LA ECUACIÓN DIFERENCIAL DE FLUJO ESPACIALMENTE VARIADO CON CAUDAL CRECIENTE	426
CARACTERIZACIÓN SIG DEL USO DE LA TIERRA Y GEOMORFOLOGÍA DEL MACIZO DEL CAJAS, ECUADOR	431
STOCHASTIC RAINFALL FORECASTING FOR HIGH TROPICAL ANDEAN REGIONS	436
HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS DE LAS TRANSFORMACIONES URBANO-MORFOLÓGICAS ALREDEDOR DEL RÍO TOMBAMBA: RECONSTRUCCIÓN TRIDIMENSIONAL EN BASE A FOTOGRAMETRÍA Y ESCÁNER LIDAR.	445
CONSTRUYENDO ESPACIO PÚBLICO INCLUSIVO. LA IMPORTANCIA DE LOS SENDEROS NATURALES EN LAS MÁRGENES DEL RÍO TOMBAMBA EN CUENCA	450

EXPLORING SPACE-TIME PATTERNS OF VOLUNTEERED CYCLING DATA IN AN INTERMEDIATE CITY	453
METODOLOGÍAS PARA EL ESTUDIO DE LA RELACIÓN ENTRE LA FORMA URBANA Y EL TRANSPORTE EN DOS CIUDADES DEL ECUADOR	458
EL ROL MODERADOR DE FACTORES INDIVIDUALES Y SOCIALES EN LA PERCEPCIÓN TÉRMICA EXTERIOR DE LOS USUARIOS DE LAS MÁRGENES DEL RÍO TOMBAMBA.	461
QUITO, LA CIUDAD OBJETO	477
PLATAFORMA LAVCITE, UNA APROXIMACIÓN PARA LA EVALUACIÓN Y DETECCIÓN DE BRECHAS DE INFORMACIÓN GEOESPACIAL EN LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL EN ECUADOR.	481
METODOLOGÍA PARA DEFINICIÓN DE CONGLOMERADOS DE MUESTREO ESPACIAL EN EL ENTORNO URBANO BASADOS EN CAMINABILIDAD Y FACTORES SOCIOECONÓMICOS	487
CIUDADES SOSTENIBLES: LA CALIDAD DEL TRANSPORTE PÚBLICO	492
ACCESIBILIDAD EN EL ESPACIO PÚBLICO PARA PERSONAS CON MOVILIDAD REDUCIDA, CUENCA COMO CASO DE ESTUDIO.	495
PLATAFORMA DEL LABORATORIO VIRTUAL DE CIUDAD Y TERRITORIO, UNA BUENA PRÁCTICA PARA GARANTIZAR EL USO Y ACCESO A LA INFORMACIÓN TERRITORIAL.	501
VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL PATRIMONIO EDIFICADO DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE CUENCA: LINEAMIENTOS GENERALES Y AVANCES DEL PROYECTO	506
CUENCA, MEMORIA Y TRANSFORMACIÓN: UNA APROXIMACIÓN AL PROCESO DE OCUPACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y GENTRIFICACIÓN EN LA CIUDAD DE CUENCA.	526
CORRELACIÓN ENTRE GLUCOSA BASAL Y HEMOGLOBINA GLUCOSILADA EN EL ADULTO MAYOR EN EL CANTÓN CUENCA	532
¿CÓMO ENTENDER DE LA VIOLENCIA FILIO PARENTAL? UNA REVISIÓN DE MODELOS TEÓRICOS.	537
FACTORES FAMILIARES, INDIVIDUALES Y SOCIO-DEMOGRÁFICOS, ASOCIADOS A LA PRIMIPARIDAD ADOLESCENTE Y NO ADOLESCENTE, EN MUJERES ATENDIDAS EN EL HOSPITAL VICENTE CORRAL MOSCOSO. CUENCA, ECUADOR.	540
DEL BURRITO DE SAN ANDRÉS A GTA SAN ANDREAS: UN ESTUDIO PSICOLÓGICO DEL USO DE JUEGOS VIRTUALES VIOLENTOS EN ADOLESCENTES	547

FACTORES DE RIESGO PARA PESO BAJO Y MUY BAJO AL NACIMIENTO. HOSPITAL GINECO OBSTÉTRICO ISIDRO AYORA (HGOIA), QUITO.	551
FACTORES DE RIESGO PARA MACROSOMÍA FETAL. HOSPITAL GINECO OBSTÉTRICO ISIDRO AYORA (HGOIA), QUITO.	557
PROYECTO DE ORIENTACIÓN PSICOANALÍTICA DIRIGIDO A COMUNIDADES AFECTADAS POR DESASTRES NATURALES EN MANABÍ: UNA PROPUESTA DE LA RECONSTRUCCIÓN EN LO PSICOSOCIAL	562
EVALUACIÓN ERGONÓMICA CON MÉTODO RULA EN TRABAJADORES DE CORTE POR TROQUEL EN EMPRESAS DE MANUFACTURA DE CALZADO DE LA CIUDAD DE AMBATO	566
CONDUCTAS DE RIESGO FAMILIAR ASOCIADAS A LA COMUNICACIÓN Y A LA LECTURA. ESTUDIO DE SEGUIMIENTO A LA INVESTIGACIÓN “ESTIMULACIÓN DE LOS CENTROS CEREBRALES DEL HABLA Y EL LENGUAJE EN ADQUISICIÓN DE LECTOESCRITURA.	572
FRECUENCIA Y SEVERIDAD DE LA ANEMIA MATERNA EN EL TERCER TRIMESTRE DE LA GESTACIÓN	580
PREVALENCIA Y FACTORES ASOCIADOS A DISFUNCIÓN ERÉCTIL EN DIABÉTICOS TIPO 2.	585
NIVELES DE PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS Y CALIDAD DE LA DIETA EN CONSUMIDORES FRECUENTES Y NO FRECUENTES FUERA DE CASA	590
HIPERTENSIÓN ARTERIAL EN ADULTOS MAYORES DE LA ZONA URBANA DE CUENCA	594
PRUEBA EN SALIVA PARA DETERMINAR LA DEFICIENCIA DE LA ENZIMA DPD, PARA IDENTIFICAR A LOS PACIENTES CON RIESGO DE TOXICIDAD SEVERA POR EL USO DE FLUOROPIRIMIDINAS, UNA HERRAMIENTA DE FÁCIL USO EN PACIENTES CON TUMORES GASTROINTESTINALES. HOSPITAL DE CLINICAS DE PORTO ALEGRE	599
PLATAFORMA DE ANÁLISIS DE ARRITMIAS EN UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS	604
APLICACIÓN E IMPACTO DE LAS TICS EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA	609
MODELO DE PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PARA TROQUELADO DE CUERO EN LA INDUSTRIA DE CALZADO	615
GEOPORTAL E INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA INFORMACIÓN DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PROVINCIA DEL CAÑAR	619

ANÁLISIS DE ASOCIACIONES ENTRE POLIMORFISMOS GENÉTICOS Y FENOTIPOS
RELACIONADOS CON ACTIVIDAD FÍSICA MEDIANTE MINERÍA DE DATOS 629

ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SOFTWARE DE GESTIÓN DE PROCESOS Y COSTOS EN EMPRESAS
DE PRODUCCIÓN 647

EXPERIMENTOS COMPUTACIONALES CON MÉTODOS LINEALES EN EL RECONOCIMIENTO
TAXONÓMICO DE INSECTOS 658

Recarga potencial del acuífero de la sub-cuenca del Río Chambo provincia de Chimborazo – Ecuador, bajo una perspectiva de la hidrología física

Andrade Valdospinos Amalia Francisca ^{1*}, Zapata Ríos Xavier ², Manciatì Jaramillo Carla Paola ²

*Estudiante de Maestría, Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, 2
Docentes, Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Ladrón de Guevara
E11-253, EC170109, Quito, Ecuador, amalia.andradev@epn.edu.ec, xavier.zapata@epn.edu.ec,
carla.manciatì@epn.edu.ec.*

Palabras Claves: Río Chambo, Ecuador, recarga, acuífero volcano-sedimentario, aguas subterráneas, hidrogeología

Resumen

Debido a la necesidad de estudiar el agua subterránea para contribuir a la solución de problemas referentes a la disponibilidad del recurso hídrico, se propuso estimar la recarga del acuífero de la sub-cuenca del Río Chambo utilizando técnicas de hidrología física. Para ello se utilizó 3 métodos: a) un balance hídrico superficial para toda la sub-cuenca, el cual consistió en identificar las zonas de recarga potencial del acuífero al evaluar la cantidad de agua en exceso de la evapotranspiración efectiva, b) realizar un análisis de la recarga utilizando datos de caudal a nivel diario de microcuencas y separando los flujos base de la contribución de escorrentía superficial, y c) la aplicación de un modelo hidrológico sub-superficial UNSAT-H, para la estimación de las tasas de recarga para condiciones actuales y planteamiento de escenarios futuros. Esta investigación presenta la descripción de la metodología utilizada, además de resultados preliminares, lo cual contribuye con las primeras estimaciones de recarga del acuífero en estudio.

Introducción

El uso sostenible del agua proveniente de fuentes subterráneas en la región andina del Ecuador es limitado por el poco conocimiento hidrológico de la recarga y funcionamiento de los acuíferos (Buytaert et al, 2006; Buytaert y Bièvre, 2012). Este es el caso de la sub-cuenca hidrográfica del Río Chambo que está localizada en la parte central del callejón interandino, en la provincia de Chimborazo - Ecuador. En esta región, el recurso hídrico es insuficiente, por un desbalance entre la oferta y la demanda de agua para diversos usos (Chimborazo, G. A. D, 2011). Además, en la zona existen muy pocas investigaciones enfocadas a entender el proceso hidrológico que incluye al agua subterránea como parte de él, determinar el tamaño de los acuíferos, los volúmenes y zonas de recarga, y los aportes de estas aguas a los cauces superficiales (Mancheno, 2010). Por ejemplo, un estudio realizado en la zona revela un desequilibrio en el balance hídrico en microcuencas de montaña dentro de la Cuenca del Río Chambo las cuales cuentan con un caudal mayor al que es explicado por la diferencia entre precipitación y evapotranspiración efectiva, este podría indicar un indicio de la contribución de aguas subterráneas en la zona (Quisphe, 2017). Por tanto, existe una necesidad de estudiar el agua subterránea en esta región con el objeto de contribuir a la solución de problemas referentes a la disponibilidad

de agua. El objetivo de la presente investigación es el de estimar la recarga potencial en la sub-cuenca del Río Chambo a través de la aplicación de varias técnicas de la hidrología física; lo cual comprende, el desarrollo de un balance hídrico superficial para toda la sub-cuenca, el análisis de la recarga utilizando datos de caudal a nivel diario de microcuencas seleccionadas que cuenten con una serie de datos disponibles y la aplicación de un modelo hidrológico sub-superficial de la zona no saturada. Técnicas que brindarían herramientas para la evaluación de la recarga del acuífero en estudio y permitirían establecer una base de un modelo conceptual de la recarga del mismo.

Metodología

Para estimar la recarga del acuífero de la sub-cuenca del Río Chambo se utilizarán varias técnicas que son: a) un balance hídrico superficial para toda la sub-cuenca, b) un análisis de la recarga utilizando datos de caudal a nivel diario de microcuencas seleccionadas que cuenten con una serie de datos disponibles, y c) la aplicación de un modelo hidrológico sub-superficial.

El análisis del balance hídrico superficial consiste en evaluar la cantidad de agua en exceso de la evapotranspiración real o efectiva. Este método es un indicador de la máxima recarga potencial del acuífero, y permite identificar espacialmente las regiones con potencial de recarga para el agua subterránea. Este método evalúa de una forma anual la evapotranspiración efectiva a partir de datos de entrada de precipitación y evapotranspiración potencial a través de la curva de Budyko (Budyko, 1961). Al comparar la precipitación con la evapotranspiración efectiva a nivel anual se definirán las zonas de déficit y las de excedente de agua y por tanto aquellas que tienen potencial de recarga. Para la determinación de la precipitación, se contó con series de datos disponibles de estaciones meteorológicas del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) para un periodo de tiempo comprendido entre el año 2000 y 2015. Para la determinación de la evapotranspiración potencial para el mismo periodo de tiempo se utilizó información satelital medida a través del Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (Producto MODIS16A3;(NTSG, s./f.)).

La segunda metodología consiste en el análisis de la recarga utilizando datos de caudal a nivel diario de microcuencas previamente seleccionadas, en función de sus características y la información disponible. Para la determinación de caudales, se contó con series de datos disponibles de estaciones hidrológicas del INAMHI. Este método se aplica haciendo una separación de hidrogramas y con métodos de desplazamiento de la curva de recesión.

Para el primer caso existen varias técnicas, entre las que se encuentran los métodos empíricos que son gráficos, y métodos más actualizados que utilizan programas computacionales como el HYSEP, el cual permite descomponer el hidrograma en sus componentes (Risser et al, 2005; Molinero, 2008). Los componentes de un hidrograma son: la escorrentía directa y el flujo base o el agua subterránea. Todo hidrograma consta de: una rama ascendente, la cresta o pico, la rama descendente o también conocida como

la curva de recesión, y dentro de ésta se puede identificar un punto de inflexión, el que concuerda con el tiempo en el que ya no hay aporte de escorrentía superficial para los cursos, a partir de éste se representa el aporte de agua subterránea. Tanto la rama ascendente como la descendente están influenciadas por varios parámetros. La primera por las características de la lluvia, mientras que la segunda por las características de la cuenca. HYSEP ofrece tres algoritmos para la separación hidrográfica: intervalo fijo, intervalo de deslizamiento y mínimo local. Para cualquiera de los tres algoritmos es preciso determinar previamente el tiempo transcurrido después del primer pico en la descarga sobre el cual el flujo superficial continúa contribuyendo al flujo de corriente (N). Para el método de intervalo fijo, el periodo de registro de datos es dividido en intervalos de tiempo iguales, cuya longitud es igual a $2N$ (intervalo de tiempo utilizado por HYSEP para la separación hidrográfica), y el flujo base a determinar es igual a la tasa de descarga diaria más baja dentro del intervalo.

Para el segundo método, intervalo de deslizamiento, el flujo base para cada día del periodo se define como la descarga diaria más baja comprendida en un intervalo comprendido entre $0,5 \cdot (2N-1)$ días antes del periodo y $0,5 \cdot (2N-1)$ después del mismo. Finalmente, para el método de mínimo local, los mínimos locales ocurren en días para los cuales la descarga diaria es menor que la de cualquier otro día dentro del periodo de análisis (Healy, 2010).

Para el segundo caso, los métodos de desplazamiento de la curva de recesión se basan en el supuesto de recarga por episodios. Además el comportamiento del acuífero puede describirse a través de un flujo unidimensional, moviéndose el agua subterránea en dirección “x” perpendicular a la corriente. La ecuación empleada para esta técnica está en función de la transmisividad, la carga hidráulica y el tiempo (Healy, 2010).

Como tercera metodología se explorará la disponibilidad de datos y la posibilidad de aplicar un modelo hidrológico sub-superficial, es decir en la zona vadosa. El modelo UNSAT-H, puede ser usado para resolver problemas de flujo de agua, la estimación de las tasas de recarga para condiciones actuales y planteamiento de escenarios futuros. La recarga puede ser determinada en función del tipo de suelo, cubierta vegetal y el clima. Esto se logra simulando el proceso de infiltración del agua en el suelo, abarcando procesos de evaporación, transpiración, escorrentía, flujo de calor en el suelo y drenaje profundo. El software está conformado por algunos módulos, estos son, i) información de simulación, la cual abarca la configuración de la simulación, ii) relaciones constitutivas, en la que se describe la información de los parámetros que se necesitan para describir la hidráulica de la zona, iii) condiciones iniciales, parámetros de las plantas, en donde se necesita información o detalles sobre el área foliar, profundidad máxima de enraizamiento, etc., y iv) condiciones de borde, que abarca toda la información climática, por ejemplo, temperatura, velocidad del viento, radiación solar, precipitación, etc., (Fayer, 2000). Para el caso de los parámetros de las plantas, será necesario disponer de esta información de estudios realizados por la Organización de las Naciones Unidas para

la alimentación y la agricultura (FAO), y de los mapas temáticos que abarquen cobertura vegetal que se dispongan en la zona.

UNSAT-H presenta algunas limitaciones, su aplicación se la realiza unidimensionalmente, y se considera válido cuando se asume o se supone que el flujo es estrictamente vertical, es decir cuando el terreno es bastante plano, en caso de no serlo, el flujo lateral ya no podría ser despreciable y ya no se podría hacer únicamente un análisis unidimensional. Para este caso se aplicará en zonas planas bastante cercanas a estaciones meteorológicas.

Resultados y discusión

Los resultados arrojados de la presente investigación, permitirán apoyar al entendimiento de la recarga del acuífero, complementando además, con información valiosa a los resultados obtenidos del proyecto macro “Caracterización del sistema acuífero de la cuenca baja del río Chambo utilizando un enfoque hidrodinámico y geoquímico: procesos de recarga y gestión sostenible del recurso” logrando así una correcta comprensión de los procesos hidrológicos - hidrogeológicos del acuífero en estudio.

Agradecimientos

Al INAMHI por facilitarnos la base de datos tanto de estaciones hidrológicas como meteorológicas.

A la Universidad Nacional de Chimborazo por el apoyo técnico.

A la Escuela Politécnica Nacional por su colaboración y personal técnico.

Referencias

1. *Budyko, M. (1961) The Heat Balance of the Earth's Surface, US Department of Commer., Washington, D.C., USA, 259 pp*
2. *Buytaert, W., Celleri, R., Willems, P., De Bievre, B., & Wyseure, G. (2006). Spatial and temporal rainfall variability in mountainous areas: A case study from the south Ecuadorian Andes. Journal of hydrology, 329(3), 413-421.*
3. *Buytaert, W., B. De Bievre (2012) Water for cities: the impact of climate change and demographic growth in the tropical Andes. Water Resources Research, 48 (8).*
4. *Chimborazo, G. A. D. (2011). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Chimborazo. Riobamba. Ecuador, 12.*
5. *Fayer, M. J. (2000). UNSAT-H version 3.0: Unsaturated soil water and heat flow model. Theory, use manual, and examples. Pacific Northwest National Laboratory, 13249.*

6. Healy, R. W. (2010). *Estimating groundwater recharge*. Cambridge University Press, United Kingdom, 85-86.
7. Mancheno Patiño, N. P. (2010). *Análisis de la problemática y ampliación del sistema de agua potable en la ciudad de Riobamba* (Bachelor's thesis, Ingeniero Civil, SANGOLQUÍ/ESPE/2010).
8. Molinero, J. (2008). *Las Aguas Subterráneas En España Antes Las Directivas Europeas: Retos Y Perspectivas* (No. 26). IGME
9. NTSG (s./f.) (Numerical Terradynamic Simulation Group), The University of Montana • 32 Campus Drive • Missoula, MT 59812, fecha de acceso: 13 de junio del 2017. Recuperado de <http://www.ntsug.umt.edu/project/mod16>
10. Quishpe, A. G. (2017). *Caracterización hidrometeorológica y estimación del balance hídrico en la cuenca del río Chambo* (Bachelor's thesis, Ingeniero Civil, Quito, 2017.).
11. Risser, D. W., Gburek, W. J., & Folmar, G. J. (2005). *Comparison of methods for estimating ground-water recharge and base flow at a small watershed underlain by fractured bedrock in the eastern United States* (Vol. 5038). US Department of the Interior, US Geological Survey, 6-7.

Análisis espacial-temporal de procesos relacionados con concentraciones de oxígeno disuelto en lagunas de maduración

Arévalo, María B. 1* , Van Echelpoel, Wout 2 , Alvarado, Andrés 3,4 , Goethals, Peter L. M. 2 , Larriva, Josué B. 1,5

1 Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del Azuay, Av. 24 de Mayo 7-77 y Hernán Malo, Cuenca, Ecuador. barevalo@uazuay.edu.ec

2 Aquatic Ecology Research Unit, Department of Applied Ecology and Environmental Biology, Ghent University, Coupure Links 653, B-9000 Ghent, Belgium

3 Departamento de Recursos Hídricos y Ciencias Ambientales, Universidad de Cuenca, Av. 12 de Abril, Cuenca, Ecuador

4 Facultad de Ingeniería, Universidad de Cuenca, Av. 12 de Abril, Cuenca, Ecuador

5 Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca (ETAPA EP)

Palabras Claves: tratamiento de agua residual, estadística, oxígeno disuelto, Ecuador

Resumen

El artículo presenta un análisis de la variabilidad de concentraciones de oxígeno disuelto en el tiempo y espacio en las lagunas de maduración de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ucubamba, en función de diferentes parámetros físicos, químicos, biológicos y meteorológicos. Se utilizó un enfoque estadístico mediante modelos de efectos mixtos, evaluando la variabilidad de las concentraciones de oxígeno disuelto en forma espacial y temporal en la laguna y analizando la influencia de los factores meteorológicos, químicos y biológicos sobre las concentraciones de oxígeno disuelto. La profundidad fue el factor más significativo. El Fósforo, según la hora del día, afectó la concentración de oxígeno disuelto, mientras que el pH solo mostró efecto en una de las dos lagunas analizadas. Además, la clorofila tuvo una correlación positiva con el oxígeno disuelto siguiendo los dos parámetros tendencias similares con mayores concentraciones cerca de la superficie

Introducción

En Ecuador, más del 90% de las aguas residuales domésticas son descargadas sin recibir tratamiento previo [1]. Cuenca cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR). Esta planta consiste en un sistema de lagunas de estabilización: dos líneas paralelas de lagunas aireadas, facultativas y maduración, en serie.

Las lagunas de estabilización son una alternativa muy eficiente de tratamiento a bajo costo, confiable y sostenible en el tiempo [2], que además posee altas eficiencias para la disminución de materia orgánica y patógenos [3]. Estos últimos se remueven mayoritariamente en las lagunas de maduración, mediante diferentes mecanismos entre los cuales se encuentran la radiación solar, sedimentación, pH y concentraciones de oxígeno disuelto (OD) [4,5,6]. A su vez, los niveles de OD dependen de diferentes procesos que incluyen parámetros físicos, químicos y biológicos. La presencia de OD en lagunas de maduración es un indicador del buen funcionamiento del sistema [7].

Con el objetivo de conocer apropiadamente los procesos relacionados con el OD se debe tomar en cuenta los parámetros individuales que tengan influencia sobre él. Los modelos estadísticos representan una herramienta útil para analizar esa clase de variaciones y relaciones [8]. En este trabajo se utiliza un modelo lineal de efectos mixtos para probar

la influencia de parámetros físico, químicos, biológicos y factores meteorológicos sobre el OD en el tiempo y espacio en lagunas de maduración.

Experimental

Las muestras fueron tomadas en las lagunas de maduración de la PTAR de Ucubamba en tres campañas de muestreo durante julio - agosto de 2013. Se colocaron 9 puntos de muestreo para cada laguna (Figura 1) con dos profundidades (superficie y fondo), resultando un total de 6 medidas por punto, 3 de ellas correspondientes a la superficie y 3 al fondo.

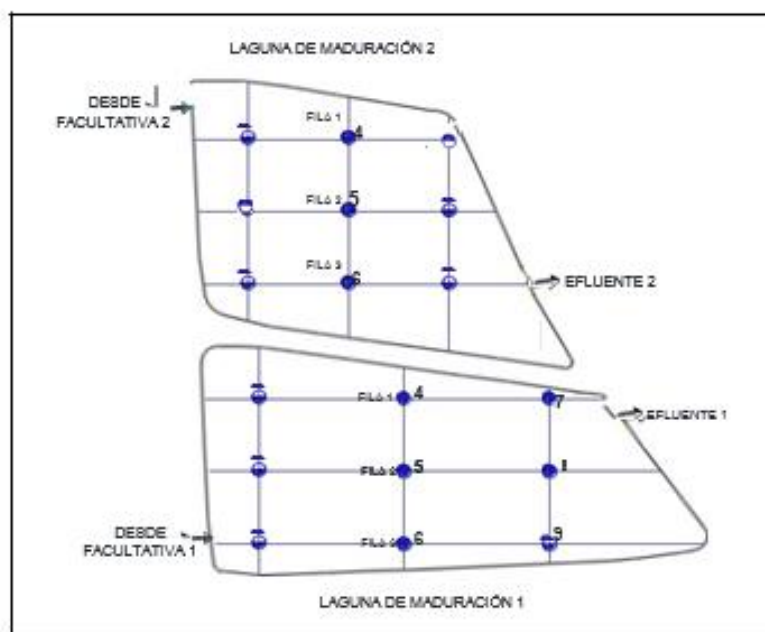


Figura 1. Localización de puntos de muestreo

Los parámetros pH, clorofila a y OD fueron medidos in situ mediante dos multi-probes y las muestras se analizaron para DBO5, DQO, P y N. Los datos meteorológicos (temperatura, radiación solar, velocidad del viento y precipitación) se obtuvieron de la Estación Meteorológica de CELEC HidroPaute, ubicada a 600 m de la PTAR. Se utilizó el modelo estadístico lineal de efectos mixtos para probar la variabilidad de OD en función de los diferentes parámetros en el espacio y tiempo.

Resultados y discusión

La Figura 2 muestra las concentraciones medias de OD y las barras de error para cada punto con el valor de la desviación estándar. Se observan concentraciones mayores en la superficie, lo que fue comprobado con el modelo estadístico lineal de efectos mixtos.

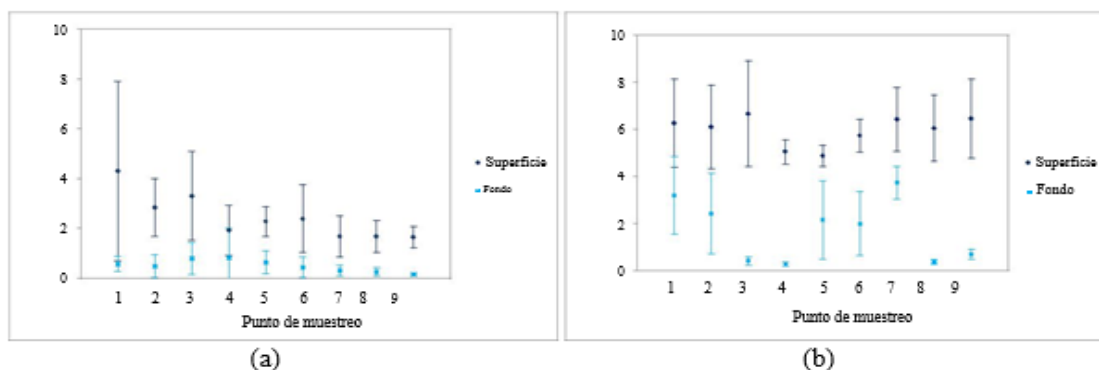


Figura 2. Concentraciones medias de OD (mg/L) para todos los puntos de muestreo a dos profundidades en (a) laguna M1, y (b) laguna M2

El OD presenta una tendencia de mayores concentraciones cerca del mediodía (Figura 3). En Cuenca los picos de intensidad de luz se dan entre las 13h00 y 15h00 [9], así que la máxima actividad fotosintética del fitoplancton, y en consecuencia los valores mayores de OD deberían darse durante estas horas, como fue efectivamente observado.

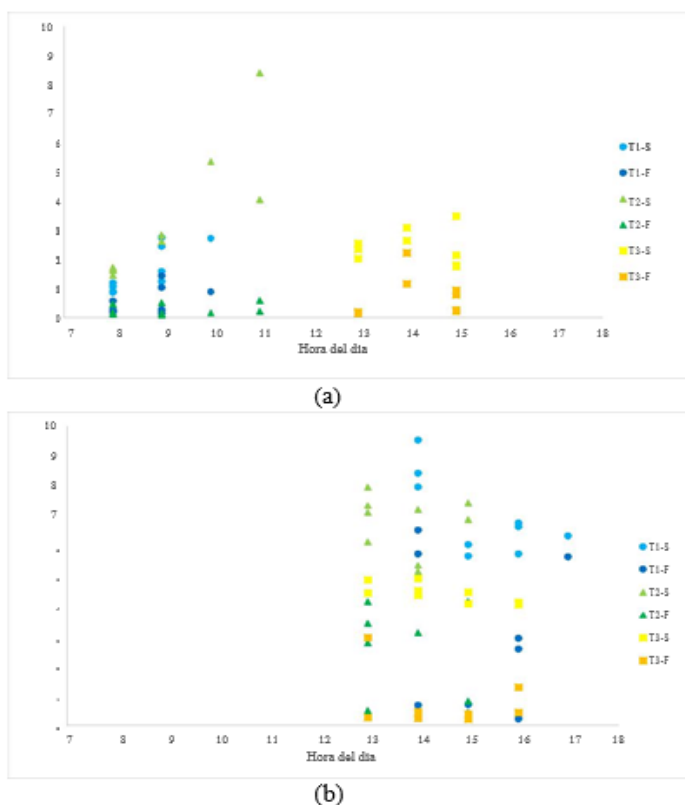


Figura 3. Relación entre concentraciones de OD (mg/L) y la hora del día a dos profundidades en (a) M1 y (b) M2. (T1, T2 y T3: primera, segunda y tercera campaña de muestreo; S, F: superficie y fondo respectivamente)

Existe diferencia de concentraciones de OD entre las líneas (M1 y M2). En [10] estudiaron la geometría de lagunas de estabilización para calidad de agua, y encontraron que al aumentar la relación largo - ancho, la concentración de OD en el efluente disminuía. Este estudio concuerda con esta afirmación.

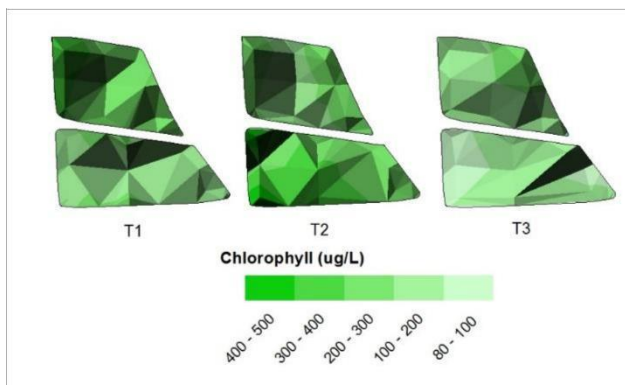
En los análisis de contrastes realizados entre filas y columnas (Figura 1), se encontró que las únicas diferencias significativas se dan en la capa superficial (Tabla 1). Esta capa se

encuentra gobernada por la radiación solar durante el día, reflejado en el OD, mientras que en el fondo no existe variación, como ha demostrado [11] para lagunas facultativas. Este hecho se replica en las lagunas de maduración de este estudio.

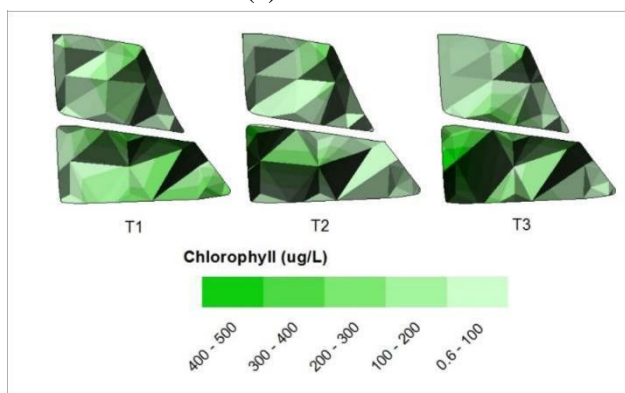
Tabla 1: Contrastes entre filas y columnas para M1 y M2 (S: superficie, F: fondo)

Etiqueta	Pr > |t|
S: col 1: M1-M2	0.0035
S: col 2: M1-M2	0.0049
S: col 3: M1-M2	0.0032
F: col 1: M1-M2	0.7345
F: col 2: M1-M2	0.8657
F: col 3: M1-M2	0.7469
S: fila1: M1-M2	0.0038
S: fila2: M1-M2	0.0038
S: fila2: M1-M2	0.0037
F: fila1: M1-M2	0.6616
F: fila2: M1-M2	0.7812
F: fila3: M1-M2	0.9093

De acuerdo a [12], la actividad fotosintética de las algas es la responsable de al menos el 80% de la producción de OD en lagunas de estabilización. Según la Figura 4 existe el patrón predominante de que las concentraciones de clorofila a son mayores cerca de la superficie, mostrando una correlación positiva con el OD.



(a)



(b)

Figura 4: Contornos de concentraciones de clorofila a (g/L) en M1 y M2 (a) en la superficie, (b) en el fondo

Los resultados obtenidos para los efectos de los parámetros químicos en el OD se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2: Resumen de *p values* significativos para parámetros químicos sobre OD

Parámetro	Laguna	[1] value		
		General	*Prof	*Hora
pH	M1	0.0325	0.0011	0.0058
	M2			
Nitrógeno	M1			0.0077
	M2			
Fósforo	M1			0.05
	M2			0.05

Según [9], la oxigenación fotosintética (altos niveles de OD y aumento de pH) es mayor cuando la radiación solar es mayor. Por otro lado, valores de pH sobre 9.5 promueven una significativa precipitación de P [12], lo que sugiere que éste debe estar relacionado con el OD. En este trabajo se ha demostrado el efecto de pH sobre el OD únicamente en M1, pero se observa que el P sí presenta un efecto según la hora del día en el OD para M1 y M2. Se podría entonces presumir que altas concentraciones de OD en lagunas de maduración indican precipitación de P. No se obtuvo ningún resultado significativo para los factores meteorológicos.

Conclusiones

Las concentraciones de OD dependen de la profundidad.

La hora del día afecta al OD, con los valores pico durante la temprana tarde, asociado con la actividad fotosintética.

M1 y M2 presentan diferentes concentraciones de OD, lo que apunta a que la geometría afecta dichas concentraciones.

Los factores climáticos no mostraron ningún efecto sobre el OD.

La clorofila *a* presenta una correlación positiva con la producción de OD.

El P evidenció influencia en el OD dependiendo de la hora del día. Existe una posible precipitación de P debido a los valores altos de pH y OD. Se recomienda una investigación más profunda en este campo, sabiendo que este indicio de relación entre OD y P fue encontrado en este trabajo.

Referencias

- [1] A. Alvarado. *Advanced dynamic modelling of wastewater treatment ponds (Doctoral dissertation), Ghent University, Belgium. February 2013.*
- [2] N. Mburu, S. M. Tebitendwa, J. J. A. van Bruggen, D. P. L. Rousseau, and P. N. L. Lens, "Performance comparison and economics analysis of waste stabilization ponds and horizontal subsurface flow constructed wetlands treating domestic wastewater: A case study of the Juja sewage treatment works," *J. Environ. Manage.*, vol. 128, pp. 220–225, 2013.
- [3] Q. Mahmood et al., "Natural treatment systems as sustainable ecotechnologies for the developing countries.," *Biomed Res. Int.*, vol. 2013, p. 796373, 2013.

- [4] A. Rivas, I. Barceló-Quintal, and G. E. Moeller, "Pollutant removal in a multi-stage municipal wastewater treatment system comprised of constructed wetlands and a maturation pond, in a temperate climate," *Water Sci. Technol.*, vol. 64, no. 4, pp. 980–987, 2011.
- [5] M. Von Sperling, *Waste Stabilisation Ponds*. 2007.
- [6] D.F.C. Dias, R. G. Passos, and M. von Sperling, "A review of bacterial indicator disinfection mechanisms in waste stabilization ponds," *Water Sci. Technol.*, vol. 64, no. 4, pp. 980-987, 2011.
- [7] N. Walmsley & A. Shilton. Solids and organics. In A. Shilton (Ed.), *Pond treatment technology* (pp. 66 -76). London: IWA Publishing. 2005.
- [8] H. J. Adèr, G. J. Mellenbergh & D. J. Hand. *Advising on research methods: a consultant's companion*. Rosmalen, The Netherlands: Johannes van Kessel Publishing. 2008
- [9] I. Tadesse, F. B. Green, and J. a Puhakka, "Seasonal and diurnal variations of temperature, pH and dissolved oxygen in advanced integrated wastewater pond system treating tannery effluent.," *Water Res.*, vol. 38, no. 3, pp. 645–654, Feb. 2004.
- [10] H. Abbas, R. Nasr, and H. Seif, "Study of waste stabilization pond geometry for the wastewater treatment efficiency," *Ecol. Eng.*, vol. 28, no. 1, pp. 25–34, 2006.
- [11] D. Mara. *Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries*. London: Earthscan 2004.
- [12] H. Pearson. *Microbiology of waste stabilization ponds*. In A. Shilton (Ed.), *Pond treatment technology* (pp. 14-43). London: IWA Publishing 2005.

Analysis rainfall trends in ecuadorian andean mountains over 3000 mand their effects in hydropower projects

Paulina Lima 1, 2 , Mark Stone 2 , Efren Ortiz 1 , and Andrew Breidenbach 3

1 Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador

2 Department of Civil Engineering, University of New Mexico, Albuquerque, New Mexico, USA

3 Department of Sociology, University of New Mexico, Albuquerque, New Mexico, USA.

Abstract

Extreme precipitation events and annual rainfall variation strongly influence the hydrology in a watershed. Extreme precipitation events produce flooding while annual precipitation variation influences water availability for hydropower generation projects. However, the study of hydrologic mechanisms, which relies on the availability of hydro meteorological data, is still little understood due to the complexity of the interactions between several processes such as rainfall, runoff, snowpack, and infiltration echanisms. The Ecuadorian Andean Mountains (EAM) over 3000 m are one of the main sources of water supply for the country's hydropower generation projects. Nevertheless, these remote zones have a deficit of monitoring gauge stations as a result of the difficult access. This study is focused on better understanding hydrological mechanisms in the EAM, in particular analyzing rainfall trends and extreme precipitation events in the Ecuadorian Andean Mountains (EAM) over 3000 m that drain the hydropower projects. The monthly variation of precipitation is analyzed statistically using the median and mean values, while the extreme precipitation events are analyzed using stochastic methods such as Gumbel and Pearson III probability distributions. This study is important to evaluate the impact of the variation of climate or decadal oscillation on the variability of precipitation in along the EAM. The results of this study will provide a better understanding of recent rainfall variation in order to enhance awareness about the importance of the EAM for hydropower projects and to improve the water management for associated hydraulic structures.

Introduction

The precipitation process in the upstream drainage area of the EAM is an important source of wáter to develop hydraulic resource projects. However, understanding the mechanisms that rule rainfall variation is difficult for several global and local processes that could influence. Another limitation is the difficult access that these remote zones have, which result in a deficient number of monitoring gauge stations. Nevertheless, the data collected in the rainfall gauges stations are important to design hydraulic structures to manage water resources such as dams, water intakes, channels, and others. The design of ydropower projects and their capacity for electricity generation depends on several physical factors and statistical analysis of the yearly rainfall variation. The design of the hydraulic structures, which are the main components of these hydropower projects, depends on stochastic analysis using probability distribution of extreme rainfall events. The rainfall trends in the EAM, the needs of hydropower projects and the population's water needs closely interact and should be monitored to improve management of wáter resources. Nevertheless, over the last twenty years, the scientific community has been reporting more frequent climatic anomalies that affect rainfall processes around the world

(Stocker et al., 2013). These climatic anomalies could affect the occurrence of extreme precipitation events increasing the risk of flooding, while the changes on annual rainfall variation could lead to water scarcity in the management of the hydropower projects. This codependency relationship is the motivation for this study, which is focused on analyzing the yearly rainfall variation and extreme rainfall events in mountains at high elevation.

Understanding rainfall trends is difficult because several global ocean climatic mechanisms could influence local rainfall amounts, such as the El Niño-Southern Oscillation (ENSO), the Pacific Decadal Oscillation (PDO), and the Intertropical Convergence Zone (ITCZ), and local mechanisms such as topography, temperature, and altitude. The ENSO mechanisms, which are El Niño and La Niña, can affect annually the rainfall trend in the EAM (Fernández & Mark, 2016; Veetil, et al, 2014). These ENSO processes refer to sea-surface temperature interactions in the Tropical Pacific zone, which stretches from East Ecuador to West Indonesia (Grimm, Barros, & Doyle, 2000). The PDO is another global climate mechanism, which is the result of a combination of different decadal oceanic and atmospheric transport processes in the North Pacific Ocean (Newman, 2007).

This research analyzes daily rainfall data of 37 gauge stations in the EAM considering the annual rainfall distribution and extreme rainfall events as the main parameters to evaluate possible changes in the rainfall trends. The results of these rainfall trends, which represent local mechanisms, are compared with the global climate mechanisms such as ENSO and PDO, in order to understand the interactions between these global and local mechanisms. The analysis of the extreme rainfall values is based on stochastic methods based on the use of Log-Pearson Type III and Gumbel Probability Distributions which are later compared with ENSO years. Also, the changes of decadal meanly rainfall data in the 37 meteorological gauge stations are analyzed comparing statistical mean and median values of cumulative monthly rainfall.

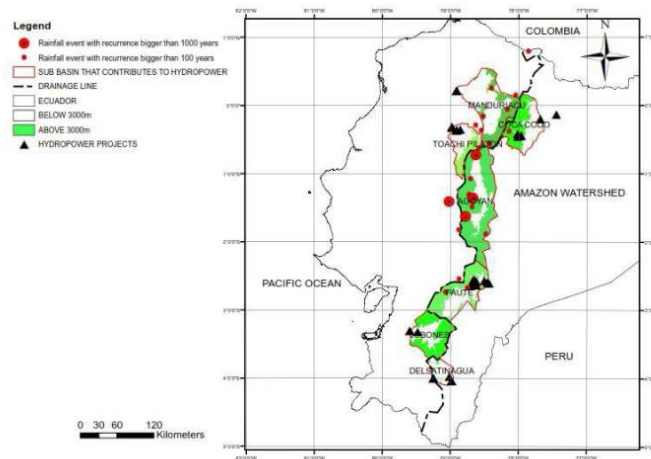


Figura 1 Drainage zones that contribute to hydropower projects, extreme rainfall events registered, and drainage areas that are located over 3000m in the EAM (green color).

Methodology

The extreme rainfall trend is based on statistical analysis of daily precipitation data of 37 meteorological stations using the Gumbel and Pearson III probability distributions. The

changes in the rainfall trends are analyzed using the decadal monthly and annual accumulate rainfall distribution. When the comparison between average annual rainfall data during the period 1965-1985 and 1995-2015 is bigger than $\pm 10\%$, it is considered as a significant change in the rainfall's tendency. The use of these distributions is explained in Chow (c1988).

The rainfall daily data were provided by the Hydrological and Meteorological Center of Ecuador (INAMHI). The INAMHI has registered weather daily data in Ecuador since 1964. Most of the stations do not have a continuous daily data information. The missing precipitation data are ranged between 0.3% (station 003) to 40% (station M535). The analysis in the gauge stations with missing data larger than 30% were discarded. Also, it is important to point out that infilling gaps greater than 10% of the time series could affect negatively the analysis. Such impact could affect even worse when the extreme events are studied.

The data of the location of the hydropower projects was given by the Electric Corporation of Ecuador (CELEC). The maps are generated using the ArcMap 10.2 program. The maps contain data of location of the stations, the hydropower projects, and watersheds that contribute to hydropower projects. These data are coupled with the digital elevation model provided by Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) with 90m of resolution. The SRTM data are available in the web page of DIVA-GIS (Figure 1).

Analysis

The results show that during the period from 1995 to 2015, the rainfall annual variation behave differently becoming wetter or drier in these meteorological stations. During the period 1995-2015, the gauge stations El Angel (M102), El Labrado (M141), Chanin (M414), Ingapirca (M411), and Cangahua (M344) are presenting a decreasing accumulate annual rainfall precipitation of 10% of the rainfall registered during the period 1965-1985 (See red dots in figure 2a). On the contrary, the Pilahuin (M376) and Achupallas-Chimborazo (M399) gauge stations are presenting more than 10% of the rainfall registered during the period 1965-1985 (See green dots in figure 2a).

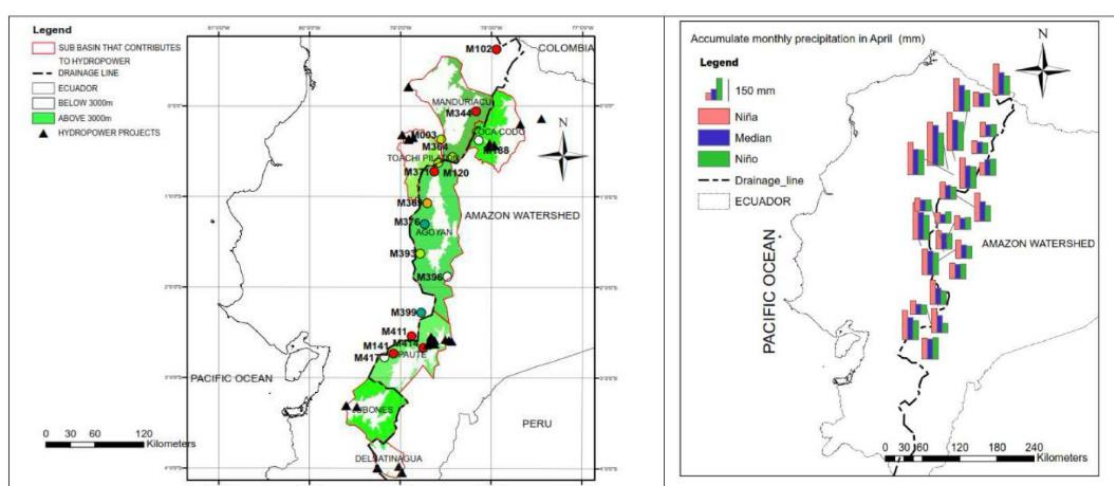


Figura 2 Monthly variation of Precipitation during the period of data available, percentage of data available, and Accumulate Annual Precipitation

Analyzing the extreme precipitation events there are the following results: the two of the three largest precipitations episodes in 14 stations were registered during ENSO years.

The 71% of extreme precipitation events were registered in the last twenty years indicating the rainfall trends are more severe during this period. In 13 stations, the extreme precipitation events registered exceeded the amount of rainfall expected over the course of 100 years. Furthermore, three stations have already presented extreme rainfall amounts that exceed 1000 years of typical rainfall (M371, M377, M393), illustrating an increasing risk of dam failure in their watersheds. Also, only 11 of the 26 stations have data that is aligned with the Gumbel and Pearson III probability distribution.

Additionally, this study shows that most of the episodes of extreme precipitation are during ENSO years. The effects of ENSO years in April are exposed in Figure 2b, this graph illustrate that La Niña events increase the amount of monthly accumulate rainfall, while Nino affects decreasing the amount of monthly accumulate rainfall in most of the stations. Although, most of the literature could attribute these changes in rainfall trends to anthropogenic climatic anomalies, it is important to point out that monthly rainfall trend has been changing during decadal periods (see Figure 3) which could be related also to PDO processes. Summarizing, the decadal variation of accumulate monthly precipitation have a seasonal impact on rainfall trends. The results show that every station was surveyed is experiencing drastic changes in the average amount of rainfall that they have typically received. As a result, comparing the average rainfall of the periods mentioned above it is demonstrated that local rainfall in the EAM behave differently getting dryer, or wetter, as a consequence of the combination global climate trends like ENSO and PDO mechanisms.

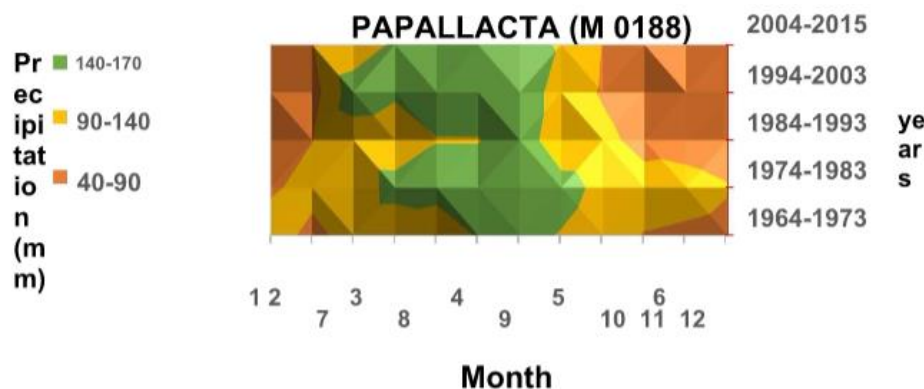


Figura 3 Papallacta decadal trends

In fact, contrary to the results exposed in the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) report which estimated an increase of precipitation trends in tropical zones, we found that the rainfall trends during the period 1995-2015 are diverging, as some stations have become wetter (green dots) or drier (red dots) (See Figure 2a). Additionally, in 13 stations, the extreme precipitation events registered exceeded the amount of rainfall expected over the course of 100 years. These 13 station are located in drainage areas that contribute to the hydropower projects Manduriacu (4 stations), Coca Codo (one station), Agoyan (5 stations), and Paute (2 stations). Furthermore, four stations have already presented extreme rainfall amounts that exceed 1000 years of typical rainfall (M371, M377, M385, M393), illustrating an increasing risk of dam failure downstream in their drainage are and their near dams such as Agoyan, and Daule. Additionally, the statistical analysis during the period 1965-2015 shows that two of the three largest extreme recipitation event are related to both El Niño and La Niña events. Also the majority of these events (71%) were registered in the last twenty years (1995-2015). This results

illustrate the importance to redesign older hydraulic structures in order to adapt their operation plans to current rainfall trends.

Conclusions

These results discussed in the above section are alarming for most of the hydraulic structures in these zones since the hydraulic structures could be damaged through flooding from extreme rainfall events. As a consequence, risk management considering climate anomalies plays an important role in the future of the welfare of populations. In particular, water scarcity could lead to a deficit of hydropower generation, for instance in Agoyan, Manduriacu and Paute hydropower projects, while bigger extreme precipitation events could damage the hydraulic structures of the hydropower projects, as the case of Agoyan hydropower project represents.

References

- Chow, V. T. (c1988.). Applied hydrology. New York : McGraw-Hill,.
- Fernández, A., & Mark, B. G. (2016). Modeling modern glacier response to climate changes along the Andes Cordillera: A multiscale review: MODELING ANDEAN GLACIERS. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, 8(1), 467–495. <https://doi.org/10.1002/2015MS000482>
- Grimm, A. M., Barros, V. R., & Doyle, M. E. (2000). Climate variability in southern South America associated with El Niño and La Niña events. *Journal of Climate*, 13(1), 35–58.
- Newman, M. (2007). Interannual to Decadal Predictability of Tropical and North Pacific Sea Surface Temperatures. *Journal of Climate*, 20(11), 2333–2356.
- Veettil, B. K., Leandro Bayer Maier, É., Bremer, U. F., & de Souza, S. F. (2014). Combined influence of PDO and ENSO on northern Andean glaciers: a case study on the Cotopaxi ice-covered volcano, Ecuador. *Climate Dynamics*, 43(12), 3439–3448. <https://doi.org/10.1007/s00382-014-2114-8>
- Vicente-Serrano, S. M., Aguilar, E., Martínez, R., Martín-Hernández, N., Azorin-Molina, C., Sanchez-Lorenzo, A., ... Nieto, R. (2016). The complex influence of ENSO on droughts in Ecuador. *Climate Dynamics*. <https://doi.org/10.1007/s00382-016-3082-y>

Cinética de la remoción de DQO en humedales construidos de flujo sub-superficial horizontal aplicando el fraccionamiento de la materia orgánica

Larriva, Josué^{1,2*}; Arévalo, María B. 1; González, Orestes³; Padrón, Juana^{2,4}; Pauta, Guillermina⁵

1 Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del Azuay, Av. 24 de Mayo 7-77, Cuenca, Ecuador

*2 Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable y Saneamiento de Cuenca ETAPA EP, Panamericana Norte km 5 1/2, Ucubamba, Cuenca, Ecuador *Email: jlarriva@uazuay.edu.ec*

3 Centro de Investigaciones Hidráulicas, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, Calle 114 No. 11901 e/ 119 y 127, La Habana, Cuba

4 Maestrante, Maestría en Ciencias de la Ingeniería para la gestión de los Recursos Hídricos, Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería Civil, Av. 12 de abril s/n, Cuenca, Ecuador

5 Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería, Av. 12 de abril s/n, Cuenca, Ecuador

Palabras Claves: DQO, humedales construidos, STOWA, tanques en serie.

Resumen

Los modelos de primer orden basados en tasas de decaimiento, como el de tanques en serie, han sido utilizados para el dimensionamiento y evaluación de humedales de flujo sub-superficial horizontal. Su aplicación requiere la determinación de parámetros como el número de tanques en serie equivalente y la concentración background (C^*), que representa la biomasa que genera internamente el sistema.

Para el modelamiento de los sistemas convencionales de tratamiento, se parte del fraccionamiento de la DQO para predecir las eficiencias a esperarse. En el presente trabajo se relaciona las fracciones de la DQO del residual de entrada con los resultados de tres humedales construidos a escala piloto, y en función de estas se propone una expresión para C^* para la aplicación del modelo de tanques en serie, obteniéndose correlaciones (R^2) entre 0.74 – 0.87, lo que demuestra la potencialidad de su uso.

Introducción

Los humedales para tratamiento de aguas residuales son sistemas construidos por el hombre para la depuración de diferentes tipos de aguas residuales [1], son considerados una alternativa sustentable de tratamiento en cuanto representan una tecnología eficiente, de bajo costo, y con mínimos requerimientos energéticos de operación y mantenimiento [2]. Para los humedales de flujo sub- superficial horizontal (HSSF en inglés), muchos de los procesos internos son de primer orden y el modelo de tanques en serie (TIS) representa convenientemente (1) la cinética de remoción de varios contaminantes [3]. El modelo de flujo pistón no considera la dispersión que ocurre en el flujo de estos sistemas naturales, mientras que modelos como el de flujo disperso maneja ecuaciones más complejas, por lo que TIS ha sido usado para describir las características hidráulicas de los humedales con éxito [4].

$$\frac{C_e - C^*}{C_o - C^*} = \left(1 + \frac{k}{Nq} \right)^{-N}$$

Dónde:

C_e : concentración del contaminante en el efluente (mg/L)

C_o : concentración del contaminante en el afluente (mg/L)

q: es la carga hidráulica por unidad de área ($m^3/m^2 \cdot d$; m/d ; $m/año$).

Son necesarios tres parámetros para caracterizarlo, el número de tanques N, asociado al comportamiento hidráulico del sistema, la constante de remoción k, en base área, que representa la tasa de reducción del contaminante, y C^* concentración residual, (background en inglés), que se debe a procesos internos de generación y re-suspensión de sólidos, adición de materia orgánica o residuos del proceso [5]. Dentro del parámetro q se encuentran el caudal y el área superficial, y si se considera un reactor con un volumen fijo al variar q se cambia el TRH del agua residual al pasar por el mismo.

En el presente trabajo se busca aplicar el modelo de TIS a la remoción de DQO, para las pruebas de tratabilidad en humedales realizadas por la Empresa ETAPA EP en el año 2014; considerando que en publicaciones anteriores, el autor principal, evaluó mediante pruebas de trazadores, el comportamiento hidráulico de los reactores utilizados obteniendo los valores de N para diferentes TRH, y mostrando que con dichos valores se puede aplicar el modelo de TIS a la remoción de DBO 5 [11] [12].

Fraccionamiento de la materia orgánica

A partir del desarrollo de los ASM (Active Sludge Model), para representar el tratamiento de aguas residuales mediante fangos activos, la materia orgánica es considerada por sus fracciones pertinentes: una fracción de materia orgánica inerte, una fracción de bacterias autótrofas nitrificantes, otras heterotróficas, las desnitrificantes y una fracción de bacterias que remueven fosfatos [6]. Con la evolución de estos modelos, la tendencia es la de tomar a la DQO como parámetro de cuantificación de la materia orgánica del agua residual, substituyendo progresivamente a la demanda bioquímica de oxígeno (DBO 5) como parámetro primario, entre otras cosas por la velocidad de determinar el parámetro de la DQO, contra los cinco días que se debe esperar para determinar la DBO.

El aspecto más importante de la caracterización de la materia orgánica es el fraccionamiento de la DQO, el cual toma en cuenta tanto las propiedades físicas (soluble y particulada o no soluble) como las químicas (orgánica e inorgánica). Para la mayoría de los tratamientos la remoción de la materia orgánica se realiza por procesos biológicos y por tanto en una primera instancia se distingue la DQO inerte de la DQO biodegradable [7]. La fracción inerte se divide en DQO inerte soluble (S_I) y en DQO inerte particulada o no soluble (X_I). El S_I del influente pasa a través del sistema sin ser afectado por las reacciones bioquímicas dentro del reactor, mientras que el X_I se acumula en la biomasa, contribuyendo a los sólidos suspendidos volátiles [6].

Por otro lado, la DQO biodegradable está subdividida en una fracción soluble fácilmente biodegradable (S S) que es tomada rápidamente por los microorganismos, y en una fracción lentamente biodegradable (X S), que también forma parte de la biomasa [8]. Esta primera subdivisión en 4 fracciones ha sido utilizada en la modelación de sistemas de tratamiento convencionales, pero puede ser utilizada también para los tratamientos naturales. En un reactor biológico, la materia orgánica biodegradable es transformada por los organismos heterotróficos ordinarios, convirtiéndose una parte en sólidos suspendidos volátiles (SSV) y la otra es oxidada, obteniéndose CO_2 [8].

La determinación experimental de las cuatro fracciones de DQO ha sido discutida ampliamente en la literatura distinguiéndose dos principales tipos de métodos de fraccionamiento: por respirometría y por vía físico-química. El protocolo de la Asociación Holandesa de Investigación Aplicada al Agua (STOWA) [9], es un método de fraccionamiento físico-químico, ha recibido una substancial atención debido a la relativa facilidad de aplicación del mismo ya que se requiere únicamente los análisis físico-químicos del agua residual a estudiarse. Para su aplicación es necesario también el valor de la DBO última y DQO biodegradable a partir de los datos de DBO en función del tiempo [9].

En el presente trabajo se aplicó este protocolo a la caracterización del agua residual de la Planta de Ucubamba y se aplicaron los conceptos del fraccionamiento de la DQO para expresar la concentración C^* del modelo TIS.

Experimental

Para el desarrollo de la experimentación se utilizaron tres reactores (tanques de acero inoxidable), con diferentes tipos de vegetación emergente, para valorar la influencia de la misma. En la figura 1 se observa que, para dos de los reactores se usaron variedades nativas de Totora (*Scirpus californicus*) y Carrizo (*Phragmites australis*), mientras uno de los tanques funcionó sin plantas, como referencia. Para el material de soporte se utilizó grava de 18 a 25 mm, con una porosidad del 38% hasta una altura de 0,45 m de alto, cada reactor tiene 2.8 m de largo y 1.3 m de ancho en la superficie, ocupando un volumen de aproximadamente 0,60 m³.



Figura 1 Vegetación emergente al iniciar y culminar las pruebas

Se realizaron 16 pruebas en total para cada uno de los reactores, 3 por cada tiempo TRH entre 1 y 4 días, y 4 pruebas para TRH 5 días. Los diferentes TRH se obtuvieron a partir de variar el caudal de entrada, y por consiguiente la carga hidráulica q . La temperatura media durante los ensayos fue de 14.45°C

El suministro del agua residual hacia los reactores se realizó desde el canal posterior al pre- tratamiento de la Planta de Ucubamba. Las características del agua tratada corresponde a un residual doméstico y los valores medios durante las pruebas de caracterización realizadas se muestran en la tabla 1:

Tabla 1 Concentraciones medias en el agua residual durante las pruebas realizadas

DBO₅	105.7 mg/L	DQO	279.4 mg/L	SS Totales	200.9 mg/L
DBO₅ Soluble	19.7 mg/L	DQO Soluble	60.5 mg/L	SS Volátiles	103.5 mg/L

Para el material de soporte se realizaron las pruebas de granulometría, peso específico, porosidad y valoración de la conductividad hidráulica, y mediante la realización de pruebas de trazadores, se obtuvieron los valores del módulo de dispersión $d=Du/L$ para los diferentes TRH ensayados, resultados que fueron publicados previamente por uno de los autores [11]. Finalmente a partir del módulo de dispersión se puede obtener el número teórico de tanques, para el ajuste por el modelo TIS, los mismos que se muestran en la tabla 2:

Tabla 22: Módulo de dispersión, número de tanques en serie y cargas hidráulicas para diferentes TRH

TRH (días)	1	2	3	4	5
$d=Du/L$	0.055	0.072	0.084	0.094	0.102
N_{calc}	9.09	6.96	5.95	5.32	4.88
$N_{asumido}$	9	7	6	5	5
q (m/año)	62.4	31.2	20.8	15.6	12.5

Resultados y discusión

Se aplicó el protocolo STOWA a la caracterización semanal con que cuenta ETAPA EP. En la figura 2, se muestra las pruebas realizadas para determinar k DBO, el cual resultó de 0.326; con este valor la DBO última para el ensayo fue de 154.2 mg/L y la DQO biodegradable de 181.4 mg/L. En la tabla 2, se muestra los valores de las fracciones relativas de la DQO reportadas por [8] y los resultados medios, mínimos y máximos para Cuenca, en cada relación. La fracción S I de 9.7% resulta un valor importante desde el punto de vista de tratamiento en los humedales, ya que los tratamientos naturales no tienen un mecanismo para eliminar esta fracción, y por tanto se mantendrá en el efluente.

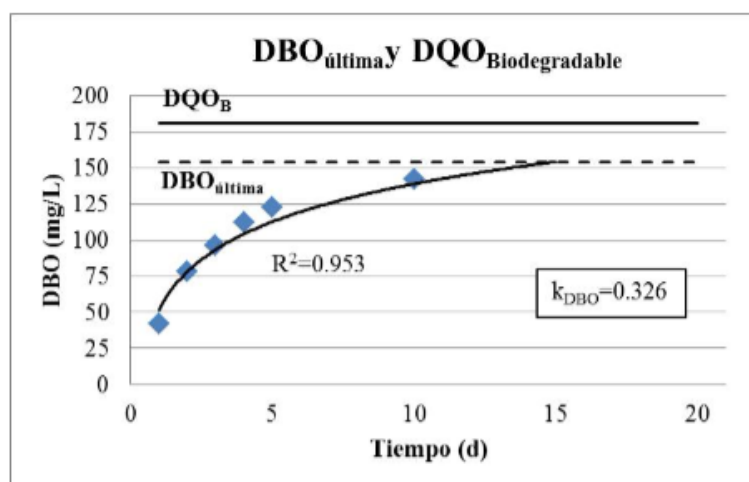


Figura 2: Determinación de la k DBO

Tabla 3: Fracciones relativas de la DQO contra resultados de la planta

Fracciones de la DQO		Relaciones Min-Med-Max	Cuenca Min-Max	Cuenca Med
DQO inerte soluble	S_i	0.03 - 0.06 - 0.10	0.08 - 0.11	0.097
DQO biodegradable soluble	S_s	0.09 - 0.26 - 0.42	0.05 - 0.14	0.103
DQO biodegradable particulada	X_s	0.10 - 0.28 - 0.48	0.38 - 0.54	0.451
DQO inerte particulada	X_i	0.23 - 0.39 - 0.50	0.29 - 0.41	0.349
DQO Biodegradable	DQO_B	0.45 - 0.55 - 0.68	0.49 - 0.62	0.554

Tabla 3: Fracciones relativas de la DQO contra resultados de la planta

Reducción de contaminantes

En las Figura 3 a) y b) se muestran los resultados de las 16 pruebas realizadas, representadas como puntos de entrada/salida para las concentraciones de DBO 5 y DQO, respectivamente. Como se puede observar en dichas figuras, el uso de esta tecnología consigue muy buenos resultados ya que se obtiene valores menores a 30mg/L para la DBO 5 en casi todas las pruebas. Los humedales con plantas obtuvieron entre 2-6% mayor remoción de DBO 5 y entre 5-8% DQO, que el que no tiene plantas.

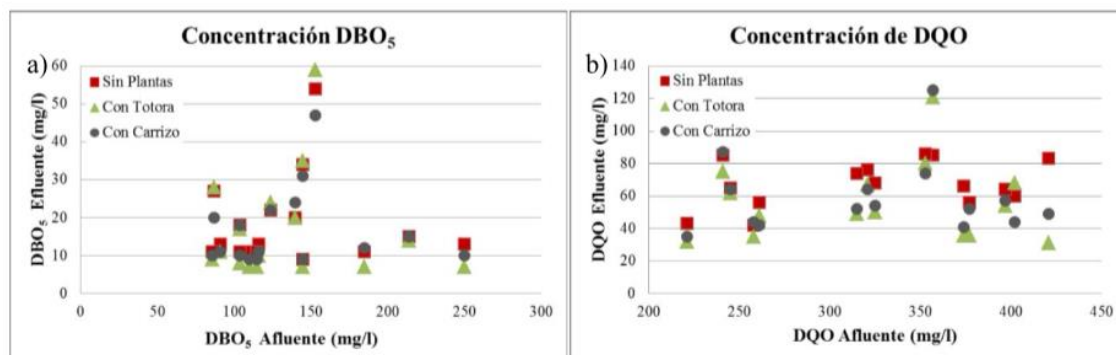


Figura 3: Fracciones relativas de la DQO contra resultados de la planta DQO

Remoción de demanda bioquímica de oxígeno

Para el ajuste de los resultados de la DBO 5 por el modelo de TIS, y la obtención de k de la ecuación (1) se usó los valores de q y N para cada TRH de la tabla 2, y para estimar C^* se usó la expresión empírica (2) recomendada por [4]. En las figuras 4 a), b) y c), se muestra el ajuste en términos de los C_e/C_0 experimentales contra TRH, comparados con el modelo de TIS graficado en azul.

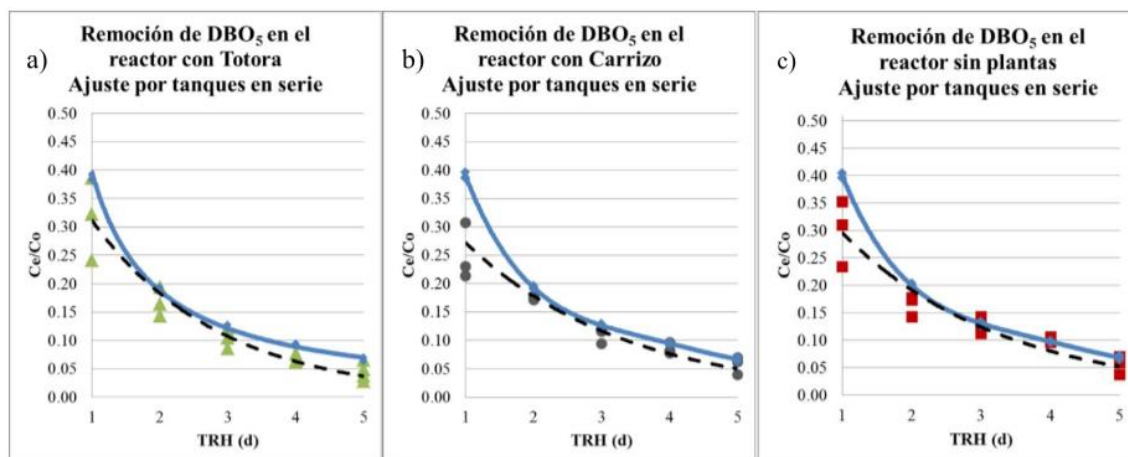


Figura 4: Remoción de DBO 5 contra TRH, y ajuste con el modelo de tanques en serie a) Reactor con Totora b) Reactor con Carrizo c) Reactor sin plantas

En la tabla 4 se muestran los valores de k obtenidos para los tres reactores, junto con los coeficientes R^2 entre 0,88 y 0,91 que muestran la validez del ajuste realizado. En cuanto a los valores de k , son semejantes a los reportados en [13] 68-116 m/año y en [5] 66 m/año.

Tabla 4: Valores de la constante de remoción k para la DBO 5 en los tres reactores por el modelo TIS

Parámetros	Con Totora	Con Carrizo	Sin Plantas
k (m/año)	68.9	68.1	66.2
R^2	0.915	0.881	0,912

Remoción de demanda química de oxígeno

Para el ajuste de los resultados de la DQO por el modelo de TIS, al igual que para la DBO 5, se usó los valores de q y N para cada TRH de la tabla 2.

Sin embargo, para valorar C^* se consideraron los resultados del fraccionamiento mostrados en la tabla 2. Si se estima que la fracción inerte y soluble (S_I), pasa por el sistema sin ser afectada, el valor de C^* se obtendría de sumar un background de la DQO biodegradable más S_I , obteniendo una expresión de la forma (3):

$$C^*_{DQO} = C^*_{DQO\ B} + S^I$$

Por otro lado $C^*_{DQO\ B}$ podría considerarse como el C^* de la DBO_5 mostrado en el apartado anterior. Para obtener el primer término de la ecuación (3) en términos de la DQO se comparó la DQO biodegradable del afluente, que de acuerdo a la tabla 2 es el 55.4% de la DQO de entrada, con el C^* de la DBO_5 . En la figura 5 se grafica estos valores para cada prueba realizada.

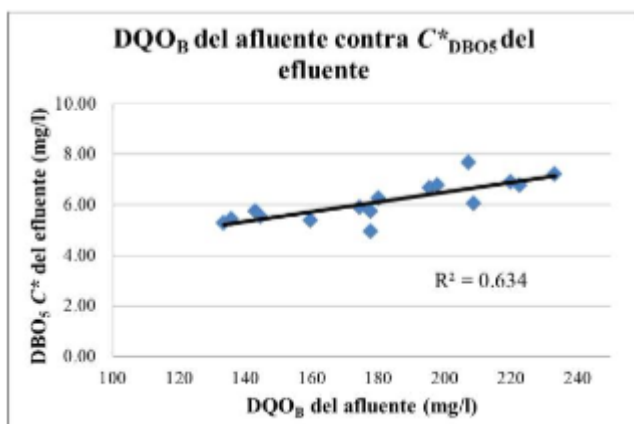


Figura 5 Concentración de entrada de DQO B contra C^* de la DBO_5

Como se puede observar en la figura 5, existe una correspondencia entre ambos valores, obteniéndose la ecuación (4), con un R^2 de 0,634.

$$C^*_{DQO\ B} = C^*_{DQO\ B} = 2,61 + 0,019DQO$$

Reemplazando (4) en (3), y colocando DQO B en función de la DQO de entrada (C_o) se obtiene la ecuación (5)

$$C^*_{DQO} = 1,45 + 0,0105C_o + S^I$$

Para el ajuste realizado, S^I se consideró el 9.7% de la DQO de entrada. En las figuras 6 a), b) y c), se muestra el ajuste de los valores de remoción de DQO en términos de C_e/C_o experimentales contra TRH, comparados con el modelo de TIS graficado en azul.

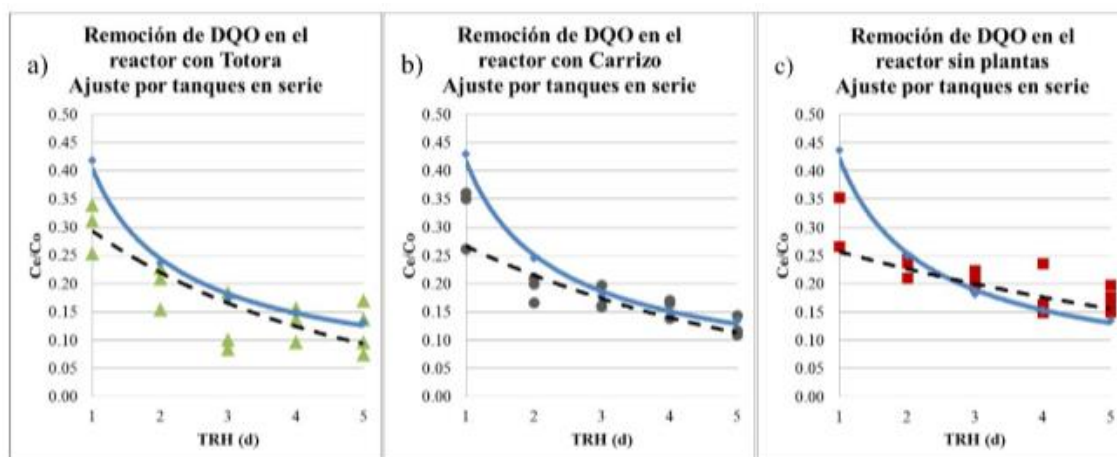


Figura 6 Remoción de DQO contra TRH, y ajuste con el modelo de tanques en serie a) Reactor con Totora b) Reactor con Carrizo c) Reactor sin plantas

Figura 6. Remoción de DQO contra TRH, y ajuste con el modelo de tanques en serie a) Reactor con Totora b) Reactor con Carrizo c) Reactor sin plantas. En la tabla 5 se muestran los valores de k obtenidos para los tres reactores, junto con los coeficientes R^2 entre 0,74 y 0,87 que muestran la validez del ajuste realizado.

Tabla 5: Valores de la constante de remoción k para la DQO en los tres reactores por el modelo TIS

Parámetros	Con Totora	Con Carrizo	Sin Plantas
k (m/año)	70.6	68.5	65.9
R^2	0.776	0.869	0,741

La ecuación (5) muestra que, conceptualmente, la concentración background C^* de la DQO está compuesta por una fracción biodegradable que se mantiene constante y produce internamente el sistema (primer término), más una fracción que no termina de biodegradarse, en dependencia del TRH de tratamiento (segundo término), y más la fracción inerte soluble que no puede biodegradarse, y la misma puede estimarse a partir de la caracterización del residual.

Conclusiones

El presente trabajo muestra que la DQO puede usarse como parámetro para caracterizar la remoción de materia orgánica en los HSSF, si se cuenta con un fraccionamiento adecuado de la misma.

También se muestra que el modelo TIS representa adecuadamente la cinética de la remoción de DQO, y se propone una expresión para C^* en función de la caracterización del residual.

El incorporar un mayor número de factores, como el del fraccionamiento de la materia orgánica, a los modelos de remoción de la DQO en HSSF, no solo mejora la predicción de los mismos, sino también la concepción teórica de cada uno de los factores que influyen en el tratamiento.

Agradecimientos

Los autores quieren expresar su agradecimiento a la Empresa Municipal de Telecomunicaciones Agua Potable y Saneamiento de Cuenca, ETAPA EP, por su apoyo en la investigación e innovación en temas de saneamiento orientado al servicio de la ciudad de Cuenca

Referencias

- [1] A. Stefanakis, C. Akratos, V. Tsihrintzis, Vertical Flow Constructed Wetlands: Eco-engineering Systems for Wastewater and Sludge Treatment (pp. 3 -16), Elsevier Science, Oxford, 2014.
- [2] H. Wu, J. Zhang, H. Hao, W. Guo, Z. Hu, S. Liang, J. Fan “A review on the sustainability of constructed wetlands for wastewater treatment : Design and operation”, Bioresource Technology, 175 594–601, 2015.
- [3] J. Vymazal, L. Kröpfelová, Wastewater Treatment in Constructed Wetlands with Horizontal Sub- Surface Flow (pp. 271 - 276), Ed. Springer, 1 ed., Netherlands, 2008.
- [4] Metcalf & Eddy, Inc., Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery (pp 1931-1952), Ed McGraw-Hill Science, 5 ed., USA, 2014
- [5] R. Kadlec, S. Wallace, Treatment wetlands (pp. 237 - 266), CRC Press Taylor & Francis Group, 2 ed., Boca Ratón, Florida, 2009
- [6] S. Meijer, D. Brdjanovic, A Practical Guide to Activated Sludge Modeling (pp. 109 - 136), Unesco- IHE Institute for Water Education, Den Haag, 2012.
- [7] M. Henze, W. Gujer, T. Mino, M. Van Loosdrecht, Activated sludge models ASM1, ASM2, ASM2d and ASM3 (pp. 1 -38), IWA Publishing, London, 2000.
- [8] M. Henze, M. Van Loosdrecht, G. Ekama, D. Brdjanovic, Biological wastewater treatment: Principles, Modeling and Design (pp. 33 - 52), Unesco-IHE Institute for Water Education, London, 2008.
- [9] P. Roeleveld, M. Van Loosdrecht “Experience with guidelines for wastewater characterisation in The Netherlands”, Water Science and Technology, 45 (6) 77-87, 2002.
- [10] APHA, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (pp. 366 - 397), American Public Health Association, 21 ed., Washington, 2005.
- [11] J. Larriva, O. González, “Modelación hidráulica de humedales artificiales de flujo sub-superficial horizontal”, Revista de Ingeniería Hidráulica y Ambiental, 38 (1) 3-16, 2017.
- [12] J. Larriva, O. González, “Cinética de la remoción de DBO 5 en humedales artificiales de flujo sub- superficial horizontal”, Revista de Ingeniería Hidráulica y Ambiental, 38 (1) 17-30, 2017.
- [13] Q. He, K. Mankin, “Assessing removal kinetics of organic matter in rock-plant filters”, Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 45 (6) 1771–1778, 2002.

Contaminación del agua en los principales ríos de la subcuenca del río Paute

Pauta 1* Guillermina, Abril Andrea, Gutiérrez Daniela, Vázquez Gabriela, Velasco Ma Eugenia.

*1 Universidad de Cuenca,
Departamento de Ingeniería Civil
Laboratorio de Ingeniería Sanitaria
Cuenca, Ecuador*

guillermina.pauta@ucuenca.edu.ec

Palabras Claves: Calidad, contaminación, usos del agua

Resumen

La Universidad de Cuenca con el apoyo de las Universidades Flamencas de Bélgica, desarrolló un proyecto de investigación “Manejo Integral de la Calidad del Agua”, cuyo objetivo fue adquirir experiencia en este ámbito, que la constituya en un centro académico de excelencia y con capacidad de liderazgo.

La línea específica “contaminación del agua en las corrientes superficiales”, se planteó para evaluar la calidad de los ríos de Cuenca, utilizando el Índice ICA (del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua); los resultados mostraron que en las zonas altas el recurso es apto para algunos usos, pero que a medida que avanzan en su curso, la calidad disminuye; también permitieron evaluar la interceptación y depuración implementada en la ciudad de Cuenca, y enfatizar la necesidad de la práctica de la Vigilancia de la Calidad del Agua, para preservar los usos del recurso.

Se plantearon metas de calidad para los ríos estudiados y se conceptualizaron las alternativas de control de la contaminación.

Evaluación del impacto del cambio de uso de suelo en comunidades de macroinvertebrados bentónicos: Caso de estudio río Ushimana

Noemí Romero Cárdenas 1*, Karina Zúñiga 1*, Nathalia Valencia Bonilla 2, Vladimir Carvajal 3

1 Carrera de Ingeniería Ambiental, Escuela Politécnica Nacional

2 Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Escuela Politécnica Nacional

3 Instituto de Ciencias Biológicas, Escuela Politécnica Nacional

Escuela Politécnica Nacional, Ladrón de Guevara E11-25, Quito. Campus “José Rubén Orellana Ricaurte”.

Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental. E-mail: noemies@yahoo.es karinazu_92@hotmail.com

Palabras clave: macroinvertebrados bentónicos; ABI; IHF; BMWP-R, Ushimana.

Resumen

El presente trabajo busca evaluar el impacto del cambio de uso de suelo en la cuenca del río Ushimana sobre las comunidades de macroinvertebrados bentónicos presentes, utilizando 7 estaciones de muestreo distribuidas en el cauce principal y afluentes del río Ushimana, durante 2 temporadas entre Enero y Abril de 2017. El estudio incluye la determinación de los índices bióticos: ABI (Andean Biotic Index) y BMWP-R (Biological Monitoring Working Party), además de la determinación de parámetros fisicoquímicos e hidromorfológicos como el Índice de Hábitat Fluvial (IHF) y el Índice de

Calidad de Ribera (QBR). Se establece que el impacto sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos presentes en el Río Ushimana es “Alta” y “Muy Alta”, especialmente en la zona urbano- industrial. Adicionalmente, los taxa Simuliidae, Baetidae y Chironominae respondieron de manera más evidente a los eventos de contaminación asociados con el uso del suelo en la zona de estudio.

Introducción

El río Ushimana, cuerpo principal que atraviesa la parroquia Alangasí en la provincia de Pichincha- Ecuador, es un claro ejemplo del deterioro ecológico de un sistema fluvial. La ocupación de las riberas y el inadecuado manejo de desechos domiciliarios, industriales y agropecuarios, los cuales están asociados al cambio de uso del suelo, han convertido al río en cuerpo receptor de desechos sólidos y aguas residuales (Cabezas, 2015). Por tal razón, debido a la necesidad de una gestión integral del recurso agua; en una zona donde la rápida conversión de la tierra rural resulta en un mosaico de cobertura agrícola, forestal y urbana, es indispensable evaluar el impacto de este cambio de uso de suelo mediante el uso de métodos biológicos.

Experimental

Se realizan 2 muestreos entre Enero y Abril de 2017, en 7 estaciones distribuidas en el curso principal y sus afluentes según los usos de suelo en cada zona (Mapa 1), incluyendo una estación aguas arriba (AA), en una zona de cobertura natural, con la finalidad de establecer diferencias entre sitios asociados a diferentes factores de contaminación

intensivo de detergentes fosfatados que forman parte de las descargas domésticas que llegan directamente al cauce del río.

Los sólidos suspendidos, ligados directamente con la turbidez, presentan los mayores valores en los puntos A, D y C, lo cual se debe a actividades agrícolas y ganaderas que se desarrollan en sectores aledaños. Los coliformes fecales se mantienen con valores mayores a 2.80×10^3 NMP/100mL en todas las estaciones analizadas a excepción del punto AA que registra un valor de 33 NMP/100mL debido a que no existe actividad antrópica directa que influya sobre este sitio.

• Análisis cuantitativo y cualitativo de macroinvertebrados acuáticos

Se contabilizan un total de 25 450 individuos, distribuidos en el primer muestreo con 22 541; 2 528 en el segundo y 381 en la estación (AA). Se registran 13 órdenes, 28 familias y 5 subfamilias de Chironomidae que varían su distribución según el uso de suelo asociado a cada estación de muestreo (Tabla 1). Las taxa más representativas en todas las estaciones de muestreo son Chironomidae (84.66%) y Haplotaixidae (8.82%). Además se evidencia la presencia de Simuliidae (2.73%), principalmente en las estaciones A y D. Estas tres familias suman el 96.21% de todos los individuos observados.

Tabla 1: Distribución de familias de macroinvertebrados por uso de suelo

Uso de Suelo	Macroinvertebrados
INDUSTRIAL (B-G)	Haplotaixidae, Chironomidae, Staphylinidae, Physidae, Glossiphoniidae, Psychodidae, Hydrophilidae, Baetidae, Sphaeriidae
RESIDENCIAL (E-A)	Haplotaixidae, Chironomidae, Baetidae, Physidae, Lymnaeidae, Sphaeriidae, Simuliidae, Glossiphoniidae, Psychodidae*, Tipulidae, Sminthuridae, Tubificidae, Baetidae, Hydrophilidae, Gerridae
AGRÍCOLA (D-C)	Haplotaixidae, Chironomidae, Glossiphoniidae, Tubificidae, Simuliidae, Empididae*, Muscidae, Syrphidae*, Psychodidae, Phoridae*, Physidae, Hyalellidae, Hydrachnidae, Lymnaeidae, Pyralidae*, Baetidae, Ceratopogonidae*, Sphaeriidae, Sminthuridae
AGRÍCOLA-RESIDENCIAL (F)	Haplotaixidae, Chironomidae, Glossiphoniidae, Tubificidae, Simuliidae, Psychodidae, Pyralidae*, Physidae, Baetidae, Sphaeriidae, Ceratopogonidae*
PROTECCION NATURAL (AA)	Haplotaixidae, Simuliidae, Chironomidae, Tipulidae, Psicodidae, Ceratopogonidae, Empididae, Dolichopodidae, Baetidae, Dysticidae, Scirtidae, Gerridae, Polidentropodidae, Aeshinae

*Familias con un individuo

Las zonas urbanas y periurbanas presentan en general pocas taxa que responden a situaciones de tolerancia a la contaminación (Correa-Araneda et al., 2010), como es el caso del punto D localizado en la zona industrial donde solo dos familias (Haplotaixidae, Chironomidae) tolerantes reúnen el 93.48% del total de la abundancia. Por su parte en la estación AA, ubicada en la zona de protección ecológica y recursos naturales, las familias más representativas identificadas son: Baetidae (22%) Chironomidae (55.91%) y Simuliidae (7%) (Ver Gráfico 1). Se debe mencionar que dentro de la familia Chironomidae, la distribución de subfamilias es equitativa, a diferencia de los otros sitios donde Chironominae, caracterizado por soportar condiciones anóxicas, es la dominante.

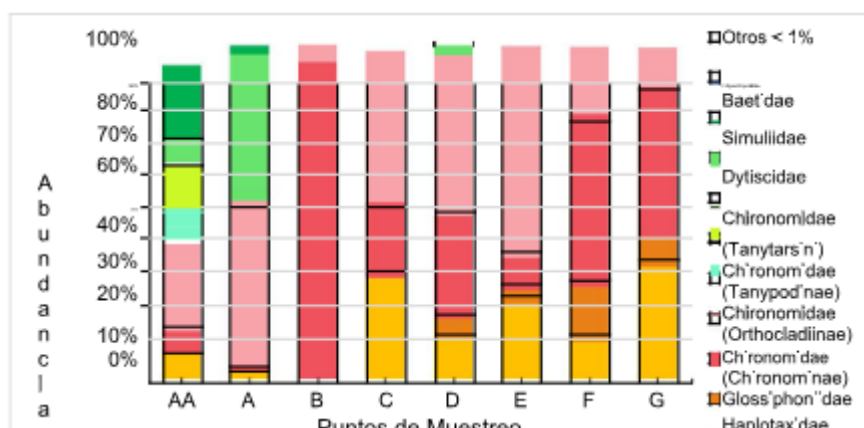


Gráfico 1: Abundancia relativa por estaciones de muestreo

Dentro de los grupos funcionales alimenticios, los Colectores - Recolectores corresponden al 93,96% de individuos, los Filtradores y Detritívoros-Depredadores representan el 2,75% y 2,69% respectivamente, esto indica una alta carga orgánica presente en el ecosistema fluvial compuesta principalmente por detritus fino, su principal alimento (Henriques-Oliveira, Nessimian, & Dorvillé, 2003) (Gráfico 2).

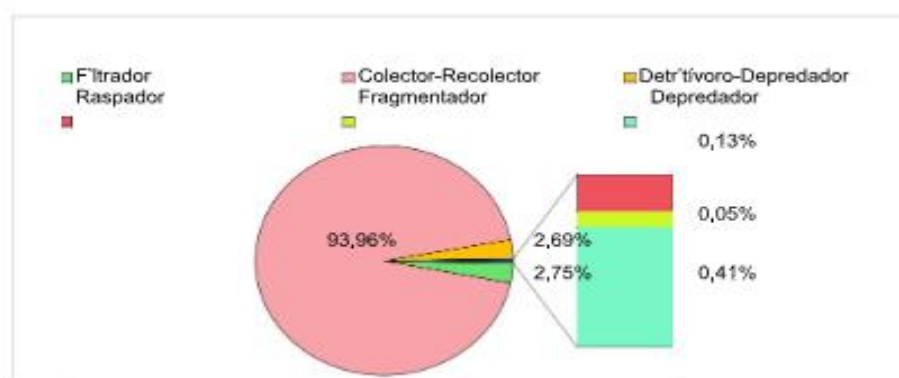


Gráfico 2: Grupos funcionales alimenticios de macroinvertebrados en el Río Ushimana

• Índices BMWP-R y ABI

Los valores más altos en estos índices corresponden a los sitios ubicados en el uso de suelo de Protección Ecológica y Recursos Naturales (PE), con 78 y 59 para BWMP y ABI respectivamente, por lo que se ubican en la categoría de “Aceptable”. Por su parte, los valores más bajos se encuentran en la zona Agrícola - Residencial (AR) e Industrial (I), con valores que oscilan entre 33 y 25, ubicando a estos puntos en una categoría de calidad crítica para ambos índices. Las zonas Agrícola (A) y Residencial (R), se encuentran en un rango de calidad dudosa (Gráfico 3).

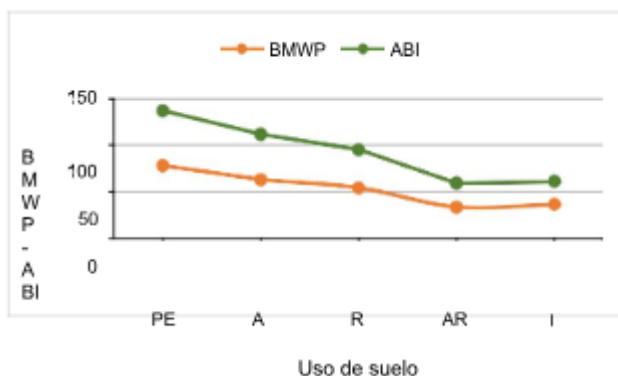


Gráfico 3: Índice BMWP-R y ABI por uso de suelo

• Características Hidromorfológicas

Como se puede observar en el Gráfico 3, el hábitat ribereño (QBR), considerando todas las estaciones de muestreo, se encuentra en un rango entre “Buena” y “Mala calidad” que se relaciona con la introducción de la especie *Eucalyptus* spp que forma comunidades alrededor de todas las riberas, al igual que la presencia de basura. El hábitat fluvial (IHF) se encuentra entre “Adecuado” y “Bueno con Ciertas Limitaciones” en todos los sitios de muestreo, lo que demuestra que el río posee una alta calidad para la generación de microhábitats.

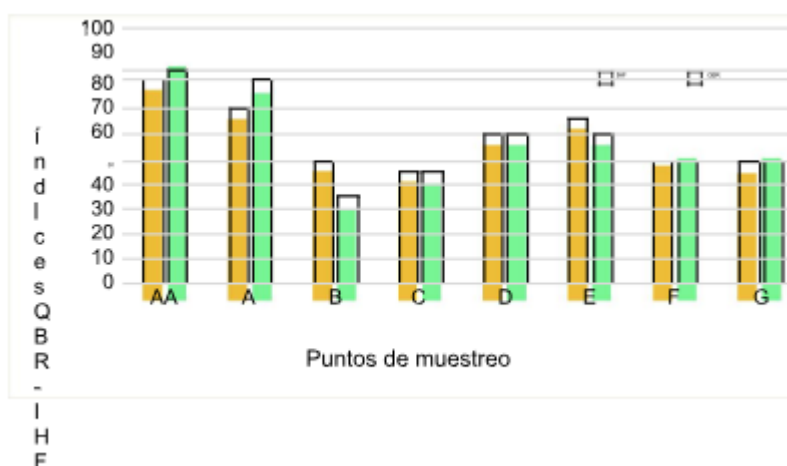


Gráfico 4: Valores de QBR e IHF por punto de muestreo

Conclusiones

Los resultados obtenidos, revelan que el río se encuentra en un estado grave de contaminación en las zonas Residencial, Agrícola e Industrial, con un ensamblaje de macroinvertebrados acuáticos constituido principalmente por taxones tolerantes a bajas concentraciones de oxígeno y a altas concentraciones de materia orgánica, como Chironominae y Orthocladiinae, Haplotaenidae y Glossiphoniidae. No obstante, en la zona correspondiente a uso de suelo de Protección Ecológica y Recursos Naturales, se destaca la presencia de Simuliidae, Baetidae y Polycentropodidae, familias relacionadas con una calidad aceptable del agua. En este sitio existen bajos registros para las variables materia orgánica y nutriente que se asocia a valores bajos de DQO, Nitrógeno Amoniacal y Ortofosfatos.

La riqueza de comunidades bentónicas disminuye en un porcentaje máximo de 38% entre los sitios de muestreo, lo cual se relaciona directamente con la carga contaminante y con la reducción paulatina e la heterogeneidad del cauce asociadas al cambio progresivo en el uso del suelo. Esto se corrobora con los índices bióticos obtenidos, los cuales son menores a medida que disminuye la calidad de agua y se incrementa la presencia o actividad humana.

El alto impacto de la intervención humana sobre comunidades de macroinvertebrados acuáticos se ve reflejado en los valores riqueza específica aportada por el índice Fisher Alpha y de diversidad por Shannon que presentan una disminución del 90.89% y 67.08% respectivamente, entre las zonas de Protección Ecológica e Industrial de la zona de estudio.

Agradecimientos

Al Vicerrectorado de Investigación y Proyección Social por su apoyo a través del proyecto PIMI 14-06, al personal del Laboratorio Docente de Ingeniería Ambiental y al Instituto de Ciencias Biológicas de la Escuela Politécnica Nacional.

Referencias

- [1] Cabezas, V. (2015). *Evaluación de la calidad del agua del río Ushimana en el área de influencia de la parroquia Alangasí y propuesta del plan de gestión de las descargas contaminantes de la zona de estudio.* (Thesis). Quito. Recuperado a partir de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/11927>
- [2] Correa-Araneda, F., Rivera, R., Urrutia, J., De Los Ríos, P., Contreras, Á., & Encina- Montoya, F. (2010). *Efectos de una zona urbana sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de un ecosistema fluvial del sur de Chile.* *Limnetica*, 29(2)
- [3] Henriques-Oliveira, A. L., Nessimian, J. L., & Dorvillé, L. F. M. (2003). *Feeding habits of Chironomid larvae (Insecta: Diptera) from a stream in the Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro, Brazil.* *Brazilian Journal of Biology*, 63(2), 269-281. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842003000200012>
- [4] Munné, A., Prat, N., Solà, C., Bonada, N., & Rieradevall, M. (2003). *A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index: ECOLOGICAL QUALITY OF RIPARIAN HABITAT.* *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13(2), 147-163. <https://doi.org/10.1002/aqc.52>
- [5] Pardo, I., M. Álvarez, J. Casas, J. L. Moreno, S. Vivas, N. Bonada, J. Alba-Tercedor, P. Jáimez-Cuéllar, G. Moyá, N. Prat, S. Robles, M. L. Suárez, M. Toro & M. R. Vidal-Abarca. 2002. *El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat.* *Limnetica* 21: 115-133

Análisis de la regulación hidrológica de lagunas en una zona de páramo del austro ecuatoriano

Analysis of the hydrological regulation of reservoir in the Tomebamba basin in the Ecuadorian Andes

Rodas, María V. 1,2* ; Mora, Diego 3 ; Arial-Hidalgo, Mijail 4

1 Maestrante, VLIR Network Ecuador, Maestría en Ciencias de la Ingeniería para la gestión de los Recursos Hídricos, Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería Civil; Cuenca, email: mvro85@hotmail.com

2 Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable y Saneamiento de Cuenca ETAPA EP, Panamericana Norte Km 5 ½, Ucubamba, Cuenca, Ecuador

3 Programa para el Manejo del Agua y del Suelo (PROMAS), Universidad de Cuenca, Av. 12 de abril s/n, Cuenca, Ecuador

4 Docente - Investigador Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra (FICT), Coordinador ABET, Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Dirección: Campus Prosperina, vía Perimetral Km 30.5, Guayaquil - Ecuador

Palabras claves: Reservorios, modelo hidrológico, páramo, regulación hidrológica.

Resumen

Los ecosistemas alto andinos en especial los humedales y zonas de páramo son esenciales para las tierras bajas en los Andes tropicales. Las regiones montañosas suelen capturar la humedad de las masas de aire, lo que ha conllevado a una incertidumbre en que el páramo puede llegar a tener ciertos grados de humedad.

En este trabajo se aplica cuantificar los procesos de regulación hidrológica en zonas de páramo en una pequeña cuenca montañosa en los Andes ecuatorianos. Identificando y caracterizando un área de estudio, ya que, se ha identificado en trabajos anteriores grandes lagunas con una precisión cuestionable, por lo que el impacto de estos reservorios es de vital importancia. Se pretende implementar un modelo conceptual de flujo superficial que represente diferentes hipótesis sobre el funcionamiento hidrológico con o sin reservorios naturales del ecosistema páramo. El modelo revelará importantes datos sobre el comportamiento de una cuenca sin reservorios mediante la relación de la precipitación y la humedad del suelo y, una cuenca con reservorios donde responderá cual es el comportamiento de la capacidad de regulación del suelo con reservorios.

Introducción

Las regiones de montaña proveen de una fuente constante de agua de muy buena calidad, esencial para el agua potable, sistemas de riego y plantas hidroeléctricas (De Bièvre et al., 2008). Sin embargo, sus procesos hidrológicos son muy poco comprendidos pese a su alta importancia socioeconómica. Por esta razón el presente proyecto de investigación tiene como meta aportar e incrementar el conocimiento de los procesos de regulación hídrica en zonas de páramo. Este ecosistema alto andino consiste de una gran variedad de lagunas, pantanos y praderas húmedas (De Bièvre et al., 2008). La calidad de las aguas provenientes de estas zonas es óptima (Buytaert & Beven, 2010), abasteciendo a más del 60% de la población de la ciudad de Cuenca. Por tanto, es de suma importancia la

comprensión de los procesos de regulación en zonas de paramo, ya que no se cuenta con estudios de las lagunas naturales no definiendo con claridad sus características morfológicas (Mosquera, 2016).

Los lagos en las zonas andinas tropicales cumplen con el papel de regular el flujo y la disponibilidad de agua (Mosquera, 2016), a pesar de su importancia socioeconómica, la hidrología del páramo y sus procesos hidrológicos son muy poco comprendidos (De Bièvre et al., 2008). Se plantea como hipótesis considerar el impacto significativo que tienen las lagunas en la regulación hídrica del páramo o en la generación del flujo base. Por tanto, se pretende resolver si el aporte de las lagunas en la cuenca del páramo influye de manera significativa o no en la regulación hídrica ya que actualmente, existe una incertidumbre comparada con la retención morfológica (lagunas), es decir cuánto se está guardando actualmente en los reservorios naturales sin ninguna intervención humana. Esto puesto que según estudios recientes de Mora et al. (2014) indica que, influye en los suelos de páramo y de los reservorio de agua natural.

La hidrología del páramo es bien conocida por su alto flujo de base y la producción de agua confiable. Debido a las dificultades relacionadas con la extracción de agua subterránea, la escorrentía del páramo es el mayor suministro de agua para la mayoría de las tierras altas andinas (Buytaert et al., 2008); sin embargo, en la actualidad existen pocos estudios sobre los procesos hidrológicos de este ecosistema (Díaz-Granados et al., 2005). Es por esto que en la actualidad existe discrepancia sobre el comportamiento hidrológico del páramo a escala de cuenca; por tanto, el objetivo de esta investigación es la de cuantificar la regulación hídrica de lagunas en cuencas de páramo, considerando que la ciudad de Cuenca depende del páramo para suministro de agua.

Se pretende realizar mediante cuatro objetivos específicos. 1: identificar un área de estudio que cumpla con las características de regulación hídrica, es decir que, dentro de una misma cuenca se seleccionarán 2 sub cuencas con varias lagunas y otra sin lagunas, de ser posible, caso contrario se considerará una subcuenca con pocos lagos. 2: se caracterizará el área de estudio, con topografía y batimetrías a detalle; 3: seleccionar e Implementar un modelo hidrológico en el que se pueda complementar las lagunas, siendo este un parámetro adicional y finalmente, 4: Comparar las cuencas pareadas.

Experimental

El área de estudio corresponde a la cuenca del río Tomebamba, la misma que es parte de la cuenca del Río Paute. Se localiza al noroeste de la ciudad de Cuenca en el sur de los Andes ecuatorianos (Figura 1), delimitada a partir de la estación meteorológica Matadero en Sayausí, cuenta además con un área de 380.4 km². De esta zona de páramos se conoce que, durante la estación seca, los flujos base de los reservorios son sostenidos por el ecosistema páramo; además, el páramo proporciona alrededor del 90 % del agua de la ciudad de Cuenca (De Bièvre et al., 2008). Como tal, los procesos hidrológicos de los páramos circundantes son importantes para el desarrollo socioeconómico local (Buytaert & Beven, 2010).

Para determinar los procesos hidrológicos y fundamentalmente el flujo base aportante de las lagunas dentro de la zona de estudio, se debe tener en cuenta que las características hidrológicas sean similares (suelo, clima, tipo de suelo, temperatura, geología); Por esta razón, dentro de la Cuenca del río Tomebamba, se analizarán dos subcuencas (con/sin lagunas). Las subcuencas seleccionadas cubren un gradiente altitudinal entre 3500 y 4000

m s.n.m. Esta zona de paramo cuenta con una base de datos extensa gracias a la red hidrográfica instalada por ETAPA EP.

Adicionalmente, se cuenta con información a detalle de 202 lagos (batimetrías) dentro del Parque Nacional Cajas (zona sombreada Figura 1.), realizada como parte la de tesis de maestría de Mosquera (2016). El estudio consideró una superficie de 285 km².

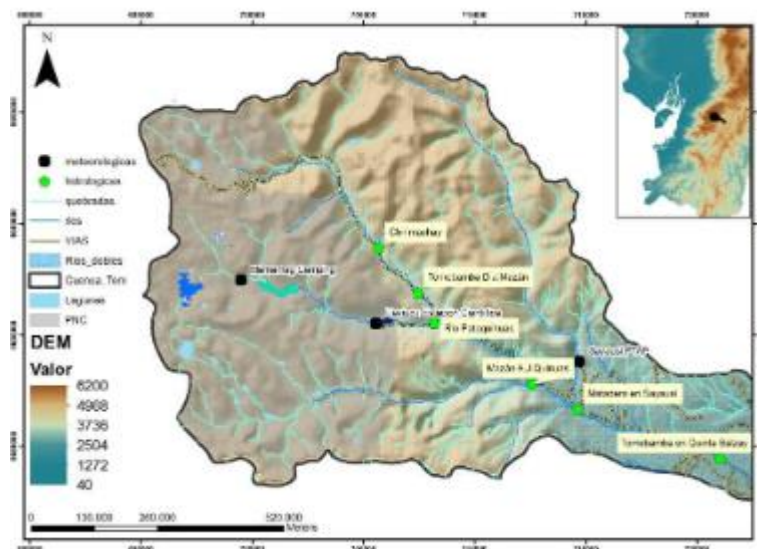


Figura 1: Ubicacion de la cuenca de estudio y distribucion de estaciones hidrometeorologicas disponibles. Fuente: ETAPA EP

Para el análisis de caracterización se utilizará el software ArcGIS 10.2 en la cual realizará el análisis del terreno (DEM) con topografía a detalle (3x3m), así como los usos de suelo, geología, geomorfología. Los recursos a emplearse para analizar las cuencas pareadas serán la topografía a nivel general que actualmente se encuentra disponible a escala: 1:5000 y la orto foto de la ciudad de Cuenca, del año 2015 (IGM, 2013); esta información es proporcionada por ETAPA EP.

Por tanto, se modelará una cuenca más homogénea para que la variabilidad no afecte mucho, además que con cualquiera de estos modelos se necesita de la geología, el tipo de suelo y los usos de suelo. Para el proceso de calibración se necesita por lo menos un registro de 3 años. Esto con el fin de simular los procesos hidrológicos que han ocurrido en la zona de estudio de las 2 cuencas pareadas mediante un modelo matemático.

La regulación total tendrá 2 consideraciones adicionales para comparar con las leyes del reservorio (Muskingum); la capacidad de regulación del suelo (identificado en la cuenca que no tiene lagunas) y la capacidad de regulación de lagunas.

Resultados y Discusión

En la Figura 2 se presenta el comportamiento de la relación de caudales observados y simulados con respecto a un ajuste ideal para la cuenca del Tomebamba, se observa una tendencia general correcta, lo cual justifica el valor del coeficiente de correlación ($C_c = 0.0.624$), sin embargo, un análisis por rangos indica un mejor desempeño del modelo para caudales comprendidos entre 15 y 30 m³/s, rango en el cual los valores están

subestimados en la misma proporción; para caudales superior a 30 m³/s, el modelo muestra deficiencias en la predicción de los mismos, presentando en general una subestimación considerable.

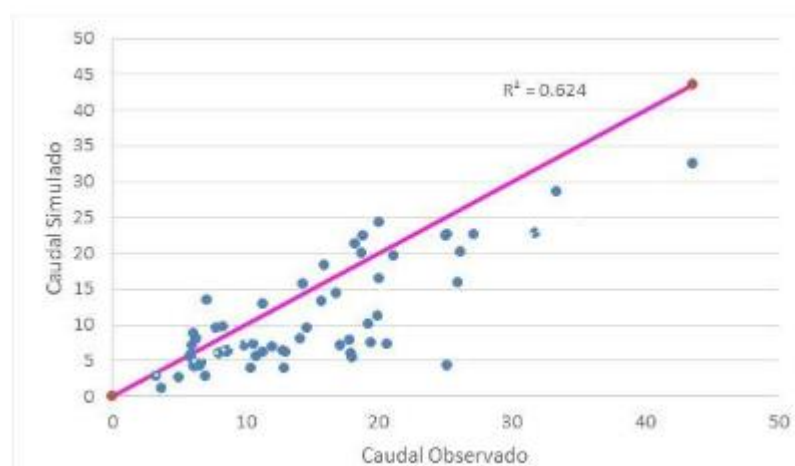


Figura 2: Comportamiento de los datos observados y simulados de la cuenca mazán

Bajo las condiciones presentadas en la Tabla 1 presentan las relaciones del de dicho balance.

Tabla 1: Relaciones de balance hidrológico

Streamflow/Precipitation	0.34
Baseflow/Total Flow	0.49
Surface Runoff/Total Flow	0.51
Perc/Precipitation	0.15
Deep Recharge/Precipitation	0.01
ET/Precipitation	0.64

Del análisis de la cuenca en general se obtiene que, el flujo total se encuentra en el orden del 50 % proviene de la escorrentía superficial, el 12 % del flujo lateral y el 37 % del flujo de retorno, aproximadamente. Con respecto al flujo base, el cálculo correspondiente indica que este es del orden del 25 % proviene del flujo lateral y el restante 75 % del flujo de retorno. En ambos casos, el aporte del flujo de retorno es considerable, a tal punto que representa el 49 % del caudal total.

Por otro lado, una aproximación del coeficiente de escorrentía promedio de la cuenca hidrográfica en cuestión se obtiene de la relación entre el flujo total y la precipitación ($C_e = 0.34$); el índice de flujo base, es del orden de 0.49, este valor que no es ni alto ni bajo indica que el caudal del río Tomebamba es dependiente del flujo lateral y de retorno.

Por otra parte, las subcuencas pareadas se obtuvieron que son las de Mazan y las Culebrillas, debido a que, el mayor y menor número de lagunas (34 y 2 respectivamente) se encuentran en estas cuencas (Tabla 2).

La interpretación de los resultados de la predicción del modelo y del análisis de incertidumbre de los parámetros del modelo revelará importantes datos sobre el comportamiento de una cuenca. Por un lado, tenemos a la cuenca sin reservorios mediante la relación de la precipitación y la humedad del suelo, es decir, la capacidad de drenaje del suelo.

Por otra parte, tenemos una cuenca con reservorios donde se analizará cuál es el comportamiento de la capacidad de regulación del suelo. Es decir, es donde se va a determinar la relación entre la precipitación y la regulación total.

Tabla 2: Lagunas dentro de la cuenca Mazán

Nombres Lagunas	X	Y	Z
Verdecocha	704563.0132	9688690.005	3659
Patococha 1	702945.9991	9689304.013	3841
Charca Anexo Pato 2	703191.001	9689694.993	3801
Patococha grande 1	703490.9968	9689677.997	3783
Charca Anexo Patococha 1	703687.9875	9690001.993	3754
Cucheros	699857.0117	9691158.01	3887
Patoquinuas	699135.9852	9692379.009	3800
Apicocha 1	698829.9999	9691767.006	3924
Apicocha 2	698605.997	9691910.003	3924
Apicocha 3	698367.0094	9692112.001	3916
Totoras	698845.0041	9692495.013	3810
Toreadora	697432.9966	9692640.999	3917
Marmolcocha	697934.9875	9692408.995	3926
Illincocha	696622.0149	9692678.986	3983
Taquiurco	700178.0023	9692691.983	3623
Barros	699782.0035	9692872.997	3815
Charco-Anex-Barros	699728.9893	9692785.99	3824
Humedal Totorá	699554.9871	9692681.013	3824
Charco Pardo	699496.003	9692690.011	3832
Barros 2	699488.9881	9693482.01	3871
Barros 3	699518.0123	9693290.988	3873
Charca Anexo Barros 3	699564.0012	9693185.984	3863
Charca 2 Anexo Barros 3	699569.0149	9693171.999	3859
Chica Toreadora	696749.0054	9693158.984	3984
Pallcacocha	696463.9901	9693589.004	4046
Ataudcocha	698479.9857	9693574.984	3882
Unidas	698025.0079	9693502.989	3861
Dos Choreras	704517.0044	9693654.005	3690
Derrumbo Amarillo	698998.0027	9694277.014	4036
De la Cascada	698280.0128	9694397.988	3967
Riñoncocha	696796.0127	9694085.991	4034
Toreador	697546.0084	9694261.009	3927
Perro Grande	696768.0063	9694755.998	4000
Perro chico	697124.9874	9694630.013	3950
Fondococha	696054.9859	9694809.985	4127

Agradecimientos

Mi agradecimiento es a la empresa ETAPA EP que me ha brindado la oportunidad de cursar la Maestría en Ciencias de la Ingeniería para la Gestión de los Recursos Hídricos con ayuda económica, a tiempo completo y además de facilitarme toda la información tanto para realizar la tesis de investigación, Por otra parte, mi agradecimiento es a todos los docentes que fueron parte de mi formación profesional.

REFERENCIAS

- [1] Beven, K., R. Lamb, P. Quinn, R. Romanowicz and J. Freer, (1995),
 "TOPMODEL," Chapter 18 in Computer Models of Watershed Hydrology, Edited
 by V. P. Singh, Water Resources Publications, Highlands Ranch, Colorado, p.627-668.
- [2] Buytaert, W., & Beven, K. (2010). Models as multiple working hypotheses :
 hydrological simulation of tropical alpine wetlands. <http://doi.org/10.1002/hyp.7936>
- [3] Buytaert, W., De Bievre, B., Celleri, R., Cisneros, F., Wyseure, G., & Deckers, S.
 (2008). Comment on “Human impacts on headwater fluvial systems in the northern and central
 Andes.” *Geomorphology*, 96, 239–242. <http://doi.org/10.1016/j.geomorph.2007.04.003>
- [4] De Bièvre, B., Iñiguez, V., & Buytaert, W. (2008). Hidrología del páramo.
Investigaciones Biofísicas En El Páramo, 1–15.
- [5] Díaz-Granados, M., Navarrete, J., & Suárez, T. (2005). Páramos: Hidrosistemas
 Sensibles. *Revista de Ingeniería*, (22), 64–75.
- [6] IGM. (2013). Instituto Geográfico Militar.
- [7] Mora, D., Campozano, L., Cisneros, F., Wyseure, G., & Willems, P. (2014). Climate
 changes of hydrometeorological and hydrological extremes in the Paute basin , Ecuadorean
 Andes, 631–648. <http://doi.org/10.5194/hess-18-631-2014>
- [8] Mosquera, G., Lazo, P., Cárdenas, I., & Crespo, P. (2013). Identificación de las
 principales fuentes de agua que aportan a la generación de escorrentía en zonas Andinas de
 páramo húmed. *Maskana*, 3(2), 87–105.
- [9] Mosquera, P. (2016). Morfometría y Régimen de estratificación térmica de lagos de alta
 Montaña en los Andes tropicales (Parque Nacional Cajas). Universidad de Barcelona.
- [10] Willems, P., Mora, D., Vansteenkiste, T., Teferi, M., & Van Steenberghe, N. (2014).
 Parsimonious rainfall-runoff model construction supported by time series processing and
 validation of hydrological extremes – Part 2 : Intercomparison of models and calibration
 approaches q. *Journal of Hydrology*, 510(2), 591–609.

Recharge assessment in the catchment of Tarqui (Ecuador)

P. Guzmán ^c, O. Batelaan ^d, M. Huysmans ^a, G. Wyseure ^b

a Vrije Universiteit Brussel, Department of Hydrology and Hydraulic Engineering, Pleinlaan 2,1050, Brussel, Belgium.

b KU Leuven, Department of Earth and Environmental Sciences, Celestijnenlaan 200e – bus 2410, 3001 Heverlee, Belgium.

c Universidad de Cuenca, Programa de Manejo de Agua y Suelo, PROMAS, Cuenca, Ecuador.

d National Centre for Groundwater Research and Training, Flinders University, School of the Environment, GPO Box 2100, Adelaide SA 5001, Australia.

Abstract

In the Andean region, hydrological research has mainly focused on retention capacity, storage and baseflow, while studies on recharge processes are rare. The middle-sized Andean catchment of Tarqui, Ecuador, is heterogeneous and exhibits a complex topography, land-use and climate. Furthermore, it faces an accelerated change of land cover.

This study investigates therefore the spatial and temporal distribution of recharge in the Andean catchment of Tarqui. We aim to quantify recharge of the different land covers by a fully distributed hydrological model (WetSpa).

The Tarqui catchment exhibits considerable recharge variation during high and low precipitation periods. Páramos proved exceptional characteristics for recharge even during the extreme dry conditions.

Keywords

Recharge, mountain hydrology, distributed hydrological model (WetSpa), Andean catchment, Ecuador

Introduction

Recharge is the component of infiltration that percolates into the subsurface below the unsaturated zone, the riverbed or lake ground reaching the shallow aquifer. It is important both for hydrologic understanding and sustainable water resources development and management (Nimmo et al., 2006). Accurate estimation of recharge has been highlighted as extremely important for proper sustainable management of groundwater systems (Healy and Cook, 2002), and assessment of its spatial and temporal distribution a prerequisite for effective groundwater modelling.

Recharge varies widely in space and time, and rates are nearly impossible to measure directly (Risser et al., 2009). The study of recharge attains several spatial and temporal scales from regional studies (Haberlandt et al., 2001; Delin et al., 2007) to small scale studies in specific ecosystems (Combalicer et al., 2008). The time and spatial variations of recharge have been identified as nonlinear (Sophocleous, 2004). It has been recognized as one of the least understood hydrological factors (Healy, 2010).

Highly variable landscape and weather characterize the Andean catchment of Tarqui that ranges from 2528m a.s.l to 3945m a.s.l. (Fig. 1). The range of altitudinal variation and distinct physical features imply considerable spatial and temporal variation of hydrological processes among them recharge.

The studies in the Andes of Ecuador have been focused on retention capacity and storage characteristics (Buytaert et al., 2005, Buytaert et al., 2006), and average recharge characteristics (Guzmán et al., 2015). Besides lack of studies about recharge, the catchment of Tarqui has a physiographical condition that makes it a desirable place for urban expansion. Mining activities are likely to start in the upper catchment close to the water divide.

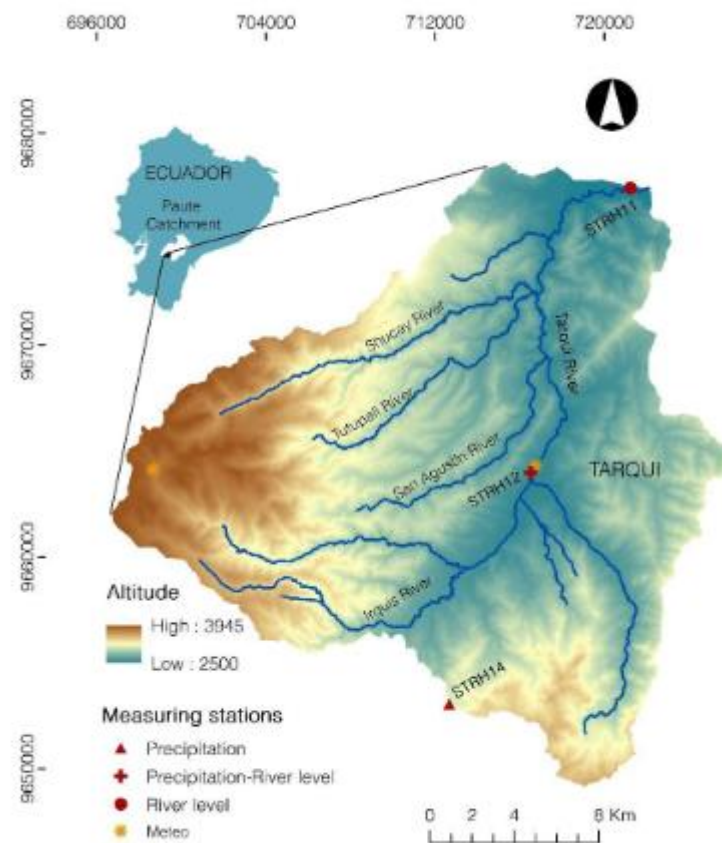


Fig. 1: Location and elevation of the Tarqui Catchment. The available meteorological, discharge and precipitation stations are indicated as well

Therefore, the present study investigates the spatial and temporal distribution of recharge in the heterogeneous Andean catchment of Tarqui. The findings of this research will help to improve the knowledge of the recharge dynamics in Andean catchments. Thus, it differentiates zones of high or low recharge.

Experimental

The study calibrates and validates a fully distributed hydrological model WetSpa for the middle size catchment of Tarqui for daily time steps. This model calculates the recharge at pixel cell level (Wang et al., 1996). WetSpa predicts the outflow hydrograph at the catchment outlet or any converging point in a watershed at variable time steps (De Smedt et al., 2000). The structure of the model is shown in Fig. 2 (Liu and De Smedt, 2004).

The calibration and validation of the model are assessed by comparing the simulated with the measured hydrographs series at the catchment outlet. The performance of the model is evaluated with the Nash-Sutcliffe efficiency (NSE), (Nash and Sutcliffe, 1970). Because of the relationship between recharge and low flow, the logarithmic version (NSEL) that emphasizes the evaluation of the quality of low flows simulations (Smakhtin et al., 1998) is of special interest.

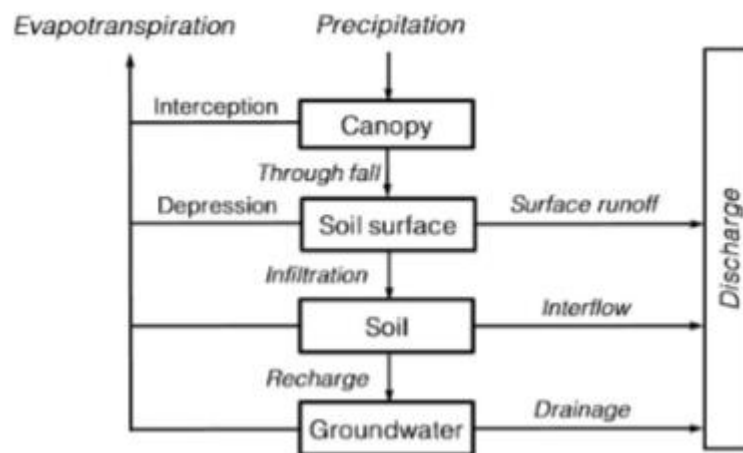


Fig. 2: Structure of WetSpa at a pixel cell level (Liu and De Smedt, 2004)

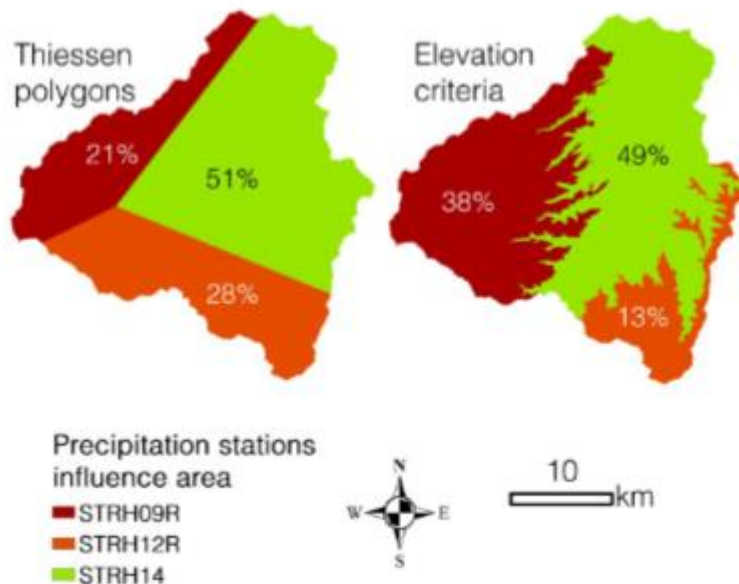


Fig. 3: different approaches considered for spatial distribution of the precipitation

The periods for calibration and validation were respectively from October 24 th 1998 to June 21 st 2001 (972 days) and from June 10 th 2009 to August 14 th 2011 (796 days). The maps of soils, land- The precipitation and referencial evapotranspiration maps

calculated by Thiessen polygons produce unrealistic patterns that are far from real behaviour in the catchment. Hence, instead of Thiessen polygons we have generated precipitation and evapotranspiration maps based on elevation criteria (Fig. 3).

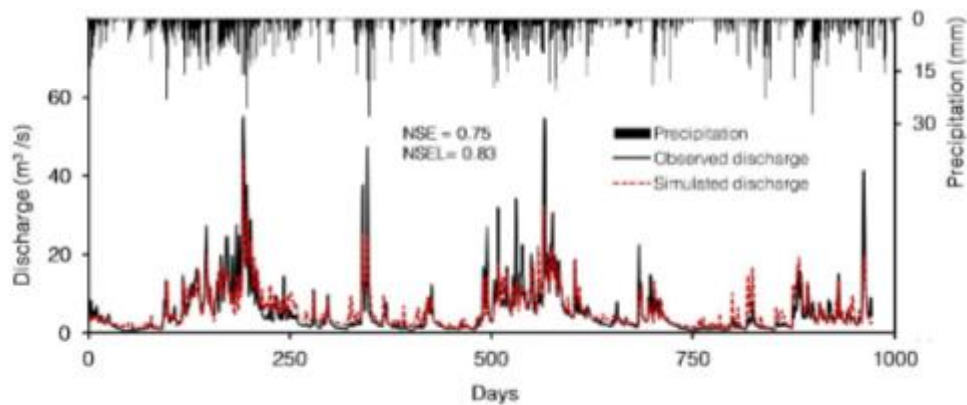
We aim to study variations of recharge during time, looking for differences in extreme conditions. We analyse the precipitation series and determine limits for humid (H), average humid (Ah), average (A), average dry (Ad) and dry (D) conditions based on percentile analysis over 14 years of precipitation data (Table 1).

Table 1: Limits for distinct precipitation conditions in Tarqui catchment. The precipitation values in mm/d per each percentile are: $p(0.95) = 4.5$; $p(0.75) = 3.38$; $p(0.25) = 1.72$; $p(0.05) = 1.08$.

Condition	Precipitation amount (P) (mm/d)
Humid (H)	$P > 4.50$
Average humid (Ah)	$3.38 > P > 4.50$
Average (A)	$1.72 > P > 3.38$
Average dry (Ad)	$1.08 > P > 1.72$
Dry (D)	$P < 1.08$

Results and discussion

After the calibration, the model reaches a Nash-Sutcliffe efficiency (NSE) of 0.75 and Nash- Sutcliffe efficiency for low flow (NSEL) of 0.83. For the validation period we obtained a NSE of 0.65 and a NSEL of 0.75 (Fig. 4a and 4b). NSE and NSEL for calibration and validation indicate a good performance of the WetSpa model (Moriassi et al., 2007).



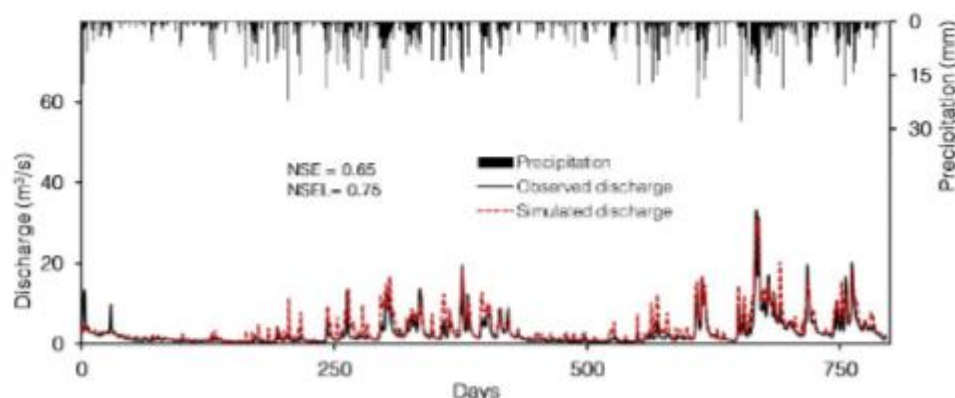


Fig. 4: Calibration period 4a shows a wider spectrum of precipitation and consequently variations of discharge while the validation period 4b is characterized by drier conditions.

One of the main factors influencing recharge is land cover. Table 2 shows recharge averaged for different precipitation periods (1 to 7) and for each land cover type.

In six of the seven periods, páramo has the highest recharge among all land cover types. The second highest is Needle tree. Needle trees are a result of afforestation in the Tarqui catchment. Most of them have replaced páramo vegetation. This observation reinforces the conclusions made by Buytaert et al., (2007) regarding to the reduction of water yield (50%) by afforestation of páramos.

The areas of shrubs exhibit the lowest recharge in any condition. Shrubs are characteristics of hillslope areas commonly associated with eroded soils. Crop mixing farming and evergreen broad trees show slightly higher recharge than shrubs.

Table 2: Average recharge per land cover type and for different precipitation conditions in Tarqui catchment. Dark blue represents high recharge while red represents low recharge.

Land cover	Average Recharge (mm/d)						
	1_H	2_D	3_A4_H	5_Ad	6_D	7_Ah	
Crop Mixing Farming	0.55	0.01	0.07	0.52	0.05	0.01	0.24
Needle tree	0.70	0.18	0.19	0.93	0.31	0.14	0.42
Evergreen broad leaf tree	0.49	0.10	0.10	0.63	0.19	0.08	0.25
Paramo vegetation	1.44	0.19	0.20	1.37	0.29	0.11	0.55
Shrub	0.45	0.02	0.06	0.44	0.05	0.01	0.20

Conclusions

The fully distributed water balance model WetSpa has been calibrated and validated with good performance.

The Tarqui catchment exhibits considerable recharge variation during high and low precipitation periods. From the different land covers, areas covered by páramo vegetation constitute the ones with the highest recharge. The afforested needle trees areas also show high recharge but less than páramo vegetation. This means that the pertinence and value of afforested areas in the páramos need precaution while evaluating.

The spatial analysis of recharge in the Tarqui catchment provides strong arguments for improving the protection and management of its water resources. Of special interest is the future implementation of mining exploitation planned in páramo ecosystem where is proved exceptional characteristics for recharge even during the most extreme dry conditions.

Referencias

Allen R, Pereira L, Raes D, Smith M (1998) Crop evapotranspiration-guidelines for computing crop water requirements-FAO irrigation and drainage paper 56. FAO, 26-40.

Buytaert W, Wyseure G, De Bièvre B, Deckers J (2005) The effect of land-use changes on the hydrological behaviour of Histic Andosols in south Ecuador. *Hydrological Processes* 19:3985–3997. doi: 10.1002/hyp.5867

Buytaert W, Deckers J, Wyseure G (2006) Description and classification of nonallophanic Andosols in south Ecuadorian alpine grasslands (páramo). *Geomorphology* 73:207–221. doi: 10.1016/j.geomorph.2005.06.012

Buytaert W, Iñiguez V, De Bièvre B (2007) The effects of afforestation and cultivation on water yield in the Andean páramo. *Forest Ecology and Management* 251:22–30. doi: 10.1016/j.foreco.2007.06.035

Combalicer EA, Lee SH, Ahn S, Kim DY, Im S (2008) Comparing groundwater recharge and base flow in the Bukmoongol small-forested watershed, Korea. *J Earth Syst Sci* 117:553– 566. doi: 10.1007/s12040-008- 0052-8

De Smedt F, Yongbo L, Gebremeskel S (2000) Hydrologic modelling on a catchment scale using GIS and remote sensed land use information. *Risk Analysis II*, WIT press, Southampton, Boston, USA: 295-304.

Delin GN, Healy RW, Lorenz DL, Nimmo JR (2007) Comparison of local- to regional-scale estimates of ground-water recharge in Minnesota, USA. *Journal of Hydrology* 334:231– 249. doi: 10.1016/j.jhydrol.2006.10.010

Guzmán P, Batelaan O, Huysmans M, Wyseure G (2015) Comparative Analysis of Baseflow Characteristics of Two Andean Catchments, Ecuador. *Hydrol Process* 14. doi: 10.1002/hyp.10422

Healy RW, Cook PG (2002) Using groundwater levels to estimate recharge. *Hydrogeology Journal* 10:91–109. doi: 10.1007/s10040-001- 0178-0

Healy RW (2010) Estimating groundwater recharge. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

- Haberlandt U, Klöcking B, Krysanova V, Becker A (2001) Regionalisation of the base flow index from dynamically simulated flow components — a case study in the Elbe River Basin. *Journal of Hydrology* 248:35–53. doi: 10.1016/S0022-1694(01)00391-2
- Liu YB, De Smedt F (2004) WetSpa extension, a GIS based hydrologic model for flood prediction and watershed management. Documentation and user manual. Vrije Universiteit Brussel, Belgium 1–108.
- Nash JE, Sutcliffe JV (1970) River flow forecasting through conceptual models part I—A discussion of principles. *Journal of hydrology* 10:282–290. doi: 10.1016/0022-1694(70)90255-6
- Nimmo JR, Healy RW, Stonestrom DA (2006) Aquifer Recharge. *Encyclopedia of Hydrological Sciences*, vol 4:2229–2246. Wiley, Chichester, UK.
- Risser DW, Gburek WJ, Folmar GJ (2009) Comparison of recharge estimates at a small watershed in east-central Pennsylvania, USA. *Hydrogeol J* 17:287–298. doi: 10.1007/s10040-008-0406-y
- Smakhtin VY, Sami K, Hughes DA (1998) Evaluating the performance of a deterministic daily rainfall–runoff model in a low-flow context. *Hydrol Process* 12:797–812. doi: 10.1002/(SICI)1099-1085(19980430)12:5<797::AID-HYP632>3.0.CO;2-S
- Sophocleous M (2004) Groundwater recharge. *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*, In: Silveira, Luis, Wohnlich, Stefan, Usunoff, Eduardo J. (Eds.), Groundwater. *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*, Developed under the Auspices of the UNESCO. Eolss Publishers, Oxford, UK. <<http://www.eolss.net>>.

Groundwater-surface water interaction in the alluvial plain of Tarqui (Ecuador)

P. Guzmán^c, O. Batelaan^d, M. Huysmans^a, G. Wyseure^b

a Vrije Universiteit Brussel, Department of Hydrology and Hydraulic Engineering, Pleinlaan 2, 1050, Brussels, Belgium.

b KU Leuven, Department of Earth and Environmental Sciences, Celestijnenlaan 200e – bus 2410, 3001 Heverlee, Belgium.

c Universidad de Cuenca, Programa de Manejo de Agua y Suelo, PROMAS, Cuenca, Ecuador.

d National Centre for Groundwater Research and Training, Flinders University, School of the Environment, GPO Box 2100, Adelaide SA 5001, Australia.

Abstract

Tarqui alluvial plain, Ecuador, is an intramontane alluvial valley. Such plain is very attractive for urban and infrastructural development. Its aquifer offers opportunities for the required water resources. Groundwater-surface water (GW-SW) interaction entails generally recharge to or discharge from the aquifer, dependent on the hydraulic connection between surface water and groundwater.

The GW-SW interaction in the alluvial plain of Tarqui was investigated using the hydrological connectivity concept. We use different field and modelling approaches to assess groundwater flow. Temperature and water level dynamics were measured along transects at different depths in the valley and in the river by continuous data-logging. MODFLOW and STRIVE models were used for GW-SW interaction modelling.

Results show that gaining river sections are present in the narrower upper part of the alluvial valley with a strong hydrological connectivity between the hillslopes and the alluvial valley. Losing river sections are found in the lower and wide alluvial valley. There, the water table is notably less influenced by hillslopes flows. The storage in the alluvial plain with a smaller slope dampens the dynamics of the river.

The alluvial plain forms a buffer or transition zone for the river as it sustains a gradual flow from the hills to the river. Future land use planning and development should include concepts exposed in this study such as hydrological connectivity in order to better evaluate impact assessments on water resources and aquatic ecosystems.

Analysis of supply and demand of water for the Guayllabamba basin, under drought conditions

González, Wilson,¹ * Villacis, Marcos,² Buytaert Wouter,³ Ruiz-Ramos Margarita⁴

Department of Civil and Environmental Engineering, Escuela Politécnica Nacional, Ladrón de Guevara, E11-253, 17-01- 2759, Quito, Ecuador.

Abstract

Climate change and demographic increase in recent years have changed the basins characteristics, generating competition between different uses. For this reason, a comparative analysis of the dry conditions in relation to average annual conditions has been carried out, through a water supply and demand model. This model considers the precipitation of the driest year in a time series. Two scenarios were generated in which the vegetation layer has been modified. In the first one, satellite data were used, while in the second one, available public data were used because there is a better differentiation of the crops. Thus, a crop coefficient was adjusted for showing the seasonal changes of the plants, and by means of a water balance, the supply and demand of water were determined. This has made possible to determine the water stress associated to drought.

Key words: crop cover, crop coefficient, water balance, drought

Introduction

Currently, climate change is expected to have a greater impact on water resources [1] because of changes in the precipitation regime, that have affected surface and underground flows [2]. For this reason, cities become particularly vulnerable, as population growth demands a greater volume of water, which ensures supply for different uses [3]. This could be affected by the temporary variability of supply.

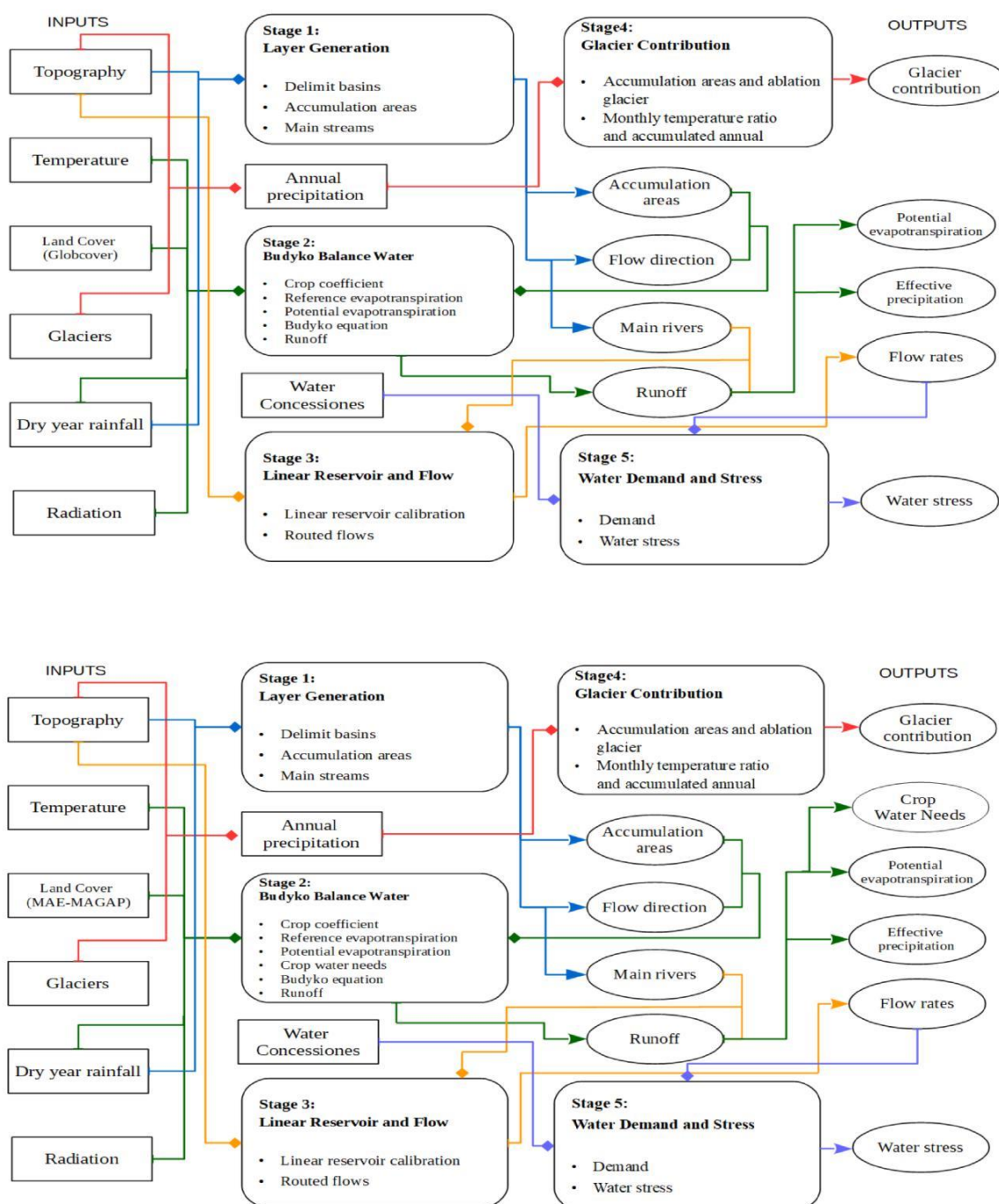
Quito has enough supply of drinking water for its population [4]. However, the internal market of vegetables takes advantage of the natural supply of the basin to produce its products, and as there are changes in the climatic pattern, agricultural systems are affected in their production [5]. For this reason, it is necessary to know the conditions that could be presented with a reduction of the river flows. In addition, a comparison of the normal conditions in relation to a drought was carried out for estimating whether or not the water needs of the crops are satisfied.

On the other hand, climate change has accelerated glacial ablation in mountainous regions [6]. This issue is particularly worrisome since in tropical regions 80% of freshwater resources come from mountain basins [7]. These resources are vulnerable to environmental pressures and limited adaptation of glacier systems [8]. For this reason, the behavior of the glaciers has been determined during a period of drought.

Experimental

The present study is a combined model, which collects rainfall data obtained from the meteorological network of Ecuador for the period 1970-2010. However, this data is not continuous, and there is some missing data which have been complemented with the climatology of the product

TRMM 2A25 [9]. Temperature data were obtained from WorldClim [10], these were used both for the driest year and for normal conditions. On the other hand, the determination of reference evapotranspiration was calculated using the Hargreaves method [11]. Thus, potential evapotranspiration was calibrated through the vegetation coefficient [2] to terrestrial coverage obtained from the GlobCover Project [12]. The implementation of the first proposed scenario is shown in Figure 1. Meanwhile, the second scenario includes vegetation layer [13] with more detail of the cultivated areas (Figure 2).



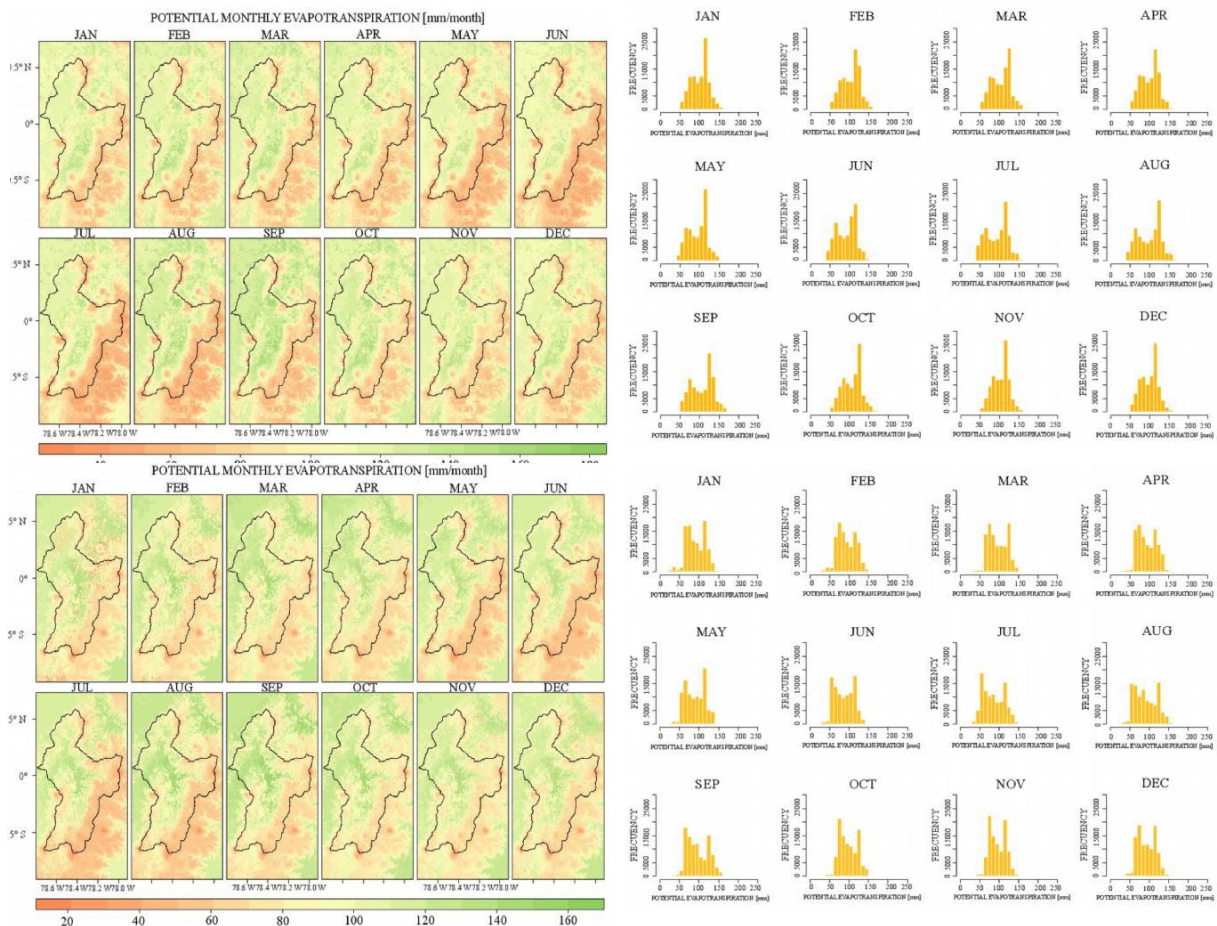
This module generates information on effective precipitation and runoff, the latter being calibrated and routed through a regional monthly flow adjustment. Then, a glacial melt model was used [14] to considers that the glaciers are in balance with the climate and therefore, the glacier ablation is equal to the accumulation in an annual temporal scale. While Budyko's water balance [15] separates monthly precipitation from non-glacial areas, potential evapotranspiration and monthly runoff. The time constant of the model was calibrated along with the vegetation coefficients, according to the seasonality of flow and its magnitude with this the surface runoff is routed. Finally, the average demand for different uses and the water stress of the basin with the concession inventory [16] were determined by the WSI (Water Stress Index) [17].

Results and Discussion

For the proposed scenarios, it has been calculated: potential evapotranspiration, effective precipitation, water requirements, runoff flows and glacial contribution. In addition, the demand from the inventory of concessions within the Guayllabamba river basin are estimated.

Potential Evapotranspiration

The range of variation, according to the histograms of each scenario, determines that the potential evapotranspiration varies between 50- 150 [mm/month] under dry conditions. The value most frequently recorded is 110 [mm/month] corresponding to anthropic zones or dry forest (scenario 1). While for scenario 2, the variation range is 60-70 [mm/month] corresponding to paramo areas or shrub vegetation and 110 [mm/month] corresponds to anthropogenic zones.



Effective Precipitation

For the two scenarios analyzed here and under dry conditions, the effective precipitation is no more than 5 [mm/month] along the Guayllabamba River basin. This characteristic mainly appears in scenario 2 for the summer months (June-September) and its value is around 0 [mm/month].

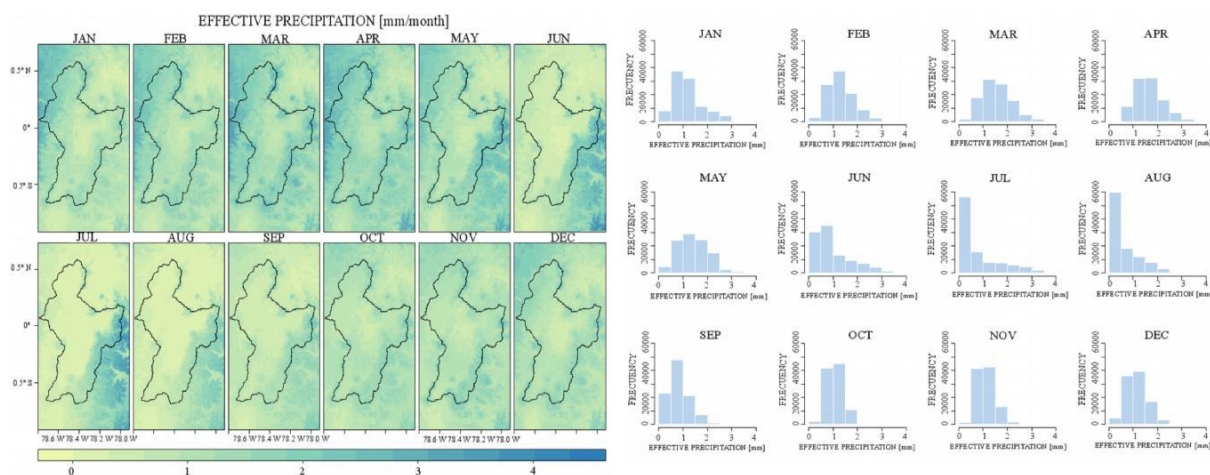


Figure 5. Effective precipitation and histogram for scenario 1

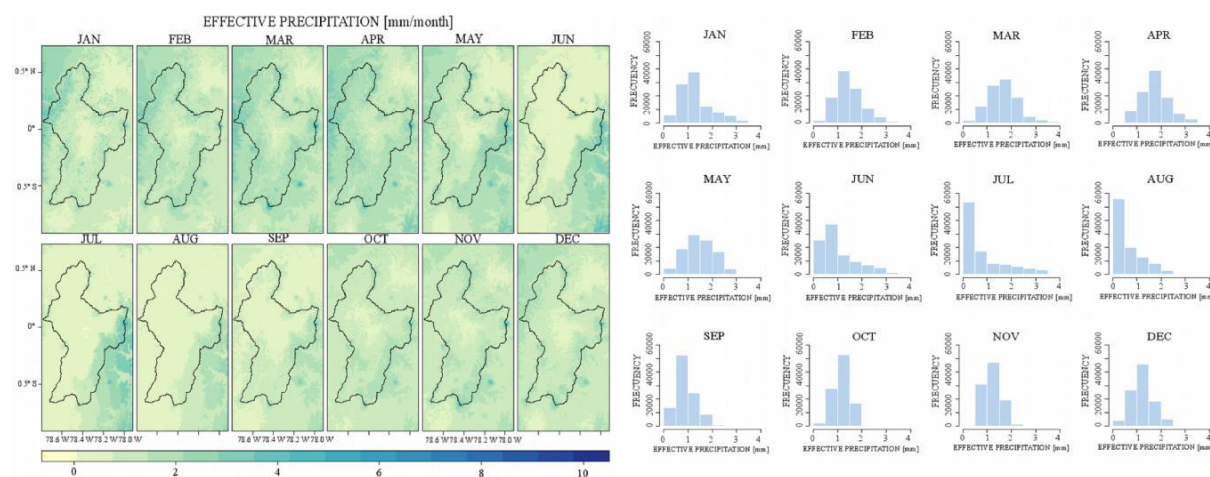


Figure 6. Effective precipitation and histogram for scenario 2

Crop Water Needs

The crop water needs were adjusted only for scenario 2 since in scenario 1 the crop coefficients are fixed and do not vary throughout the year. Water requirements are high in the agricultural area (central basin) because potential evapotranspiration is high and effective precipitation is minimal. Both of them are related to the water needs of plants.

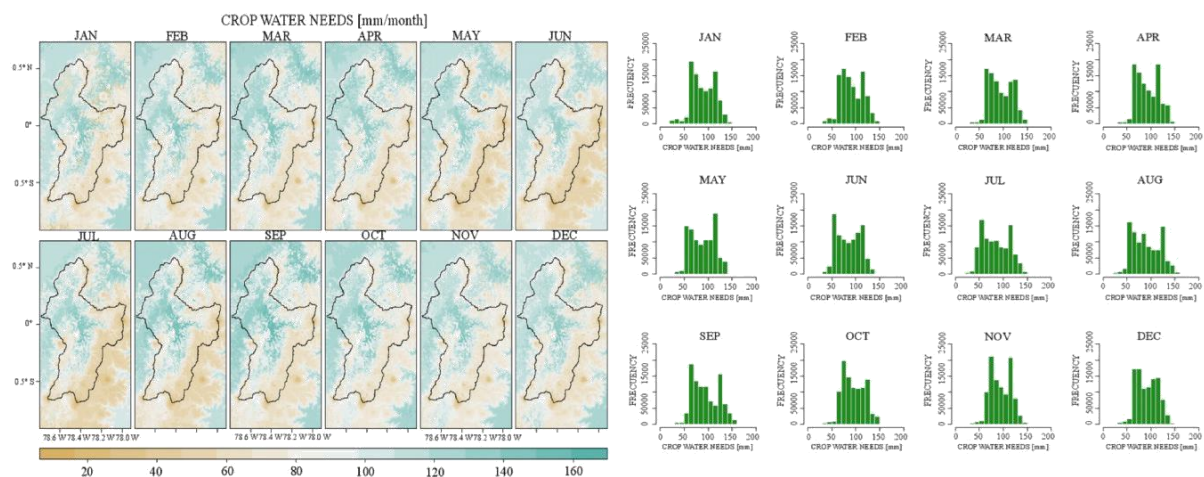


Figure 7. Effective precipitation and histogram for scenario 2

Flows and Glacial Contribution

The average annual dry flow has been determined at some points of interest within the basin, such as the closures of sub-basins or places where potable water abstractions exist. In Table 1, it can be observed that there is an increase in average annual flows and a decrease in the glacier contribution by comparing the vegetation layers analyzed here.

Table 1. Flow comparison between scenario 1 and scenario 2

MEASURING POINTS	SEASON	AVERAGE ANNUAL FLOW			Month	ANNUAL CONTRIBUTION GLACIAL		
		Scenario 1 Q1 [l/s]	Scenario 2 Q2 [l/s]	Increase [%]		Scenario 1 Q1 [l/s]	Scenario 2 Q2 [l/s]	Decrease [%]
Pita River Basin	Winter	600	660	10.0	October	1.62e-4	1.52e-4	6.17
	Summer	400	450	12.5	July	2.94e-5	2.69e-5	8.50
San Pedro River Basin	Winter	650	790	21.5	October	4.73e-5	4.00e-5	15.4
	Summer	320	390	21.9	May	2.56e-5	2.13e-5	16.8
Guayllabamba Alto Basin	Winter	2530	2920	15.4	October	7.76e-5	6.91e-5	10.9
	Summer	1570	1780	13.4	June	2.40e-5	2.11e-5	12.0
Pisque River Basin	Winter	1070	1180	10.3	October	1.04e-4	9.54e-5	8.27
	Summer	810	920	13.6	July	2.39e-5	2.19e-5	8.37
Guayllabamba Medio Basin	Winter	4810	7070	47.0	October	6.54e-5	5.94e-5	9.17
	Summer	3210	4360	35.8	June	2.16e-5	1.97e-5	8.80
Intag River Basin	Winter	1380	1460	5.80	October	6.64e-5	6.03e-5	9.19
	Summer	560	770	37.5	June	2.20e-5	2.00e-5	9.09
Alambi River Basin	Winter	750	800	6.70	October	2.80e-5	2.61e-5	6.79
	Summer	320	410	28.1	May	1.23e-5	1.15e-5	6.50
Salve Facha	Winter	80	90	12.5	October	2.14e-5	1.95e-5	8.88
	Summer	50	60	20.0	July	1.42e-5	1.28e-5	9.86
Papallacta	Winter	250	260	4.00	October	1.61e-4	1.59e-4	1.24
	Summer	190	200	5.26	July	1.96e-5	1.91e-5	2.55
La Mica	Winter	110	120	9.10	October	3.13e-4	3.05e-4	2.56
	Summer	90	100	11.1	July	3.09e-5	2.76e-5	10.7

Water Demand and Stress

The demand has been determined through annual averages of: drinking water, irrigation and hydroelectricity. Comparing the average annual supply flow and the average demand, the water stress has been determined. Table 2 shows the effects on the different uses within the basin.

Table 2. Water demand and stress for different uses

BASIN	USE	DEMAND [l/s]	NATURAL SUPPLY [l/s]			WATER STRESS		
			ANNUAL AVERAGE	Scenario 1	Scenario 2	ANNUAL AVERAGE	Scenario 1	Scenario 2
San Pedro River	Irrigation	4150						
	Hydroelectricity	7260	14120	500	600	Moderate	Severe	Severe
	Drinking water	1030						
Pita River	Irrigation	3110	12380	500	560	High	Severe	Severe
	Drinking water	2550						
Guayllabamba Alto	Irrigation	5580						
	Hydroelectricity	6510	48770	2030	2350	High	Severe	Severe
	Drinking water	600						
Pisque River	Irrigation	10150						
	Hydroelectricity	510	16930	910	1020	High	Severe	Severe
	Drinking water	2230						
Intag River	Irrigation	5640	40790	970	1080	Without stress	Severe	Severe
	Drinking water	21450						
Alambi River	Irrigation	520	16450	500	580	Without stress	Severe	Severe
	Drinking water	37000						
Guayllabamba Medio	Irrigation	1980	76240	3940	564	Moderate	Severe	Severe

Conclusions

Due to the change in vegetation layer and crop coefficients, an increase in potential evapotranspiration in scenario 1 of 11.6% was determined. Meanwhile, effective precipitation is greater in scenario 2, by 13.1%. On the other hand, scenario 2 shows an increase in flow by 47% (winter) and 35% (summer). Finally, the glacier contribution has a greater contribution in October and a decrease in June.

References

- [1] Vörösmarty, C.J., P. Green, J. Salisbury, and R. B. Lammers, Global water resources: vulnerability from climate change and population growth, Science, (2000) Vol. 289: 284-288.
- [2] Buyatert, W. and B. De Bièvre, Water for cities: The impact of climate change and demographic growth in the tropical Andes, Water Resour. Res.,48, W08503, doi: 10.1029/2011WR011755.

- [3] Hunt, A., and P. Watkiss, Climate change impacts and adaptation in cities: A review of the literature, *Clim. Change*, Vol. 104: 13-49.
- [1] Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS), Estudios de Actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado para el DMQ, Quito (2011).
- [2] Yáñez, P., H. Romero, A. Cabrera, C. Altamirano, G. Patiño, and C. Robalino, Composition and dynamics of agricultural systems in the metropolitan district of Quito during the last thirty years and possible interrelation with the effects of global warming, *Revista La Granja*, Quito (2012).
- [3] IPCC, Climate change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects, Cambridge University Press, Cambridge (2014), 1132pp.
- [4] Messeli, B., D. Viviroli, and R. Weigartner, Mountains of the world: Vulnerable water towers for the 21st century, *Ambio Spec. Rep.*, Vol. 13: 29-34.
- [5] Viviroli, D., Climate change and mountain water resources: Overview and recommendations for research, management and policy, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, Vol. 15: 471-504.
- [6] Iguchi, T., T. Kozu, R. Meneghini, J. Awaka, and K. Okamoto, rain-profiling algorithm for the TRMM precipitation radar, Hokkaido Tokai University, Sapporo (2000).
- [7] Hijmans, R., S.E. Cameron, J.L. Parra, P. G. Jones, and A. Jarvis, Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas, *International Journal of Climatology*, (2005).
- [8] Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes, and M. Smith, Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements, *FAO Irrig. Drain. Pap. 56*, Food and Agric. Organ of the U. N., Rome (1998).
- [9] Bontemps, S., P. Defourny, J. Radoux, E. Van Bogaert, C. Lamarche, F. Achard, P. Mayaux, M. Boettcher, C. Brockmann, G. Kirches, M. Zuelkhe, V. Kalogirou, and O. Arino, Consistent global land cover maps for climate modeling communities: Current achievements of the ESA's land cover CCI, *ESA Living Planet Symposium 9 - 13 September 2013*, Edinburgh (2013).
- [10] Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca de Ecuador, Mapa de Uso y Cobertura del Suelo, MAGAP-MAE, Quito (2014).
- [11] Kaser G., A review of modern fluctuations of tropical glaciers. *Global and planetary change*, *Geographie Innsbruck*, 1999, Vol. 22(1-4); 93-104.
- [12] Budyko, M.I., *Climate and life*, Academic, Orlando (1974).
- [13] Secretaría Nacional del Agua, Inventario de captaciones y concesiones para la cuenca del Guayllabamba, Quito (2014).
- [14] Shiklomanov, L.A., The world's water resources. *Proc. Int. Symp. To Commemorate 25 years of the IHP*, UNESCO/IHP, Paris (1991), 93-126 pp.

Modelación del flujo de agua y nitrato en el suelo de la microcuenca Cuevasen el sur de los andes ecuatorianos empleando Hydrus 1D

Edison Amay 1 , Armando Molina 2 , Diego Mora 3

1 Maestrante, VLIR Network Ecuador, Maestría en Ciencias de la Ingeniería para la Gestión de los Recursos Hídricos

2 Department of Earth and Environmental Sciences, KU Leuven, Celestijnenlaan 200E, B-3001 Heverlee, Belgium

3 Programa para el Manejo del Agua y del Suelo (PROMAS), Universidad de Cuenca, Av. 12 de abril s/n, Cuenca, Ecuador

Programa para el Manejo del Agua y Suelo de la Universidad de Cuenca (PROMAS UCUENCA), Universidad de Cuenca, Av. 12 de Abril y Av. Loja, Cuenca, Ecuador.

Palabras claves: flujo de agua, transporte de nitrato, modelación, Hydrus 1D, modelación inversa

Resumen

Con el propósito de estudiar una dinámica integral entre los factores suelo y agua en los ecosistemas alto andinos, esta investigación se enfoca en la modelación del flujo de agua y el transporte de nitrato a través de la solución del suelo sub superficial de la microcuenca Cuevas (4.2km²), al sur de los andes ecuatorianos. El modelo hydrus 1D ha sido usado para modelar el contenido de agua y el transporte del anión a través del perfil del suelo en 30 catenas de prueba distribuidas en la microcuenca bajo las coberturas de paramó, bosque y almohadilla. El modelo ha demostrado ser capaz de alcanzar ajustes aceptables, considerando el índice de error PBIAS, usando modelación inversa en la optimización de parámetros de pedotransferencia.

Introducción

En el sur de los Andes Ecuatorianos existe una preocupación creciente sobre el manejo sostenible de los ecosistemas de páramo considerados entre los más diversos del mundo. En las últimas décadas, varios estudios sobre la regulación hídrica y los impactos antrópicos en los suelos del páramo han sido llevados a cabo (Buytaert et al., 2006, 2005; Crespo et al., 2010). Sin embargo, poco se conoce sobre la interacción entre factores climáticos, geológicos y edafológicos, que afectan el rol regulador de los suelos (Armijos and De Bièvre, 2014). Particularmente, investigaciones sobre el flujo de solutos a través del perfil del suelo en Andosoles son prácticamente inexistentes (Sevink et al., 2014), y dada la creciente presión humana sobre estos ecosistemas naturales, es de gran importancia contar con el establecimiento de una línea base (Cammaraat et al., 2014).

Con el propósito de entender de una manera más integral la dinámica hidro-geo- química entre el suelo y agua en ecosistemas de páramo, esta investigación se enfoca en la modelación en una dimensión del transporte de agua y nitrato a través del perfil del suelo, dentro de la micro-cuenca Cuevas (4.2 km²) ubicada en el sur del Ecuador.

Metodología

Área de estudio y disponibilidad de datos

El área de estudio (Figura 1) se encuentra dentro de la micro-cuenca Cuevas (4.2 km²), ubicada al suroeste del Ecuador en la cabecera de la cuenca hidrográfica del río Yanuncay. Los tipos de cobertura vegetal que predominan son el pajonal, la almohadilla y el bosque de polylepis, siendo el Andosol el tipo de suelo dominante. Su elevación varía entre los 3603 y 3949 ms.n.m., y presenta pendientes relativamente suaves no mayores al 34%.

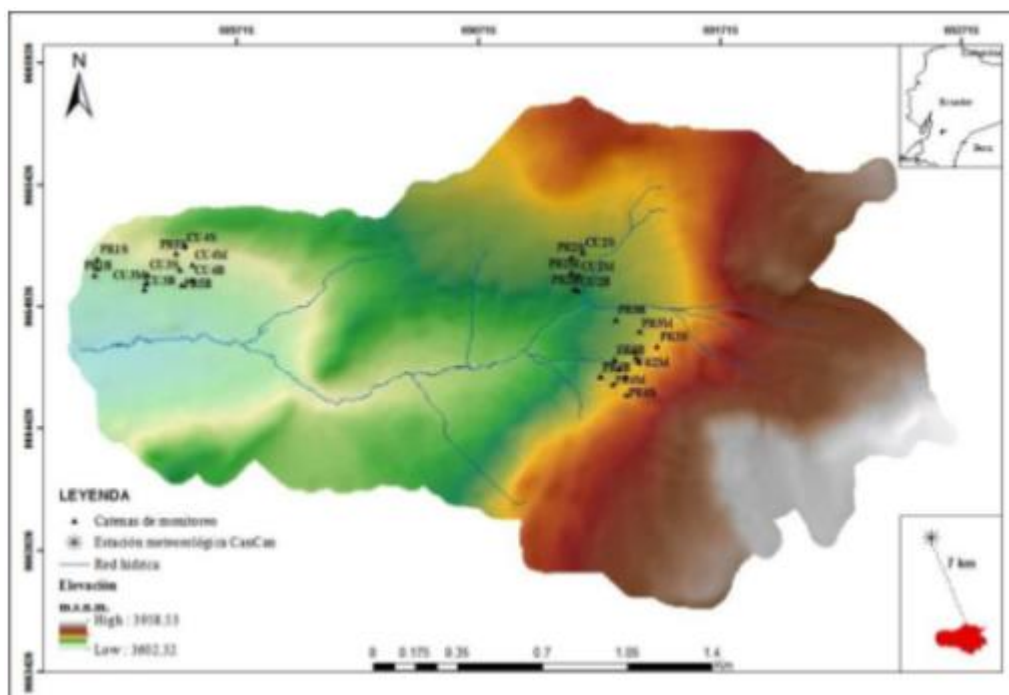


Figura 1: Área de estudio, localización de catenas

Los datos climáticos promedios diarios de temperatura, precipitación, radiación solar, velocidad del viento y humedad relativa, han sido monitoreados por la estación Can Can de la Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (ETAPA EP), ubicada a 7 km de la micro-cuenca Cuevas (Tabla 1).

Tabla 1: Catenas de observación y definición de horizontes

Código	Calicata		Cobertura	Horizonte-profundidad (cm)			Pendiente
				A	AC	C	
FR2S	FR2	Superior	Bosque	0-30	30-50	50-75	21.78
FR2M	FR2	Media	Bosque	0-40	40-55	55-85	7.64
FR2B	FR2	Baja	Bosque	0-73	73-93	93-113	17.59
FR3S	FR3	Superior	Bosque	0-40	40-60	60-85	13.00
FR3M	FR3	Media	Bosque	0-45		45-90	19.83
FR3B	FR3	Baja	Bosque	0-45	45-65	65-85	7.45
PR1S	PR1	Superior	Paramo	0-27		27-63	7.31
PR1M	PR1	Media	Paramo	0-46	46-66	66-81	10.72
PR1B	PR1	Baja	Paramo	0-29	29-54	54-74	9.27
PR2S	PR2	Superior	Paramo	0-37	37-85	85-115	5.93
PR2M	PR2	Media	Paramo	0-40	40-100	100-120	7.30
PR2B	PR2	Baja	Paramo	0-45	45-75	75-105	6.95
PR3S	PR3	Superior	Paramo	0-65		65-85	9.01

PR4M	PR4	Media	Paramo	0-60	60-95	95-115	17.79
PR4B	PR4	Baja	Paramo	0-55	55-80	80-100	15.60
PR5S	PR5	Superior	Paramo	0-37	37-62	62-87	7.23
PR5M	PR5	Media	Paramo	0-39	39-57	57-77	11.30
PR5B	PR5	Baja	Paramo	0-37	37-52	52-67	8.65
CU2S	CU2	Superior	Almohadilla	0-35		35-72	13.09
CU2M	CU2	Media	Almohadilla	0-25	25-40	40-85	9.20
CU2B	CU2	Baja	Almohadilla	0-25	25-40	40-80	5.08
CU3S	CU3	Superior	Almohadilla	0-37		37-62	11.37
CU3M	CU3	Media	Almohadilla	0-37	37-57	57-77	11.32
CU3B	CU3	Baja	Almohadilla	0-30	30-43	43-68	6.42
CU4S	CU4	Superior	Almohadilla	0-27	27-43	43-67	15.45
CU4M	CU4	Media	Almohadilla	0-27	27-42	42-59	8.90
CU4B	CU4	Baja	Almohadilla	0-27	27-41	41-57	9.23

Observaciones de tensión en el suelo y concentración de nitrato en su solución han sido obtenidas a partir de un monitoreo in situ mensual y quincenal en la microcuenca Cuevas. Las medidas de ambos factores se realizaron a una profundidad de 50 cm, en 30 catenas distribuidas en la microcuenca bajo las coberturas de paramo, almohadilla y bosque. Se identificaron además los horizontes el suelo, cuya profundidad varía entre los 57 cm y 120 cm. La tensión en el suelo se midió mediante uno tensiómetro instalado en cada punto de observación, y la concentración del nitrato de análisis de muestras de la solución del suelo recolectadas de lisímetros de succión de copa de cerámica. El monitoreo de las tensiones y la recolección de las muestras de agua se realizó dos veces por mes durante la época lluviosa y una vez por mes en la época seca. Se analizaron así mismo muestras del agua de lluvia con el fin de obtener la concentración del nitrato en la misma. La distribución temporal de las tensiones y concentraciones pueden apreciarse en las Figura 2 y Figura 3.

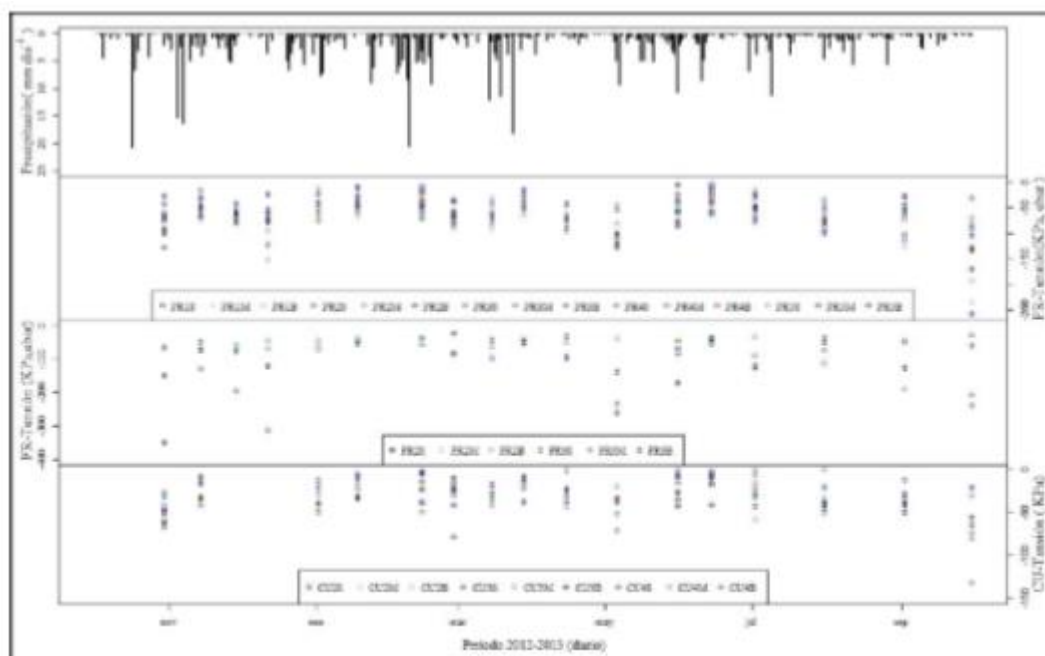


Figura 2: Precipitación diaria registrada, y tensiones monitoreadas en las calicatas durante el periodo de estudio

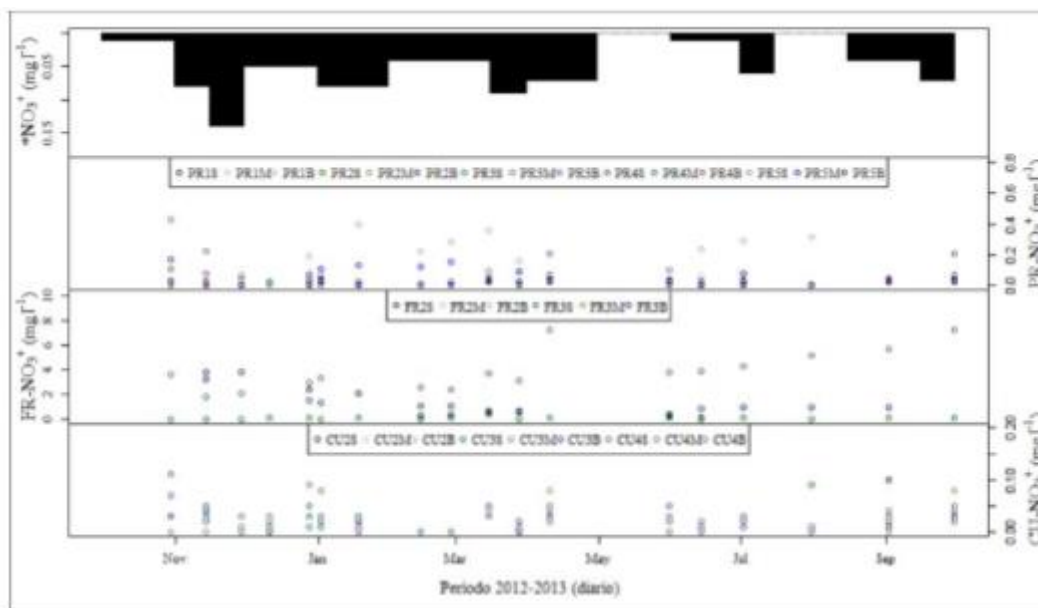


Figura 3: concentraciones de nitrato medidas en las catenas ubicadas bajo las coberturas de páramo, bosque y almohadilla. *Corresponde a las concentraciones de nitrato en el agua de lluvia distribuidas mensual y/o quincenalmente en el periodo de estudio.

Modelación 1D

Modelo conceptual

El modelo conceptual sobre el cual se realiza el estudio considera la distribución de la matriz del suelo en una dimensión, es decir, la distribución vertical de cada horizonte. A pesar de que cada calicata se encuentra bajo una determinada cobertura vegetal, el análisis se enfoca en la interacción agua-suelo, por lo cual el efecto de la capa vegetal y la zona de raíces se excluyen, así como también el movimiento lateral del agua. La Figura 4 presenta un esquema de la conceptualización del sistema, en el cual se considera que el suelo es un medio anisótropo; se presenta además el movimiento del nitrato.

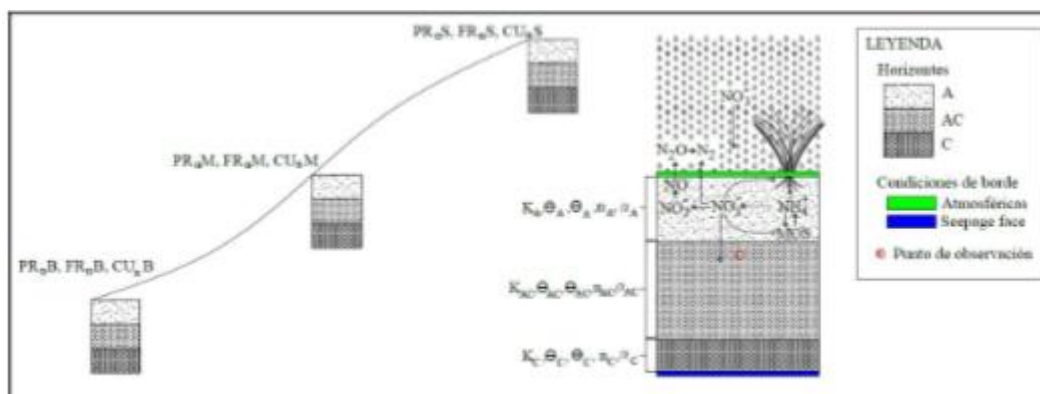


Figura 4: esquematización del modelo conceptual considerado

Parámetros de modelación

Los parámetros hidrofísicos del suelo, tales como la conductividad saturada (k_s), el contenido de agua residual (θ_r) y de saturación (θ_s), y los parámetros empíricos α , n y m , referentes al modelo de Van Genuchten (1980), y además la densidad aparente, han sido recopilados de Borja et al. (2008) para cada uno de los estratos A, AC y C. Valores

promedios de dispersividad longitudinal (λ) han sido recopilados según la textura del suelo presentada por Vanderborght and Vereecken (2007). Para la modelación del transporte de nitrato en el suelo, el coeficiente de difusión molecular en agua se considera igual a $1,64 \text{ cm}^2 \text{ día}^{-1}$ (Li et al., 2015; Wang et al., 2010); para la modelación inversa se ha dado el rango de 0.1 a $3.28 \text{ cm}^2 \text{ día}^{-1}$, siendo su punto central el primero citado. La constante de desnitrificación se ha hecho variar en el rango de 0.01 a 2.5 día^{-1} para paramo y almohadilla, y de 0.0001 a 0.02 día^{-1} bajo bosque; esto basado en los valores encontrados en la literatura, la reducción o aumento observados del nitrato bajo cada cobertura, y el desempeño del modelo.

Código seleccionado

Basado en sus capacidades, se ha seleccionado el modelo Hydrus 1D, desarrollado por Simunek et al. (1998). Este es capaz para simular los procesos de flujo y transporte de agua y solutos a través del suelo, además de factores como el calor. Hydrus resuelve las ecuaciones de Richards y la de convección-dispersión, sujetas a condiciones iniciales y borde, discretizando el perfil del suelo en un número constante de elementos de tamaño variable. El modelo aplica un esquema de elementos finitos a las derivadas espaciales en las ecuaciones diferenciales y usando aproximaciones de diferencias finitas para las derivadas del tiempo. Se considera un modelo computacional razonablemente bien estructurado (Mohanty and Van Genuchten, 1996).

Optimización del modelo

Hydrus 1D incorpora un algoritmo de optimización de parámetros de tipo Marquardt-Levenberg (Marquardt, 1963), que combina los métodos de Newton y el de descenso más empinado (steepest descend), para la estimación inversa de los parámetros hidráulicos del suelo y transporte de solutos (Šimunek et al., 2009). Tomando en cuenta la disponibilidad de datos, se ha empleado toda la serie observada en la optimización de los parámetros físicos del suelo, así como los del transporte de solutos.

Esto, dado que la serie observada de tensiones en el suelo no supera los dieciocho valores y además no se cuenta con un periodo mayor a un año hidrológico, lo que evita la incorporación de la estacionalidad en el proceso de calibración y validación; lo mismo ocurre con las observaciones químicas.

Evaluación del desempeño del modelo

El desempeño del modelo se evalúa mediante el radio de la desviación estándar de las observaciones de la raíz del error medio cuadrático (RSR), y al índice de error del porcentaje de sesgo (PBIAS) y el error medio cuadrático (RMSE).

Resultados y discusión

Los ajustes de las tensiones y concentración de nitrato presentan valores aceptables con respecto a PBIAS, considerando la clasificación general del desempeño presentado en Moriasi et al., (2007) para flujo de agua y nitrógeno a nivel mensual. La Figura 5 presenta el ajuste gráfico obtenido de la optimización inversa de los parámetros del transporte de agua y nitrato para algunos de los puntos de observación bajo los tres tipos de coberturas. Los rangos de parámetros utilizados en la modelación inversa han demostrado ser adecuados, demostrando la capacidad del modelo de ajustarse a las condiciones locales.

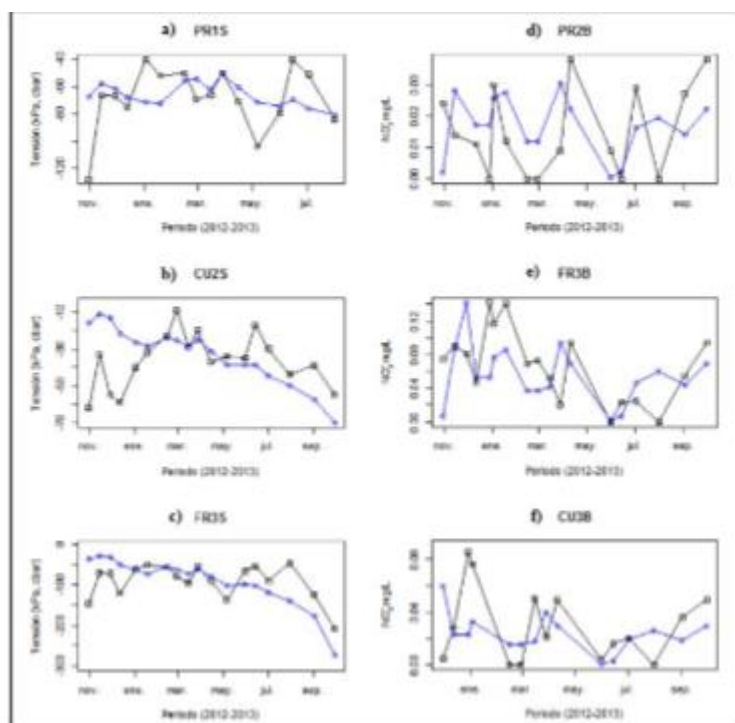


Figura 5: ajustes de tensión y concentración simuladas a las observadas para algunas de la catenas de estudio bajo las coberturas de páramo, almohadilla y bosque. La línea negra corresponde a las observaciones mientras que la azul a las simuladas

Los flujos de agua en suelo a nivel diario en la ubicación de la catena PR2B pueden apreciarse en la Figura 6. Los eventos de precipitación provocan una mayor infiltración, mientras que durante días con baja o ninguna lluvia, el flujo de agua en el suelo es positivo indicando evaporación en su superficie. A nivel de cobertura (Figura 7), son los suelos bajo bosque aquellos con una capacidad mayor aparente de retención de agua. A pesar de que los flujos de escorrentía bajo las tres coberturas son relativamente bajos, el bosque tiene el mayor de ellos, siendo dos veces superior al ocurrido bajo almohadilla.

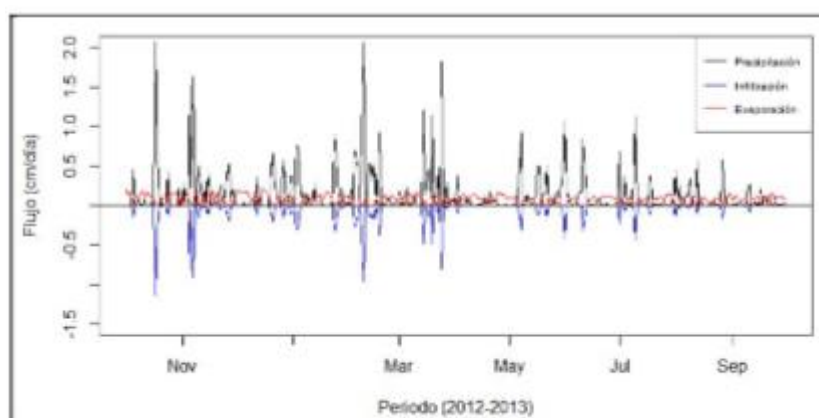


Figura 6: Precipitación (línea negra) y flujo de agua simulado (línea azul) a 50 cm de profundidad en el suelo de la catena PR2B

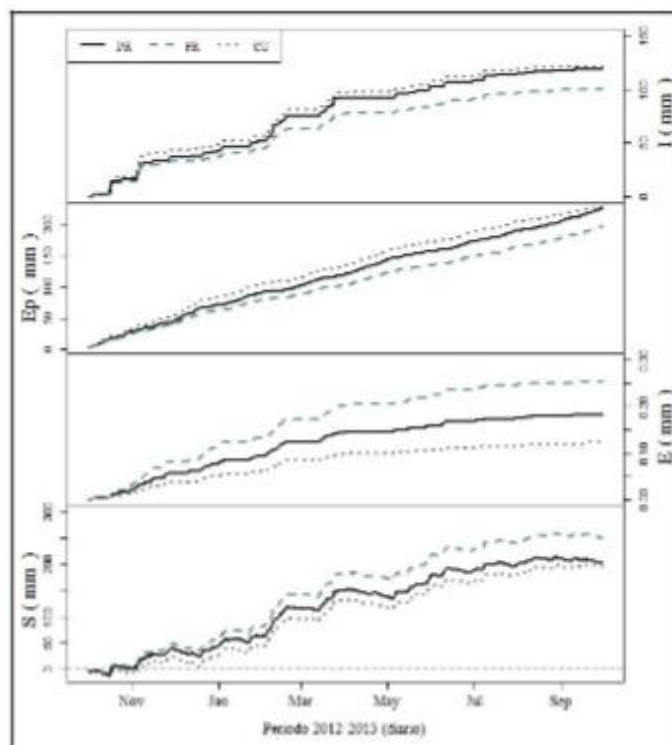


Figura 7: Infiltración (I), Evaporación potencial (Ep), escorrentía (E), y Almacenamiento (S) acumulados por cobertura

En cuanto al nitrato, este parece ser reducido en su paso a través de la matriz del suelo bajo las coberturas de paramo y almohadilla. Como se puede apreciar en la Figura 8, concentraciones del ion entrante al sistema, y su acumulado, son mucho mayores a las concentraciones al final del perfil de suelo. El aprovechamiento de las plantas, procesos de desnitrificación, mineralización e inmovilización podría estar reduciendo en gran medida el nitrato, disminuyendo así su concentración.

Por otro lado, bajo la cobertura de bosque se presentan concentraciones de nitrato mayores que al entrante al sistema. Dado que existe un mayor almacenamiento de agua bajo esta cobertura, el nitrato lixiviado podría estar siendo acumulado en los estratos inferiores del suelo.

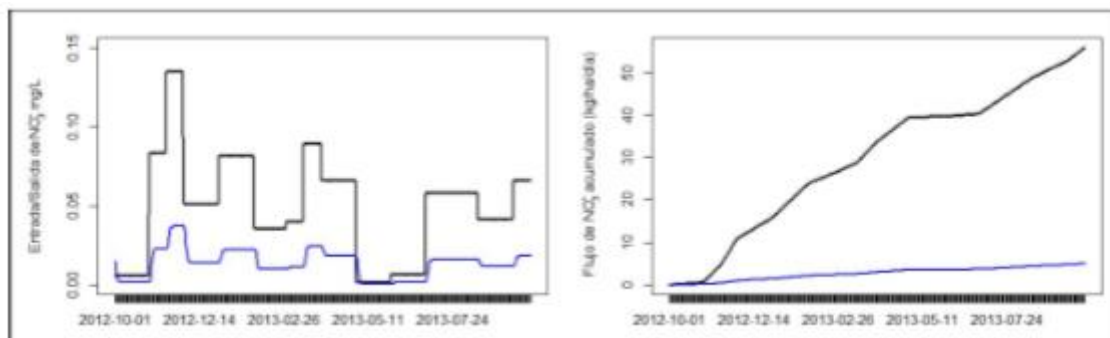


Figura 8: Entrada y salida del nitrato (a), y flujo acumulado del soluto a lo largo del periodo de estudio. La línea negra representa la entrada de nitrato observada, mientras que la línea azul corresponde a las simuladas para PR2B.

Conclusiones

Se ha modelado el transporte de agua y el soluto nitrato en suelo andosol bajo las coberturas de páramo, almohadilla y bosque. El modelo empleado, Hydrus 1D, ha demostrado ser aplicable a las condiciones locales con un nivel aceptable de ajuste

tomado en consideración el índice de error PBIAS. La investigación supone un importante aporte al conocimiento científico de los ecosistemas de páramo. Al integrar factores climáticos, edafológicos y de cobertura vegetal en el estudio de los flujos de agua y nitrato en el suelo, se han analizados aspectos sobre los cuales se tiene poca o ninguna información hasta el momento.

Referencias

Armijos, M., De Bièvre, B., 2014. El páramo como proveedor de servicio ambiental primordial, el agua, in: Avances En Investigación Para La Conservación de Los Páramos Andinos. pp. 198–204.

Borja, P., Iñiguez, V., Crespo, P., Cisneros, P., Cisneros, F., 2008. Características fisicoquímicas de histosoles y andosoles de los páramos de Quimsacocha, Ecuador. Presented at the XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo.

Buytaert, W., Célleri, R., De Bièvre, B., Cisneros, F., Wyseure, G., Deckers, J., Hofstede, R., 2006. Human impact on the hydrology of the Andean páramos. *Earth-Sci. Rev.* 79, 53–72. doi:10.1016/j.earscirev.2006.06.002 Buytaert, W., Wyseure, G., De Bièvre, B., Deckers, J., 2005. The effect of land-use changes on the hydrological behaviour of Histic Andosols in south Ecuador. *Hydrol. Process.* 19, 3985–3997. doi:10.1002/hyp.5867

Cammeraat, E.L., Seijmonsbergen, A.C., Sevink, J., Hoogzaad, Y.P., Stoops, W.S., Vet, S.J.D., Vries, M.E.D., Veelen, M.V., Weiler, H.A., Weiss, N., Sánchez-Vega, I., Chunga-Castro, F., Rabanal, M.R., 2014. Calidad del agua en relación con las propiedades del geoecosistema: Un estudio de caso de una zona de jalca cerca de Cajamarca, Perú.

Crespo, P., Célleri, R., Buytaert, W., Feyen, J., Iñiguez, V., Borja, P., De Bièvre, B., 2010. Land use change impacts on the hydrology of wet Andean páramo ecosystems.

Hanson, B.R., Šimůnek, J., Hopmans, J.W., 2006. Evaluation of urea?ammonium?nitrate fertigation with drip irrigation using numerical modeling. *Agric. Water Manag.* 86, 102–113. doi:10.1016/j.agwat.2006.06.013

Iskandar, I.K., Selim, H.M., 1981. Modeling nitrogen transport and transformations in soils: 2. validation1. *Soil Sci.* 131, 303–312.

Jansson, P.-E., Karlberg, L., 2001. Coupled Heat and Mass Transfer Model for Soil -Plant-Atmosphere systems. Royal Institute of Technology, Department of Civil and Environmental Engineering, Stockholm.

Li, Y., Šimůnek, J., Zhang, Z., Jing, L., Ni, L., 2015. Evaluation of nitrogen balance in a direct-seeded- rice field experiment using Hydrus-1D. *Agric. Water Manag.* 148, 213–222. doi:10.1016/j.agwat.2014.10.010

Ling, G., El-Kadi, A.I., 1998. A lumped parameter model for nitrogen transformation in the unsaturated zone. *Water Resour. Res.* 34, 203–212.

Lotse, E.G., Jabro, J.D., Simmons, K.E., Baker, D.E., 1992. Simulation of nitrogen dynamics and leaching from arable soils. *J. Contam. Hydrol.* 10, 183–196.

Marquardt, D.W., 1963. An algorithm for least-squares estimation of nonlinear parameters. *J. Soc. Ind. Appl. Math.* 11, 431–441.

Misra, C., Nielsen, D.R., Biggar, J.W., 1974. Nitrogen transformations in soil during leaching; I. Theoretical considerations. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 38, 289–293.

Mohanty, B.P., Van Genuchten, M.T., 1996. 13 An Integrated Approach for Modeling Water Flow and Solute Transport in the Vadose Zone. *Appl. GIS Model. G Non-Point Source Pollut. Th E Vadose Zone* 217– 232.

Moriasi, D.N., Arnold, J.G., Van Liew, M.W., Bingner, R.L., Harmel, R.D., Veith, T.L., 2007. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. *Trans. ASABE* 50, 885– 900.

Sevink, J., Tonneijck, F.H., Kalbitz, K., Cammeraat, E., 2014. Dinámica del carbono en los ecosistemas de páramo de los Andes neotropicales: Revisión de literatura sobre modelos y parámetros relevantes.

Šimůnek, J., Šejna, M., Saito, H., Sakai, M., van Genuchten, M.T., 2009. The HYDRUS-1D Software Package for Simulating the One-Dimensional Movement of Water, Heat, and Multiple Solutes in Variably-Saturated Media. Department of Environmental Sciences University of California Riverside, Riverside, California.

Simunek, J., Sejna, M., Van Genuchten, M.T., Šejna, M., Jacques, D., Mallants, D., Saito, H., Sakai, M., 1998. HYDRUS-1D. Simulating One-Dimens. Mov. Water Heat Mult. Solutes Var.-Satur. Media Version 2.

Van Genuchten, M.T., 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44, 892–898.

Vanderborght, J., Vereecken, H., 2007. Review of dispersivities for transport modeling in soils. *Vadose Zone J.* 6, 29–52.

Wang, H., Ju, X., Wei, Y., Li, B., Zhao, L., Hu, K., 2010. Simulation of bromide and nitrate leaching under heavy rainfall and high-intensity irrigation rates in North China Plain. *Agric. Water Manag.* 97, 1646–1654. doi:10.1016/j.agwat.2010.05.022

Remoción de nutrientes en un sistema piloto de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales domésticas en ecosistemas de montaña.

Padrón, Juana ^{1,2*} ; Pauta, Guillermina ³ ; Larriva, Josué ^{2,4} ; Arévalo, María B ⁴ ; Vázquez, Gabriela ³ ; Abril, Andrea ³ .

1 Maestrante, Maestría en Ciencias de la Ingeniería para la Gestión de los Recursos Hídricos, Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería Civil, Av. 12 de abril s/n, Cuenca, Ecuador. priscipadron86@live.com.

2 Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable y Saneamiento de Cuenca ETAPA EP, Panamericana Norte km 5 ½, Ucubamba, Cuenca, Ecuador.

3 Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería, Av. 12 de abril s/n, Cuenca, Ecuador.

4 Universidad del Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología, Av. 24 de Mayo 7-77 y Hernán Malo, Cuenca, Ecuador.

Palabras claves: Humedales de tratamiento, Agua residual, Ecosistemas de montaña, Piloto, Zonas rurales.

Resumen

En la evaluación de un sistema de tratamiento de aguas residuales (AARR), un factor muy importante es la eficiencia que el mismo pueda alcanzar en la disminución de nutrientes. Los humedales artificiales de flujo subsuperficial horizontal son una alternativa sustentable para dicho tratamiento en pequeñas comunidades. Sin embargo, no se reportan referencias del uso de estos sistemas en condiciones de altura sobre los 2400 m.s.n.m. En el presente trabajo se muestran los resultados de tres humedales construidos a escala piloto trabajando con AARR domésticas, empleando para ello diferentes tiempos de retención hidráulicos (TRH). Los resultados muestran que el desempeño de los mismos en la remoción de nitrógeno total alcanza valores promedio entre 60 y 88%; mientras que, para el fósforo total se obtuvieron valores promedio entre 35 y 49%, para TRH entre cinco y nueve días respectivamente; lo que, demuestra la factibilidad de su uso para las condiciones de altura y temperatura de la ciudad de Cuenca.

Introducción

En la sierra ecuatoriana un importante porcentaje de las aguas residuales (AARR) generadas en zonas rurales no reciben tratamiento, poniendo en riesgo las fuentes de agua y la salud de las poblaciones. Generalmente los sistemas de tratamiento se diseñan para disminuir materia orgánica y materia en suspensión, sin embargo, existen otros indicadores importantes para evaluar su desempeño como es la disminución de nutrientes.

Los humedales artificiales de flujo subsuperficial horizontal (por sus siglas en inglés, HSSF) son sistemas sostenibles a largo plazo por sus bajos requerimientos en la operación y mantenimiento de los mismos [1], además de mostrar a nivel mundial un buen desempeño en la depuración de diferentes tipos de AARR mediante procesos físicos, químicos y biológicos [1]–[5] alcanzando porcentajes importantes de disminución de materia orgánica (DBO, DQO) entre 80-90%, y de nutrientes como nitrógeno (N) y fósforo (P) de 50-60% respectivamente [6]–[8]. Sin embargo, la adaptación de una tecnología requiere de pruebas que validen su uso para diferentes condiciones de climas, especialmente a bajas temperaturas y localizados a elevadas altitudes [9], [10], como los ecosistemas de montaña. Temperaturas menores afectarán los procesos biológicos del humedal y como consecuencia se reducirá el rendimiento en dicha depuración [9]–[11].

El objetivo del presente proyecto es evaluar la capacidad de disminución de nitrógeno y fósforo en las AARR domésticas de la ciudad de Cuenca por medio de tres HSSF construidos a escala piloto funcionando en condiciones de ecosistemas de montaña, con el fin de mostrar la potencialidad del uso de esta tecnología en zonas rurales o comunidades con baja densidad poblacional.

Experimental

Se utilizaron tres HSSF construidos a escala piloto, cada reactor es un tanque de acero inoxidable de dimensiones 2.8 m de longitud, 1.3 m de ancho y 0.6 m de profundidad con una pendiente del 1%. En cada piloto se colocó grava de 18 a 25 mm de diámetro (porosidad del 38%), excepto en los primeros y últimos 15 cm, en donde se colocó grava mayor a 25 cm para evitar obstrucciones (estructuras de entrada y salida), dando un volumen efectivo de aproximadamente 0,6 m³ [12]. Las dimensiones de los reactores, parámetros hidráulicos, material de soporte y condiciones de operación fueron los determinados en estudios previos elaborados por uno de los autores [12], [13].

La alimentación de AARR hacia los reactores se realizó desde el canal de entrada de la PTAR-Ucubamba, la cual trata los efluentes domésticos de la ciudad de Cuenca y se encuentra ubicada a una altura de 2416 m.s.n.m., trabajando a la temperatura media de la ciudad de 14°C (Figura 1). En dos de los pilotos se utilizaron variedades nativas de *Phragmites australis* (Carrizo), *Scirpus californicus* (Totora), con una densidad de plantas de 4 unidades por m² [14], mientras que en el tercero no se sembró vegetación emergente (Figura 2).

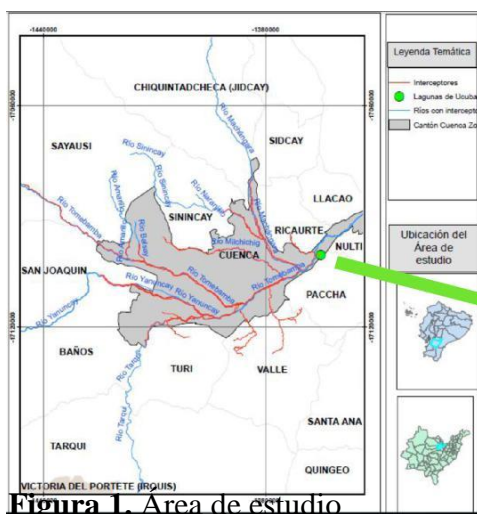


Figura 1. Área de estudio



Figura 2. HSSF pilotos

El agua extraída del canal de entrada de la PTAR pasa a un tanque plástico que funciona como decantador primario, el cual trabaja para un tiempo de retención hidráulico (TRH) de 3 horas, y desde este se distribuye a cada piloto mediante tuberías de PVC (diámetros de 25 mm). La estructura de entrada cuenta con 10 perforaciones de 9 mm de diámetro (flauta), la misma que permite distribuir de manera uniforme el caudal; mientras que, para la recolección del efluente, se instaló en la estructura de salida, una flauta (diámetro de 50 mm) asimismo con 10 perforaciones (diámetro 9 mm) ubicada a 45 cm desde el fondo de los humedales [12]. Los tres HSSF pilotos funcionarán bajo las mismas condiciones de operación, de carga orgánica e hidráulica.

Para cada piloto se realizaron 17 muestras puntuales, en la entrada y salida de cada HSSF, 3 para los TRH de 5, 6 y 8 días y 4 para los TRH de 7 y 9 días, las cuales fueron recolectadas en un período de seis meses. La temperatura media durante este tiempo se mantuvo entre 13 y 15 °C. Para la determinación del nitrógeno total (NT) y fosforo total (PT) se procedió de acuerdo al “Standard Methods for Examination of Water and Wastewater” [15], y las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Sanitaria de la Universidad de Cuenca. Los porcentajes de disminución fueron calculados de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{ó (\%)} = \frac{(\quad - \quad)}{\quad} \times 100 \quad (1)$$

Resultados y discusión

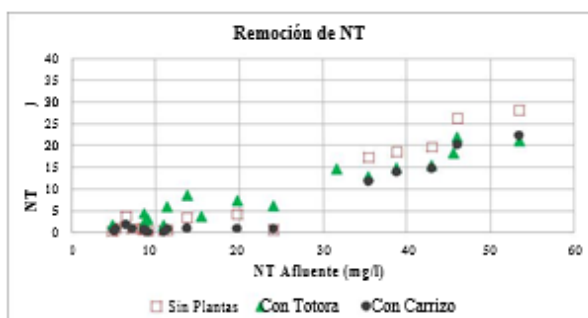


Figura 3. Concentraciones de NT de entrada y salida para los HSSF

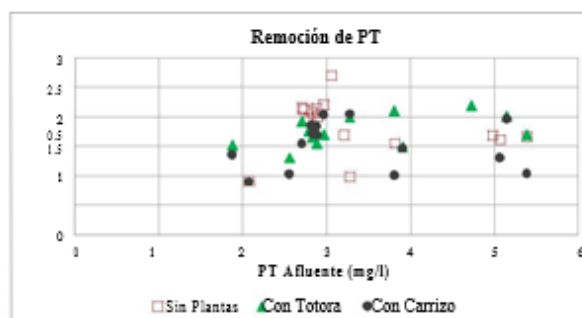


Figura 4. Concentraciones de PT de entrada y salida para los HSSF

En la Figura 3 y Figura 4 se muestran los resultados de las 17 pruebas realizadas entre marzo y agosto del 2017 representados como puntos de entrada/salida para las concentraciones de NT y PT que se obtuvieron en la investigación realizada. Como se puede observar en estas figuras, las concentraciones de entrada de NT en el afluente son muy variables; sin embargo, en todas se consigue remociones importantes. Para el caso del PT el rango de las concentraciones de entrada es similar, y las relaciones entrada/salida no presentan grandes variaciones a pesar de corresponder a un rango amplio de TRH. De manera general todas las pruebas cumplen con el límite de descarga

permitido por el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) para NT (50mg/l) y PT (10mg/l).

Eficiencia de disminución de NT y PT en función del TRH

En la Figura 5 y la Figura 6 se muestran los valores promedios de las remociones tanto de NT como de PT alcanzadas, las mismas que se expresan como porcentaje para diferentes TRH en los tres reactores.

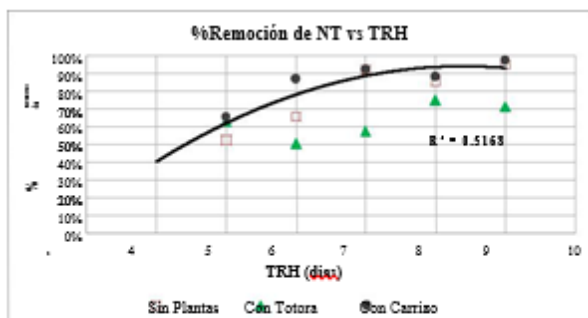


Figura 5. Disminución promedio de NT (%) en función del tiempo de retención hidráulico.

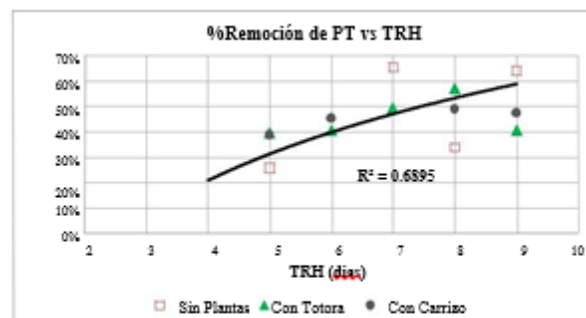


Figura 6. Disminución promedio de PT (%) en función del tiempo de retención hidráulico

Al analizar la eficiencia de disminución del NT contra el TRH se observa que se obtienen valores promedios, para los tres reactores, entre 60 y 88%, semejante a lo reportado en la bibliografía para los TRH ensayados [8], [16]. Se incluye en la Figura 5 una línea de tendencia de tipo logarítmica que tiene un coeficiente de correlación R^2 de 0.5168 con respecto a los resultados obtenidos, lo que muestra que si se tabulan las relaciones salida/entrada (C_e/C_o) contra TRH, se obtendría una relación tipo exponencial, semejante a los modelos de tasas de decaimiento de primer orden, usados para representar la cinética de los HSSF [3], [5], [13], [16]. Finalmente se puede observar que la curvatura de la línea de tendencia cambia alrededor del TRH de 7 días, lo que muestra que este sería un tiempo suficiente para remover la mayor cantidad de NT, similar a lo recomendado por otros autores [3], [16], [17]. No se observa una tendencia marcada con respecto a cuál de los tres reactores obtiene una mayor eficiencia, sino más bien esta se alterna en dependencia del TRH, por lo que se puede concluir que el principal factor en la remoción de NT para los HSSF es el tiempo de residencia en el reactor.

En cuanto a la Figura 6 la eficiencia de disminución del PT contra el TRH alcanza valores promedios, para los tres reactores, entre 35 y 49 %, lo que muestra una menor variación en cuanto al porcentaje de remoción a pesar de la gran variación en los TRH. Al igual que en el caso anterior se incluye una línea de tendencia de tipo logarítmica que tiene un coeficiente de correlación R^2 de 0.6895 con respecto a los resultados obtenidos, en este caso también podría tabularse las relaciones salida/entrada (C_e/C_o) contra TRH, y llegar a un modelo de tasa de decaimiento de primer orden. A diferencia de lo que ocurre con el NT el rango de variación de las remociones obtenidas es mucho menor, y si se toma como referencia el TRH de 7 días, se puede concluir que con este tiempo se puede remover el mayor porcentaje de PT. En este caso, también se observa que ninguno de los reactores muestra una notoria eficiencia con respecto a los otros, lo que demuestra el hecho que la mayor remoción de fosforo en los HSSF se da por procesos de absorción en el material de soporte [8], [10], [16].

Eficiencia en la remoción de NT y PT en los HSSF con respecto a la temperatura y altura.

Los HSSF en estudio han alcanzado, como se indicó anteriormente, valores de remoción de NT entre 60 y 88%, y de PT entre 35 y 49%, para TRH entre 5 y 9 días respectivamente. En la Tabla 1 se compara estos valores con respecto a países con climas fríos y en la Tabla 2 con respecto a países localizados a diferentes altitudes.

En la Tabla 1, se puede observar que las eficiencias obtenidas son buenas y similares a lo reportado para países en los que, a pesar de las bajas temperaturas, se mantienen cargas hidráulicas (q) bajas, lo que indica que no solo es necesario TRH largos, sino velocidades de flujo bajas para obtener eficiencias elevadas en la disminución de nutrientes.

Tabla 1: Eficiencia promedio de disminución de nutrientes (%) para HSSF localizados en zonas con climas fríos

País	T (° C)	q (cm/d)	NT	PT	Referencia
Noruega	-7 - 5	2	57	97	[18]
España	5 - 15	2,85	70		[19]
Italia	-10 - 10		27	40	[20]
USA	0,8 - 10,3		30,2	12	[21]
Canadá	-3 - 5		77,3	78,9	[22]
Corea	-0,2	6,3	7,7	28,1	[23]
China	5 - 12	1,13	80	91	[17]
Ecuador	13-15	2,0 - 3,4	60 - 88	35 - 49	

Tabla 2: Eficiencia promedio de disminución de nutrientes (%) para HSSF localizados en zonas montañosas y semi-montañosas

País	T (° C)	Altura (m.s.n.m.)	NT	PT	Referencia
Francia	10	720	57,3	69	[24]
Suiza	8,4	730	80 - 100		[25]
Italia		739	68,8	63,5	[26]
R. Checa	4,3 - 7,3	520 - 862	53,3	51 - 62	[27]
China		1200	71,7	68,1	[28]
Ecuador	13-15	2400	60 - 88	35 - 49	

En la Tabla 2, se observa que la temperatura y la altura inciden en la eficiencia en el tratamiento, sin embargo, se pueden conseguir valores semejantes a los de otras regiones del mundo, por lo que se concluye que esta tecnología puede aplicarse en nuestro medio para la remoción de nutrientes, obteniéndose resultados del orden de los reportados en el presente trabajo.

Conclusiones

La disminución de NT en los HSSF en estudio alcanza valores promedio entre 60 y 88%, mientras que para PT entre 35 y 49%, con TRH entre cinco y nueve días respectivamente. Comparando estos resultados con los obtenidos en otros lugares de diferentes altitudes y climas fríos se puede concluir que este sistema puede ser aplicado con éxito en nuestra región.

El análisis de los resultados obtenidos muestra que para la remoción de nutrientes mediante HSSF en las condiciones de temperatura y altura de la ciudad de Cuenca es necesario un TRH del orden de 7 días y cargas hidráulicas bajas para asegurar eficiencias semejantes a las obtenidas en el presente trabajo. De las pruebas realizadas se puede

concluir que los factores de TRH y carga hidráulica tienen mayor impacto en los resultados que el tipo de planta emergente que se use en los HSSF.

La disminución de nitrógeno total y fósforo total cumplen con lo determinado en la norma ambiental correspondiente.

La presente investigación puede servir como referencia para otros estudios en las condiciones de ecosistemas de montaña similares a las de la ciudad de Cuenca, ya que en la bibliografía actual existen escasas referencias al respecto.

Referencias

- [4] A. Stefanakis, C. S. Akrotos, and V. A. Tsihrintzis, *Vertical flow constructed wetlands : eco-engineering systems for wastewater and sludge treatment*. Elsevier Science, 2014.
- [5] A. K. Choudhary, S. Kumar, C. Sharma, and S. Campus, "Constructed Wetlands : an Option for Pulp and Paper," *Electron. J. Environ. Agric. Food Chem.*, vol. 10, no. 10, pp. 3023–3037, 2011.
- [6] A. Rivas H., *Tecnologías de tratamiento de aguas residuales*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2016, p. 34.
- [7] J. Vymazal, *Water and nutrient management in natural and constructed wetlands*. Springer Science+Business Media B.V, 2010.
- [8] R. H. Kadlec and S. Wallace, *Treatment wetlands*, Second edi. United States of America: CRC Press, 2009.
- [9] C. Galanopoulos, E. Sazakli, M. Leotsinidis, and G. Lyberatos, "A pilot-scale study for modeling a free water surface constructed wetlands wastewater treatment system," *J. Environ. Chem. Eng.*, vol. 1, no. 4, pp. 642–651, 2013.
- [10] D. Zhang, K. B. S. N. Jinadasa, R. M. Gersberg, Y. Liu, W. J. Ng, and S. K. Tan, "Application of constructed wetlands for wastewater treatment in developing countries - A review of recent developments (2000-2013)," *J. Environ. Manage.*, vol. 141, pp. 116–131, 2014.
- [11] J. Vymazal, "Removal of nutrients in various types of constructed wetlands," *Sci. Total Environ.*, vol. 380, no. 1–3, pp. 48–65, 2007.
- [12] B. Tunçsiper, A. Drizo, and E. Twohig, "Constructed wetlands as a potential management practice for cold climate dairy effluent treatment — VT, USA," *Catena*, vol. 135, pp. 184–192, 2015.
- [13] M. Wang, D. Q. Zhang, J. W. Dong, and S. K. Tan, "Constructed wetlands for wastewater treatment in cold climate — A review," *J. Environ. Sci.*, vol. 57, pp. 293–311, Jul. 2017.
- [14] J. Vymazal and L. Kropfelová, "Removal of organics in constructed wetlands with horizontal sub-surface flow: A review of the field experience," *Sci. Total Environ.*, vol. 407, no. 13, pp. 3911–3922, 2009.
- [15] J. Larriva and O. González, "Cinética de la remoción de DBO 5 en humedales con flujo sub-superficial horizontal Kinetics of BOD 5 removal in constructed wetlands with horizontal subsurface flow," *Ing. hidráulica y Ambient.*, vol. XXXVIII, no. 1, pp. 17–30, 2017.
- [16] J. Larriva and O. González, "Modelación hidráulica de humedales artificiales de flujo sub-superficial horizontal Hydraulic modelling for horizontal subsurface flow constructed wetlands," vol. XXXVIII, no. 1, pp. 3–16, 2017.
- [17] EPA, "Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters," *Risk Manag.*, no. September, p. 166, 2000.
- [18] APHA, "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater," 21st editi., Washington DC, 2005.
- [19] J. Vymazal and L. Kröpfelová, *Wastewater treatment in constructed wetlands with horizontal sub-surface flow*. Springer, 2008.

- [20] F. Wang, Y. Liu, Y. Ma, X. Wu, and H. Yang, "Characterization of nitrification and microbial community in a shallow moss constructed wetland at cold temperatures," *Ecol. Eng.*, vol. 42, pp. 124–129, May 2012.
- [21] T. Mæhlum and P. Stålnacke, "Removal efficiency of three cold-climate constructed wetlands treating domestic wastewater: Effects of temperature, seasons, loading rates and input concentrations," *Water Sci. Technol.*, vol. 40, no. 3, pp. 273–281, 1999.
- [22] M. Garfi, A. Pedescoll, E. Bécares, M. Hijosa-Valsero, R. Sidrach-Cardona, and J. García, "Effect of climatic conditions, season and wastewater quality on contaminant removal efficiency of two experimental constructed wetlands in different regions of Spain," *Sci. Total Environ.*, vol. 437, pp. 61–67, Oct. 2012.
- [15] R. Gorra, M. Freppaz, E. Zanini, and R. Scalenghe, "Mountain dairy wastewater treatment with the use of a 'irregularly shaped' constructed wetland (Aosta Valley, Italy)," *Ecol. Eng.*, vol. 73, pp. 176–183, 2014.
- [16] S. M. Vanier and M. F. Dahab, "Start-Up Performance of a Subsurface-Flow Constructed Wetland for Domestic Wastewater Treatment," *Environ. Technol.*, vol. 22, no. 5, pp. 587–596, May 2001.
- [17] J. Hayward, R. Jamieson, L. Boutilier, T. Goulden, and B. Lam, "Treatment performance assessment and hydrological characterization of an arctic tundra wetland receiving primary treated municipal wastewater," *Ecol. Eng.*, vol. 73, pp. 786–797, Dec. 2014.
- [18] J.-H. Ham, C. G. Yoon, S.-J. Hwang, and K.-W. Jung, "Seasonal Performance of Constructed Wetland and Winter Storage Pond for Sewage Treatment in Korea," *J. Environ. Sci. Heal. Part A*, vol. 39, no. 5, pp. 1329–1343, Dec. 2004.
- [19] G. Merlin, J.-L. Pajean, and T. Lissolo, "Performances of constructed wetlands for municipal wastewater treatment in rural mountainous area," *Hydrobiologia*, vol. 469, no. 1–3, pp. 87–98, 2002.
- [20] B. Züst and A. Schönborn, "Constructed wetlands for wastewater treatment in cold climates: planted soil filter Schattweid–13 years' experience," *Constr. Wetl. Wastewater Treat. Cold Clim.*, pp. 55–68, 2003.
- [21] P. Foladori, A. R. C. Ortigara, J. Ruaben, and G. Andreottola, "Influence of high organic loads during the summer period on the performance of hybrid constructed wetlands (VSSF + HSSF) treating domestic wastewater in the Alps region," *Water Sci. Technol.*, vol. 65, no. 5, p. 890, Feb. 2012.
- [22] J. Vymazal and T. Březinová, "Long term treatment performance of constructed wetlands for wastewater treatment in mountain areas: Four case studies from the Czech Republic," *Ecol. Eng.*, vol. 71, pp. 578–583, 2014.
- [23] J. Zhai, H. W. Xiao, K. Kujawa-Roeleveld, Q. He, and S. M. Kerstens, "Experimental study of a novel hybrid constructed wetland for water reuse and its application in Southern China," *Water Sci. Technol.*, vol. 64, no. 11, 2011.

Estimación de las pérdidas de la precipitación en una cuenca hidrográfica urbana de la Ciudad de Cuenca

Rubio, Ricardo* 1 ; Mora, Diego 2 ; Jerves, Ruben 3 ; Arias-Hidalgo, Mijail 4

1 Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca, Benigno Malo 7-78 y Mariscal Sucre, Cuenca, Ecuador, rrubio81@gmail.com

2 Universidad de Cuenca Docente Facultad de Ingeniería, Investigador Principal del Programa para el Manejo del Agua y del Suelo PROMAS - Universidad de Cuenca, Av. 12 de Abril y Av. Loja, Cuenca, Ecuador

3 Universidad de Cuenca, Investigador del Programa para el Manejo del Agua y del Suelo PROMAS - Universidad de Cuenca, Av. 12 de Abril y Av. Loja, Cuenca, Ecuador

4 Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Campus Gustavo Galindo Km. 30.5 Vía Perimetral, P.O. Box 09-01- 5863, Guayaquil, Ecuador

Palabras Claves: Pérdidas, respuesta hidrológica, cuenca urbana, Coeficiente de escorrentía volumétrico

Resumen

La ciudad de Cuenca en Ecuador, enfrenta un permanente proceso de urbanización de su territorio, provocando considerable alteración en la respuesta hidrológica de la cuenca hidrográfica ante las lluvias. Entre las alteraciones que sufre una cuenca urbanizada se tiene la variación de la pérdida de lluvia en la cuenca (abstracciones), existiendo diversas metodologías para su estimación. Entre ellas se cuenta con el método de Coeficiente de escorrentía volumétrico Cv. Con el presente trabajo, a través de la metodología señalada se plantea estimar las pérdidas o abstracciones que experimenta una cuenca urbana en la ciudad de Cuenca mediante el análisis de información recopilada entre Marzo y Mayo del 2017. Los resultados que se obtuvieron indican que para precipitaciones con intensidades que varían entre 2.4 y 38.4 mm/h las pérdidas en la cuenca se encuentran entre el 6% y 60%.

Introducción

La ciudad de Cuenca en Ecuador, presenta un permanente proceso de urbanización de su territorio, en pos de satisfacer las necesidades básicas de su creciente población. De esta manera se ha provocado una considerable alteración en la respuesta hidrológica de la cuenca hidrográfica ante un evento de precipitación [1].

Esta urbanización comprende entre otras la impermeabilización de la cuenca, construcción de sistemas de evacuación de aguas lluvias. Tales medidas contribuyen considerablemente a la transformación de gran parte de precipitación en escorrentía por la disminución de las pérdidas, como la infiltración, intercepción o almacenamiento superficial.

Este exceso de escorrentía provocado, puede generar inundaciones urbanas que conlleven pérdidas económicas, contaminación y problemas de salud [2].

Por otro lado, se debe señalar que en cuencas urbanizadas con sistema de saneamiento combinado, como el construido en la ciudad de Cuenca, con el objeto de que el agua residual vaya al tratamiento y el caudal de escorrentía se evacúe hacia los cuerpos de agua, los caudales se separan

por medio de una estructura hidráulica. Siendo así, en las cuencas hidrográficas urbanas dentro de las pérdidas se debe incluir las provocadas por el sistema de derivación de caudales de la red de saneamiento.

Para identificar la pérdida de precipitación se han planteado diversas metodologías, entre ellas está el método del coeficiente de escorrentía [3] o Coeficiente de escorrentía volumétrico C_v , según Dhakal et al. [4]. Asimismo, con este procedimiento se obtiene el porcentaje de la cantidad de lluvia que aparece como escorrentía, durante o después de un evento de precipitación [5].

Por lo expuesto, y considerando además que el cambio climático ha provocado el aumento de eventos extremos en la zona de estudio [6], el manejo del drenaje urbano presenta nuevos desafíos [7], por lo que es necesario estimar el valor de C_v , para valorar las pérdidas de precipitación y así conocer la respuesta de la cuenca urbana a los eventos lluvia-escorrentía [5].

Área de estudio y datos

En la presente investigación se analizó una área ubicada en la zona urbana de la ciudad de Cuenca, que tiene un superficie de 56.81 Ha de la cual el 84.3% son zonas impermeables y el 15.7% zonas permeables, valores determinados, analizado el catastro del sistema de saneamiento y la imagen satelital de la zona. (Gráfico 1).

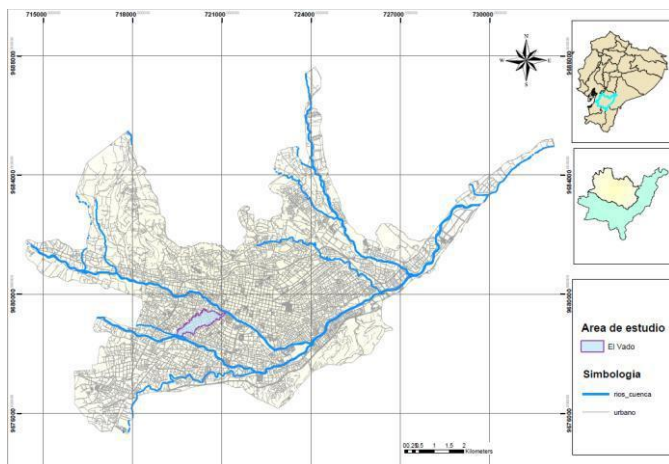


Gráfico 1: Área de estudio.

La información que se utilizó son datos de precipitación (estación pluviométrica muy cercana a la cuenca analizada) y calados de flujo medidos en cada evento de rebose (monitoreo entre Marzo-Mayo 2017). Esta información fue procesada con una resolución de 5 minutos, Gráfico 2.

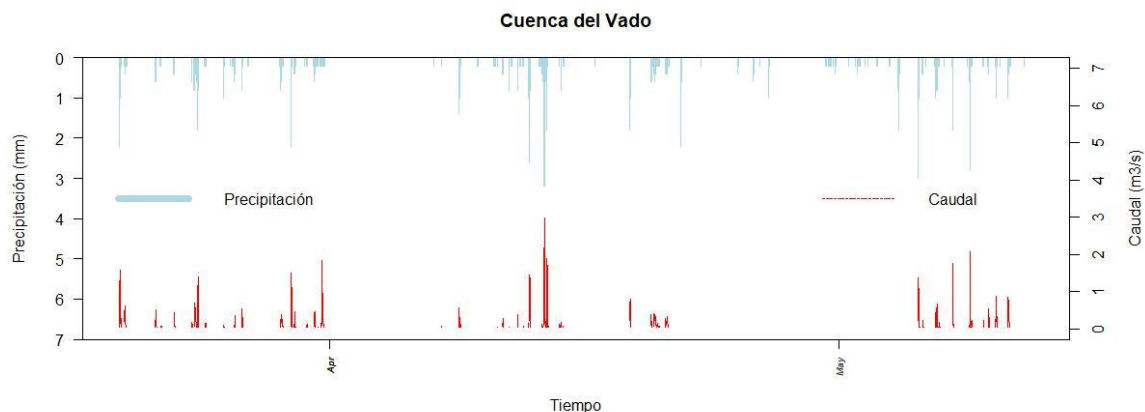


Gráfico 2: Hidrograma y hietograma escala: 5 minutos.

Metodología

El Coeficiente de escorrentía Volumétrico “C_v” se basa en la respuesta integral de la cuenca siendo en esencia la transformación del volumen de lluvia a volumen de escorrentía [8], entonces este se calcula mediante:

$C_v = \frac{R_k}{P_k}$

Donde:

R_k: escorrentía total de cada evento (mm),

P_k: precipitación total de cada evento (mm).

Los valores de R_k se estimaron dividiendo el volumen generado por la escorrentía de lluvia (Q_{RAIN}) para el área de la cuenca.

Los valores de Q_{RAIN} se calculan planteando una ecuación de balance del sistema estudiado:

$$= \quad + \quad - \quad (2)$$

Donde

Q_{INTER}: caudal que va a tratamiento,

Q_{OVER}: caudal que se evacúa al río por la descarga del sistema de saneamiento de la cuenca,

Q_{SAN}: caudal sanitario.

Con la ecuación de Manning utilizando los calados de flujo medidos en la descarga, el coeficiente de rugosidad (consultado en la literatura), la pendiente y sección del conducto, se obtiene Q_{OVER}.

El Q_{INTER} se estimó en función de Q_{OVER} y el tipo de estructura derivadora de caudal de la cuenca, finalmente Q_{SAN} se estimó a partir de la dotación, coeficiente de retorno y población de la cuenca analizada.

Los valores de P_k, corresponden a la altura de lluvia acumulada de cada evento.

Resultados y discusión

Para el presente trabajo se han seleccionado los eventos con calados superiores a 15cm para el máximo Q_{OVER}, de manera que se disminuya el efecto del aporte de Q_{SAN}, atenuando cualquier distorsión en el resultado.

el periodo estudiado se analizaron 56 eventos lluvia-escorrentía, quedando para el análisis solo 28 eventos al aplicar el criterio establecido en el párrafo anterior. Los resultados se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1: Calculo Coeficiente de escorrentía volumétrico

No.	Precipitación Duración	Escorrentía Duración	Qp m ³ /s	I _{max} mm/h	Escorrentía mm	Precipitación mm	Cv
1	2:00	2:10	1.59	26.4	5.21	9.00	0.58
2	0:45	1:00	0.52	7.2	1.58	3.20	0.49
3	1:20	1:25	0.44	4.8	1.68	3.00	0.56
4	4:45	4:25	0.72	9.6	6.82	12.80	0.53
5	0:30	1:20	1.42	21.6	3.84	4.80	0.8
6	2:00	2:20	0.38	7.2	2.08	4.60	0.45
7	1:50	1:55	0.56	9.6	2.61	5.20	0.5
8	4:35	4:00	0.38	9.6	4.83	12.00	0.4
9	0:50	1:10	1.51	26.4	3.38	4.80	0.7
10	1:15	1:35	0.46	4.8	2.10	2.80	0.75
11	1:15	1:25	0.48	7.2	2.36	4.80	0.49
12	0:15	0:45	0.57	16.8	1.16	2.60	0.44
13	0:20	0:45	0.31	12	0.85	1.80	0.47
14	1:15	1:15	0.27	4.8	1.34	2.60	0.52
15	1:25	2:15	1.48	31.2	9.72	11.80	0.82
16	3:00	3:40	3.01	38.4	14.24	19.40	0.73
17	1:15	1:40	0.39	7.2	1.83	3.80	0.48
18	6:40	6:55	0.43	7.2	8.87	15.00	0.59
19	3:35	3:55	0.35	4.8	4.57	7.40	0.62
20	1:15	2:55	1.40	36.00	6.66	9.40	0.71
21	0:10	1:20	0.24	4.80	0.75	0.80	0.94
22	1:50	2:50	0.68	12.00	3.39	4.40	0.77
23	0:40	1:40	1.79	21.60	5.67	7.40	0.77
24	0:40	1:35	2.11	33.60	4.53	5.80	0.78
25	0:35	1:00	0.22	2.40	0.93	1.00	0.93

- [28] D. Mora, L. Campozano, F. Cisneros, G. Wyseure, y P. Willems, “Climate changes of hydrometeorological and hydrological extremes in the Paute basin, Ecuadorean Andes”, 2014.
- [29] H. Ávila, “Perspectiva del manejo del drenaje pluvial frente al cambio climático-caso de estudio: Ciudad de Barranquilla, Colombia”, *Rev. Ing.*, núm. 36, pp. 54–59, 2012.
- [30] N. Dhakal, X. Fang, T. G. Cleveland, D. B. Thompson, W. H. Asquith, y L. J. Marzen, “Estimation of volumetric runoff coefficients for Texas watersheds using land-use and rainfall-runoff data”, *J. Irrig. Drain. Eng.*, vol. 138, núm. 1, pp. 43–54, 2011.

Aplicación de balance de energía para analizar la producción de caudales en el glaciar 12 del volcán Antisana durante 2012.

Gualco Luis 1* , Ruíz Jean Carlos 1 , Maisincho Luis 2 , Favier Vincent 3 , Villacís Marcos 1

1 Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Facultad de Ingeniería Civil, Escuela Politécnica Nacional, Ladrón de Guevara E11-253, 170517, Quito, Ecuador

2 Universidad Regional Amazónica IKIAM, Km 8 vía a Muyuna, 150150, Tena, Ecuador

3 Université Grenoble Alpes, IGE, Grenoble, France

Palabras Claves: balance de energía, meteorología, caudal, Andes tropicales, Antisana

Resumen

Se realizó una modelación hidro glaciológica para analizar la influencia de las condiciones meteorológicas en la generación de caudales en el glaciar 12 del volcán Antisana o Los Crespos (2.4 km², 70% de cobertura glaciar). El modelo usa el balance de energía distribuido para calcular el balance de masa sobre el glaciar, permitiendo obtener los caudales producto del derretimiento mismo. El modelo simula adecuadamente el balance de masa anual hasta los 5100 msnm (RMSE=620 mm we). En la parte alta el modelo sub estima la acumulación debido a la falta de mediciones de precipitación que permitan calibrar el modelo en esa zona. El caudal simulado fue 3.5 veces el observado, debido a que este caudal potencial no toma en cuenta las pérdidas por re congelamiento ni infiltración tanto en el glaciar como en la morrena. A pesar de esto el caudal simulado pudo representar la variabilidad diaria del observado ($r^2=0.56$, $n=255$, $p<0.001$) indicando que el modelo responde adecuadamente a la variabilidad de las condiciones meteorológicas.

Introducción

Los glaciares tropicales son reguladores de caudales en cuencas de alta montaña, y se han convertido en indicadores climáticos [1, 2]. Esto ha motivado que se implemente una red de monitoreo sobre el glaciar 12 del volcán Antisana para generar información que permita cuantificar la contribución del glaciar en la producción de caudales en función del clima y de su tamaño. En este trabajo se aplicó un balance de energía superficial (BES), método físico aplicado y validado en recientes trabajos sobre la zona [3], sobre franjas de altura que resumen la geomorfología del glaciar. Al final se aplicó el modelo de reservorio lineal para recoger la fusión y lluvia para encontrar el caudal total.

Experimental

Se usaron los datos meteorológicos medidos cada 30 minutos durante 2012 por una estación meteorológica automática ubicada sobre el glaciar a 4750m, y la precipitación registrada en la morrena (4720m). Se aplicó el BES por franjas cada 30 m desde el pie del glaciar hasta la cumbre aplicando la metodología de [2, 3], para lo cual:

- Se extrajo la información geográfica (pendiente y azimut promedio) a partir de un modelo digital de elevación (MDE).
- Se aplicó un gradiente de temperatura, el cual fue calculado para el sitio a partir de datos de temperatura obtenidos por las estaciones a 4750m y 5200m entre septiembre 2012 y mayo 2013.

- Se consideró un incremento no lineal de la precipitación según la figura 1.
- Se consideró que la radiación incidente es homogénea, y que la humedad relativa y velocidad del viento sobre todo el glaciar es igual a la registrada a 4750m.

Se incluyó un modelo simple de erosión para compensar el bajo factor de precipitación en la zona terminal [4], y se aplicó un modelo reservorio lineal [5] que contiene la morrena para calcular el caudal total a partir de la fusión y la precipitación líquida obtenida en el balance de masa de cada franja.

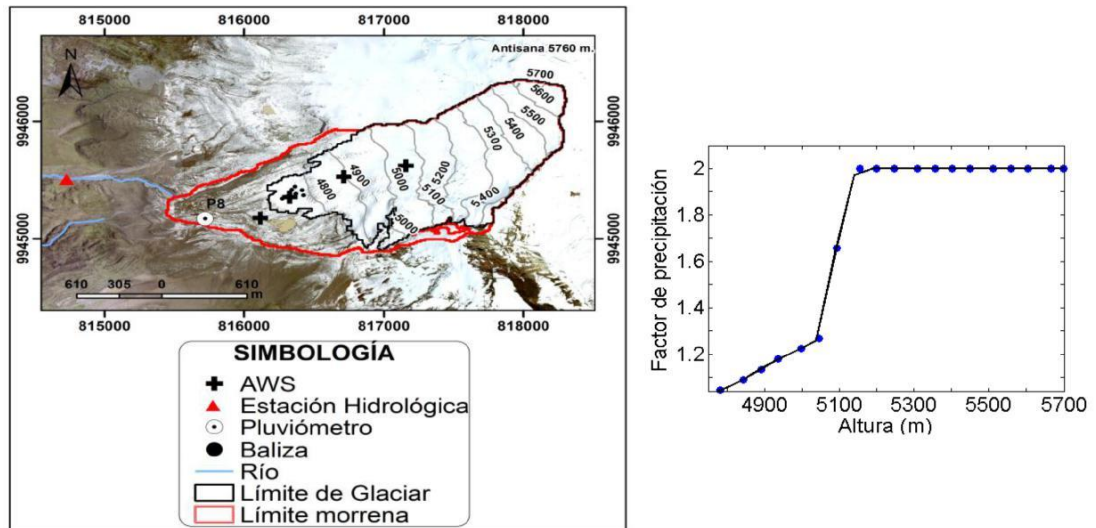


Figura 1: Sitio de estudio e instrumentación y factor de precipitación aplicado en el balance de masa y energía distribuido.

Resultados

El balance de masa simulado fue validado con el balance de masa calculado por Basantes R [6], se encontró que el modelo subestima ligeramente la ablación (7%, RMSE=620mmwe) hasta la altura de equilibrio (5150m). En adelante el modelo subestima 17% la acumulación (Figura 2). Se revisó la razón de fusión y sublimación diaria para cada región y los valores simulados son semejantes a los encontrados en otros glaciares tropicales a gran elevación [7]. Con lo que la incertidumbre en el balance de masa por encima de 5100m se asocia directamente a los procesos de acumulación.

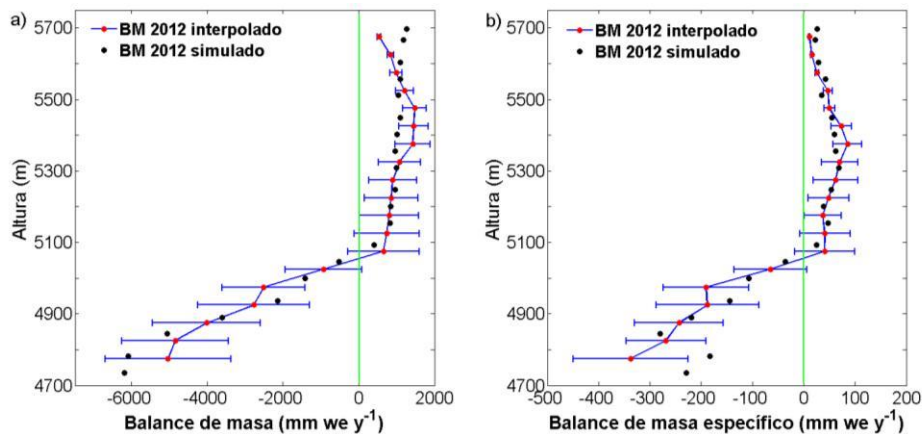


Figura 2: Balance de masa simulado tras aplicar el balance de energía distribuido y balance de masa interpolado a través de mediciones geodésicas. Las barras azules corresponden a la varianza calculada entre 2005 y 2012.

Luego de aplicar el modelo de reservorio se encontró que el caudal medio simulado () fue 3.5 veces el caudal observado en la estación limnigráfica Crespos (4550m) ubicada a 1500m del pie glaciar. La diferencia de magnitud indica que el caudal simulado es un caudal “potencial” que no toma en cuenta pérdidas asociadas al re congelamiento, e infiltración en el glaciar o la morrena.

A pesar de ello la simulación alcanzó a representar la variabilidad horaria ($r = 0.63$, $n=6420$, $p<0.0005$ con) y diaria ($r = 0.56$, $n=255$, $p<0.001$ con) del caudal observado. Los aportes de los reservorios al caudal simulado fueron: reservorio morrena 4%, reservorio hielo en la zona de ablación 90%, reservorio neviza 4% y reservorio nieve en la cumbre 2%.

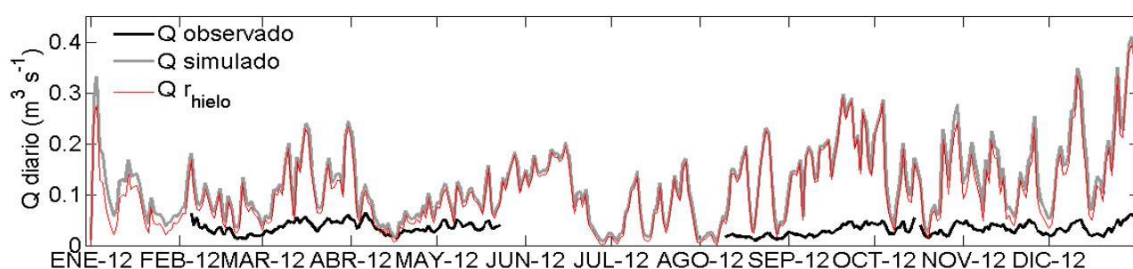


Figura 3: Comparación entre caudal simulado (línea gris) y observado (línea negra), el caudal de la zona de ablación (línea roja) aporte con el 90% del caudal total.

Debido al alto aporte de la zona de ablación al caudal total, este resultado permitió correlacionar los flujos de energía en esta zona y el caudal mensual simulado ($r = 0.68$, $n=12$ $p=0.014$ con). Debido a altas temperaturas () y alta radiación absorbida () provocada por la baja cantidad de nieve acaecida. Diciembre presenta condiciones con máxima energía disponible (), mismas que favorecieron la fusión () y el máximo de descarga mensual ($Q=0.21$).

La mínima radiación absorbida () debido a la alta cantidad de nieve acaecida en abril y la baja velocidad de viento() provocó que la energía disponible sea mínima (35) y consecuentemente se tenga el mínimo de descarga ($Q=0.067$).

Conclusiones

El modelo subestima ligeramente (7%) la ablación total hasta 5100m, y necesita correcciones en la zona de acumulación principalmente por la incertidumbre en la precipitación. El caudal simulado medio fue 3.5 veces el observado, por lo que debe tomarse como un caudal potencial resultado de la influencia meteorológica sobre el glaciar. A pesar de ello éste caudal mantuvo buena correlación con el observado ($r = 0.56$, $p<0.001$ con). Por tanto el modelo resulta útil como herramienta de análisis para relacionar la variabilidad meteorológica y su impacto

en los ciclos de fusión. Tras inspeccionar los flujos energéticos y la descarga mensual se reconoce que los meses de alta descarga se relacionan a altas cantidades de radiación solar y temperatura del aire mayor. Mientras que los meses de julio y agosto presentan baja fusión debido a fuerte sublimación producida por altas velocidades de viento y baja radiación absorbida debido a la caída de nieve que mantienen el albedo glaciar con valores altos.

Los flujos de energía calculados a 4750 son similares a los reportados en [2] para el glaciar 15, especialmente entre junio y septiembre; la energía disponible en abril fue baja debido a la alta cantidad de precipitación registrada en ese mes. La persistente precipitación durante todo el año impide especificar el análisis por período seco y húmedo a diferencia de los glaciares tropicales externos.

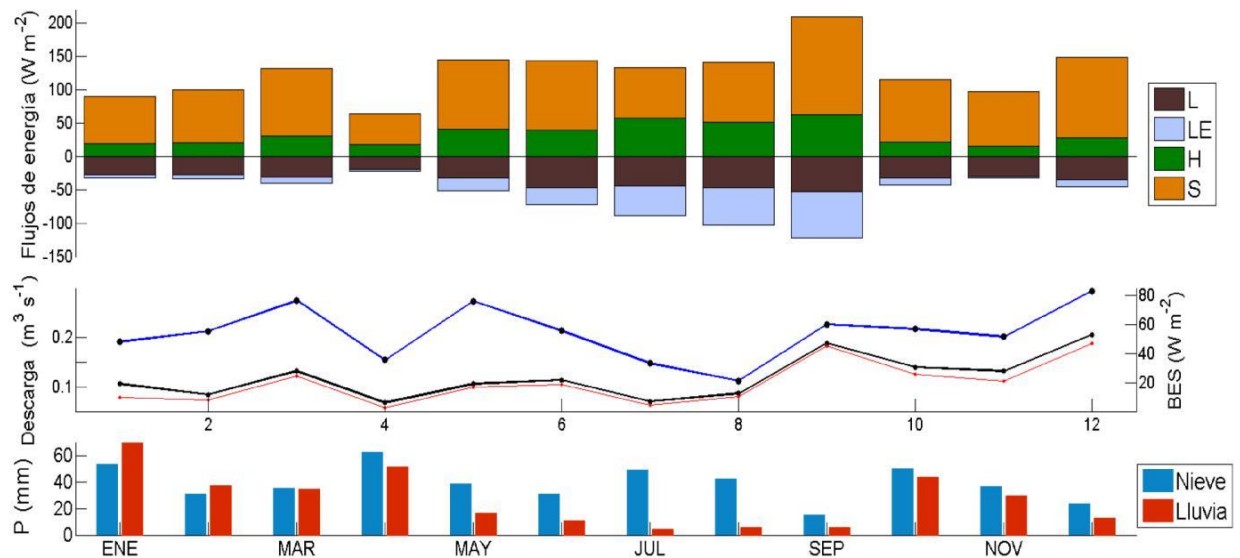


Figura 4: Comparación mensual para 2012 de: flujos de energía (parte superior), energía disponible (línea azul), caudal total simulado (línea negra), caudal simulado en la zona de ablación (línea roja) y nieve (barras azules) y lluvia (barras rojas). Los flujos de energía, BES y precipitación mostrada fueron calculados a 4750m.

El caudal simulado debe ser tomado como un caudal potencial que fluye a través de un glaciar impermeable y sin grietas, y se podría aplicar un módulo de recongelamiento que permita tomar en cuenta este proceso en la zona de acumulación. Para tomar en cuenta la evapotranspiración desde el pie glaciar hasta la morrena es posible implementar una aproximación para bajar la diferencia de magnitud del caudal simulado. Finalmente debido a la complejidad de los materiales presentes en la morrena y falta de estudios hidro geológicos en la zona, no es posible establecer con precisión la infiltración subterránea del caudal simulado y solamente nos hemos limitado a presentar el caudal producto de las variaciones meteorológicas.

Referencias

- [8] Villacís M. (2008), **Ressources en eau glaciaire dans les Andes d'Equateur en relation avec les variations du climat : Le cas du volcan Antisana**, PhD Thesis, Univ. Montpellier II, Montpellier, France, 231pp
- [13] Favier V, P. Wagnon, J. P. Chazarin, L. Maisincho, and A. Coudrain (2004), **One-year measurements of surface at budget on the ablation zone of Antizana Glacier 15, Ecuadorian Andes**, J. Geophys. Res., 109, D18105
- [3] Maisincho L. (2015), **Analyse de la fonte glaciaire et nivale dans les Andes tropicales à partir d'un bilan d'énergie: Glacier de l'Antisana, Equateur (0°28'S)**, PhD Thesis, Univ. Grenoble Alpes, Grenoble, France, 197pp.
- [4] Favier, V., C. Agosta, C. Genthon, L. Arnaud, A. Trouvillez, and H. Gallée (2011), **Modeling the mass and surface heat budgets in a coastal blue ice area of Adelie Land, Antarctica**, J. Geophys. Res., 116, F03017.
- [5] Hock R. & Noetzli C. (1997), **Areal melt and discharge modelling of Storglaciaren Sweden**, Annals of Glaciology 24th International Glaciological Society.
- [6] Basantes R. , Rabatel A. , Francou B. , Vincent F., Maisincho L., Cáceres B., Galárraga R., and Alvarez D.(2015), **Slight mass loss revealed by reanalyzing glacier mass-balance observations on glaciars antisana 15 (inner tropics) during the 1995-2012 period**. Journal of Glaciology, 62:124–136, 2 2016. ISSN 1727-5652. doi: 10.1017/jog.2016.17.
- [7] Sicart, J. E., R. Hock, P. Ribstein, M. Litt, and E. Ramirez (2011), **Analysis of seasonal variations in mass balance and meltwater discharge of the tropical Zongo Glacier by application of a distributed energy balance model**, J. Geophys. Res., 116, D13105, doi: 10.1029/2010JD015105.

Evaluación de intensidades de diseño influenciadas por oscilaciones decadales de precipitación en la Cuenca del Río Paute

Guerrero Coronel Félix Rigoberto*, Serpa Bojorque José David, Mora Serrano Diego Esteban

Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería, Av. 12 de abril y Agustín Cueva, Cod. Postal: 010103, Cuenca, Ecuador. rigoberto.guerrero94@ucuenca.ec

Palabras Claves: intensidad de diseño, precipitación, cambio climático, variabilidad, Oscilaciones Decadales.

Resumen

Las intensidades de precipitación a nivel global registran anomalías positivas y negativas a larga escala temporal, en parte debido al cambio climático. El Ecuador, específicamente en la Cuenca del Río Paute posee alta variabilidad espacial y temporal en sus regímenes de precipitación. Dicha variabilidad ocasiona oscilaciones decadales, las cuales presentan periodos en los que se distinguen: periodo húmedo, seco, de tendencia creciente y decreciente en los niveles de precipitación. La identificación de estos periodos en la oscilación del registro completo de la serie histórica de precipitación permite el cálculo de sus correspondientes intensidades de diseño. Además, con los registros comprendidos en el periodo de estudio se obtienen las ecuaciones de las curvas IDF que permiten establecer la marcada diferencia en las intensidades de diseño. Las intensidades para periodos húmedos son mayores a las de periodos secos. Esto permite afinar los cálculos de diseño para obras hidráulicas.

Introducción

Cambio climático y variabilidad climática

El cambio y la variabilidad climática reflejan cada día más alteraciones al ecosistema, y no cabe duda de que en un futuro la magnitud de estas afecciones incrementa. Según [1], el cambio climático se define como una modificación del clima, duradera y significativa con respecto a un historial climático, tanto a escala regional como global y sobre variados parámetros meteorológicos. Por otro lado, la variabilidad climática consiste en aquellos cambios sobre el clima, que dependen de condiciones atmosféricas extremas que exceden en mucho a los promedios estándares [2]. El análisis de cambio climático proyecta incrementos en la precipitación [3]. Según [4], en los Andes ecuatorianos se espera un aumento de las precipitaciones de alrededor de 7,5 a 10%, junto con un aumento de temperatura de alrededor de 3 °C.

Variabilidad climática en la zona de estudio

La variabilidad espacial de la precipitación en la cuenca del río Paute ha sido analizada relacionando la variación en precipitación y temperatura con la elevación [5]. Debido a los anteriores parámetros y a la variada orientación, la cuenca está caracterizada en función de su estacionalidad, diferenciando dos regímenes de precipitación: un unimodal (UM) y un bimodal (BM) [6], [7]. Por otro lado, la variación histórica de precipitación en la cuenca del Paute es alta en intensidad y duración debido a su amplio gradiente altitudinal (4250 a 550 m s.n.m) [5]. El análisis de la información pluviométrica de un periodo de 30 años, muestra que existen correlaciones positivas y negativas con los

principales regímenes hidrológicos que influyen en la cuenca. Lo cual significa que existen altas anomalías en la precipitación durante periodos de tiempo considerables [5].

Estas anomalías en la precipitación influyen directamente en su intensidad, la cual afecta directamente a la tasa de infiltración [8]. Por lo tanto, también tiene efecto en la escorrentía y su tiempo de ocurrencia

Además, las subestimaciones que se produzcan en el cálculo de intensidades de diseño provocan errores en el diseño de estructuras hidráulicas, produciéndose un sub dimensionamiento con respecto a posibles inundaciones o escorrentías extremas [10]. El aumento en magnitud de las intensidades de precipitación puede ser indicador de una disminución de frecuencia en estos eventos, lo cual afecta el diseño de sistemas de riego [11]. Debido a la variabilidad temporal de la precipitación se pueden tomar datos irreales para el diseño en cuestión. Por estos motivos, el objetivo de este estudio es establecer la existencia de variación temporal en las intensidades de precipitación durante periodos húmedos, secos, crecientes y decrecientes. Periodos que, de poder ser determinados de manera precisa, se tomarían en cuenta para la correcta determinación de intensidades de diseño para estructuras hidráulicas y proyectos de irrigación.

Materiales y Metodología

Área de estudio y base de datos

Este estudio se centra en la cuenca del río Paute, ubicada en la depresión interandina que separa la Cordillera Real Occidental y el sur del Ecuador. Tiene una superficie de 5066 km² y un rango de elevaciones que va desde los 550 a los 4250 m s.n.m. Se utilizaron registros pluviométricos diarios de 8 estaciones correspondientes a la cuenca del río Paute (Imagen 1). Los cuales datan desde el año 1964 hasta el año 1993. Los datos no registrados se completaron mediante el método de Quantile Gap Filling [12].

Por otro lado, según los gráficos de oscilaciones decadales de precipitación de [5], se eligieron estaciones con presencia de anomalías significativas. Así mismo, las estaciones son representativas de cada régimen de precipitación a lo largo de la cuenca: TSA, Brazil (TSA), Enso (DARWIN) y Enso (3-4).

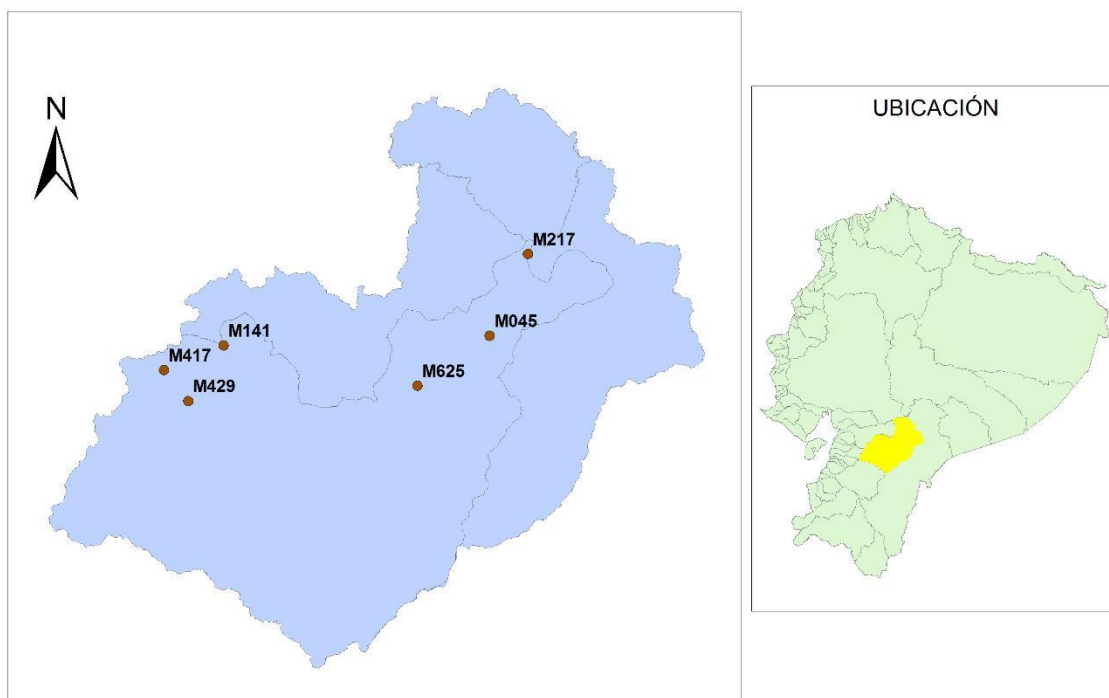


Imagen 1: Cuenca del Río Paute y estaciones con georreferenciación disponible

Intensidades de diseño

Para determinar la intensidad de precipitación de diseño se seleccionaron periodos de registros en intervalos de tiempo representativo, basado en oscilaciones decadales, entre 9 y 11 años. Se tomaron en cuenta las siguientes características: a) periodos húmedos y secos, b) periodos de precipitación creciente y decreciente.

Para el cálculo de periodos de retorno se utilizó la distribución de Valores Extremos Tipo I [13]. Las intensidades de diseño fueron obtenidas mediante el método propuesto por [14] (Ecuación 1), para un periodo de retorno de 50 años.

$$I = \frac{[1]}{[n]} \quad \text{Ecuación 1}$$

Los valores de intensidades a ser comparados corresponden una duración de una hora, típica de un evento para la Cuenca del Río Paute [15].

Curvas de Intensidad Duración y Frecuencia

El método de [16], utiliza un modelo de regresión lineal que extrapola la ecuación generada a zonas que carezcan de registros pluviométricos y que se encuentren relativamente cerca [17]. Se relacionan simultáneamente tres variables que son: la intensidad I , el periodo de retorno T y la duración t del evento mediante la Ecuación 2.

$$I = \frac{K}{T^m} \cdot t^n \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde K , m y n son parámetros de ajuste, hallados mediante regresiones. Finalmente, para hallar la intensidad, se reemplazan los valores $T = 50$ años y $t = 1$ h.

Resultados y discusión

Las oscilaciones presentes en las estaciones elegidas permiten distinguir al menos dos de los cuatro periodos (Figura 1). Se describen los resultados correspondientes a las oscilaciones de la estación M217 (Figuras 1). La intensidad de diseño obtenida con todos los datos de la estación ($38,25 \text{ mm.hr}^{-1}$) tiene un valor intermedio con respecto al del período seco ($36,64 \text{ mm.hr}^{-1}$) y húmedo ($41,65 \text{ mm.hr}^{-1}$). Pues

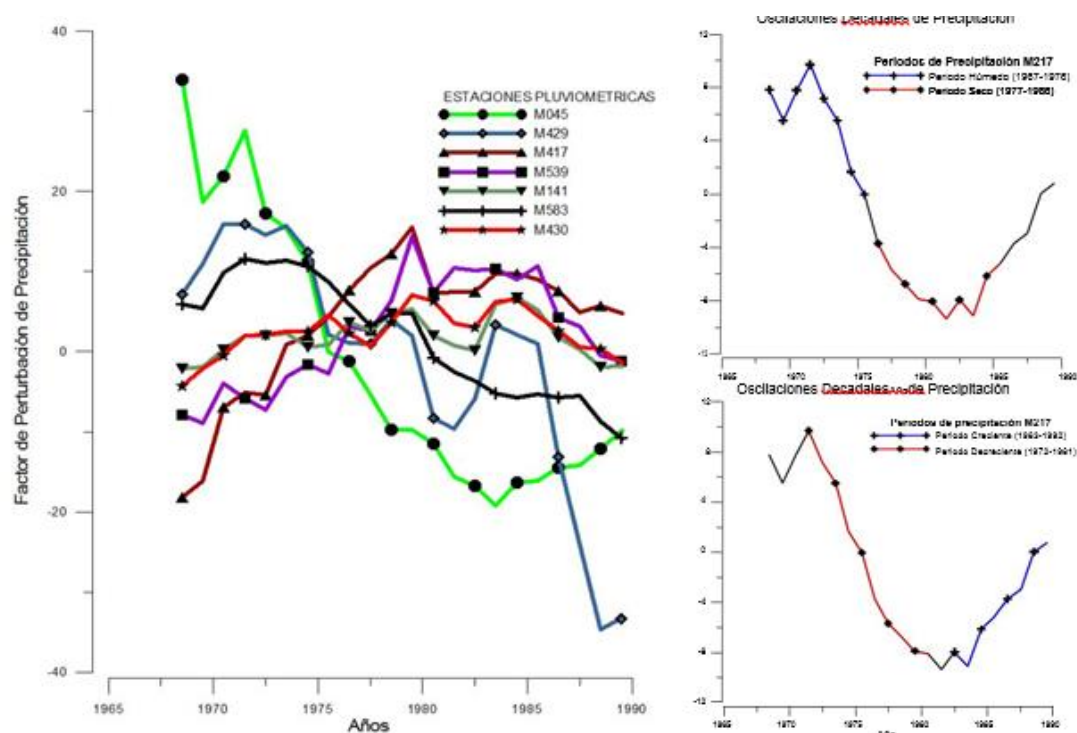


Figura 1: Oscilaciones decadales de precipitación de las estaciones seleccionadas

la serie completa se ve influenciada por niveles de precipitación pertenecientes a todos los periodos de estudio.

Intensidades de diseño para períodos secos y húmedos

Según la Figura 1, el periodo seco transcurre entre 1977 y 1986, y el húmedo desde 1967 a 1976. Las magnitudes de intensidades para periodos secos son inferiores a las de todos los periodos, pues presentan las menores profundidades de precipitación anual. En contraste, las intensidades de periodos húmedos son las mayores.

La diferencia entre el periodo húmedo y seco depende de la amplitud de oscilación que presente la estación. Pues si la oscilación no presenta mayor variabilidad, los valores de las intensidades no difieren considerablemente. La diferencia entre intensidades de periodos secos, húmedos, crecientes y decrecientes se ve reflejado en las curvas IDF (Figura2).

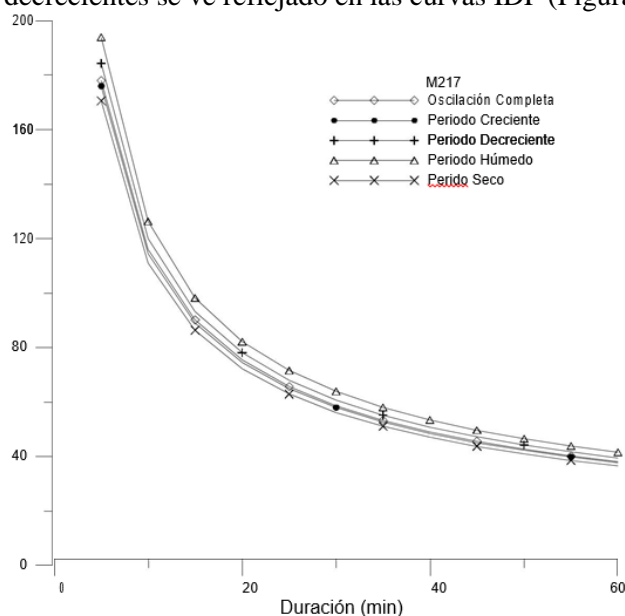


Figura 2: Curvas IDF estación M217

Intensidades de diseño para períodos crecientes y decrecientes

La intensidad obtenida para el periodo creciente es $37,79 \text{ mm.hr}^{-1}$ mientras que para el periodo decreciente es $39,58 \text{ mm.hr}^{-1}$. Esta diferencia se debe a que la oscilación, en el periodo creciente, permanece más tiempo en el rango seco. En contraste, la intensidad del periodo decreciente está influenciada por oscilaciones dentro del periodo seco y húmedo (Figura 1), lo que hace que el valor de la intensidad aumente, con relación a la otra. También puede ocurrir que la intensidad del periodo creciente sea mayor a la del periodo decreciente, como se observa en la estación M417 (Tabla 1). Todo esto depende de que la amplitud de la oscilación predomina en los rangos húmedos o secos.

Tabla 1: Intensidades de diseño de las estaciones seleccionadas para diferentes periodos.

Estación	Intensidad de cada serie (mm/hr)								
	Completa	Húmedo	Periodo (año)	Seco	Periodo (año)	Creciente	Periodo (año)	Decreciente	Periodo (año)
M429	15,21	16,94	67-77	10,79	78-88	-	-	16,01	75-85
M625	23,57	24,51	69-78	22,57	83-92	-	-	-	-
M430	21,43	21,17	80-89	18,23	70-79	-	-	-	-
M141	21,54	21,63	80-88	17,50	71-79	-	-	-	-
M045	33,87	40,09	64-74	30,35	80-90	32,05	82-92	33,81	74-84
M217	38,48	42,08	67-76	36,87	77-86	37,84	83-92	39,93	72-81
M417	23,67	29,12	76-86	20,05	68-78	29,07	69-79	19,28	80-90
M539	18,18	18,23	78-88	15,67	65-75	16,91	74-84	-	-

Conclusiones

La magnitud de las intensidades de diseño varía según el periodo de tiempo que se analiza, debido a que en un registro histórico de precipitaciones existen anomalías extremas. Estas causan oscilaciones las cuales determinan aumento o disminución en la profundidad de lluvia de un evento a lo largo del tiempo. El valor más alto de la intensidad de diseño corresponde al periodo húmedo, el más bajo a la del periodo seco. Intermedio a estos dos se encuentra la intensidad de la serie completa y los periodos creciente y decreciente intermedio a los anteriores. La magnitud de la intensidad de los diferentes periodos es determinada por evolución de la profundidad de precipitación, pues puede aumentar o disminuir en el tiempo. Las curvas IDF correspondientes a cada estación permiten establecer fácilmente estas diferencias. En ellas se observa la diferencia entre las magnitudes de periodo seco y húmedo. La determinación intensidades de diseño que correspondan al periodo de tiempo en el que se encuentra la oscilación decadal mejorará la precisión en el diseño de obras hidráulicas. Se recomienda un análisis con registros más extensos.

Referencias

- [1]Serrano Vicenti, Sheila, y otros. «ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS METEOROLÓGICOS MENSUALES Y DIARIOS PARA LA DETERMINACIÓN DE VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN EL DISTRIO METROPOLITANO DE QUITO.» *LA GRANJA Revista de Ciencias de la Vida* (2012) 23-47.
- [2]IPPC. *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores)]*. Ginebra, Suiza: IPPC (2007) Vol.104.
- [3]Mora, Diego Esteban, Lenin Campozano, F Cisneros, G Wyseure, y P Willems. «Climate changes of hydrometeorological and hydrological extremes in the Paute basin, Ecuadorean Andes.» *Hydrology and Earth System Sciences* (2014) 633.

- [4]Buytaert, W, M Vuille, A Dewulf, R Urrutia, A Karmalkar, y R Céleri. «Uncertainties in climate change projections and regional downscaling: implications for water resources management.» *Hydrology and Earth System Sciences Discussions* (Copernicus Publications) 7 (2010)1821-1848.
- [5]Mora, Diego Esteban y Patrick Willems. «Decadal oscillations in rainfall and air temperature in th Paute River Basin-Southern Andes of Ecuador.» *Theoretical and Applied Climatology* 91.1-4 (2012) 267-280.
- [6]Mora, Diego Esteban, Felipe Cisneros, Guido Wyseure , y Patrick Willems. «Climate changes of hydrometeorological and hydrological extremes in the Paute basin, Ecuadorean Andes.» *HYDROLOGY AND EARTH SYSTEM SCIENCES DISCUSSIONS* (2013) 631, 648.
- [7]Celleri, Rolando, Patrick Willems, y Jan Feyen. «Space-time rainfall variability in the Paute Basin, Ecuadorian Andes.» *HYDROLOGICAL PROCESSES* 21, n° 3316-3327 (2007) 3316, 3327.
- [8]Dunne, Thomas, Brian F Aubry, y Weihua Zhang. «Effects of Rainfall, Vegetation, and Microtopography on Infiltration and Runoff.» *Water Resources Research* (1991) 2271-2285.
- [9]Singh, V P. «Effect of Spatial and Temporal Varibility in Rainfall and Watershed Characteristics on Stream Flow Hydrograph.» *Hydrological Processes* (1997) 1649-1669.
- [10]Krajewski, Witold F, Ventakataraman Lanshmi, y Konstantine P Georgakakos. «A Monte Carlo Study of Rainfall Sampling Effect on a Distributed Catchment Model.» *Water Resources Research* (1991) 119-128.
- [11]Piao, Shilong, y otros. «The impact of climate change on waer resources and agriculture in China.» *Nature* 467, n° 9364 (2010) 43-51.
- [12]Mora , Diego Esteban, E Wyseure, y P Willems. «GAP FILLING BASED ON A QUANTILE PERTURBATION FACTOR.» *11th International Conference on Hydroinformatics*. New York City (2014).
- [13]Gumbel, E J. «The return period of flood flows.» En *The Annals of Mathematical Statistics*, de E J Gumbel, 163-190. Illinois (1941).
- [14]Chow, Ven Te, David R Maidment, y Larry W Mays. *Hidrología Aplicada*. Bogotá: McGRAW-HILL (1994).
- [15]Estrella, Rafael, y Vladimiro Tobar. «Lluvias intensas en el cantón Cuenca.» Cuenca, 2006.
- [16]Aparicio, F. *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. Balderas: México (1979).
- [17]Pizarro T, Roberto, Juan Pablo Flores V, Claudia Sangüesa P, y Enzo Martínez A.
 «Determinación de valores probabilísticos para variables hidrológicas.» En *Instructivo n° , 78*. Chile: Corporación Nacional Forestal (CONAF) (1986).

Análisis del balance hídrico a nivel de parcela en una ladera con cobertura de páramo en la cuenca del Río Cumbe

Morales, Oscar 1* Iñiguez, Vicente 1,2,3 Cisneros, Felipe 1

1 Programa para el Manejo del Agua y el Suelo (PROMAS -Universidad de Cuenca), Universidad de Cuenca, Av. 12 de Abril S/N, Cuenca, Ecuador.

2 Department of Hydrology and Hydraulic Engineering, Earth System Sciences Group, Vrije Universiteit Brussel (VUB), Brussels, Belgium.

3 Department of Earth and Environmental Science, KU Leuven, Leuven, Belgium. patrickm_2786@hotmail.com

Páramo, respuesta hidrológica, hidrología de páramo, parcela investigativa.

Resumen

En Ecuador, el páramo ocupa el 10% de la superficie y gracias a él la región mantiene durante todo el año la disponibilidad de agua para los diferentes usos. Sin embargo, debido a procesos antrópicos, la región está bajo una amenaza progresiva, es así que actualmente ya existe una gran pérdida de estas áreas, normalmente producto del desconocimiento de la importancia de este ecosistema en los procesos hidrológicos.

El objetivo de esta investigación fue construir y monitorear en detalle una parcela experimental en una zona de páramo, para verificar la respuesta hidrológica de las laderas con cobertura típica de este ecosistema, así como su contribución al balance hídrico, para ello se ha medido parámetros hidrometeorológicos y del suelo, haciendo uso de equipos automáticos. De los resultados obtenidos se pudo encontrar que la evapotranspiración real a escala de parcela representa el 26% en el balance hídrico, además de que se logró incrementar el conocimiento en cuanto a los tipos de flujo que se producen en las laderas de páramo y cuál es su contribución al balance, demostrando de esta manera su importancia vital en el ciclo hidrológico en las zonas andinas.

Introducción

La región de los Andes posee en su parte más alta una zona conocida como páramo, y es la que proporciona los servicios de agua a más de 100 millones de personas [1], [2]. En Ecuador, el páramo ocupa el 10% de la superficie y debido a su inmensa capacidad de almacenamiento la región mantiene durante todo el año la disponibilidad de agua para usos domésticos, industriales y ambientales [3].

Con el crecimiento poblacional, la región está bajo amenaza progresiva y ya la pérdida anual en el área del páramo se estima en un 0.1 a 0.3 por ciento [4]. Lo anterior se debe en gran parte al hecho de que las propiedades del ecosistema de páramo son todavía poco conocidas, sus funciones ecológicas no están bien documentadas y la información sobre meteorología e hidrología es casi inexistente, sin contar el hecho de que la literatura científica sobre estas zonas es considerablemente escasa [3].

Es así que, el objetivo de esta investigación es construir, equipar y monitorear en detalle una parcela experimental para verificar la respuesta hidrológica de las laderas con cobertura típica de páramo y analizar cuál es su contribución al balance hídrico.

Métodos

Ubicación

La parcela experimental está ubicada en la cabecera de la cuenca del Río Cumbe a una altura promedio de 3420 m s.n.m., ([Figura 1](#)), esto dado que en esa zona la Junta de Agua Potable de Cumbe tiene una extensión considerable de terreno que en la actualidad es utilizada como área de protección de las fuentes de abastecimiento y están interesados en tener herramientas que puedan contribuir a la gestión adecuada del páramo.

Esta parcela presenta una cobertura vegetal propia del páramo (predominantemente pajonal) en donde la influencia humana en el área seleccionada es mínima.

El área de la parcela seleccionada es de 70 m² y presenta una pendiente constante de 60° aproximadamente, esta pendiente es representativa de las laderas de páramo[5].

La parcela fue seleccionada considerando los siguientes criterios:

- Disponibilidad de área para la instalación de la instrumentación y accesibilidad.
- Representatividad geográfica (de las laderas de páramo).
- Representatividad de la cubierta vegetal de la zona de páramo.
- Homogeneidad del perfil del suelo a escala de parcela.
- Presencia de una sola pendiente para ubicar los recolectores de los flujos superficial y subsuperficial en la parte más baja de la parcela.
- Topografía adecuada para aislarla y evitar ingresos de agua no deseados.

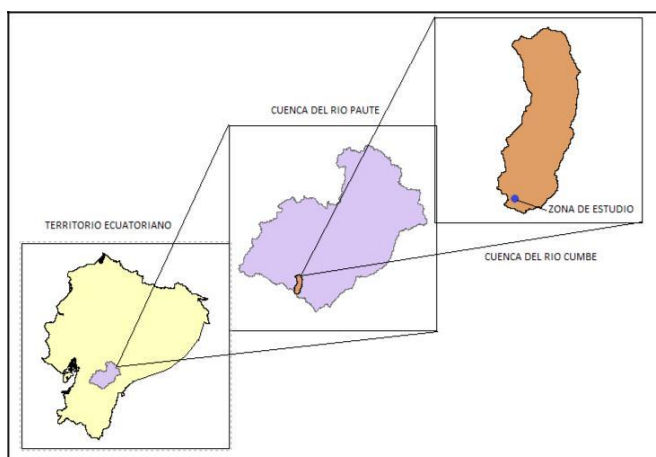


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio

Monitoreo

La parcela fue construida, equipada y monitoreada intensivamente desde diciembre de 2016, y de donde se ha seleccionado un periodo húmedo comprendido entre el 12 de mayo al 08 de junio de 2017.

En la parcela se instaló equipos automáticos para monitorear con un intervalo de 30 minutos las variables de estado del balance hídrico de la zona de estudio, a excepción de la precipitación, la cual fue monitoreada con un pluviógrafo con resolución de 0.2 mm con valores instantáneos. El flujo superficial y el flujo sub-superficial se midieron en la parte inferior de la parcela, para lo cual se construyeron recolectores especiales, el flujo superficial fue medido en los primeros 10 cm del suelo y el flujo subsuperficial desde los 10 hasta los 70 cm, además la frecuencia de medición de estos valores fue cada 2 min. Las variables climáticas fueron monitoreadas con una estación meteorológica automática y el almacenamiento de agua del suelo a diferentes profundidades se determinó mediante mediciones puntuales usando sondas para determinación del contenido volumétrico de humedad (TDR por sus siglas en inglés).

Con los datos recopilados se ha calculado la Evapotranspiración de Referencia horaria (ET_o) utilizando el método de Penman Monteith de la FAO [6], esto con el fin de que luego puedan ser comparados con los resultados obtenidos para la evapotranspiración real obtenida del balance hídrico y así determinar el coeficiente de vegetación del pajonal. El balance hídrico en la parcela se estableció en base a la siguiente ecuación [7]:

En donde:

P: precipitación (mm),

ET: evapotranspiración real (mm),

Q_s: Flujo superficial (mm),

Q_{ss}: flujo subsuperficial

S₂: almacenamiento de agua en el suelo al final del periodo de análisis (mm),

S₁: Almacenamiento de agua al inicio del periodo de análisis (mm).

Con la finalidad de que la ecuación anterior sea aplicable se ha considerado las siguientes hipótesis:

- El aislamiento de la parcela es completo
- El material parental sobre el cual se encuentra el suelo orgánico es casi impermeable
- El cambio en el almacenamiento del agua en el suelo en el periodo de análisis es despreciable
- En todo el periodo de análisis la humedad del suelo permanece por sobre el punto de capacidad de campo

Resultados y discusión

La [Figura 2](#) muestra el contenido de humedad del suelo en el periodo de tiempo considerado, en donde se puede apreciar que en todo momento la misma se encuentra sobre el punto de capacidad de campo ($0.74 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$) y que además no existe un cambio apreciable en el contenido de humedad entre el tiempo inicial y final.

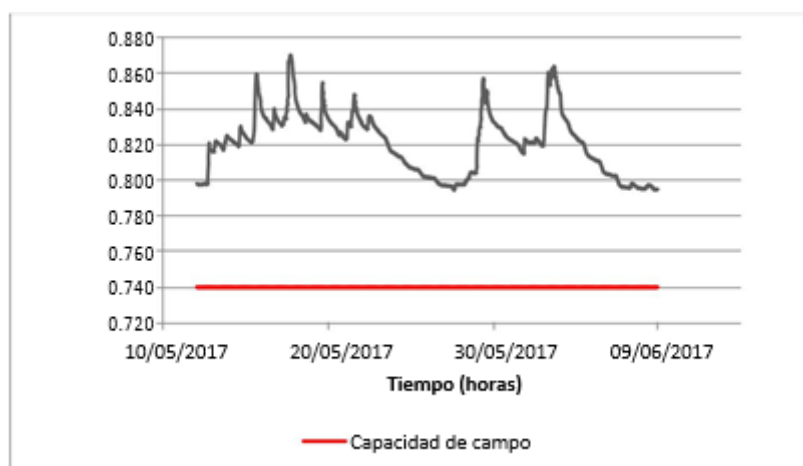


Figura 2. Contenido volumétrico de agua en el suelo en el periodo de análisis

La precipitación y el caudal de salida de la parcela en el periodo monitoreado se presentan en la Figura 3, como se puede observar la fluctuación de la precipitación en el páramo es muy baja mientras que el caudal presenta una mayor variabilidad existiendo incluso días en donde su valor es 0, esto se debe al hecho de que la escorrentía y flujo subsuperficial se producen solo bajo ciertas condiciones de humedad del suelo

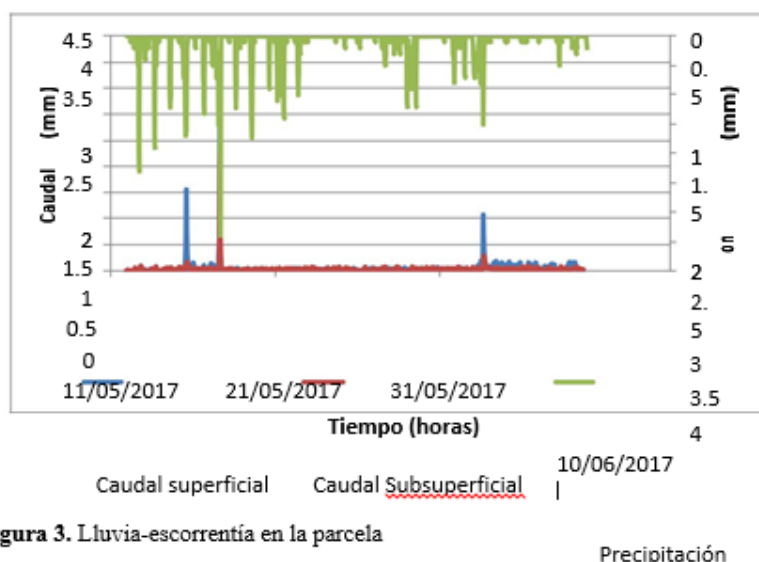


Figura 3. Lluvia-escorrentía en la parcela

La Figura 4 muestra los valores acumulados de la precipitación, caudal y evapotranspiración de referencia para la parcela.

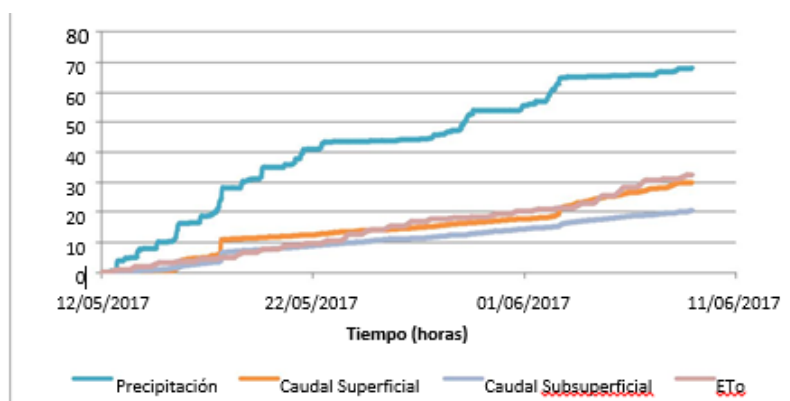


Figura 4. Volumen acumulado de precipitación, caudal de salida y evapotranspiración de referencia

Una vez que se ha aplicado la ecuación de balance hídrico se ha obtenido que el valor del coeficiente de vegetación del pajonal es de 0.5.

La Figura 5 muestra la variación horaria en el almacenamiento de agua en la parcela en el periodo de monitoreo, para ello se ha utilizado el coeficiente de vegetación calculado para cerrar el balance hídrico.

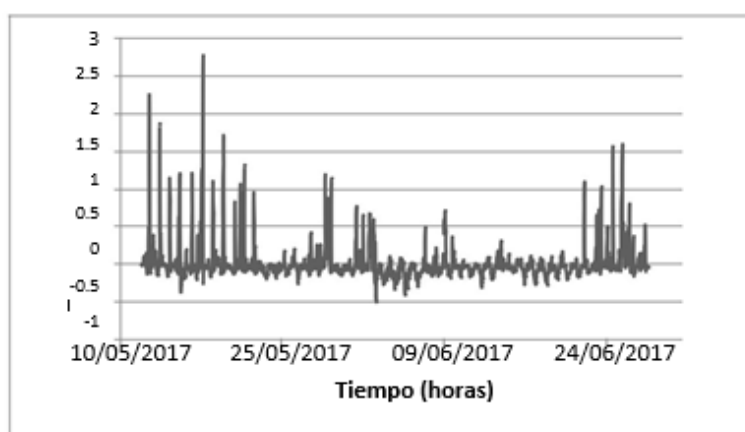


Figura 5 Variación del almacenamiento en la parcela

Conclusiones

El coeficiente de la vegetación natural (pajonal) es estimado en 0.54, el cual es un valor bastante realista de acuerdo a las características de la vegetación presente. Con estos resultados queda también demostrado que las hipótesis planteadas para la ecuación de balance se cumplieron.

La evapotranspiración real se ha establecido en un valor de 1.2 mm día⁻¹, lo que en términos del balance hídrico representa un 26% de la precipitación, mientras que el flujo superficial y sub-superficial se estima en un 44 y 30 % respectivamente.

La variación en el almacenamiento de agua en la parcela es baja, y en los valores de contenido de humedad del suelo se puede observar que dicha humedad está siempre por sobre la capacidad de campo, con lo cual queda confirmado la importancia de estos ecosistemas en el almacenamiento y suministro de agua.

Aunque el periodo de análisis es corto, esta deficiencia se ve compensada por mucho con la resolución de los datos levantados, resaltando la resolución de medición de los flujos (2 min), algo que hasta el momento no se lo ha realizado.

Agradecimientos

Los autores queremos agradecer al proyecto “Integrated Water Quality Management (IWQM)” del programa VLIR-IUC por su financiamiento en equipos para el desarrollo de este tema de investigación. Gracias a la Junta de Agua Potable de la parroquia Cumbe por permitir hacer uso de uno de sus terrenos en el área de páramo para la construcción y equipamiento de la parcela experimental, así como también su contribución con personal de campo para la fase de implementación y cuidado del equipamiento. Además un gracias al Programa para el Manejo del Agua y el Suelo (PROMAS) por su aporte en la logística, laboratorios para la obtención de resultados e información de base para el desarrollo de este trabajo.

Referencias

- [1] W. Buytaert, V. Iñiguez, R. Celleri, B. Bievre, G. Wyseure, y J. Deckers, «Analysis of the water balance of small páramo catchments in south Ecuador», *Environ. Role Wetl. Headwaters*, pp. 271–281, 2006.
- [2] R. Hosftede, P. Segarra, y P. Vásconez, *Los páramos del mundo: Su diversidad y sus habitantes*, Proyecto Atlas Mundial de los Páramos. Quito: UICN;Global Peatland Initiative;Ecociencia, 2003.
- [3] W. Buytaert, R. Celleri, B. De Bièvre, y F. Cisneros, «Hidrología del páramo andino: propiedades, importancia y vulnerabilidad», *Descargado Ftpftp Ciat Cgiar OrgHIDROLOGIADELPARAMO En Oct.*, 2010.
- [4] E. Terneus, K. Beltrán, y D. Salvador, «Ecoregional assessment Eastern Cordillera. Real oriental páramos and montane forests: freshwater component - executive summary.» Fundación AGUA, EcoCiencia, The Nature Conservancy., 2005.
- [5] B. F. Ochoa-Tocachi *et al.*, «Impacts of land use on the hydrological response of tropical Andean catchments: Ochoa-Tocachi *et al.* : Land Use Impacts on Tropical Andean Hydrology», *Hydrol. Process.*, vol. 30, n.º 22, pp. 4074-4089, oct. 2016.

- [6] R. G. Allen, L. S. Pereira, D. Raes, M. Smith, y others, «Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements -FAO Irrigation and drainage paper 56», *FAO Rome*, vol. 300, n.º 9, p. D05109, 1998.
- [7] A. A. Sokolov y T. G. Chapman, *Métodos de cálculo del balance hídrico: guía internacional de investigación y métodos*. Madrid: Inst. de Hidrología de España : Paris : UNESCO, 1981.

Determinación de cargas de contaminación en aliviaderos de la red de alcantarillado combinado de la ciudad de Cuenca - Ecuador

Montalvo, César A. 1 * Jerves, Rubén F. 1,2,3 Domínguez, Luis E. 4

1 PROMAS, Programa para el manejo del agua y del suelo, Universidad de Cuenca, Av. 12 de Abril y Av. Loja, Cuenca, Ecuador;

2 Laboratorio de Toxicología Ambiental y Ecología Acuática, Departamento de Ecología Aplicada y Biología Ambiental, Universidad de Gante, Bélgica;

3 BIOMATH, Departamento de Modelización Matemática, Estadística y Bioinformática, Universidad de Gante, Gante, Bélgica;

4 Centro de Agua y Desarrollo Sustentable, Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) Campus Gustavo Galindo, Km.30.5 Via Perimetral, POBox 09-01- 5863, Guayaquil, Ecuador Autor para correspondencia: cesarmontalvoc@hotmail.com

Palabras Claves: aliviaderos, alcantarillado combinado, aguas residuales.

Resumen

En este estudio se analizó la carga contaminante que aporta el desbordamiento del alcantarillado combinado (DAC) al río Tomebamba, dentro del área urbana de la ciudad de Cuenca – Ecuador durante los eventos extremos de precipitación. Se ha recabado información relativa a eventos de precipitación ocurridos entre febrero y mayo de 2017 en tres microcuencas urbanas que descargan el alcantarillado combinado en el río. Así también se dispone de los hidrogramas de caudal y parámetros de calidad de agua en las tres descargas que drenan las microcuencas mencionadas. Los parámetros evaluados son DBO 5 , DQO, turbidez y conductividad. Los resultados evidencian que el valor máximo de conductividad se produce siempre al inicio del DAC; los valores pico registrados están en el orden de 173 μ S/cm a 664 μ S/cm. La turbiedad y la DQO presentan sus máximos valores en las cercanías del punto máximo del hidrograma de descarga. Para la Turbiedad los picos están en el orden de 59 NTU a 378 NTU. La DQO presenta la más alta variabilidad, registrando valores entre 140mg/l a 1450mg/l. La DBO 5 presenta valores en el rango de 26mg/l a 528mg/l.

Introducción

La ciudad de Cuenca es drenada por una única red de alcantarillado combinado (RAC), en la que las aguas residuales se mezclan con el agua de escorrentía urbana en la temporada de lluvias. Durante los eventos extremos de lluvia la capacidad del sistema de alcantarillado es insuficiente para transportar todo el caudal hacia la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ucubamba (PTAR-U), por lo que la RAC dispone de estructuras (aliviaderos) que permiten el desbordamiento del alcantarillado combinado [1]. Lo anterior da lugar a que se realicen descargas sin ningún tratamiento hacia los ríos durante los eventos de precipitación de mediana y fuerte intensidad. A raíz de esto, los contaminantes son transportados al cuerpo receptor causando impactos en los ambientes acuáticos [2].

El objetivo de este artículo es caracterizar la calidad de agua en la descarga de tres de los aliviaderos de alcantarillado combinado que contribuye al caudal del río Tomebamba.

Una evaluación acertada permitirá definir estrategias para mitigar el efecto que tiene el aporte de los contaminantes en el cuerpo receptor [3].

Experimental

Los puntos de muestreo, en donde se determinó la calidad de agua se encuentra localizados en la margen derecha del río Tomebamba entre el puente de la Unidad Nacional y el puente del Centenario (Figura 1) en la ciudad de Cuenca - Ecuador. Los datos relativos a caudales se determinaron a través de la medición automática del nivel de agua en el canal de descarga hacia el río y la caracterización del flujo uniforme presentado en el tramo de aproximación a la descarga. El registro de calados se realizó cada minuto mediante un sensor de nivel conectado a una sonda ISCO 6712.

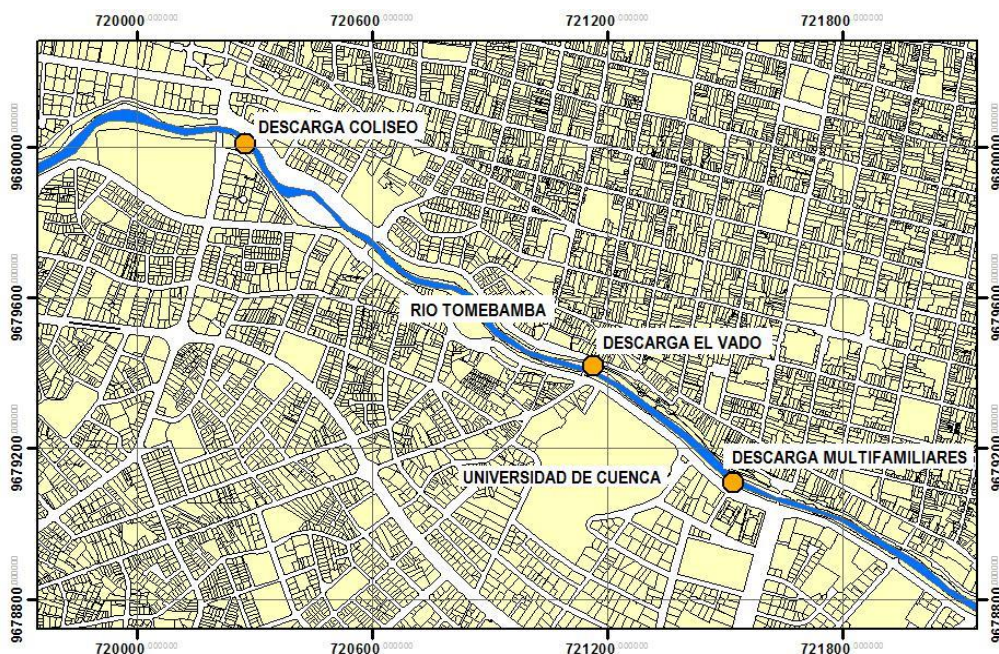


Figura 1. Ubicación de las descargas

Paralelamente al registro de caudales se realizó el muestreo para la determinación de los parámetros de calidad de agua. Para este propósito se tomaron muestras de agua a través del equipo automático ISCO 6712 con un intervalo de tiempo de tres minutos durante todo el proceso de escorrentía [1]. Las muestras se almacenan en la parte inferior de la ISCO, en 24 botellas plásticas de un litro de capacidad cada una. Posteriormente las muestras fueron sometidas a los respectivos análisis de laboratorio. Los parámetros de calidad de agua establecidos para la investigación fueron: DBO₅, DQO, turbidez y conductividad, los mismos que fueron evaluados mediante metodologías estandarizadas [1]. La conductividad se registró a través de la sonda multiparamétrica YSI-probe 600R, la cual fue previamente calibrada empleando una solución de cloruro de potasio (KCl). Para medir la turbiedad se empleó el turbidímetro Turb 555.

Las mediciones se llevaron a cabo entre febrero y mayo del 2017, los cuales son considerados meses representativos de la temporada húmeda. Analizando los resultados se evidencia que existen precipitaciones que no generan desbordamiento del alcantarillado o generan un desbordamiento leve. En tal caso el efecto de la dilución de los contaminantes es insignificante por lo cual no se considera un evento de DAC. En virtud de la magnitud de los caudales que resultan de las mediciones se ha escogido tres

eventos representativos para la determinación de la calidad del agua durante el DAC, en la descarga propuesta, Tabla 1.

Tabla 1: Eventos DAC analizados en la descarga Multifamiliares

Evento	Inicio	Fin	Q pico (l/s)
E1	08/04/2017 14:55	08/04/2017 15:25	51.7
E2	12/04/2017 17:08	12/04/2017 18:17	559.8
E3	20/04/2017 18:17	20/04/2017 19:26	38.7

Resultados y discusión

Los resultados muestran que para todos los eventos la conductividad presenta su máximo valor en los primeros minutos de la avenida. Los valores de esta variable oscilan en el rango de $173\mu\text{S}/\text{cm}$ a $664\mu\text{S}/\text{cm}$. Para los eventos E1, E2 y E3 (figuras 2, 3 y 4) los valores pico de conductividad fueron $256\mu\text{S}/\text{cm}$, $267\mu\text{S}/\text{cm}$ y $243\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivamente. Luego de esto disminuyeron ligeramente a medida que transcurrió el tiempo. Para el evento E3, se puede apreciar que este valor vuelve a incrementarse al final del DAC.

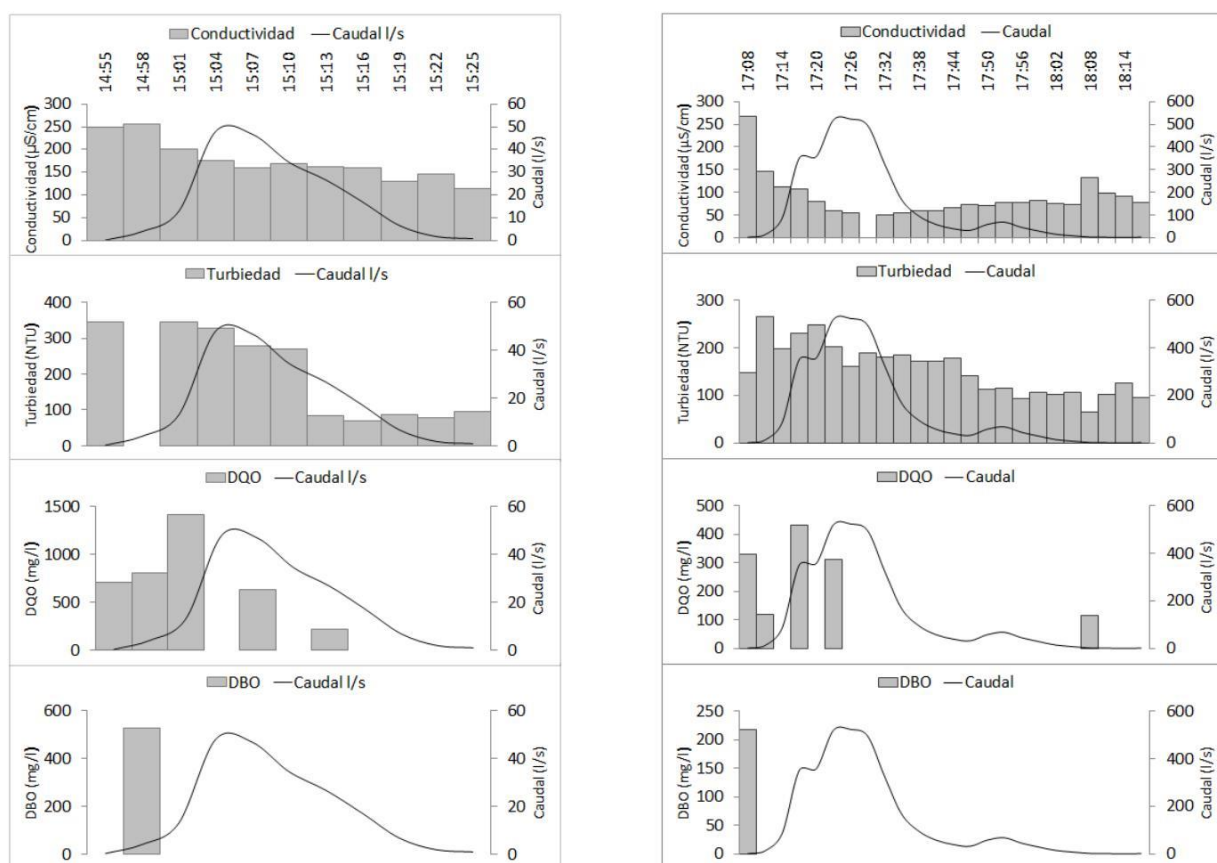


Figura 2. Resultados de conductividad, turbiedad, DQO y DBO_5 para el evento E1

Figura 3. Resultados de conductividad, turbiedad, DQO y DBO_5 para el evento E2

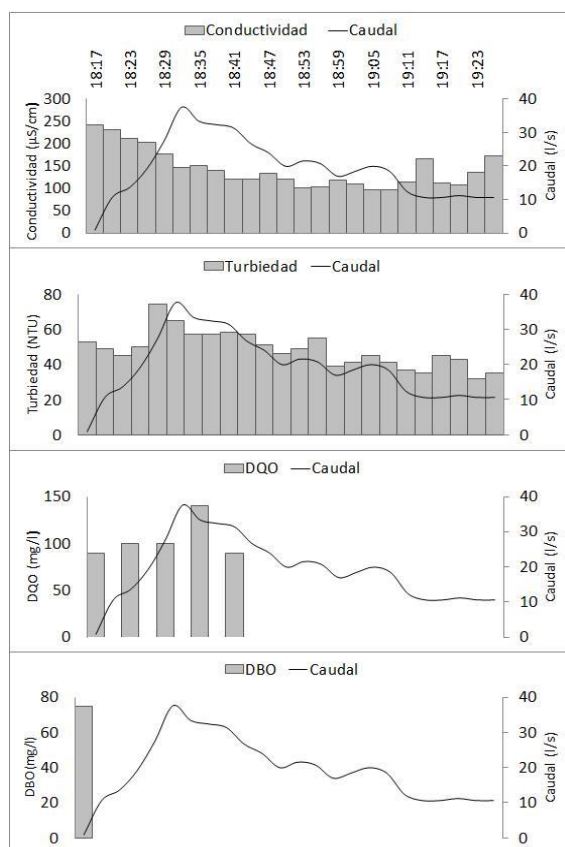
Se observa que pese a que el evento E2 registra caudales elevados (alrededor de diez veces más) respecto a los eventos E1 y E3, los valores pico de conductividad no presentan mayor diferencia. En tanto que la conductividad durante el punto de máximo caudal es mucho menor en el evento E2, debido a la gran dilución provocada por el agua proveniente de la escorrentía.

Respecto de la turbiedad, se observa que los valores pico están comprendidos entre los 59 a 378 NTU. Puntualmente para los eventos analizados los valores pico son: E1=345NTU, E2=265NTU y E3=74NTU. Según las figuras 2, 3 y 4 estos valores se presentan momentos antes (entre 3 a 15 minutos) de alcanzar el máximo caudal de descarga. Posterior a esto, los valores de turbiedad tienden a decrecer

Los valores máximos de DQO de entre todos los datos analizados están en el rango de 140mg/l a 1450mg/l. Los valores pico de DQO son 1410mg/l, 430mg/l y 140mg/l para los eventos E1, E2 y E3, respectivamente, valores que se presentan relativamente cerca del máximo caudal (fig. 2, 3 y 4).

Respecto de los valores de DBO₅, se realizó únicamente una medición por evento, la cual coincide con el instante del máximo valor de conductividad. Los resultados muestran valores de DBO₅ en el rango de 26mg/l a 528mg/l. Según se aprecia en las gráficas 2, 3 y 4 los valores máximos registrados para los eventos E1, E2 y E3 son 528mg/l, 218mg/l y 75mg/l respectivamente. Cabe señalar que en el periodo en el que se determinó la DQO, se midió al menos un valor de DBO₅ a fin de relacionar dichas mediciones.

La relación entre los valores de DBO₅/DQO registra un rango de 0.17 a 0.83 para la totalidad de las muestras analizadas. Específicamente para los tres eventos E1, E2 y E3 los valores de la relación son de 0.66, 0.66 y 0.83 respectivamente; estos últimos valores corresponden a vertidos de naturaleza urbana.



Conclusiones

La conductividad presenta su máximo valor en los minutos iniciales de la avenida. Esto se produce en todos los eventos analizados. Los valores pico de conductividad están en el orden de 173µS/cm a 664µS/cm.

La turbiedad y DQO presentan sus máximos valores en las cercanías del punto máximo del hidrograma de descarga. Para la Turbiedad los picos están en el orden de 59 a 378 NTU. La DQO presenta la más alta variabilidad, esta registra valores máximos entre 140mg/l a 1450mg/l. La DBO₅ presenta valores en el rango de 26mg/l a 528mg/l.

Los valores máximos de turbiedad se presentan entre 3 a 15 minutos antes de alcanzar el punto máximo del hidrograma. Luego de esto los valores presentan tendencia decreciente.

Los valores máximos de DQO registrados, se dan relativamente cerca del pico de caudal. **Figura 4.** Resultados de conductividad, turbiedad, DQO y DBO₅ para el evento E3.

Los valores de DBO₅ se registraron en el intervalo donde existe mayor conductividad, por lo que es posible que existan valores de DBO₅ mayores, especialmente en los intervalos donde la DQO es máxima.

Agradecimientos

Esta investigación se ejecutó en el marco del Programa VLIR-UOS UIC-Universidad de Cuenca y del proyecto VLIR Ecuador Biodiversity Network.

Referencias

J. Passerat, N. K. Ouattara, J.-M. Mouchel, Vincent Rocher, y P. Servais, «Impact of an intense combined sewer overflow event on the microbiological water quality of the Seine River», *Water Res.*, vol. 45, n.º 2, pp. 893-903, ene. 2011.

T. Hvitved-Jacobsen, «The impact of combined sewer overflows on the dissolved oxygen concentration of a river», *Water Res.*, vol. 16, n.º 7, pp. 1099–1105, 1982.

P. Weyrauch *et al.*, «Contribution of combined sewer overflows to trace contaminant loads in urban streams», *Water Res.*, vol. 44, n.º 15, pp. 4451-4462, ago. 2010.

J. Lau, D. Butler, y M. Schütze, «Is combined sewer overflow spill frequency/volume a good indicator of receiving water quality impact?», *Urban Water*, vol. 4, n.º 2, pp. 181–189, 2002.

J. Temprano y I. Tejero, «Detention Storage Volume for Combined Sewer Overflow into a River», *Environ. Technol.*, vol. 23, n.º 6, pp. 663-675, jun. 2002.

Estudio de la *Lantana camara* como material de empaque en sistemas de biofiltración

Eugenio 1 *, Verónica; Lara 1* , Cinthya; Reinoso 2 , Iván; Valencia 1 , Nathalia.

1 Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental (DICA), Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Ladrón de Guevara E11-253, 17012759, Quito, Ecuador.
veronica.eugenio@epn.edu.ec; cinthya.lara@epn.edu.ec

2 Departamento de Formación Básica (DFB), Escuela Politécnica Nacional, Ladrón de Guevara E11-253, 17012759, Quito, Ecuador.

Palabras Claves: Biofiltración, *Lantana camara*, Tratamiento de aguas residuales.

Resumen

El presente trabajo analiza el uso del residuo de poda de *Lantana camara* como material de empaque en sistemas de biofiltración, mediante la evaluación de porcentajes de remoción de DQO y nutrientes, en un reactor a escala laboratorio, utilizando agua residual sintética, operando bajo condiciones ambientales de la ciudad de Quito.

La evaluación se realiza en dos etapas: un monitoreo de 67 días para la identificación de la remoción de DQO, y de 154 días para la evaluación de remoción de nutrientes: nitrógeno amoniacal (NH_4^+), nitratos (N-NO_3^-), nitritos (N-NO_2^-) y ortofosfatos (PO_4^{3-}).

Los resultados muestran una remoción de DQO del 69% mientras que las eficiencias de remoción de NH_4^+ y N-NO_2^- son del 87% y 52% respectivamente, cumpliendo con la norma nacional de descarga de aguas residuales a un cuerpo de agua dulce para el parámetro normado, NH_4^+ .

Introducción

Los sistemas de biofiltración son una tecnología que ha venido utilizándose en países de la región debido a las ventajas que presentan frente a los sistemas tradicionales, adaptándose a las condiciones técnicas, económicas y sociales de las viviendas [1]. Estos sistemas requieren menor inversión para su implementación, operación y mantenimiento, a comparación de una planta convencional [2]. A su vez, se han convertido en una opción cada vez más utilizada por su versatilidad a la hora de escoger el medio filtrante [3]. Por esta razón la presente investigación se enfoca en determinar la eficiencia de un material altamente disponible en el país, como es el residuo de poda de *Lantana camara*, mismo que presenta características físicas similares al tabachín y jacaranda, materiales probados en investigaciones mexicanas con resultados favorables [4]. Se considera dicho material al ser una opción accesible económicamente y presentar características ideales detalladas en bibliografía como: i) alta porosidad (81.74%), evitando problemas de colmatación en el biofiltro [5] y ii) alto contenido de celulosa y lignina (27% y 65% respectivamente) [6], permitiendo una degradación más lenta del lecho [7].

Experimental

La primera fase de la experimentación comprende el acondicionamiento del material para ser utilizado como medio filtrante en un reactor a escala laboratorio. El

acondicionamiento consiste en el secado y triturado del material, alcanzando un 55% de humedad y 10 cm de tamaño promedio. Una vez preparado el material, se procede al empaque en la estructura de Tereftalato de Polietileno (PET) de 66 cm de altura y 8.15 cm de diámetro. El empaque como se muestra en la Figura 1 consiste de tres capas: [31] 10 cm de grava para brindar soporte al lecho, ii) 49 cm de material filtrante que permite el crecimiento de los microorganismos y iii) 5 cm de viruta de madera para la distribución uniforme del influente en el biofiltro.

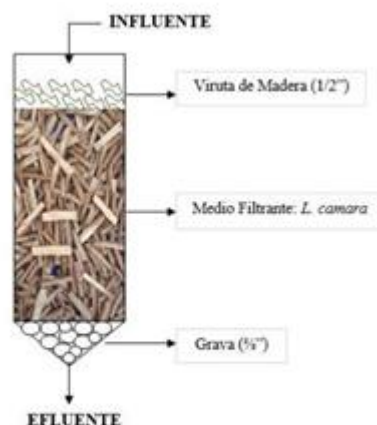


Figura 1. Empaque del biofiltro

Posteriormente, se determina el porcentaje de porosidad del biofiltro (71.4%) y tiempo de retención hidráulica (0.63 días) mediante pruebas de vaciado, metodología propuesta por Garzón (2003) [8], parámetros que se mantienen constantes durante toda la experimentación.

La alimentación del sistema de biofiltración se realiza con agua residual sintética a caudal constante de 2 mL/min, con una carga hidráulica de 0.55 m³/m².día. La composición del agua residual empleada se muestra en la Tabla 1, misma que fue adoptada del estudio realizado por Tenecota (2016) [9]. La caracterización del sustrato sintético empleado se muestra en la Tabla 2.

Tabla 1: Composición del agua residual sintética.

COMPONENTE	UNIDAD	CANTIDAD
Gelatina	mg/L	80
Almidón	mg/L	171
Leche en polvo	mg/L	102
Sulfato de magnesio	mg/L	3
Fosfato de sodio	mg/L	44.5
Sulfato de amonio	mg/L	74.2
Bicarbonato de sodio	mg/L	500
Azúcar	mg/L	28
Jabón de tocador	ml/L	0.34

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR PROMEDIO	N*	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE**
Temperatura	°C	17.72	24	Condición natural ± 3
pH	-	7.46	24	-
DQO	mg/L	332.91	11	200
DBO5	mg/L	240	3	100
N-Nitratos	mg/L	7.2	18	-
N-Nitritos	mg/L	0.026	20	-
N. Amoniacal	mg/L	18.48	20	30.0
Fosfatos	mg/L	41.7	20	-
Fósforo total	mg/L	89.01	20	10.0

*N: Número de mediciones realizadas, **Tabla 8: Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce del Anexo 1:

Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua, correspondiente al Libro VI del TULSMA, reformado mediante Acuerdo ministerial No.097-A.

El monitoreo se lleva a cabo en dos etapas: la primera etapa evalúa la capacidad del material para la remoción de DQO por un lapso de 67 días y la segunda etapa presenta la evaluación de remoción de nutrientes: nitrógeno amoniacal (NH_4^+), nitratos (N-NO_3^-), nitritos (N-NO_2^-) y ortofosfatos (PO_4^{3-}) durante 154 días. Los parámetros de monitoreo incluyen: pH y temperatura para determinar las condiciones de funcionamiento de los biofiltros. Los análisis se desarrollan en base al Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater [10].

Resultados y discusión

Los resultados como se muestra en la figura 2 indican que el biofiltro de *Lantana camara* presenta una eficiencia de remoción de DQO promedio del 69%. Adicionalmente, la investigación permite identificar una remoción máxima, alcanzada el día 11, con un valor del 94.9%.

Los días 43 y 57 se aprecia una disminución en la eficiencia de remoción de DQO asociado a problemas de operación, sin embargo días posteriores a los acontecimientos se presentan eficiencias mayores al 50%.

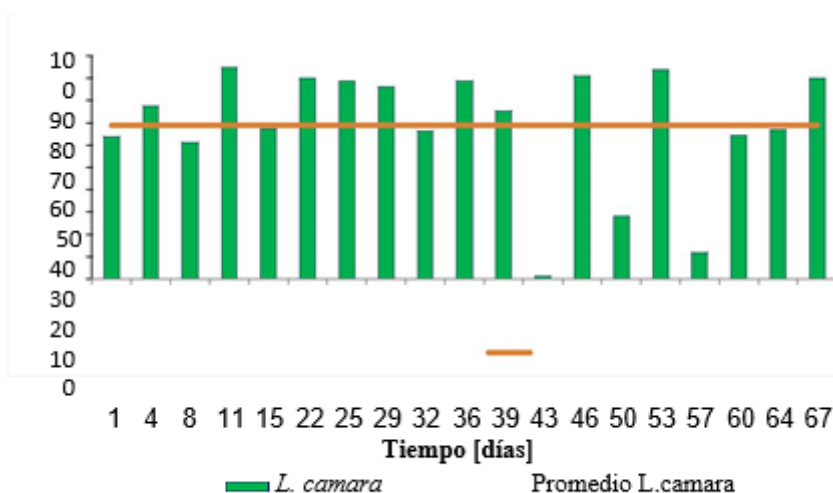


Figura 2. Eficiencias de remoción de DQO

En cuanto a los parámetros de monitoreo durante la primera etapa se obtiene temperaturas promedio del influente de 17.56°C y del efluente de 16.04°C. En la segunda etapa se presentan valores de 17.92°C en el influente y 17.1°C del efluente. El sistema se encuentra trabajando entre valores de 15°C y 18°C, a diferencia de los sistemas de biofiltración puestos en marcha en países de la región [11]. En relación al pH, los valores del efluente en las dos etapas permanecen cercanos a 7.5, valor que se encuentra dentro del rango de 6 a 8, considerado adecuado para el desarrollo normal de los microorganismos [12].

Por último, se presenta la remoción de nutrientes: NH_4^+ 87% y N-NO_2^- 52%. Presentando en el caso del NH_4^+ , valores que se ubican por debajo del límite máximo permisible de descarga a cuerpos de agua dulce (30 mg/L), establecido en el anexo 1 del libro VI del TULSMA [13]. Con respecto a los N-NO_3^- existe incremento en su concentración del 29%, atribuido a un comportamiento usual en procesos biológicos, donde las concentraciones de formas de nitrógeno (N) aumentan [14], como se muestra en la figura 3. De igual manera, en el caso del PO_4^{3-} existe un incremento del 52%, como se aprecia en la figura 4. Este aporte de fosfatos puede ser debido a microorganismos que liberan dicho compuesto al encontrarse en zonas anaerobias dentro del reactor [15].

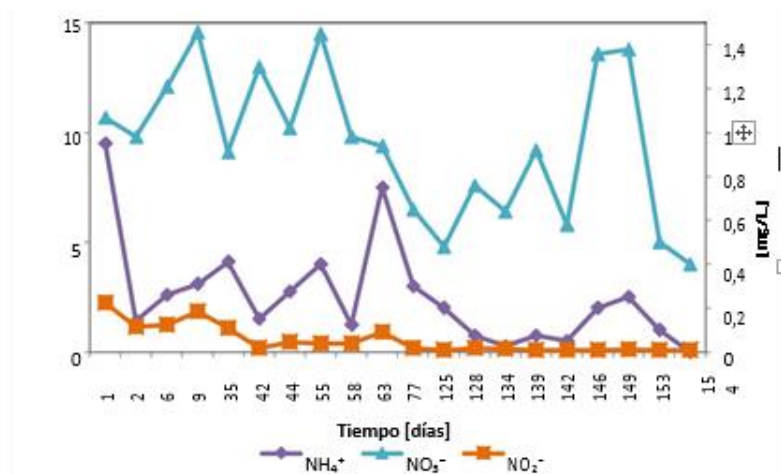


Figura 3. Variación de las concentraciones de las formas de nitrógeno durante el monitoreo.

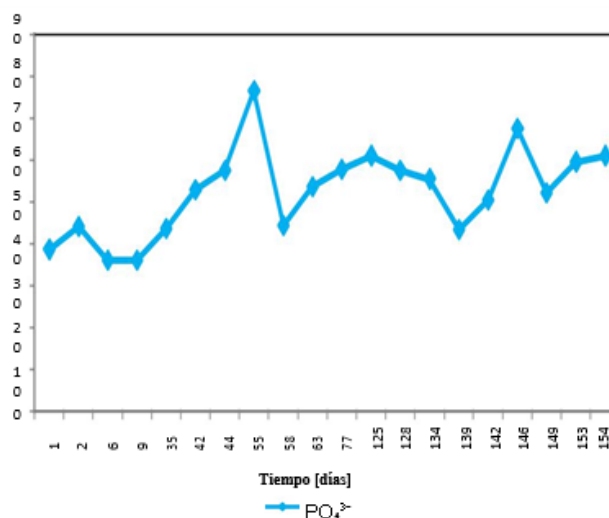


Figura 4. Variación de las concentraciones de las fósforo durante el monitoreo.

Conclusiones

El biofiltro de *Lantana camara* presenta remociones significativas de DQO, nitrógeno amoniacal y nitritos, concluyendo que el mismo es una alternativa viable para su implementación en sistemas de biofiltración en zonas rurales y urbano-marginales, al ser un sistema económico y sencillo.

Las futuras investigaciones se enfocarán en la optimización del sistema para la remoción biológica de fósforo.

Referencias

- [1] D. Sosa, J. Viguera, E. Holguin; Vidsupra Visión Científica 6(2) (2014) 56-60.
- [2] G. Buelna, M. Garzón-Zuñiga, G. Moeller-Chávez; Ide@s CONCYTEG 6(71) (2011) 540-551.
- [3] M. Garzón-Zuñiga, G. Buelna; Water Sci. Technol 64 (5) (2011) 1169-1177.
- [4] M. Garzón, G. Buelna (2003); Water Science & Technology 64.5 (2003) 1169-1177.
- [5] P. Torres, J. Rodríguez, I. Eugenia; Scientia et Technica Año IX, No 23 (2003).
- [6] V. Varshney, S. Naithani; Cellulose Fibers: Bio- and Nano-Polymer Composites (2011) 43-60.
- [7] J. Romero, Calidad del agua (2009).
- [8] M. Garzón; Environmental Technology 24:5 (2003) 605-613.
- [9] D. Tenecota (2016). Estudio de la eficiencia en la remoción de DQO mediante reactores anaerobios UASB en zonas frías andinas. Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional, Quito. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/16723>
- [10] APHA (2005). Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (21aed.) American Public Health Association, Washington, D
- [11] L. García (2007). Decoloración fúngica de efluentes industriales con colorantes azo en sistemas de biofiltración con diferentes empaques orgánicos. Tesis de maestría, Universidad Autónoma de México.
- [12] A. Orozco, Bioingeniería de aguas residuales. ACODAL (Segunda ed.) (2014) Vol. 1.
- [13] Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) (2015).
- [14] Metcalf & Eddy, Ingeniería de aguas residuales Tratamiento, vertido y utilización. McGraw-Hill, Madrid (1995) Vol. 2.
- [15] P. Castillo, I. Tejero; Ingeniería de Agua 6(1) (1999) 69-80.

Distributed hydro-glaciological modeling of the Antisana massif in Ecuador during the 2005-2008 period

Jean Carlos Ruiz Hernández 1,3* , Thomas Condom 1 , Marcos Villacís 3 , Antoine Rabatel 2 , Jean-Emmanuel Sicart 1 , Luis Maisincho 4,5 , Clementine Junquas 1 , and Ruben Basantes 5 .

(1) Université Grenoble Alpes, CNRS, IRD, LTHE, F-38000 Grenoble, France

(2) Université Grenoble Alpes, CNRS, IRD, LGGE, F-38000 Grenoble, France

(3) Escuela Politécnica Nacional, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Ladrón de Guevara E11-253, Quito, Ecuador

(4) Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Iñaquito N36-14 y Corea, 9 Quito, Ecuador.

(5) IKIAM, Universidad Regional Amazónica, Km 7 Vía Muyuna, Tena, Ecuador

Keywords: Antisana Massif, Hydro-glaciological modeling, water availability.

Abstract

In partial glacierized basins worldwide, the glacier recession driven by climatic factors has had a great impact on water availability for populations who depend directly on glacier melt water. Such is the case of Quito (2.2 million of habitants), the capital of Ecuador, which depends on a network of water intakes located at the Antisana massif ($0^{\circ}28'S$, $78^{\circ}09'W$, 456 km^2). This study aims to describe the peculiar precipitation pattern acting on the Antisana massif, its impacts on glacier mass balance profiles and stream flow generation using the Distributed Hydrology and Vegetation Model with Glacier Dynamics (DHSVM-GDM) over the 2005-2008 period. Preliminary results showed that glacier parametrization provides glacier mass balance profiles and equilibrium lines approximated to those observed. Whereas in the massif wide simulation a $KGE=0.5$ was achieved between simulated and observed streamflow, the estimated evapotranspiration of the páramo was about of the 60% of the total precipitation amount and aglacier contribution to streamflow used in part by water intakes was of 23% approximately which is fairly considerable in water management under future scenarios of climate change.

Introduction

In the last 20 years several studies have documented the sensitivity of partial glacierized basins to climate change in the South American Andes [3,6]. Recession of glaciers have been also reported around the world [5] resulting in decreased seasonal water availability for glacier melting water dependent populations. Understanding the processes underlying the response of partial glacierized catchments to climate change remains a difficult work in order to capture transitioning phases where glaciers retreat rapidly [4]. Such is the case of the Antisana massif where the effects of climate change have taken place in the glacier covered area, as well as in the non glacierized area well known as páramo [1,2]. In this framework, it is crucial to investigate the hydro-glaciological response of the coupled system glacier and páramo in actual climate conditions to predict its future behavior.

Experiment

In order to quantify the hydro-glaciological response of the Antisana massif, an initial glacier ice thickness (max: 120 m) was derived from a digital elevation model (Figure 1) using the average

shear stress and it was compared with radar observations. A sensitivity analysis of the glaciological parameters lateral conductivity, exponential decrease of lateral conductivity and temperature lapse rate were calibrated in the Humboldt catchment (4010-5750 m a.s.l., 14.2 km², 14% glacierized) located on the southwestern side of the volcano. Due to unmonitored precipitation around the icecap, the Climatology Composite Product of the Tropical Rainfall Measurement Mission (TRMM-TCC) was used to compute precipitation interpolation weights over the entire massif (Figure 2). Furthermore, the simulated streamflow was evaluated through comparisons with observations at the hydrological station Humboldt (4010 m a.s.l.) on the Humboldt catchment using the Kling Gupta Efficiency (KGE).

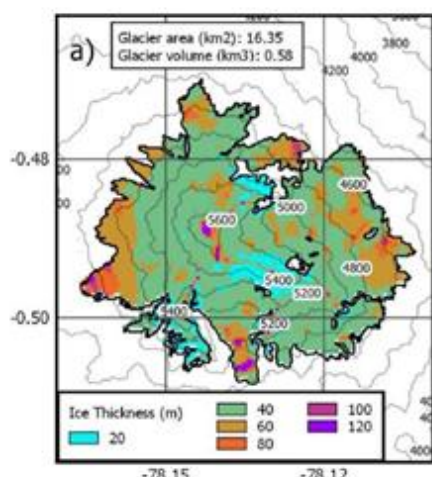


Figure 1. Ice thickness of the Antisana icecap derived from the topography of (Basantes).

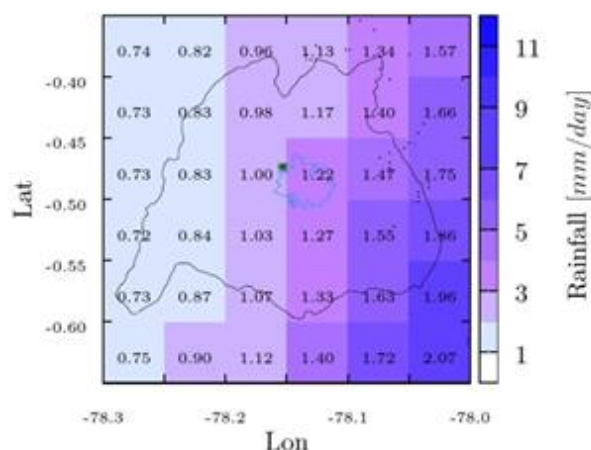


Figure 2. Precipitation spatial interpolation weights computed respect to the grid cell where the automatic weather station (green star) is located. The black line is the Antisana massif limits and the blue line the glacier contour.

Results and Discussion

The precipitation scheme derived from TRMM-TCC combined with a positive precipitation lapse rate above 4850 m a.s.l. is suitable to describe the precipitation over the entire massif and particularly over the glacierized surface. The sensitivity to the rain/snow temperature threshold showed that setting this parameter at 1°C provides annual glacier mass balance profiles and equilibrium line altitudes approximated to those observed with ablation stacks and accumulation pits. In addition, an underestimation in precipitation of 60% above 5000 m a.s.l. reported in the literature was confirmed in the Glacier 15a mass balance simulated profiles. However, the albedo parametrization must be improved in order to capture subdaily variations. In a first model test a KGE=0.5 was achieved between simulated and observed streamflow at the Humboldt catchment (Figure 3), the estimated evapotranspiration of the páramo was about of the 60% of the total precipitation amount and a glacier contribution to streamflow used in part by water intakes was of 23% approximately which is fairly considerable in water management under future scenarios of climate change.

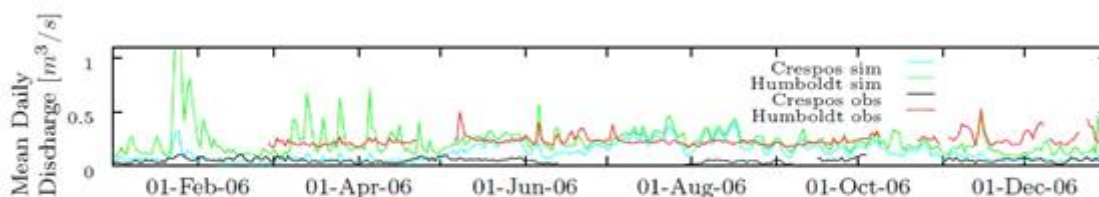


Figure 3. Streamflow simulated at the Crespos and Humboldt catchments outlets for the year 2006.

Conclusions

The spatial distribution of precipitation is the most important variable that must be carefully characterized in distributed hydro-glaciological modeling. Complex topography induces complex precipitation patterns that can lead to a larger number of uncertainties in simulations of streamflow with subdaily transit times. The interpolation scheme derived from TRMM-TCC is appropriate to describe the precipitation on the study site which is shown in the streamflow simulated and observed agreement. Further work is required to improve the albedo formulation in order to capture up to subdaily variations as well as a sensitive analysis of soil hydraulic parameters at massif scale.

References

- [1] W. Buytaert and K. Beven. Models as multiple working hypotheses: hydrological simulation of tropical alpine wetlands. *Hydrological Processes*, pages 1784–1799, 2010.
- [2] W. Buytaert, R. Céleri, B. De Bièvre, F. Cisneros, G. Wyseure, J. Deckers, and R. Hofstede. Human impact on the hydrology of the andean páramos. *Elsevier Earth-Science Reviews*, pages 53–72, 2006.
- [3] B. Francou: Tropical climate change recorded by a glacier in the central Andes during the last decades of the twentieth century: Chacaltaya, Bolivia, 16°S, *J. Geophys. Res.*, 108, 4154, doi:10.1029/2002JD002959
- [4] C. Frans, E Istanbuluoglu, D. P. Lettenmaier, B. S. Naz, G. K. C. Clarke, T. Condom, P. Burns, and A. W. Nolin. Predicting glacio-hydrologic change in the headwaters of the Zongo river, Cordillera Real, Bolivia. *Water Resources Research*, 51(11):9029–9052, 2015. ISSN 1944-7973. doi: 10.1002/2014WR016728. URL <http://dx.doi.org/10.1002/2014WR016728>.
- [1] G. Kaser, J. G. Cogley, M. B. Dyurgerov, M. F. Meier, and A. Ohmura. Mass balance of glaciers and ice caps: Consensus estimates for 1961-2004. *Geophysical Research Letters*, 33(19):n/a–n/a, 2006. ISSN 1944-8007. doi: 10.1029/2006GL027511. URL <http://dx.doi.org/10.1029/2006GL027511>. L19501.
- A. Rabatel , Francou, B., Soruco, A., Gomez, J., Cáceres, B., Ceballos, J. L., Basantes, R., Vuille, M., Sicart, J. E., Huggel, C., Scheel, M., Lejeune, Y., Arnaud, Y., Collet, M., Condom, T., Consoli, G., Favier, V., Jomelli, V., Galarraga, R., Ginot, P., Maisincho, L., Mendoza, J., Menegoz, M., Ramirez, E., Ribstein, P., Suarez, W., Villacis, M., and Wagnon, P.: Current state of glaciers in the tropical Andes: A multi-century perspective on glacier evolution and climate change, *Cryosphere*, 7, 81–102, doi:10.5194/tc-7-81-2013, 2013.

Evaluación del impacto del cambio de uso del suelo, variabilidad climática y cambio climático para el abastecimiento de recursos hídricos del Distrito Metropolitano de Quito

Marcos Villacís¹, Andrés Fernández¹, Marlon Calispa¹, Jean Carlos Ruiz¹, Jean Christophe Pouget², Thomas condom³, Marisa Escobar⁴

1 Escuela Politécnica Nacional, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Ladrón de Guevara E11-253, 170112 Quito, Ecuador

2 Institut de Recherche pour le Développement (IRD), G-EAU, Montpellier, France

3 Univ. Grenoble Alpes, CNRS, IRD, LTHE (UMR5564), 38000 Grenoble, France

4 SEI-US, Davis, California, USA.

Palabras clave: clima; usos del suelo; oferta y demanda de agua; WEAP

Resumen

La población del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) podría llegar a duplicarse en el 2050 respecto al año 2010 (~2'300.000 habitantes), incrementando la presión sobre los ecosistemas que proveen de agua a los habitantes del DMQ. Al factor antes mencionado debemos sumar cambios en el uso del suelo con efectos favorables o desfavorables para la disponibilidad de agua, así como el aumento potencial en la frecuencia de ocurrencia de sequías en el contexto del Cambio Climático. Estas circunstancias han generado la necesidad de contar con herramientas informáticas confiables, que permitan realizar análisis iterativos para fines de planificación sobre la confrontación entre la oferta y la demanda de agua. Permitiendo evaluar lo acontecido desde 1963 a 2006 para poder realizar proyecciones robustas a corto y mediano plazo, tomando en cuenta el crecimiento poblacional, políticas para el uso del suelo, variabilidad climática y escenarios de cambio climático.

Introducción

Sistemas complejos como la cuenca del río Guyallabamba requieren una atención especial desde el punto de vista hidrológico para la generación de escenarios de planificación en el marco de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. Esta complejidad constituye un reto para ser representada en forma confiable y robusta. Siendo uno de los mayores retos la necesidad de adaptar las herramientas existentes a las necesidades particulares del sistema, como son por ejemplo la existencia de ecosistemas endémicos, transferencias de agua entre cuencas mediante proyectos de infraestructura creada para el abastecimiento de agua potable, prácticas locales ancestrales para el aprovechamiento del agua con impacto masivo en el manejo del agua para fines de riego principalmente y condiciones ambientales particulares que podrían afectar negativamente a la disponibilidad del agua en el marco del Cambio Climático.

En este caso en específico se escogió la herramienta para la evaluación y planificación de Recursos Hídricos (WEAP por sus siglas en inglés), debido a las

facilidades que brindaba para incluir nuevas propuestas de modelos hidrológicos adaptados a la realidad local, manejo esquemático de la conceptualización espacial del modelo bajo distintitos niveles de complejidad que pueden ser establecidos en forma semiautomática por los usuarios y disponibilidad gratuita para países en vías de desarrollo. Presentándose como una herramienta bastante dinámica para el ejercicio planteado.

En este ejercicio se buscaba identificar en forma cuantitativa el impacto sobre la disponibilidad del recurso hídrico de los cambios observados sobre el uso del suelo, la variabilidad climática, el cambio climático y el aumento de la población. Esto con el objeto de analizar la vulnerabilidad de los sistemas de agua captación de agua potable que abastecen al DMQ. Tomando en cuenta la evolución dinámica de los aspectos antes mencionados.

Experimental

Para alcanzar el objetivo propuesto fue necesario utilizar inicialmente el modelo generado en WEAP como herramienta de análisis. Tomando en cuenta que había sido calibrado previamente en forma bastante rigurosa y detallada (Pouget et al., 2017). Esto nos permitió generar propuestas de análisis que permitan aislar por ejemplo el efecto de la variabilidad climática en el largo plazo, es decir cuantificar la diferencia entre el inicio y el final del periodo bajo el escenario hipotético de que el cambio del uso del suelo hubiera sido inexistente. Adicionalmente se pudo analizar el impacto de la infraestructura hidráulica construida a lo largo del tiempo en las subcuencas con el objeto de comparar la influencia del clima respecto a la influencia de los cambios del uso del suelo y la implementación progresiva de infraestructura. Para finalmente proponer escenarios de disponibilidad y de la capacidad de los sistemas de abastecimiento de agua potable para satisfacer la demanda tomando en cuenta la evolución en el tiempo de los diferentes componentes del sistema.

Resultados y discusión

Desde el punto de vista climático se identificó el año 2005 como el más seco respecto al promedio del periodo de 1965 a 2006. Lo que nos permitió tener una idea de la magnitud potencial de las sequías que podrían repetirse en la cuenca del Guayllabamba en el futuro. Es necesario remarcar que el 75% del agua utilizada para el abastecimiento de agua potable para la ciudad de Quito proviene de cuencas que drenan hacia la cuenca Amazónica. Siendo necesario realizar trasvases a través de conducciones cerradas y a presión debido a los cambios de altitud que son necesarios sortear desde los 3800 msnm hasta los 2800 msnm. Estas cuencas, reciben los aportes de humedad transportada por los vientos en dirección este a oeste desde el océano Atlántico y desde la humedad reinyectada hacia la atmósfera por la vegetación de la cuenca Amazónica. Este proceso atmosférico podría ser debilitado en el futuro en el marco del cambio climático y en consecuencia las sequías provocadas por el mismo podrían ser más frecuentes en el futuro.

Para poner en evidencia el impacto de la variabilidad climática sobre la disponibilidad de agua en las cuencas de estudio se realizó el siguiente experimento. Una vez que se había calibrado el modelo en la década de los años 1970 tomando en cuenta que en esa época el impacto de las actividades antrópicas era mucho menor, lo que se refleja en la infraestructura instalada en ese entonces y las perturbaciones que la misma ocasionaba en las series de datos hidrológicos. Se realizó el siguiente experimento hipotético, que consistió en lo siguiente: se asumió que el uso del suelo no había cambiado en el tiempo desde los años 1970 y solo había cambiado el clima

(temperatura, humedad, viento y humedad relativa). Esto nos permitió comparar los caudales promedios al inicio y al final del periodo, detectando una disminución potencial de los caudales que varía en -7% y -18% desde las subcuencas más pequeñas hasta la cuenca más grande debido la variabilidad climática Natural. Lo que se explicaba debido a que el inicio el periodo era más húmedo respecto al periodo final, esto como consecuencia de la ocurrencia de la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO) la que habría provocado que entre los años 1960 y 1970 el flujo de humedad desde el Atlántico y la Amazonía haya sido reforzado, mientras que durante los años 1980 y 2000 el flujo de humedad haya sido debilitado [2].

Posteriormente se analizaron las series históricas de los caudales observados y de los caudales simulados. Los caudales simulados fueron validados anteriormente por [1] muestran que también existe una diferencia entre el promedio de los caudales al inicio del periodo respecto a su fin. Esta diferencia es más grande mientras cuenca es más pequeña, poniendo en evidencia que los factores antrópicos son importantes en las cuencas pequeñas, mientras que en las cuencas más grandes el factor antrópico parecería perder importancia desde el punto de vista de la magnitud de la afectación. Esto último se debería a que en algunos casos existen retornos de caudal cuando el agua se utiliza para generar energía hidroeléctrica, para consumo humano o inclusive cuando existen derivaciones para riego, pero se dan durante épocas del año en las que es suelo está más saturado por debido a la que las lluvias son más frecuentes por lo que el caudal captado se vuelve a los ríos. Si se compara la influencia antrópica sobre los caudales en la estación hidrológica a la que le corresponde el área más grande, su magnitud es inferior (-7%) a la de la influencia de la variabilidad climática (-18%), para el caso específico del paso de un estado húmedo a un estado seco de tipo prolongado y progresivo. Este tipo de comportamiento es el que podría esperarse en el futuro en el marco del cambio climático, tomando en cuenta que aumentaría la evapotranspiración aumentaría debido al aumento de la temperatura y posiblemente las sequías sean más frecuentes [2]. Las que podrían ser fortalecidas si coinciden con la fase caliente de la PDO.

Si todos los factores antes mencionados se dan al mismo tiempo en futuro, es decir aumento de la población, aumento de la temperatura, reducción de la superficie de páramo debido a manejos del suelo que no favorecen la regulación del régimen hidrológico y ocurrencia de sequías, la capacidad de los sistemas de abastecimiento de agua potable del DMQ podrían no llegar a satisfacer la demanda antes de los esperado. Siendo necesario tomar acciones para la optimización del consumo lo antes posible, al igual que fortalecer las acciones de conservación y restauración de los ecosistemas que proveen de agua al DMQ. Otras acciones podrían ir en el sentido de volver a planificar la infraestructura propuesta, pero eso aumentaría los costos del servicio e incrementaría la presión sobre los ecosistemas.

Conclusiones

En este trabajo se pone en evidencia de forma cuantitativa la evolución en el tiempo de la afectación de los cambios del uso del suelo y de la infraestructura para el aprovechamiento del recurso hídrico, sobre la disponibilidad de agua en los ríos de la zona de influencia del Distrito Metropolitano de Quito. Adicionalmente se logra aislar la influencia de la variabilidad climática sobre la disponibilidad hídrica en un

sistema complejo con un alto grado de influencia antrópica. Bajo estas premisas se constata que bajo un escenario futuro de Cambio Climático pesimista de aumento de temperatura que coincida con una sequía importante, los sistemas de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Quito podrían fallar antes de lo esperado para poder satisfacer la demanda de la población. Esto a pesar de la construcción de nueva infraestructura en el marco de un proceso organizado de planificación. Poniendo en evidencia de esta manera la imperiosa necesidad de fortalecer iniciativas de conservación y restauración de los ecosistemas que proveen de agua a la ciudad. Siendo necesario una respuesta de la Sociedad Quiteña en su conjunto para optimizar el consumo de agua y reducir la presión sobre los ecosistemas como el páramo.

Agradecimientos

La presentación de este trabajo es posible gracias al Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo y de la Escuela Politécnica Nacional por el financiamiento del proyecto LMI GREATICE.

Referencias

- [1] Pouget, JC, Proaño, D., Vera, A., Villacís, M., Condom, T., Escobar, M., Le Goulven, P., Calvez., R., 2017, Glacio-hydrological modeling and water resources management in the Ecuadorian Andes: the example of Quito, Hydrological Sciences Journal. DOI: 10.1080/02626667.2015.1131988
- [2] Espinoza, J.C., Ronchail, J., Marengo, J., Drapeu, G., Guimberteau, M., Alves, L., Cochonneau, G., Filizola, N., Guyot, J.L., Lavado, W., Molina, J., Noriega, L., de Oliveira, E., Villacís, M., Submitted, Revisiting rainfall variability and the evolution of dry-day frequency in the Amazon basin (1980-2014) using a new gridded data set, International Journal of Climatology.

Estudio de las propiedades radiativas de las nubes y su influencia en el balance de masa de un glaciar de la región tropical interna.

Argoti, Cristina. 1 * Maisincho, Luis. 2 Villacís, Marcos. 1 Sicart, Jean E. 3

1. Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Carrera Ingeniería Ambiental, Ladrón de Guevara E11-253 [PO-Box17-01- 2759] Quito · Ecuador. 2. Universidad Regional Amazónica IKIAM, Km 8 vía a Muyuna, 150150, Tena, Ecuador. 3. IRD/UJF – Grenoble 1/CNRS/G – INP, LTHE UMR 5564, Francia.

tinargoti_91@outlook.com , cristina.argoti@epn.edu.ec

Palabras Claves: nubes, flujos radiativos, balance, días despejados.

Resumen

Los flujos radiativos afectan el clima y los ecosistemas del planeta mientras que la presencia/ausencia de nubes afecta la intensidad de estos flujos a nivel de la superficie terrestre. Determinar las propiedades radiativas de las nubes sobre el glaciar Antisana (0.4° S, 770°, 5760 m) es importante para evaluar su impacto sobre los balances de energía superficial y de masa glaciológico. Mediciones de los flujos radiativos de onda corta y larga fueron realizadas sobre la morrena lateral del glaciar 15a a 4850m de altura, durante el periodo 2005 a 2008. Para este fin se parametrizó las radiaciones teóricas en cielo despejado. Se definió el índice F, factor de emisión infrarroja de las nubes y Tn, transmitividad de las nubes para la radiación solar, mismos que proporcionan información sobre las propiedades físicas de las nubes y el número de días despejados para cada año en esta zona.

Introducción

En la región tropical de América del Sur existen dos zonas con regímenes climáticos contrastados;

[24] el trópico externo marcado por la alternancia de una estación húmeda cuando la ZCIT¹ está presente y una estación muy seca el resto del año y b) el trópico interno donde no existe una estacionalidad marcada de precipitación y temperatura [1]. Estas condiciones climáticas se han visto afectadas por el cambio climático, en especial de un aumento de la temperatura de ~0.8 °C en los últimos 60 años en las zonas de alta montaña [2], afectando a su vez el estado de los glaciares tropicales , los que han experimentado un retroceso considerable durante los últimos 100 años [3].

El balance de masa (*BM*) es controlado por los flujos radiativos, principal fuente de energía para el derretimiento del hielo/nieve sobre los glaciares de alta montaña [5],[6]. La presencia o ausencia de nubes tiene un efecto directo en la evolución de los flujos radiativos, puesto que la presencia de una nube atenúa en gran medida la radiación solar incidente de onda corta mientras que al mismo tiempo aumenta de manera significativa la emisión infrarroja atmosférica desde las nubes [6].

Entonces este trabajo tiene como objetivo mostrar la influencia de las nubes sobre el balance de masa y balance de energía sobre la superficie (*BES*) del glaciar Antisana, mediante la presencia o ausencia de días despejados en el año.

Experimental

Mediciones

Este estudio se basa en mediciones realizadas por la estación meteorológica ORE, instalada sobre la morrena del glaciar a 4850 m de altitud. El periodo de estudio es de enero de 2005 a diciembre de 2008. La estación proporciona mediciones cada media hora, mismas que fueron promedias a nivel diario para su posterior estudio. La tabla 1 sintetiza todas las magnitudes físicas y las abreviaturas de las variables meteorológicas utilizadas.

Tabla 1: Parámetros físicos utilizados en el estudio, medidos por la estación meteorológica ORE

Parámetro	Abreviación	Detalles
Radiación de onda corta incidente y reflejada	SW_{inc} y SW_{ref} ($W \cdot m^{-2}$)	$0.3 \mu m < \lambda < 2.8 \mu m$ medición a 1m
Radiación de onda larga incidente y reflejada	LW_{atm} y LW_{ref} ($W \cdot m^{-2}$)	$5 \mu m < \lambda < 50 \mu m$ medición a 1m
Temperatura	T ($^{\circ}C$)	Medición a 1m
Humedad relativa	HR (%)	Medición a 1 m

Método

a. Radiación solar incidente

La media diaria de radiación solar que llega a la capa superior de la atmósfera se calculó a partir de la posición del punto de medición y el día del año. Durante su paso a través de la atmósfera, la radiación solar se somete a absorción por gases y difusión atmosférica, entonces parametrizar dicha radiación implica calibrar un coeficiente de atenuación atmosférica T_{clear} a partir de la Ec (1).

b. Radiación atmosférica incidente

La radiación de onda larga emitida por una atmósfera sin nubes se expresa a partir de su temperatura y de acuerdo con la ley de Stefan-Boltzmann, que implica la emisividad atmosférica de cielo despejado. La emisividad atmosférica de cielo despejado se calculó con las mediciones de temperatura y presión de vapor mediante la fórmula de Brutsaert (1975) adaptada para las condiciones del glaciar en estudio. Ec (2) y (3).

c. Índices de propiedades radiativas de las nubes.

Los índices de propiedades radiativas, mismos que representan la relación entre la radiación incidente medida y la radiación incidente teórica en cielo despejado, para longitudes de onda cortas y largas, respectivamente. El factor de emisión infrarroja de nubes F y el factor de transmisividad de nubes a la luz solar T_n , corresponden a las propiedades intrínsecas de las nubes y se calculan a partir de las Ec. (4) y (5).

[1] Balance de masa

El balance de masa BM se calculó mediante los valores mensuales de ablación medidos en las balizas y los de acumulación estimados en los sitios centrales, convertidos en m eq.e. están relacionados con el rango de altitud en el que se consideran representativos. Este cálculo permitió entonces calcular la pérdida de volumen del glaciar (en m eq.e. año⁻¹). Al dividir por la superficie total del glaciar, el balance específico neto anual del glaciar se mide en eq

d. Balance de energía

Como se trata de una superficie cubierta de hielo o nevada y despreciando las transferencias horizontales de energía, el balance de energía superficial BES se reduce a un problema unidimensional. El BES realiza un inventario de los flujos energéticos en la interfaz glaciar-atmósfera y que se calcula a partir de la ec (7).

Resultados y discusión

El coeficiente de atenuación atmosférica T_{clear} , se elige de modo que la curva $Sclear$ coincida con los valores diarios de $SWinc$ de los días de cielo despejado. La calibración del coeficiente de atenuación atmosférico se realizó a nivel diario para todos los años del período de estudio y se obtuvo valores entre 0,77 y 0,83; con un valor promedio de 0,82.

La parametrización del coeficiente de Brutsaert [7] para el período de estudio varía entre 1,1 y 1,13 con el valor promedio de 1,12. Se puede observar en la Figura 1 que la parametrización de la radiación atmosférica en cielo despejado, por la fórmula Brutsaert es particularmente satisfactoria pues las curvas LW_{atm} y $Lclear$ coinciden para valores bajos

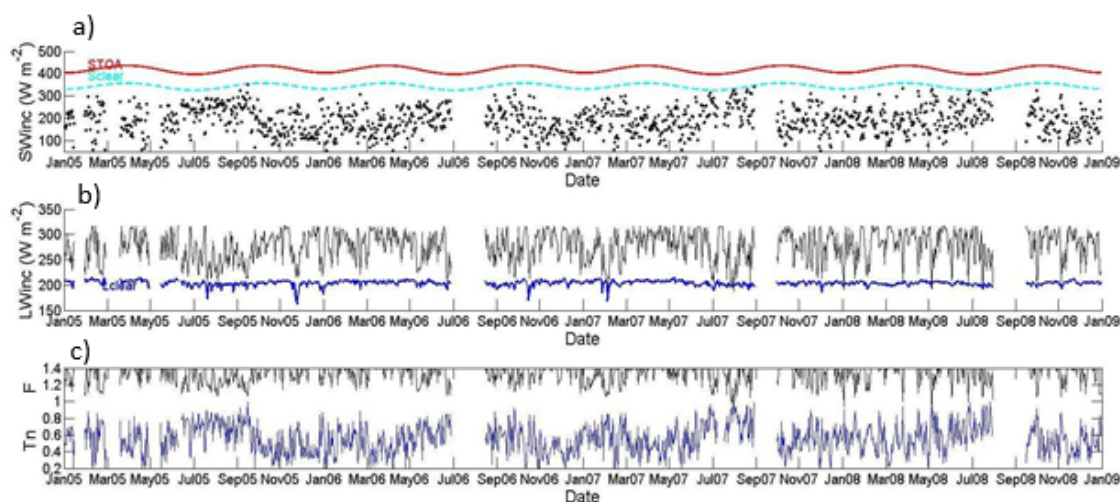


Figura 1. Evolución a nivel diario durante el período 2000- 2008 de la: a) radiación incidente de onda corta $SWinc$ puntos negros, en la línea punteada celeste la radiación solar incidente en cielo despejado ($Sclear$) y en línea sólida de color rojo la radiación teórica extraterrestre (STOA), b) radiación incidente de onda larga LW_{atm} en línea negra continua en línea azul continua la radiación incidente de onda larga en cielo despejado $Lclear$ y c) el factor de emisividad (F) y transmisividad (Tn), en línea continua negra y azul respectivamente.

Una simetría aparente entre las curvas de los dos índices Tn y F alrededor del valor de 1, corresponde a un cielo despejado, una fuerte emisión atmosférica (F alto) está asociada con una marcada atenuación de la radiación solar (Tn bajo). Por lo cual se encontró que en promedio existen 69 días despejados en el período. El régimen bimodal de las precipitaciones presentadas por Francou et al., (2004) para la zona del Antisana muestra que los picos de precipitación ocurren entre marzo-junio y octubre-diciembre de cada año. La frecuencias de días despejados (ver Figura 2) indica que durante los picos de precipitación el número de días despejados disminuye

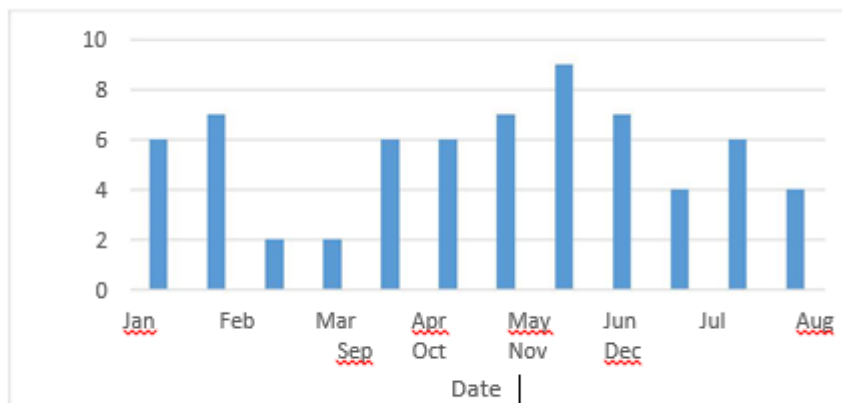


Figura 2. Promedio mensual de días despejados para el periodo 2005 -2008.

De igual manera una simetría en las curvas correspondientes a BM y BES respecto a la frecuencia de días despejados, muestra la relación directamente proporcional; pues los balances BM y BES son menores en periodos con menos días despejados y mayores en periodos con más días despejados.

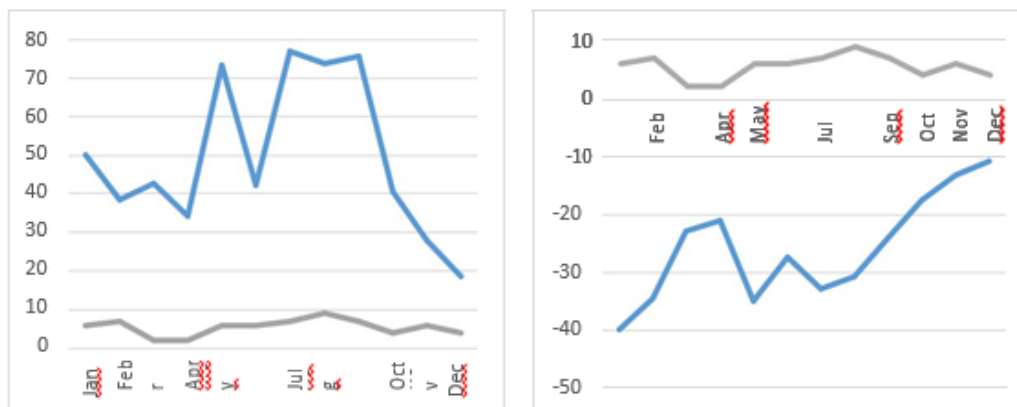


Figura 3. La línea gris representa la frecuencia de días despejados y la línea azul representa el BES y BM en la figura de la izquierda y derecha respectivamente.

Conclusiones

El análisis de las radiaciones de onda corta incidente *SWinc* indican que en zona del glaciar Antisana a nivel anual existe un aproximado de 57 días con cielo despejado, esto dificulta la calibración del Sclear indicando la presencia permanente de nubes (zonales, convectivas y lenticulares) durante todo el año.

A pesar que la zona del glaciar Antisana está sometido a precipitaciones durante todo el año sin presentar una estacionalidad marcada, se evidencia un periodo con menor cantidad de días despejados (marzo, abril y mayo); y un periodo con mayor cantidad de días despejados (julio, agosto y septiembre).

Referencias

- [1] S. Hastenrath, Climate dynamics of the Tropics. Dordrecht, 1991.
- [2] M. Vuille et al., "Climate change and tropical Andean glaciers: Past, present and future," Earth-Science Rev., vol. 89, no. 3-4, 2008.

- [3] A. Rabatel et al., “Current state of glaciers in the tropical Andes: A multi-century perspective on glacier evolution and climate change,” *Cryosphere*, 2013.
- [4] B. Francou, P. Ribstein, P. Wagnon, E. Ramirez, and B. Pouyaud, “Glaciers of the Tropical Andes: Indicators of Global Climate Variability,” in *Global Change and Mountain Regions Advances in Global Change Research* Volume 23, 2005.
- [5] J. E. Sicart, J. C. Espinoza, L. Quéno, and M. Medina, “Radiative properties of clouds over a tropical Bolivian glacier: seasonal variations and relationship with regional atmospheric circulation,” *Int. J. Climatol.*, 2015.
- [6] V. Favier, P. Wagnon, J. P. Chazarin, L. Maisincho, and A. Coudrain, “One-year measurements of surface heat budget on the ablation zone of Antizana Glacier 15, Ecuadorian Andes,” *J. Geophys. Res. Atmos.*, 2004.
- [7] W. Brutsaert, “On a derivable formula for longwave radiation from clear skies,” *Water Resour. Res.*, vol. 11, no. 5, pp. 742–744, 1975.

Curva de rendimiento del activo libre de riesgo en el Ecuador

Econ. Byron Villagómez, MSc.
DOCENTE INVESTIGADOR
UTE
CELULAR 0999 667 245 QUITO
Códigos JEL: G11 - G12

PALABRAS CLAVES: Curva de Rendimiento, Activo libre de Riesgo.

RESUMEN:

La curva de rendimiento del activo libre de riesgo permite que sobre la base de una programación anual y con varias estructuras de plazos los gobiernos emitan títulos – valores de deuda que sirvan de base para que las empresas privadas fijen las tasas de interés de sus emisiones de deuda, que en el caso del Ecuador se denominan Papel Comercial y Obligaciones Financieras apegadas a la relación Riesgo – Rendimiento promoviendo de esta manera la eficiencia económica.

Abstract:

The risk-free asset yield curve allows governments to issue debt securities on the basis of an annual schedule and with various term structures that serve as a basis for private companies to set interest rates on their Debt, which in the case of Ecuador are called Commercial Paper and Financial Obligations attached to the Risk - Income relationship, thus promoting economic efficiency

KEYWORDS: Yield Curve, The Risk Free Asset.

I.- introducción:

En este artículo se analiza en primer lugar conceptos básicos sobre los títulos – valores de renta fija, específicamente de los bonos, y sobre la necesidad de que el gobierno ecuatoriano considere dentro de sus prioridades la determinación de una “Curva de Rendimiento del Activo Libre de Riesgo” como requisito fundamental para orientar al sector privado en la relación riesgo – rendimiento respecto a sus emisiones de deuda, de Papel Comercial y Obligaciones Financieras.

Entender los bonos y la determinación de sus precios es útil por varias razones. En primer lugar, los precios de los bonos gubernamentales libres de riesgo se utilizan para determinar las tasas de interés libres de riesgo que producen la curva de rendimiento. **Esta curva proporciona información importante para valorar flujos de efectivo libres de riesgo y evaluar las expectativas de la inflación y el crecimiento económico.** En segundo lugar, es frecuente que las empresas emitan bonos para financiar sus inversiones, y los rendimientos que reciben los inversionistas por esos bonos son un factor decisivo para determinar el costo de capital de una compañía. Por último, los bonos brindan la oportunidad de comenzar el estudio sobre cómo se establece el precio de los títulos en un mercado competitivo.

El precio de un título en un mercado competitivo debe ser igual al valor presente de los flujos de efectivo que un inversionista recibirá por poseerlo.

Se comienza con la evaluación de los flujos de efectivo prometidos por diferentes tipos de bonos. Si uno de ellos está libre de riesgo de modo que es seguro que se paguen los flujos de efectivo prometidos, se relaciona el rendimiento de un bono con su precio. También se describe cómo cambian los precios de los bonos en forma dinámica con el tiempo, y se estudia la relación que existe entre los precios y los rendimientos de diferentes bonos.

Países desarrollados como los Estados Unidos de América (USA) e inclusive en vía de desarrollo como México, presentan emisiones de deuda pública interna debidamente programada y para todos los plazos desde 3 meses hasta 30 años y las ponen a consideración de los inversionistas a través de subastas públicas y de esta forma garantizan una programación adecuada del financiamiento de sus déficits públicos y al mismo tiempo muestran la pauta o referencia de las estructuras de tasas de interés para cada uno de los plazos de los bonos del estado, para que a su vez las empresas privadas tengan un benchmark o punto de referencia para determinar las tasas de interés de sus emisiones de papel comercial, titularizaciones y obligaciones financieras.

Lastimosamente en el Ecuador, los gobiernos no disponen de una programación adecuada de sus emisiones de deuda ni tienen una estructura de bonos para todos los plazos, impidiendo de esta manera, la determinación de una curva de rendimiento de los títulos – valores públicos.

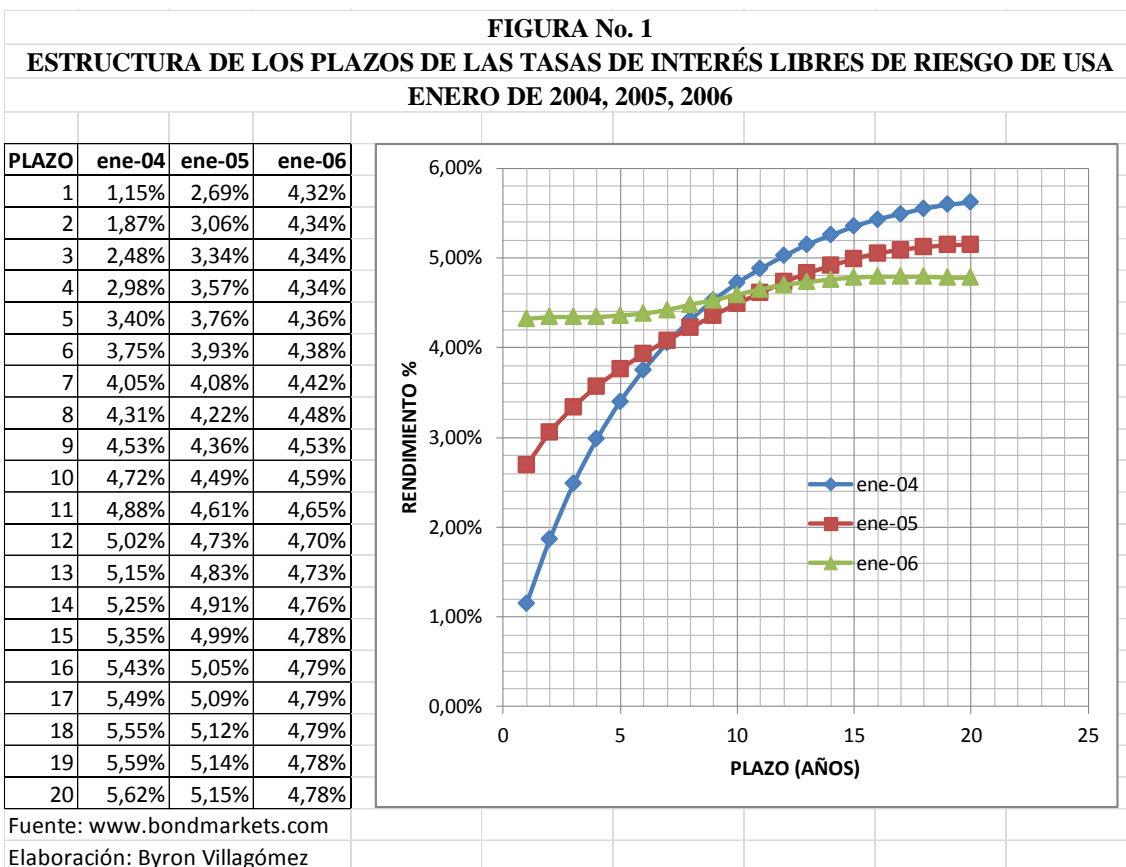
La Bolsa de Valores de Quito, calcula periódicamente la curva de rendimiento del activo libre de riesgo, pero es solamente una aproximación que no evidencia claramente la relación entre riesgo y rendimiento, con lo cual, se otorga demasiada discrecionalidad a las empresas privadas en la fijación de tasas de interés para sus emisiones de deuda empresarial o corporativa.

Consideraciones:

I.- 1 LA CURVA DE RENDIMIENTO Y LAS TASAS DE DESCUENTO:

Las tasas de interés pasivas que paga el mercado monetario (bancos privados, bancos públicos, cooperativas de ahorro y crédito, etc.) o que cobran por los préstamos, dependen del horizonte temporal, o plazo a vencimiento, de la inversión o préstamo. La relación entre el plazo de la inversión y la tasa de interés se denomina ESTRUCTURA DE LOS PLAZOS de las tasas de interés. Esta relación se plasma en un gráfico que lleva por nombre “CURVA DE RENDIMIENTO” o “Yield Curve”.

La figura No. 1 muestra la estructura de plazos y la curva de rendimiento correspondiente de las tasas de interés libres de riesgo de Estados Unidos de América (USA), que estuvieron disponibles para los inversionistas en enero de 2004, 2005 y 2006. En cada caso, hay que observar que la tasa de interés depende del horizonte, y que la diferencia entre las tasas de interés de corto plazo y largo plazo fue muy pronunciada en 2004.



La figura No. 1 muestra la tasa de interés (rendimiento) disponible debido a los títulos libres de riesgo del tesoro de USA, con diferentes plazos a vencimiento. En cada caso, las tasas de interés difieren en función del horizonte. (Datos del US. Treasury STRIPS).

El término STRIPS (Separate Trading of Registered Interest and Principal Securities - Títulos registrados de negociación separada de intereses y principal-: Títulos cupón cero de la tesorería de los Estados Unidos, que se venden a plazos mayores a un año y que se comercializan en el mercado de bonos; comercialización de cupones y principal por separado del título original).

II.- 2 LA CURVA DE RENDIMIENTO Y LA ECONOMÍA

La curva de rendimiento cambia con el tiempo. En ocasiones las tasas de corto plazo se acercan a las de largo plazo, y a veces pueden ser muy diferentes. ¿Qué es lo que entra en juego para que cambie la forma de la curva de rendimiento?

La Reserva Federal (Banco Central de USA) determina tasas de interés de muy corto plazo por medio de su influencia en la **TASA DE LOS FONDOS FEDERALES (Fed Funds Rate)**, que es aquella a la que los bancos pueden hacer préstamos de la reserva de efectivo sobre la base de una noche. Todas las demás tasas de interés en la curva de rendimiento se establecen en el mercado y se ajustan hasta que la oferta de préstamos coincide con la demanda para cada plazo de éstos.

Las expectativas de los cambios futuros de la tasa de interés tienen un gran efecto en la disposición de los inversionistas para conceder o pedir préstamos a plazos largos y, por tanto, en la forma de la curva de rendimiento.

Suponga que las tasas de interés de corto plazo son iguales a las de largo plazo. Si se espera que las tasas de interés se eleven en el futuro, los inversionistas no querrían hacer inversiones a largo plazo. En vez de ello, harían mejor si invirtieran a corto plazo y luego reinvertieran después de que las tasas de interés se hubieran elevado. Así, si se espera que las tasas de interés aumenten, aquellas de largo plazo tenderán a ser mayores que las de corto plazo para atraer a los inversionistas.

De manera similar, si se espera que las tasas de interés disminuyan en el futuro, entonces las personas no querrían aceptar préstamos a tasas de largo plazo que fueran iguales a las de corto plazo. Harían mejor si pidieran prestado a corto plazo y luego otra vez, después de que las tasas bajaran. Por tanto, si se espera que las tasas disminuyan, las de largo plazo tenderán a ser menores que las de corto plazo para atraer a quienes piden prestado.

Estos argumentos implican que la forma de la curva de rendimiento depende mucho de las expectativas que haya sobre las tasas de interés. Una curva de rendimiento que aumenta en forma pronunciada, con tasas de largo plazo mucho mayores que las de corto, por lo general indica que se espera que las tasas suban en el futuro. Una curva de rendimiento que disminuye (invertida) con tasas de largo plazo menores que las de corto, por lo general señala que se espera una declinación en las tasas de interés futuras. **Debido a que las tasas de interés tienden a caer en respuesta a una desaceleración de la economía, es frecuente interpretar a una curva de rendimiento invertida como un pronóstico negativo del crecimiento económico.**

Es claro que la curva de rendimiento brinda información importante en extremo para el director de una empresa. Además de especificar las tasas de descuento para flujos de efectivo libres de riesgo que ocurren en horizontes distintos, también es un indicador potencial anticipado del crecimiento económico futuro. (DYNAMIC YIELD CURVE).

II.- 3 FLUJOS DE EFECTIVO DE LOS BONOS, PRECIOS Y RENDIMIENTOS

En esta sección se analizará cómo se definen los bonos para después estudiar la relación básica que hay entre sus precios y su tasa de rendimiento al vencimiento.

II.- 3.- 1 TERMINOLOGÍA DE LOS BONOS

Hay que recordar, que un bono es un título que venden los gobiernos y corporaciones para obtener dinero de los inversionistas hoy, a cambio de la promesa de un pago futuro. Los términos del bono se describen como parte contractual del título - valor, que indica las cantidades y fechas de todos los pagos por hacer. Dichos pagos se hacen hasta una fecha final de pago del saldo, llamada “fecha de vencimiento” del bono. El tiempo que resta para la fecha final de pago se conoce como “plazo” del bono.

Es común que los bonos hagan dos tipos de pagos a sus poseedores. Los pagos del interés prometido por un bono se llaman “cupones”. Por lo general, el prospecto del bono especifica que los cupones se pagarán en forma periódica (por ejemplo semestral) hasta la fecha de vencimiento del bono. El principal o “valor nominal” de un bono es la cantidad conceptual que se usa para calcular los pagos de interés. En general, el valor nominal se paga al vencimiento y está denominado en incrementos estándar de USD. 100 o múltiplos de 100. Un bono con valor nominal de USD. 1.000, por ejemplo, con frecuencia se conoce como un “bono de USD. 1.000”.

II.- 3.- 2 BONOS CUPÓN CERO

El tipo más sencillo de bono es el “bono cupón cero” es el que no hace pagos de cupón durante la vida del bono. El único pago de efectivo que recibe el inversionista es el valor nominal del bono en la fecha de su vencimiento. Los “títulos del Tesoro” que son bonos del gobierno de USA con vencimiento de hasta un año, son bonos cupón cero. **Recuerde que el valor presente de un flujo de efectivo futuro es menor que el flujo de efectivo en sí.** Como resultado, antes de su fecha de vencimiento, el precio de un bono cupón cero siempre es menor que su valor nominal. **Es decir, los bonos cupón cero siempre se comercian con un “descuento” (un precio más bajo que el valor nominal), por lo que se llaman “bonos de descuento puro”.**

Aunque el bono no paga “intereses” en forma directa, se recompensa al inversionista por el valor de su dinero en el tiempo, por medio de comprar el bono con un descuento sobre su valor nominal.

II.- 3.- 3 RENDIMIENTO AL VENCIMIENTO:

Se debe recordar que la TIR (Tasa Interna de Retorno) de una oportunidad de inversión es la tasa de descuento con la que el VAN de ésta es igual a cero. La TIR de una inversión en un bono cupón cero es la tasa de rendimiento que percibirán los inversionistas sobre su dinero si compran el bono a su precio actual y lo conservan hasta su vencimiento. La TIR de una inversión en un bono recibe un nombre especial, “rendimiento al vencimiento (RAV), o yield to maturity (YtoM)”, o simplemente “rendimiento”.

“El rendimiento al vencimiento de un bono es la tasa de descuento que hace que el valor presente de los pagos prometidos por el bono sea igual al precio actual del bono en el mercado”.

La intuición dice que el rendimiento al vencimiento de un bono cupón cero es aquel que ganará el inversionista por poseer el bono hasta su vencimiento y recibir el pago prometido del valor nominal.

II.-3.-4 TIR (RENDIMIENTO AL VENCIMIENTO) DE UN BONO CUPÓN CERO A n AÑOS:

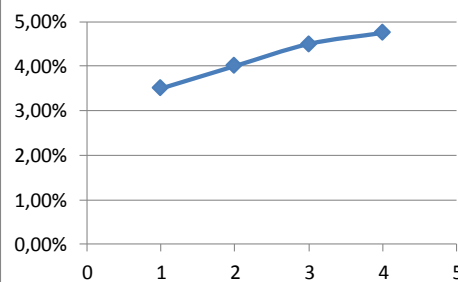
$$TIR_n = \left(\frac{VF}{P} \right)^{1/n} - 1$$

El “rendimiento al vencimiento (TIR)” expresado en la ecuación anterior, es la tasa de rendimiento por período debido a la posesión del bono desde hoy hasta su vencimiento en la fecha n .

TABLA No. 1

PROBLEMA: Suponga que los siguientes bonos cupón cero se comercian a los precios que se indican a continuación por un valor nominal de usd. 100. Determine el rendimiento al vencimiento (TIR) que corresponde a cada bono:

vencimiento	1	2	3	4 AÑOS	
precio	96,62	92,45	87,63	83,06	
VN	100	100	100	100	
Solución:					
Con el uso de la ecuación anterior, se tiene que:					
				VN	
TIR 1	1,034982405	1	3,50%	100	
TIR2	1,040031617	2	4,00%	100	
TIR 3	1,04499865	3	4,50%	100	
TIR 4	1,047495144	4	4,75%	100	



II.-3.- 5 TASAS DE INTERÉS LIBRES DE RIESGO:

La tasa de interés de mercado competitivo r_n disponible desde hoy hasta la fecha n para flujos de efectivo libres de riesgo; se usa ésta como el costo de capital para un flujo de efectivo libre de riesgo que ocurre en la fecha n . Debido a que un bono cupón cero sin riesgo de incumplimiento que vence en la fecha n proporciona un rendimiento libre de riesgo durante el mismo periodo, se garantiza que la tasa de interés libre de riesgo sea igual al rendimiento al vencimiento (TIR) de dicho bono

II.- 3.-6 TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO CON VENCIMIENTO n :

$$r_n = TIR_n$$

En consecuencia, será frecuente hacer referencia al rendimiento y al vencimiento de un bono cupón cero libre de riesgo, con el vencimiento apropiado, como la tasa de interés libre de riesgo. Algunos profesionales de las finanzas también utilizan el término “tasas de interés al contado” para referirse a los rendimientos de bonos cupón cero libres de riesgo.

La Curva de Rendimiento (Yield Curve) grafica la tasa de interés libre de riesgo para vencimientos diferentes. **Estas tasas de interés libres de riesgo corresponden a los rendimientos de los bonos cupón cero libres de riesgo. Así, esta curva de rendimiento también se conoce como la “curva de rendimiento cupón cero”.**

II.-3.-7 BONOS CUPONADOS:

Igual que los bonos cupón cero, los “bonos cuponados” pagan a los inversionistas su valor nominal al vencimiento. Además, hacen pagos de cupón regulares por concepto de intereses. En los mercados financieros se comercian actualmente dos tipos de instrumentos cuponados del Tesoro de USA, las Notas del Tesoro (T Notes), que tienen vencimientos originales de uno a diez años, y los Bonos del Tesoro (T Bonds), que tienen vencimientos originales de más de diez años.

II.-3.-8 LOS FLUJOS DE EFECTIVO DE UN BONO CUPONADO:

También es posible calcular el rendimiento al vencimiento de un bono cuponado. Recuerde que el rendimiento al vencimiento de un bono es la TIR de invertir en él y conservarlo hasta su vencimiento; es la tasa de descuento *única* que iguala el valor

presente de los flujos de efectivo restantes del bono con su precio actual, como se muestra a continuación:

II.-3.-9 LA CURVA DE RENDIMIENTO Y EL ARBITRAJE DEL BONO:

Hasta este momento el análisis se ha centrado entre el precio de un bono individual y su rendimiento al vencimiento (TIR). Ahora se explorará la relación que hay entre los precios y los rendimientos de diferentes bonos. En un mercado competitivo, dadas las tasas de interés spot, que son los rendimientos de los bonos cupón cero libres de riesgo de incumplimiento, se determina el precio y rendimiento de cualquier otro bono también libre de riesgo de incumplimiento. Como resultado, la curva de rendimiento proporciona información suficiente para evaluar todos los bonos de ese tipo.

II.-3.-10 REPLICACIÓN DE UN BONO CUPONADO:

Debido a que es posible replicar los flujos de efectivo de un bono cuponado con el uso de bonos cupón cero. Por ejemplo, es posible replicar un bono de USD. 1.000 a 3 años que pague cupones de 10% anual, con el uso de 3 bonos cupón cero, de la siguiente manera:

TABLA No. 2				
BONO CUPONADO				
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
		100	100	1100
CERO AÑO 1		100		
CERO AÑO 2			100	
CERO AÑO 3				100
CUPÓN CERO				
PORTAFOLIO				
DE BONOS		100	100	100

Fuente y elaboración: Autor

Se asocia cada pago de cupón con un bono cupón cero con valor nominal igual al pago del cupón, y vencimiento igual al tiempo restante a la fecha del cupón. En forma similar, se asocia el pago final del bono (último cupón más el rendimiento del valor nominal) en tres años, con un bono cupón cero a tres años con valor nominal correspondiente a USD. 1.100. Debido a que los flujos de efectivo de los bonos cupón son idénticos a los flujos de efectivo del portafolio de los bonos cupón cero, se establece que el precio del portafolio de los bonos cupón cero debe ser el mismo que el precio del bono cuponado.

TABLA No. 3				
RENDIMIENTO Y PRECIOS (PARA UN VALOR NOMINAL DE USD. 1.000)				
DE BONOS CUPÓN CERO				
VENCIMIENTO	1 AÑO	2 AÑOS	3 AÑOS	4 AÑOS
RAV (TIR)	3,50%	4%	4,50%	4,75%
PRECIO	96,62	92,45	87,63	83,06

Fuente y elaboración: Autor

En la tabla No. 3, se muestran los rendimientos y precios de un bono cupón cero actual. Se calcula el costo del portafolio del bono cupón cero que replica al bono cupón a 3 años, como sigue:

TABLA No. 3				
BONO CUPÓN CERO		VALOR NOMINAL REQUERIDO		COSTO
1 AÑO		100		96,62
2 AÑOS		100		92,46
3 AÑOS		1100		963,93
			COSTO TOTAL	1153,00
Fuente y elaboración: Autor				

El bono cuponado a 3 años debe comerciarse en un precio de USD. 1.153. Si el precio del bono cuponado fuera más alto, se ganaría una utilidad de arbitraje vendiéndose para comprar el portafolio de bonos cupón cero. Si el precio del bono cuponado fuera más bajo, la utilidad de arbitraje se obtendrá comprando el bono cuponado y de esta forma hacer la venta corta de los bonos cupón cero.

II.-3.-11 VALUACIÓN DE UN BONO CUPONADO CON EL USO DE LOS RENDIMIENTOS DE CUPON CERO:

Hasta este momento se han utilizado los precios del cupón cero para obtener el precio del bono cuponado. De forma alternativa, es posible emplear los rendimientos del bono cupón cero. Recuerde que el rendimiento al vencimiento (TIR) de un bono cupón cero es la tasa de interés de mercado competitiva para una inversión libre de riesgo con plazo igual al vencimiento del bono cupón cero. Por lo tanto, el precio de un bono cuponado debe ser igual al valor presente de los pagos de su cupón y el valor nominal descontado a las tasas de interés del mercado competitivo.

II.-3.-12 PRECIO DE UN BONO CUPONADO

$P = VP$ (Flujos de efectivo del bono)

$$= \frac{CPN}{TIR_1} + \frac{CPN}{TIR_2} + \dots + \frac{CPN+VF}{TIR_n}$$

Donde CPN es el pago de cupón del bono, TIR es el rendimiento al vencimiento de un bono cupón cero que vence al mismo tiempo que el n-ésimo pago de cupón, y VF es el valor nominal del bono.

II.-3.-13 BONOS CORPORATIVOS:

Hasta este punto, se ha centrado el análisis en los bonos libres de riesgo de incumplimiento tales como los títulos que emite el Tesoro de USA cuyos flujos de efectivo se conocen con certeza. Para otros, tales como los “bonos corporativos” (los que emiten corporaciones), el emisor puede incumplir, es decir, podría dejar de pagar la cantidad completa prometida en el prospecto del bono. Este riesgo de incumplimiento, también se conoce como “riesgo crediticio” del bono, significa que los flujos de efectivo de éste no se conocen con certeza.

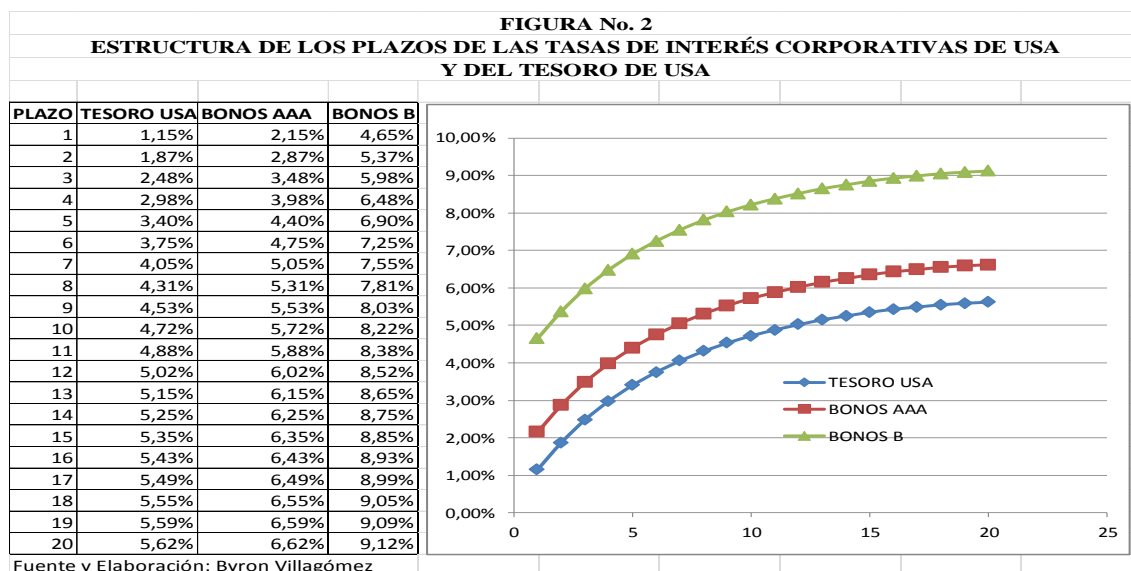
II.-3.-14 RENDIMIENTO DE LOS BONOS CORPORATIVOS:

¿Cómo afecta el riesgo crediticio a los precios y rendimientos de los bonos? Como los flujos de efectivo prometidos por los bonos son el máximo que esperan recibir los tenedores de ellos, los flujos que el comprador de un bono con riesgo crediticio espera recibir quizá sean menores que dicha cantidad. Como resultado, los inversionistas pagan menos por bonos con riesgo crediticio de lo que pagarían por otros idénticos sin riesgo. Debido a que el rendimiento al vencimiento de un bono se calcula con el empleo de los flujos de efectivo prometidos, el rendimiento de bonos con riesgo será mayor que el de otros iguales libres de riesgo.

II.-3.-16 CURVAS DE RENDIMIENTO DE LOS BONOS CORPORATIVOS:

Así como se construyó una curva de rendimiento para los títulos del Tesoro libres de riesgo, es posible graficar otra similar para los bonos corporativos. La figura No. 2 muestra los rendimientos promedio de bonos cuponados corporativos con dos calificaciones diferentes de Standard & Poors: una curva es para el bono con grado de inversión (AAA) y una es para los bonos chatarra (B). Esa figura también incluye la curva de rendimiento de los bonos del Tesoro de USA (con pago de cupón). Se refiere a la diferencia entre los rendimientos de los bonos corporativos y los del Tesoro como “sobretasa por incumplimiento” o “sobretasa por riesgo crediticio”. Las sobretasas por riesgo crediticio fluctúan conforme cambian las percepciones acerca de la probabilidad de incumplimiento. Note que la sobretasa es alta para los bonos con calificaciones bajas, y, por tanto, con mayor probabilidad de incumplimiento.

La figura No. 2 muestra la curva de rendimiento para títulos del Tesoro de Estados Unidos y las de bonos corporativos con calificaciones diferentes. Observe que el rendimiento al vencimiento (TIR) es mayor para los bonos con mala calificación, que tienen probabilidad de incumplimiento más alta.



III.- LA EXPERIENCIA EN USA Y MÉXICO:

El Tesoro (Ministerio de Finanzas) de los Estados Unidos de América como parte de su programación presupuestaria emite deuda pública en plazos que van desde los 3 meses hasta los 30 años.

Las emisiones de deuda publica menores a un año, se denominan Letras del Tesoro (T Bills), las notas del Tesoro con plazos desde 1 año hasta 10 años denominadas T Notes y los bonos del estado con plazos superiores a los 10 años y hasta los 30 años.

Todas las semanas del año, se realizan subastas de bonos para los distintos plazos. Como se puede observar en el Calendario Económico que publica Bloomberg, solamente en una semana existen varias emisiones de deuda pública a diferentes plazos (Tabla No. 3-B).


Tabla No. 3-B

2017 Economic Calendar

POWERED BY **ECONODAY.**

Event Definitions | Today's Calendar |

Monthly					Weekly					Daily					Today					Change Timezone									
Jan		Feb		Mar		Apr		May		Jun		Jul		Aug		Sep		Oct		Nov		Dec							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Monday Sep 4					Tuesday Sep 5					Wednesday Sep 6					Thursday Sep 7					Friday Sep 8									
US Holiday: Labor Day					T+2 equity settlements begin today »					Fed Vice Chair Fischer Resigns, Effective Oct. 13 »					Market Focus »														
Markets Closed					Market Focus »					Market Focus »					Weekly Bill Settlement														
					Market Reflections »					Market Reflections »					Jobless Claims 🟢🔵8:30 AM ET														
					Lael Brainard Speaks 7:30 AM ET					Econoday Unplugged »					Productivity and Costs 🟢🟡8:30 AM ET														
					Factory Orders 🟡🟠10:00 AM ET					Stop-Gap Agreement, Gov't To Be Funded Until December »					Bloomberg Consumer Comfort Index 🟡9:45 AM ET														

3-Month Bill Auction  11:30 AM ET	MBA Mortgage Applications  7:00 AM ET	Quarterly Services Survey  10:00 AM ET
6-Month Bill Auction  11:30 AM ET	International Trade  8:30 AM ET	EIA Natural Gas Report  10:30 AM ET
TD Ameritrade IMX  12:30 PM ET	PMI Services Index  9:45 AM ET	EIA Petroleum Status Report  11:00 AM ET
4-Week Bill Auction  1:00 PM ET	ISM Non-Mfg Index  10:00 AM ET	3-Month Bill Announcement 11:00 AM ET
Neel Kashkari Speaks 1:10 PM ET	Beige Book  2:00 PM ET	6-Month Bill Announcement 11:00 AM ET
Gallup US ECI  2:00 PM ET		52-Week Bill Announcement 11:00 AM ET
Robert Kaplan Speaks 7:00 PM ET		3-Yr Note Announcement 11:00 AM ET
		10-Yr Note Announcement 11:00 AM ET
		30-Yr Bond Announcement 11:00 AM ET

			Loretta Mester Speaks 12:15 PM ET	
			Treasury STRIPS 3:00 PM ET	
			Fed Balance Sheet ● 4:30 PM ET	
			Money Supply ● 4:30 PM ET	
			Raphael Bostic Speaks 7:00 PM ET	
			William Dudley Speaks 7:00 PM ET	
			Esther George Speaks 8:15 PM ET	

Fuente: www.bloomberg.com

Estas emisiones de deuda se colocan en el mercado a través de subastas públicas y las tasas de interés que se lleguen a establecer a través de los mecanismos de mercado toman como base la tasa de interés interbancaria o Fed Funds Rate del Federal Reserve Bank (Banco Central de los Estados Unidos de América).

Cuando el gobierno de los Estados Unidos de América (USA) requiere de la emisión de mayor deuda no presupuestada necesariamente requiere de la autorización del Congreso de este país.

El estudio sobre las curvas de rendimiento es un campo recién explorado en la economía mexicana, desde el año de 2015,, a consecuencia de que el Gobierno Federal emitió bonos a largo plazo. A raíz de esto, se prestó más atención en los mercados financieros locales y se incrementaron los esfuerzos por estabilizar la economía.

La curva de rendimiento es la relación entre el tipo de interés y el plazo de vencimiento de un bono, préstamo o cualquier otra deuda; mide el movimiento de las tasas de renta fija basado en la fecha de su vencimiento, prediciendo el futuro de los tipos de interés y las condiciones económicas.

La importancia de la curva de rendimiento recae en que se utiliza como una herramienta para diseñar estrategias de inversión que maximicen los beneficios, teniendo como objetivo el menor riesgo posible. En esta curva se puede visualizar la relación existente entre las expectativas de los individuos sobre el futuro de la actividad económica, además de la inflación y la política monetaria.

Existen tres factores a los cuales se debe prestar especial atención al analizar la curva de rendimientos:

- La pendiente de la curva, la cual usualmente se calcula como la diferencia entre el rendimiento de mayor plazo y el de menor vencimiento. Cuando hay cambios en la pendiente, esto implica que factores macroeconómicos, tales como el nivel de precios de la economía, la actividad económica y las tasas de interés de corto plazo (instrumentos con vencimientos menores a un año) están detrás de ese movimiento.
- La curvatura, que se define como la diferencia entre la tasa de interés a plazo intermedio y una combinación de los rendimientos extremos.
- El nivel de la curva, el cual está determinado principalmente por la tasa de interés de menor plazo y por choques estructurales que desplazan paralelamente la curva. Generalmente, la tasa de corto plazo tiene una alta correlación con la de referencia que decreta el Banco Central, por lo cual, un cambio en esta última generará un desplazamiento de la curva.

¿Qué otras aplicaciones tiene este indicador?

La pendiente de la curva de rendimiento ha resultado ser útil para anticipar la actividad económica futura. Un aumento en al pendiente de esta curva puede interpretarse como una futura aceleración de la actividad económica, mientras que un descenso en el nivel de esta pendiente indica una inminente desaceleración.

Esta relación puede ser explicada debido a que cuando existe un amplio diferencial positivo entre las tasas de interés de largo plazo y corto plazo, se considera indicativo de perspectivas de crecimiento económico favorables y, por lo tanto, el mercado anticipa un incremento en los niveles de rendimiento a corto plazo.

IV.- CURVA DE RENDIMIENTO EN EL ECUADOR

En el Ecuador, las emisiones de títulos valores libres de riesgo, llámense certificados de tesorería (bonos cupón cero) o Bonos del Estado con emisiones superiores a un año (bonos cuponados) son irregulares, **a más de que no existe el propósito del gobierno de fijar unas tasas de interés referenciales libres de riesgo**, lo cual, puede ocasionar

distorsiones en el mercado, ya que pueden existir emisiones de papeles por parte del sector privados que estén sobre o subestimando el riesgo ya que no tienen un rendimiento libre de riesgo para todos los plazos con los cuales poder comparar.

Bajo esta premisa, los esfuerzos realizados por la Bolsa de Valores de Quito, son encomiables, y justamente en base a la metodología de cálculo que realiza este importante participante del mercado de valores, se procede a continuación a presentar la curva de rendimiento de los bonos del estado libres de riesgo, sobre los cuales, las emisiones privadas deberían tomar como referencia para fijar las tasas de interés que ofrecen a los inversionistas. Esta curva de rendimiento se refiere solamente a las emisiones del mercado interno y no consideran las emisiones de bonos del estado realizadas en los mercados financieros internacionales ni tampoco aquellas que son consideradas como reservadas por el gobierno. **Lógicamente este tipo de actitudes muy poco apoyan en la transparencia de los mercados, que en algún momento conocerán las características de todas las emisiones gubernamentales.**

De acuerdo con la Resolución No. CNV-003-2005 publicada en el Registro Oficial No. 630 del 9 de julio del 2009 se establece lo siguiente:

“La curva de rendimiento (yield curve) permite estimar la estructura temporal de las tasas de interés para activos financieros homogéneos en cuanto a sus características intrínsecas y observar la gama de rendimientos ofrecidos por dichos activos teóricamente idénticos en todo, excepto en su plazo de maduración (vencimiento).

La elaboración de la curva tiene el objetivo de estimar las tasas de rendimiento para plazos mayores a 365 días, que puedan ser utilizados para encontrar el valor actual de títulos de renta fija de largo plazo. Para ello, se aplicó un ajuste matemático de curvas usando como base los rendimientos observados en las negociaciones diarias efectuadas en las Bolsas de Valores de Guayaquil y Quito.

Entre las características intrínsecas de los títulos se encuentra:

- Días al vencimiento,
- Calificación de riesgo,
- Liquidez (número mínimo de transacciones) y número mínimo de días de negociación),
- Tratamiento fiscal,
- Amortización de capital.

Una primera observación a efectuar es que la curva de rendimientos puede referirse, indistintamente al mercado primario o secundario de títulos valores, ya que ambos deben tender, en sus clases y rendimientos, a estar equilibrados.

En el caso del mercado primario, el tipo de interés sería el fijado en el papel, o su tasa vencida si se tratase de emisiones negociadas bajo su valor nominal. Para los títulos de mercado secundario, la tasa de interés sería la que da el mercado por la contraposición de oferta y demanda vía precios, y su plazo correspondería al tiempo de vida que le queda al papel.

Las curvas de rendimiento suelen presentar diversas formas: ascendente, descendente, plana, ascendente y luego descendente, entre otras. La curva más normal suele ser la ascendente, lo que implica rendimientos más bajos para los activos a corto plazo y más altos para los activos a largo plazo.

De acuerdo a la teoría de las expectativas, la forma de la curva de rendimientos es el resultado de las expectativas de los participantes del mercado sobre las tasas de interés. Esta teoría puede explicar cualquier forma de la curva de rendimientos. Las expectativas de tasas ascendentes de corto plazo en el futuro causan una curva de rendimientos ascendente, las expectativas de tasas de corto plazo descendentes en el futuro provocará que las tasas de interés de largo plazo permanezcan por debajo de las tasas de corto plazo actuales, y la curva de rendimientos declinará.

IV.-1 METODOLOGÍA:

1.- Se consideran las operaciones realizadas, durante un trimestre móvil, en papeles del Ministerio de Finanzas, que tengan todos sus cupones de capital e interés, y que pasen los filtros de monto y tasa descritos en esta resolución.

2.- Se toman todas las observaciones que se encuentren dentro de la muestra. Si existiere más de una observación para un mismo plazo se calcula una tasa promedio ponderada por valor nominal residual entre las que hubiere, obteniéndose la tasa observada para este plazo.

3.- Se corre la curva de regresión con todas las tasas disponibles (una por plazo) aplicando el siguiente modelo:

$$\ln (1 + TIR) = B_0 + B_1 * (n) + B_2 * \ln (n)$$

Dónde:

TIR = TIR observada,

n = Días hasta el vencimiento.

4.- A partir de los parámetros obtenidos (ecuación) se calculan las tasas promedio estimadas hasta el último plazo requerido en el esquema de valoración. A partir de la ecuación se procede a graficar la curva de rendimientos.

IV.- 2 APLICACIÓN AL ECUADOR:

Contando con la ayuda del departamento técnico de la Bolsa de Valores de Quito, se pudo armar la base de datos y construir la regresión y realizar el gráfico correspondiente. (Tabla No. 4, Tabla No. 5 y Figura No. 3).

TABLA No. 4

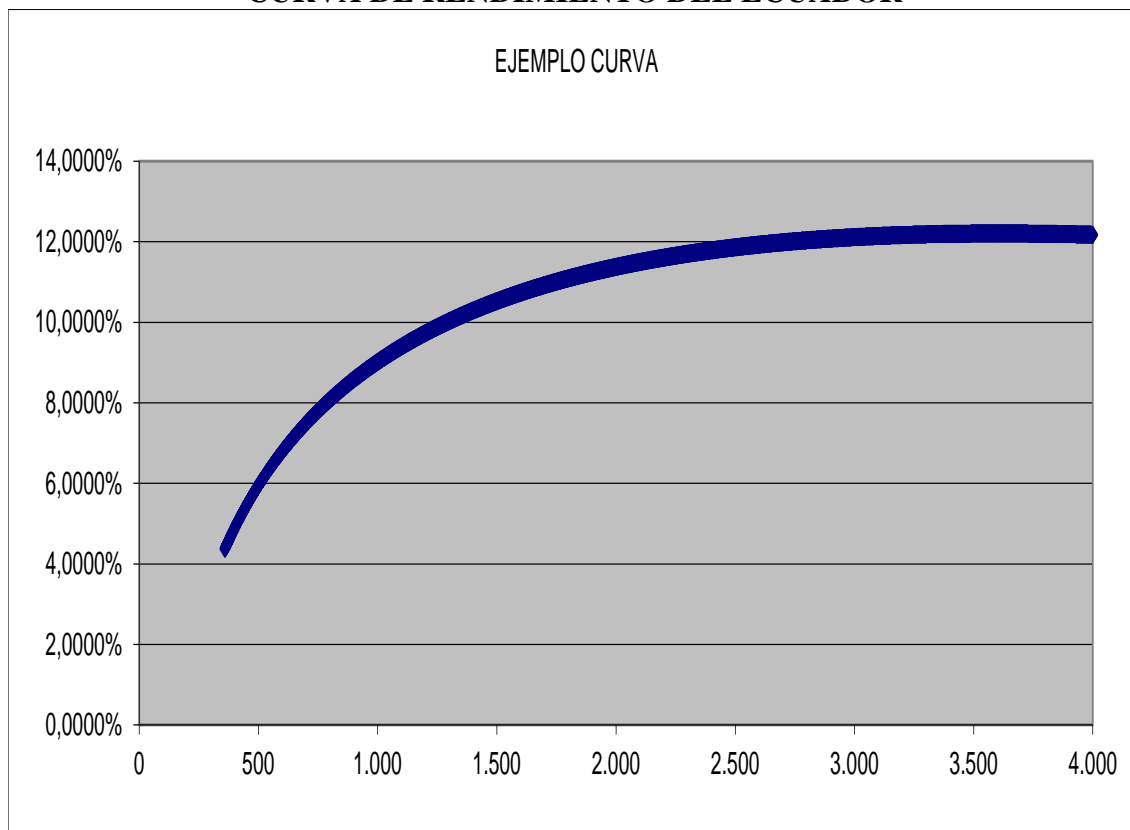
		Tir Promedio	$\ln(1 + TIR)$	Plazo	$\ln(Plz)$
1	360	3,0225	0,02977722	360	5,88610403
2	361	3,0239	0,02979081	361	5,88887796
3	420	3,1058	0,03058546	420	6,04025471
4	483	6,76515426	0,06546142	483	6,18001665
5	508	6,76515426	0,06546142	508	6,23048145
6	509	6,76515426	0,06546142	509	6,23244802
7	511	6,76515426	0,06546142	511	6,23636959
8	522	9,8438	0,09388917	522	6,25766759
9	531	6,76515426	0,06546142	531	6,27476202
10	555	5,1326	0,05005222	555	6,31896811
11	560	6,76515426	0,06546142	560	6,32793678
12	566	8,24419809	0,07921958	566	6,33859408
13	593	7,81935663	0,07528702	593	6,3851944
14	598	7,1859	0,06939452	598	6,39359075
15	612	7,8194	0,07528742	612	6,41673228
16	626	8,7748	0,0841095	626	6,43935037
17	627	8,1606125	0,07844709	627	6,44094654
18	628	7,81935663	0,07528702	628	6,44254017
19	633	6,76515426	0,06546142	633	6,45047042
20	647	7,9002	0,07603654	647	6,47234629
21	649	5,5446555	0,05396395	649	6,47543272
22	652	5,50484508	0,05358669	652	6,48004456
23	656	6,76515426	0,06546142	656	6,48616079
24	675	7,1859	0,06939452	675	6,51471269
25	683	8,680625	0,08324335	683	6,52649486
26	687	8,6806	0,08324312	687	6,53233429
27	689	8,03037813	0,07724228	689	6,53524127
28	710	3,5169	0,0345647	710	6,56526497
29	711	7,73799714	0,07453214	711	6,56667243
30	718	7,1859	0,06939452	718	6,57646957
31	720	3,53601152	0,0347493	720	6,57925121
32	725	7,1859	0,06939452	725	6,58617165
33	728	8,2432078	0,07921043	728	6,59030105
34	730	8,243216	0,07921051	730	6,59304453
35	735	8,7849	0,08420235	735	6,5998705
36	739	8,243216	0,07921051	739	6,60529792
37	744	8,24320324	0,07921039	744	6,61204103
38	771	8,2432	0,07921036	771	6,64768837
39	774	8,2432	0,07921036	774	6,65157187
40	801	8,24321455	0,0792105	801	6,68586095
41	807	8,2432	0,07921036	807	6,69332367
42	821	8,4202	0,08084423	821	6,71052311
43	824	7,97013006	0,07668443	824	6,71417053
44	826	8,42015625	0,08084383	826	6,71659477
45	829	8,2432	0,07921036	829	6,72022016
46	833	8,2432	0,07921036	833	6,72503364
47	836	8,24320696	0,07921043	836	6,72862861
48	841	8,45561371	0,08117081	841	6,73459166
49	842	5,16634376	0,05037314	842	6,73578001
50	847	6,6960432	0,06481389	847	6,74170069
51	849	8,42015625	0,08084383	849	6,74405919
52	851	8,243216	0,07921051	851	6,74641213
53	852	8,4202	0,08084423	852	6,74758653
54	854	8,32187556	0,07993694	854	6,74993119
55	857	8,5088	0,08166109	857	6,75343792
56	862	8,7849	0,08420235	862	6,75925527
57	864	8,2432	0,07921036	864	6,76157277
58	865	8,4202	0,08084423	865	6,76272951
59	867	8,40248501	0,08068083	867	6,76503898
60	875	8,40248501	0,08068083	875	6,77422389
61	876	8,50876194	0,08166074	876	6,77536609
62	877	8,40248501	0,08068083	877	6,77650699
63	878	5,1327	0,05005318	878	6,77764659
64	881	7,1225	0,06880285	881	6,78105763
65	882	8,42017467	0,080844	882	6,78219206
66	883	8,50876194	0,08166074	883	6,7833252
67	885	5,16671014	0,05037662	885	6,78558765
68	889	5,16682569	0,05037772	889	6,79009724
69	911	8,5255225	0,08181519	911	6,8145429
70	918	8,62850625	0,08276368	918	6,82219739
71	929	8,77479617	0,08410947	929	6,83410874
72	932	5,65436658	0,05500289	932	6,83733281
73	936	8,50876194	0,08166074	936	6,84161548
74	947	9,0947	0,08704613	947	6,85329909

Fuente y elaboración: Autor

TABLA No. 5

Resumen									
Estadísticas de la regresión									
Coeficiente d	0,70542375								
Coeficiente d	0,49762266								
R ² ajustado	0,49658362								
Error típico	0,0119764								
Observaciones	970								
ANÁLISIS DE VARIANZA									
<i>Grados de libertad de cuadrado de los cua</i>				<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>				
Regresión	2	0,13738801	0,068694	478,923987	2,806E-145				
Residuos	967	0,13870072	0,00014343						
Total	969	0,27608873							
	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>	
Intercepción	-0,2554786	0,02108084	-12,118993	1,4302E-31	-0,2968481	-0,2141091	-0,2968481	-0,2141091	
Variable X 1	-1,429E-05	1,7426E-06	-8,2004183	7,5729E-16	-1,771E-05	-1,087E-05	-1,771E-05	-1,087E-05	
Variable X 2	0,05154263	0,0032513	15,852917	1,7343E-50	0,04516221	0,05792306	0,04516221	0,05792306	
Fuente y elaboración. Autor									

FIGURA No. 3
CURVA DE RENDIMIENTO DEL ECUADOR



IV.- CONCLUSIONES:

- 1.- No existen emisiones periódicas y a distintos plazos de bonos del estado en el Ecuador.
- 2.- Inexplicablemente no les interesa construir unas tasas referenciales por plazos de los títulos – valores libres de riesgo que sirvan de referencia para el resto de emisiones del sector privado como son las Obligaciones Financieras, por ejemplo.

3.- Con la poca información disponible las Bolsas de Valores del país construyen la curva de rendimiento de bonos del estado (libres de riesgo) con un sesgo predeterminado que consiste en que, a propósito se genera una curva con pendiente positiva, esto es, que las expectativas de los mercados, está predeterminada en ser positiva, esto es, que en el futuro se esperan tasas anuales de interés más altas que las de corto plazo. Sin considerar aspectos de política económicas que las debería manejar el gobierno, esto es, si prevé que se viene una recesión como en la actualidad emitir bonos del estado a nivel interno que reflejen dicha situación.

V.- RECOMENDACIONES

- 1.- Solicitar al gobierno mayor transparencia en sus emisiones de deuda interna y externa.
- 2.- Propiciar al gobierno para que realice una programación sistemática de emisión de deuda interna a lo largo del año y a distintos períodos desde 3 meses (Cetes) hasta 10 o más años (bonos del Estado).
- 3.- Motivar al Ministerio de Finanzas para que de manera periódica publique la Curva de Rendimiento del Activo Libre de Riesgo, la cual servirá para la fijación de los rendimientos de las emisiones de los títulos – valores que haga el sector privado.

VI.- BIBLIOGRAFÍA:

- 1.- Berk J, Demarzo P. (2008), Finanzas Corporativas, Pearson, México D. F.
- 2.- Fabbozi, F. (2004), Bonds Strategies and analysis, Pearson. Chicago.
- 3.- Resolución No. CNV-003-2005, publicada en el Registro Oficial No. 630 de 9 de junio de 2009.
- 4.- <https://www.federalreserve.gov/releases/h15/>
- 5.-http://www.finanzas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/05/DEUDA-SECTOR-PÚBLICO-DEL-ECUADOR_abril2017-publicación.pdf
- 6.-http://www.finanzas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/05/DEUDA-SECTOR-PÚBLICO-DEL-ECUADOR_abril2017-publicación.pdf
- 7.<https://contenido.bce.fin.ec/docs.php?path=/documentos/Estadisticas/SectorFiscal/DeudaInterna/Condiciones/T484-200705.htm>
8. <http://www.bolsadequito.info/valoracion/vector-diario/diario/>.

De la pobreza unidimensional a la pobreza multidimensional. Una revisión de la literatura.

Mendez Urgiles Xavier Santiago 1

Cuenca, Ecuador.

xsantiago23@hotmail.com

Palabras clave: pobreza, identificación, multidimensional, umbral, conjuntos difusos.

Resumen

El presente trabajo 2 aborda las diversas concepciones de pobreza analizadas desde el punto de vista de la literatura, dentro de la cual emiten diversos conceptos que permiten desarrollar varias metodologías cuyo objetivo es definir y comprender qué significa ser pobre, e identificar a aquellos individuos en situación de pobreza, sea esta medida bajo un enfoque unidimensional o multidimensional

Al estudiar la pobreza, es imprescindible repasar sus antecedentes históricos que enmarcan las diferentes formas de definirla y consecuentemente las diversas técnicas desarrolladas para medirla.

Según Domínguez y Caraballo (2006), si bien la visión de un mundo de pobres y ricos es antigua; el estudio científico de la medición de la pobreza se remonta recién a finales del siglo XIX y principios del XX debido a la falta de consolidación del Estado como unidad de análisis y con ello, la producción sistemática, más o menos fiable, de datos empíricos comparables entre los distintos países.

A principios del siglo XVIII, las primeras encuestas sociales que tienen a la pobreza como una de las temáticas de estudio, no tienen como fin cuantificarla, sino más bien identificarla; remontando su estudio a los inicios del análisis sociológico como lo sostiene Smith (1776) en su obra *Riqueza de las Naciones*, definiendo pobreza como: “la falta de aquellas necesidades que la costumbre de un país hace que sea indecente, tanto para la gente acomodada como para la de clase más baja, carecer de ellas” (Smith, *La Riqueza de las Naciones*, citado en Domínguez y Caraballo, 2006, p.30).

Sin embargo, según Atkinson (1987), fue Booth (1882-1897) el primero en realizar un estudio que combina la observación o identificación de la pobreza con un intento de medir matemáticamente su extensión entre los años 1892 y 1897, obteniendo como uno de sus resultados la elaboración de un mapa de la pobreza en Londres para el período de estudio realizado.

A inicios del siglo XX, Rowntree (1908) utiliza un concepto de pobreza con base en requerimientos nutricionales, provocando un giro radical al estudio del fenómeno de pobreza, que hasta ese momento se enfocaba en una zona determinada o una sociedad en particular.

Según Sachs (1992), no es sino hasta los años 40 del siglo pasado cuando se empieza a concebir a la pobreza como un fenómeno social a escala mundial gracias a los primeros informes del Banco Mundial que conciben la pobreza como una operación estadística que afecta a los ingresos per cápita de los diferentes estados, identificando un país pobre de acuerdo con un determinado nivel de renta o umbral, introduciendo el concepto, o al

menos una noción de umbral de pobreza. En 1948, el mismo Banco Mundial define como pobres a aquellos países con una renta por habitante menor a 100 USD, con lo cual, por primera vez en la historia del estudio de la pobreza, una metodología permite considerar naciones enteras como pobres dado que sus ingresos son bajos con relación a otros países.

Las décadas de 1950 y 1960 se caracterizan por enmarcar el crecimiento económico como principal instrumento para reducir la pobreza, proponiendo una redefinición del término pobreza abordándolo de manera relacionada con el nivel de vida, delimitación a partir de la cual se puede ser considerado pobre. Para ello, el Banco Mundial (1973) propone el primer concepto de pobreza absoluta y plantea como objetivo de fin de siglo su erradicación, lo que en la praxis implicaba la eliminación de la malnutrición y el analfabetismo, la disminución de la mortalidad infantil y el incremento de la esperanza de vida de acuerdo con los estándares que en ese momento mantenían los países más desarrollados; coincidiendo con esta propuesta los estudios sobre pobreza de Ornatí (1966).

En los años 80, se empieza abordar la pobreza desde la perspectiva del desarrollo humano, considerándola como un fenómeno multidimensional, donde además de la renta se relacionan aspectos como la educación y la sanidad, introduciendo por primera vez una noción moderna de pobreza global en el contexto de desarrollo que es expuesta en el Informe sobre Desarrollo Humano de 1997 del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), en el que se refiere a la pobreza como la incapacidad de las personas de vivir una vida tolerable.

Un enfoque más monetarista caracteriza a la pobreza como la insuficiencia de recursos, interpretada como carencia de riqueza para adquirir lo que un individuo necesita, implicando que la satisfacción de las necesidades no necesariamente sea una condición para dejar de ser pobre, dado que dicha satisfacción puede no haber sido lograda precisamente por medio de recursos propios. Sin embargo, considerar a la pobreza como un fenómeno multidimensional, permite dar un giro trascendental en su estudio, destacando sobre el tradicional enfoque univariable (ingreso o consumo), el enfoque multidimensional basado en varios aspectos que componen la pobreza y las condiciones de vida, brindando la oportunidad de medir niveles de privación de los individuos mediante un índice no únicamente monetario.

El enfoque de las capacidades propuesto por Sen (1991) es considerado el principal marco teórico para definir la pobreza multidimensional debido a su definición de pobreza en términos de privación de capacidades, acotando que la pobreza puede surgir por varios determinantes que no necesariamente son monetarios, sino también por las capacidades de un individuo y su privación, que son asumidas como pobreza.

Bajo esta misma perspectiva, el primer estudio de pobreza bajo un enfoque multidimensional realizado por Townsend (1979), resalta que al hablar de pobreza esta debe ser entendida como un concepto relativo, debido a que su manifestación se encuentra en función de la sociedad a la que pertenecen los individuos, considerándola como carencia de recursos.

Continuando la evolución del estudio de pobreza multidimensional, se desarrollan las “medidas difusas” propuestas por Zadeh en 1965, basadas en la teoría de conjuntos difusos que es aplicable a la medición multidimensional de pobreza, debido a que un

individuo puede ser considerado pobre de acuerdo con algunos criterios quizá universales o absolutos, mientras que según otros criterios específicos o particulares no podría ser considerado como tal.

Esta revisión teórica evidencia los diversos estudios para medir la pobreza en el transcurso de los años y su evolución desde una medición unidimensional hacia mediciones multidimensionales, implicando con ello el paso de mediciones absolutas únicamente hacia combinaciones con medidas relativas.

Agradecimientos

Un agradecimiento especial al Phd. Manuel Villavicencio por su tiempo y labor invertida para despertar la pasión por la escritura y a la Mst. Mercy Orellana quien, con su acertada dirección, guía cada paso de esta investigación.

Referencias

- [1] Domínguez Domínguez, Juana; Martín Caraballo, Ana. (2006). Medición de la pobreza: Una revisión de los principales indicadores. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 29-33.
- [2] Smith, A. (1776). *Wealth Of Nations*. London.
- [3] Atkinson, A. B. (1987). On the Measurement of Poverty. *Econometrika*, 749-764.
- [4] Booth, C. (1892-1897). *Life and Labour of the People of London*. London: McMillan.
- [5] Rowntree, B. S. (1908). *Poverty: a study of town life*. London: McMillan.
- [6] Sachs, W. (1992). Poor not different. En P. Ekins, & M. Max-Neef, *Real-life Economics: Understanding Wealth Creation* (págs. 161-165).
- [7] World Bank. (1978). *World Development Report, 1978*. Washington DC.
- [8] World Bank. (1980). *World Development Report, 1980*. Washington DC.
- [9] Ornati, O. (1966). *Poverty. Amid affluence*. New York: The Twentieth Century Fund.
- [10] PNUD. (1997). *Informe sobre el desarrollo humano 1997*. New York: Oxford University Press.
- [11] Sen, A. (1991). *Development as Freedom*. Alfred A. Knopf.
- [12] Townsend, P. (1979). *Poverty in the United Kingdom*. Great Britain: Hazell Watson & Viney Ltd, Aylesbury, Bucks.
- [13] Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8, 338-353.

Social Spending in Latin America, 1990 - 2015

Salazar Méndez Yasmín
Pinzón Kathia

**Departamento de Matemáticas, Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ciencias
Ladrón de Guevara s/n, Quito – Ecuador. yasmin.salazar@epn.edu.ec*

Keywords: Government Expenditures, Commodity Markets, Trade Openness, Time-Series- Cross-Section, Preferences for Redistribution, Latin America

Abstract

The size of government is determined by aggregate and individual factors. At the aggregate level, inequality could influence positively on social expenditure. However, the empiric evidence reports mixed results. Other aggregate variables, as natural resource rents trade openness, could explain divergences. In addition, individual characteristics – income, education, and genre– could act in order to determine the optimum level of social spending. Social expenditure in Latin America has been rising in the last years. This fact coincided with natural resource boom and Latin America has shown a constant decline in inequality. Currently, commodity prices have been decreasing and the strong dependence of Latin American countries on commodity revenues might put at risk social and economic achievements. This paper analyzes both aggregate and individual factors influencing social spending. On the aggregate side, the effect of natural resource rents and trade openness on social expenditure in Latin America is analyzed using a Time-Series- Cross-Section data. At the individual level, a probit model using LAPOP (2014) database is estimated. Results suggest that exports diversification and expectations about future mobility could affect the level of social spending.

1. Introduction

The size of government is determined by aggregate and individual factors. At the aggregate level, the inequality is one of the determinants mostly analyzed. Meltzer and Richard (1981) [1], considered the most influential authors in the size of government, argument that inequality influences positively on social expenditure. However, the empirical evidence reports mixed findings. Karabarbounis (2011) [2] and Milanovic (2010) [3] report results that confirm Meltzer and Richard hypotheses. On the other hand, Kenworthy and McCall (2008) [4] and Moene and Wallerstein (2003) [5] did not find evidence about positive relation of inequality. Other aggregate variables could explain divergences. For example, trade openness may positively affect social expenditure (Mayoral and Nabernegg, 2015 [6]; Avelino et al., 2005 [7]). In addition, individual preferences for redistribution could act in order to determine the optimum level of social spending. Individual characteristics, as age, genre, education, income, religion and race, could play an essential role to support the social policy. Empirical evidence suggests controversial results about income. Richer people could not support redistribution because they would have to pay more taxes. Notwithstanding they may support redistribution by altruistic reasons (Bowles and Gintis, 2000) [8]. In the same way, poorer people could demand redistribution because they would be the main beneficiaries. Nevertheless, it could not occur if they expect to promote social and economically in the future (Benabou and Ok, 2001) [9].

Social expenditure in Latin America has been rising in the last years. This fact coincided with some facts: i) in the last decade, Latin America has shown an unexpected natural resource boom because the prices of the most important commodities exported by the Latin American countries have risen (CEPAL, 2017), and ii) there has been an implosion of left governments (Birdsall, 2012) [10]. As a consequence of these transformations, social, political and economic movements appeared too. Latin America has shown a constant decline in inequality (Gasparini, 2011) [11] at the same time that middle class has arose (Ferreira, 2013) [12]. Currently, commodity prices have been decreasing and the strong dependence of Latin American countries on revenues might put at risk social and economic achievements of the last decade. This scenario suggests governments to find new alternatives to finance welfare state. Trade openness and fiscal policy are in debate again. This paper analyzes both aggregate and individual factors influencing social spending. On the aggregate side, the effect of natural resource rents and trade openness on social expenditure in Latin America are analyzed. On the individual side, a probit model was estimated. In this paper we retest established individual and aggregate hypothesis with an updated data:

Aggregate hypothesis:

- H (1): Inequality increases social spending.
- H (2): Trade openness influence positively on social spending.
- H (3): Demand for redistribution increases with social spending.

Individual hypothesis:

- H (4): Income affects negatively the support for redistribution.

2. Methodology

To determine factors affecting social expenditure, including temporal and cross-section dimensions, authors commonly use pooling data. Although pooling data permit to analyze changes during specific periods, these structures can present some limitations as autocorrelation –which is related with the temporal structure– and heteroskedasticity –caused because of the cross-sectional component. To deal with these problems several methodologies have been used. Beck (1995) [13] suggests an ordinary least squares coefficient estimates with panel corrected standard errors (PCSE) model that may include lagged values of the dependent variable and current and lagged values of one or more explanatory variables. This approach is based on long-term equilibrium and short-term influences (Greene, 2000). However, these estimators could be biased and inconsistent because of the absence of exogeneity in independent variables and by a probable bidirectional causality (Martinand Nabernegg, 2015[19]). In addition, another critique to PCSE is related with scarce variability of variables. In this case, estimates could not reflect their real effect on social expenditure.

This article aims to identify the relation between social expenditure and trade conditions in Latin America. In spite of the critiques to PCSE, it works well for our purposes and controls autocorrelation and heteroskadisticity. Therefore, a PCSE model is estimated with a dependent lagged variable. For that reason, we constructed a time series cross section which contains information for 16 Latin American countries about social spending –total, social security, health and education, trade openness, exports sophistication, natural rents and foreign direct investment, tax revenues, Gini, democracy,

political ideology of government, period 1990 - 2015. In order to determine individual factors that influence preferences for redistribution a probit model was estimated. Individual socioeconomic variables, such as age, race, social class, religion, income, come from Latin American Public Opinion Program (2014) (LAPOP) which is a periodic public opinion survey.

3. Results and Discussion

3.1 Aggregate Results

The aggregate results suggest that social expenditure -total and by categories- is affected positively by the past. These results, consistent with existent literature (Avelino, 2005 [7]; Dion and Birchfield, 2006 [14]) suggest that Latin America presents a beta convergence conditional process (Mayoral and Naberbegg, 2015) [6]. The trade openness estimations show a discrete positive effect on social security spending. Natural rents could have a negative impact on social expenditure in Latin America. According to Oyinlola et al. (2015) [15] when a State generates revenues of few resources, it could demotivate taxation to fund government spending, and therefore, volatility in prices can affect the level of expenditure. Inequality lags report a positive relation on social spending. This result is according to Meltzer and Richards (1981) [1] hypothesis and it is not surprising in Latin America because of the highest level of inequality. Although this characteristic constitutes a historic fact, Latin America could press to invert this tendency in the last decade (Gasparini et al., 2011) [11]. One way was through the left vote. However, evidence suggests that inequality decreased in Latin American countries independently from government ideology (Birdsall, 2012) [10].

3.2 Individual Models

Education suggests a negative relation on individual preferences for redistribution. Considering rational and self-interested individuals, these results are expected and coherent with literature and with previous findings for Latin America (Silva and Figueiredo, 2013 [16]); Gaviria, 2007 [17]). Nevertheless, Gaeta (2011) [18] arguments that the highest educated people could support redistribution because they know about its benefits (i.e. positive externalities in education, reduction in crime and violence (Alesina and Giuliano, 2009 [18]). Familiar income presents a positive sign. Mobility variables indicate that people who perceive that the country's situation is worse than in the past could not support redistribution. The same occurs with people who have better economic conditions. Both facts can be interpreted as a sign of nonconformity because of the redistribution process, which can be associated with excessive expenditure and high taxes. Furthermore, people who think that individual situation is worse or is the same could not demand redistribution. This finding reflects a turn according to previous findings (Silva and Figueiredo, 2013 [16]) and suggests that POUM hypotheses could work in Latin America. It is remarkable that this new tendency emerges after the end of constant period of redistribution under favorable macroeconomic conditions in the region. Finally, results do not report evidence about the effect on demand for redistribution of age, gender, marital status and having children

4. Conclusions

This research analyzes the effect of trade openness and natural rents on social spending for 16 Latin American countries, period 1990–2015. We found a discrete effect of trade

openness on social spending. However, tax revenues and natural rents could affect social spending. In addition, inequality and growth suggest a positive relation while ideology government and the level of democracy may not affect social spending. These results suggest the importance of tax revenues to face volatility in natural resources prices. Therefore, Latin American countries must rethink about alternatives in fiscal policy that reduce the impact of volatility in natural resources prices. In the last decade, Latin American countries have increased social spending and reduced inequality, coincidentally with high prices of natural resources that identify the region. Currently, tendency in prices is decreasing and the most important challenge to Latin American governments is to maintain the level on social spending. At the individual side, convergent forces appear. People who perceive that country's situation is worse than in the past could not support redistribution. The same occurs with people who have better economic conditions. Both facts can be interpreted like a sign of nonconformity because of the redistribution process, which can be associated with excessive expenditure and high taxes.

References

- [1] A. Meltzer, S. Richard. **A rational theory of the size of government**. Journal of Political Economy 89 (1981) 914–927.
- [2] L. Karabarbounis. **One Dollar, One Vote**. The Economic Journal 121 (2011) 621-649.
- [3] B. Milanovic. **The median voter hypothesis, income inequality and income redistribution: an empirical test with the required data**, European Journal of Political Economy, 16 (2000), n.3, 367–410.
- [4] L. Kenworthy, L. McCall **Inequality, Public Opinion, and Redistribution**. Socio-Economic Review 6 (2008), 35–68.
- [5] K. Moene, M. Wallerstein, Earnings inequality and welfare spending: a disaggregated analysis. World Politics (2003) 55, 485–516.
- [6] F. Mayoral, M. Nabernegg **Gasto social en América Latina 1990-2010: estudio de sus determinantes y análisis de convergencia** Revista de Economía Mundial 40 (2015), 67-89
- [7] G. Avelino, D. Brown, W. Hunter, The Effects of Capital Mobility, Trade Openness, and Democracy on Social Spending in Latin America, 1980-1999, American Journal of Political Science, 49 (2005), 625-641.
- [8] S. Bowles, H. Gintis, **Reciprocity, self-interest and the welfare state**. The Nordic Journal of Political Economy 26 (2000), 23 -53.
- [9] R. Benaboum, E. Ok **Social mobility and the demand for redistribution: The POUM hypothesis**. The Quarterly Journal of Economics 116 (2001) 447-487.
- [9] N. Birdsall **A Note on the Middle Class in Latin America**. Working Paper 303 (2012).
- [10] L. Gasparini, G. Cruces, L. Tornarolli **Recent trends in income inequality in Latin America**. Economía 11 (2011) 147-190.
- [11] F. Ferreira, J. Messina, J. Rigolini, L. López-Calva, A. Lugo, R. Vakis. **Economic Mobility and the Rise of the Latin American Middle Class**. World Bank Latin American and Caribbean Studies No. 11858. Washington (2013) D.C.: World Bank.
- [12] N. Beck, N. Katz **What to Do (and Not to Do) with Time-series Cross-section Data** American Political Science Review 89 (1995) 634-647.
- [14] M. Dion, M. Birchfield **Economic Development, Income Inequality, and Preferences for Redistribution**. International Studies Quarterly 54 (2010) 315–334.
- [15] A. Oyinlola, A. Oluwatosin, D. Raheem **Natural resource abundance, institutions and economic growth in Africa** African. J. Economic and Sustainable Development 4 (2015).
- [16] C. Silva, E. Figueiredo **Movilidad social y demanda de redistribución del ingreso en América Latina**. Revista de la CEPAL (2013) , 110, 69-84.
- [17] A. Gaviria **Social Mobility and Preferences for Redistribution in Latin America**. Economía 8 (2007) 1, 55-96.

- [18] A. Alesina, P. Giuliano, **Preferences for Redistribution**. In: BENHABIB, J.; JACKSON, M.; BISIN, A. (Ed.), Handbook of Social Economics, 1A, North Holland (2011) , 93–132.
- [19] F. Martín, M. Nabernegg, **Gasto Social en América Latina 1990-2010: estudio de sus determinantes y análisis de convergencia**. Revista de Economía Mundial, (2015), Vol. 40, 67-90

The Quest for Better Life: Uncovering the Migration Experience of Return Migrants in Biblián, Ecuador

Loresel Abainza 1 * and Germán Calfat 1

1 Institute of Development Policy and Management, University of Antwerp, Lange Sint Annastraat 7, Antwerpen-2000, Belgium

* Corresponding author and presenter: loresel.abainza@uantwerpen.be; +32 3 265 5698

Keywords: return migration, reintegration, Ecuador

Abstract

Migration is an event that stems from different motivations and results to unique experiences for individuals, households, and even communities. The interplay of factors at the individual, household, and community levels shape migration intentions, reasons for return, and activities to take-up upon return. As such, the study of return migration and activity choice of returnees necessitates investigation of the initial process of migration and consequently of the transnational space to be able to understand the complexity of migration and return. We confront this challenge by conducting a census and complementing it with in-depth interviews to uncover events leading to migration and return. The findings show that while migration is driven by economic reasons, return migration is mainly triggered by kinship and health reasons. Additionally, reintegration is sustained by support from family, friends, and the government.

Introduction

Migration is widespread in our contemporary age reaching as much as 232 million international migrants in 2013 [1]. Although migrants leave their home country, returning to their homeland and their family has often been part of their plan. Unlike migration however, there is no global data that would give us a hint on the degree of international return migration. This is because there is no systematic data collection of return migrants at the country level. There are several reasons to explain this: first, return migration is a relatively recent scholarship in migrations studies, and second, there is no agreed-upon definition of this concept even among migration scholars. As such, return migration is difficult to quantify.

While migration and return are observed at the macro level, the migrant or returnee and their family experience the first order effects of its impact. In fact, decisions at the level of the migrant and their family shape this global phenomenon. As such, migration is context specific and the study of return migration necessitates understanding of the initial process of migration and consequently of the transnational space to be able to comprehend the uniqueness of each migration phenomenon, the return process, and outcome.

We utilized a comprehensive migration questionnaire *Mecanismo de Monitoreo del Impacto Migratorio* (MMIM) to comprehend the complexities of migration, return, and subsequent activities of returnees in Biblián, a small canton in the province of Cañar, Ecuador [2]. By doing so, we hope to grasp the realities of return migration and consequently guide us in doing a systematic investigation of the impact of return migration to the returnee and

their family. This allows us to have a grounded understanding and hence more relevant basis for sound policy recommendations in our study.

This paper presents a peculiar migration experience that allows us to understand the interconnectedness of migration, return, and subsequent activities taken-up by return migrants. Our study proceeds by revisiting the historical account of migration in Ecuador to give us a hint on migration patterns in the Andean region, particularly Biblián. We then extensively provide results of the census data and in-depth interviews alongside analyses and discussions.

Methods

The data used in this paper is part of the census conducted in urban Biblián and in the four rural centers of Nazon, Sageo, Turupamba, and Jerusalen. Canton Biblián was selected after running principal components analysis on different levels of migration, poverty, education, social protection, vulnerability, economic, and demographic aspects. The first step of this exercise involved checking migration flows of the different provinces in Ecuador using INEC census data. Azuay and Cañar are the provinces with the highest migration flows in the Austro. From this, a principal components analysis was used to construct indices to rank parishes according to the dimensions mentioned above. The results lead to the selection of Sigsig and Biblián for the provinces of Azuay and Cañar respectively.

This study presents some results of the Biblián census on return migration. Moreover, we also conducted in-depth interviews to provide depth and clarity with respect to the information we have obtained through the census.

This paper is part of a series of studies aimed at advancing the literature on return migration and development highlighting the case of Biblián. In this paper, our approach is mainly descriptive, utilizing descriptive statistics and complementing it with narratives from in-depth interviews. This method allows us to have a solid understanding of migration peculiarities in the area, which would subsequently guide us in a more systematic evaluation of return migration and development.

Results and discussions

Overview of International Migration

Biblián is home to the pioneer migrants in the Austro region where the first wave of international migration is believed to have originated [3][4][5]. Migration during this time was characterized by clandestine movement to the United States (US), primarily of young male Ecuadorians from highland provinces of Azuay and Cañar. Four decades after the first wave, the census data revealed that international migration from Cañar, particularly in Biblián, is still dominated by male and the US remains to be the favorite destination (Table 1).

Table 1: Destination Country of International Migrants in Biblián

Country	Frequency	Percent
Argentina	5	0,54
Canada	9	0,98
Chile	2	0,22
Colombia	3	0,33

EEUU	861	93,79
España	30	3,27
Inglaterra	1	0,11
Italia	2	0,22
México	2	0,22
Venezuela	3	0,33
Total	918	100

Source: IOB-UCuenca VLIR-IUC Project Biblián

The US-bound migration initiative of an individual often results to snowball-effect migration because Biblián residents are embedded in a tight network of familial and societal relations. This is corroborated in an ethnographic study where migration to the US is described as a “feverish epidemic” [6]. It was clear during the interview that migrants in the US often support a relative who is contemplating on migration.

“I married in 1984. I became a couple and as we were just making home, as at that time there was much migration beyond my land, or people started to go, then I also had the choice, as my dad was too, so my dad left, my uncles were there, then my uncles offered help, then I started up...” (A, 53 years old, interviewed 1 July 2016)

Biblián residents who decide to leave reported a number of motivations but the strongest is economic (Table 2). The unfavorable economic disposition of their family due to dearth of work and income opportunities makes migration an alternative strategy. According to an anthropological study in Cuenca, the idea of going to the US is connected to the notion of “modernity and money” [7]. However, since most of these migrants have finished either primary or secondary education, they typically obtain low-skilled jobs, particularly related to kitchen work (Figure 1).

Figure 1. Occupation in the US

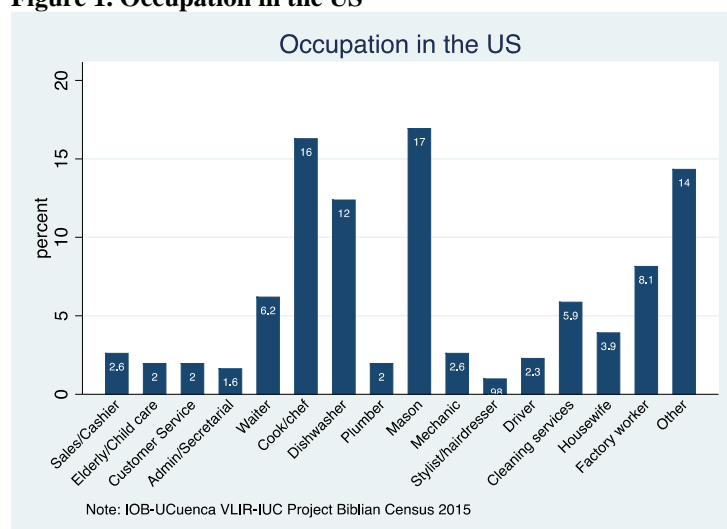


Table 2. Profile of Return Migrants in Biblián

Variables	Mean/Share	N
<i>Returnees from the US</i>		
Age	45.8	321
Gender: Male	73.2	235
Civil status		
<i>Married / Living together</i>	76.0	244
<i>Single</i>	11.2	36
<i>Other (Widowed / Divorced / Separated)</i>	12.8	41
Highest education**		
<i>None</i>	11.2	36
<i>Primary</i>	49.8	160
<i>Secondary</i>	31.2	100
<i>Higher education</i>	7.2	23
Reasons for migration		
<i>Get job</i>	54.8	176
<i>Earn more money</i>	28.3	91
<i>Study/learn new skill</i>	3.7	12
<i>Join family members</i>	7.8	25
<i>Other: freedom, no particular reason</i>	4.0	13
<i>Missing observations</i>	1.6	4
Length of stay abroad***	9.3	320
Reasons for return		
<i>Family</i>	57.3	184
<i>Economic</i>	6.5	21
<i>Unfavorable Conditions (deported, health problems, no job abroad, bad working conditions, adaptation issues)</i>	15.6	50
<i>Other (no motive, will marry, will take care of the house)</i>	14.6	47
<i>Missing observations</i>	5.9	19
Decision to return****		
<i>Own decision</i>	69.8	224
<i>Partner</i>	17.8	57
<i>Family members (Children, parents, relatives)</i>	3.4	11
<i>Other outside factors (e.g. deportation)</i>	3.4	11
Returned with money/savings	60.8	195
Received education: English language	14.6	47
Received trainings abroad	14.3	46
Business ownership	28.7	92

*5 missing observations

**2 missing observations

***1 missing observation

****18 missing observations

Note: This table is a work in progress of the authors based on the *Biblián* census.

Source: IOB-Ucuenca VLIR-IUC Project Biblián

Uncovering return migration experiences

The MIMM census recorded 36.7 percent return rate of US-bound migrants from Biblián. As shown in Table 2, majority of these return migrants are male with an average age of 46, and who are married or living with a partner (76%). It is interesting to note that the reason for return was mainly driven by family reasons (57.3%).

In-depth interviews with return migrants confirm the census data and gave us insight on how the family influenced their decision to return.

Now I say first I was getting tired there, I'm outside the family, the children outside, [...] and the second time, I was already suffering, my health was not well, [...] then my children said 'Daddy, come on, why are you there?' [...] all that makes one more encouraged to return ... and my children, nothing else." (S, 73 years old, interviewed 2 July 2016)

Returning also means adjusting to the economic situation in Biblián. Some return migrants have a clear plan in mind while others try different options through the help of their social network.

"When I came here in 2000, I noticed that there was no hotel here in Biblián, and that's what gave me the motivation. [...] I was thinking about the future then. When I started doing this building, people said I was crazy, because this place is so small to make such a large investment... this is a small town. But please think about how this is 10 years ago...much larger, and we will continue to grow, we will be ... more than anything I wanted to leave my family well established, because I want my next generation to no longer suffer what I suffered." (M, 43 years old, interviewed 26 June 2016)

"No, I came back sick. It had nothing clear. I came back and did not know what to do. I worked at the Coca-Cola for a year, then left. Then the idea of greenhouses came out. I just got here in Biblián, and was adjusting well. I had a friend in Quito who was an engineer and knew all the irrigation system...all that is irrigated, food, everything...I set-up a tomato greenhouse, I devoted myself to that greenhouse to work. It was quite big then, I dedicated myself to selling out tomato and deliver to market vendors..."(L, 43 years old, interviewed 24 June 2016).

"People who are helping are the customers, generally the customers. Because they recommend my business...they say 'I'm recommending you to my family, my relatives to avail the work you are performing'. Then my business continues to grow." (G, 58 years old, interviewed 5 July 2016)

The above narratives indicate that setting up a business is one of the options for economic reintegration. This result is also corroborated in a study where returnees who have difficulty finding a job have contemplated on establishing their own business [8]. A study of Pichincha return migrants from Spain indicate that the struggle to obtain a job is not limited to return migrants but in fact affects the wider population due to Ecuador's labor market rigidities [9].

Conclusions

This paper aims to comprehend the complexities of migration, return, and subsequent activities of returnees in Biblián. Using descriptive analysis, our data from census and in-depth interviews show a confluence of individual, kinship and societal factors at play in shaping migration and return migration decisions and their consequences. While migration is motivated by economic reasons, return migration is highly influenced by kinship factors. Once at home, returnees' reintegration, particularly economic, is sustained by their network of family and friends. Though returnees claim the marginal, if not essential, role of the government in reintegration policies, the latter has in fact been instrumental in furthering their economic activities. Specifically, *Plan Retorno* acted as

an enabling policy that allowed some returnees to set-up their business and improve their houses. It has to be noted though that some returnees were not aware of the existence of the credit facility of this program. Hence, this calls for a need to enhance information dissemination of existing return programs to be able to target pertinent beneficiaries.

Acknowledgements

We would like to thank VLIR-IUC for the project grant that made implementation of the census in Biblián possible, the University of Cuenca migration team headed by Ms. Andrea Neira for spearheading various activities leading to and during the census, and the local government and residents of Biblián who cooperated in our study. Likewise, we would like to extend our gratitude to IOB by granting us research fund that helped complement the census data with in-depth interviews. Any error in this text is the responsibility of the authors.

References

- [1] International Labour Office “ILO Global estimates of migrant workers and migrant domestic workers: results and methodology”, International Labour Office Geneva.
- [2] Verdezoto, J., L. Abainza, G. Calfat, Neira, A. in Mecanismo de Monitoreo del Impacto Migratorio (MMIM) Manual del Encuestador ISBN 978905728416 (2015).
- [3] D. Kyle. in Transnational Peasants: Migrations, Networks, and Ethnicity in Andean Ecuador. The Johns Hopkins University Press, Baltimore (2000).
- [4] B.D. Jokisch, in Ecuador: From Mass Emigration to Return Migration? Migration Policy Institute (2001).
- [5] B.D. Jokisch and J. Pribilsky in The Panic to Leave: Economic Crisis and the “New Emigration” from Ecuador: International Migration 40(4) (2002) 75-101.
- [6] J. Pribilsky in La Chulla Vida Gender, Migration, & the Family in Andean Ecuador. Syracuse University Press, New York (200).
- [7] A. Miles in An Anthropological Story of Transnational Migration. University of Texas Press, Austin (2004).
- [8] S. Vancluysen, G. Calfat, B. Pesántez in Return for development or ‘business’ as usual? The Ecuadorian experience: Migration and Development 6(2017) 232-252.
- [9] M. Mercier, A. David, R. Mahia, R. De Arce in Reintegration upon return : Insights from Ecuadorian returnees from Spain, International Migration 54(6) 2006 55-73.

Caracterización del consumo de chocolates importados en las cadenas farmacéuticas de retail en la ciudad de Guayaquil

Román, Cynthia L 1* ; Vilema, Fabian S 2 ; Triviño, Christian A 3

1,3, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Av. Carlos Julio Arosemena Km1.5, Guayaquil, Ecuador.

2 Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad de Guayaquil, Av. Delta y Av. Kennedy, Guayaquil, Ecuador.

cynthia.roman@cu.ucsg.edu.ec ; segundo.vilemaes@ug.edu.ec ; christian.atp@hotmail.com

Palabras Claves: Comportamiento del Consumidor, Chocolate, Farmacias, Guayaquil

Resumen

El comportamiento de los consumidores de retail cambia de acuerdo a sus preferencias y a la información que proporciona el producto, la cual determina su decisión de compra, por tanto, conocer las preferencias del consumo en productos donde la toma de decisión es sensible a la información es importante, tal como es el consumo de chocolate. El presente estudio analiza la caracterización de las preferencias de los consumidores de las cadenas farmacéuticas de retail de la ciudad de Guayaquil sobre el consumo de chocolates importados. En el Ecuador se comercializan diferentes productos de chocolates importados de reconocidas marcas y de buena calidad, el precio es relativamente alto por ser importados, pero son productos que tienen un importante segmento de consumidores y que se han desarrollado una importante demanda en los mercados locales. A través de un muestreo probabilístico simple con un 95% de confianza y un margen de error del 5% se estimó la muestra del estudio en 206 usuarios. La marca que más recuerda la gente en chocolates extranjeros están los chocolates Hersheys con un 44% y la segunda marca con un 31% son los Snickers y finalmente con un 25% están los M&M.

Introducción

El Ecuador a pesar de no ser un país tradicional en cuanto al consumo de chocolate, como Francia por ejemplo que consume aproximadamente entre 300 a 800 gramos de chocolate per cápita, se comercializan diferentes productos de chocolates importados de reconocidas marcas y de buena calidad, donde su precio es relativamente alto, y está destinado un importante segmento de consumidores del mercado local [1]. Los chocolates importados ocupan un buen lugar en las perchas de las diferentes cadenas farmacéuticas en Guayaquil y a pesar de ser un país productor de cacao- materia prima para la elaboración del chocolate según los datos previos recogidos- el consumo de chocolate no es relevante en comparación con otros países consumidores, sin embargo, el consumo de chocolates va en aumento, por tanto, conocer las preferencias y el comportamiento del consumidor de chocolate en los mercados locales, específicamente en Guayaquil es relevante. El comportamiento del consumidor se plantea como el estudio de procesos que intervienen cuando una persona o grupo selecciona, compra, usa o desecha productos, servicios, ideas o experiencias para satisfacer necesidades y deseos [2]. La utilización del marketing sensorial como mecanismo de satisfacción de deseos del consumidor hace uso de elementos ambientales de la tienda con el fin de actuar sobre los sentidos del consumidor para generar las reacciones afectivas, cognitivas y de comportamiento que favorezcan la creación de imagen de marca y estimulen la compra [3]. En el caso del chocolate se crea una compra por impulso donde el consumidor adquiere productos dentro

de una compra no planificada orientada a la satisfacción de sus necesidades emocionales [4]. El objetivo del presente estudio es caracterizar las preferencias de consumo de chocolate de los consumidores guayaquileños.

Métodos

El presente estudio tiene un enfoque de investigación descriptiva donde la población de estudio se consideró los habitantes de Guayaquil, para la selección de la muestra se consideró un seguimiento diario de 45 farmacias de autoservicios en la ciudad de Guayaquil, donde se identificó que la población promedio diaria es de 439. A través de un muestreo probabilístico simple con un 95% de confianza y un margen de error del 5% se estimó la muestra del estudio en 206 usuarios. Para la realización de las encuestas fue de tipo intencional donde se aplicaron a los usuarios de acuerdo a la llegada en distintos horarios, se consideró mayor peso de la muestra en aquellos locales donde la facturación y la demanda es mayor.

Resultados y discusión

El 95% de las personas encuestadas en las farmacias de la ciudad de Guayaquil han consumido chocolates importados durante el año 2016, mientras que el 5% restante respondió que no lo ha consumido. Un total de 182 personas (93%) consideran que los chocolates importados son mejores que los producidos localmente y tan solo el 7% menciona que los chocolates nacionales superaban a los importados. La marca que más recuerda la gente en chocolates extranjeros están los chocolates Hersheys con un 44% y la segunda marca con un 31% son los Snickers y finalmente con un 25% están los M&M (ver tabla 1).

Tabla 6: .Composición de Marcas de Chocolates

Detalle	Cantidad	Porcentaje
Hersheys	86	44%
M&M	49	25%
Snickers	60	31%
Total	195	100

Un 55% de personas que consumía chocolates importados una vez al mes, el 35% lo hace 1 vez por semana y tan solo el 10% lo hace una vez al año. La mayoría de las personas encuestadas compran los chocolates importados por su sabor representando el 60% de las respuestas el 22% de las personas lo hacen por la calidad, le sigue el 7% que compran por las promociones el 5% por la forma del empaque, el 4% lo hace por la ubicación de estos producto en las perchas de las cajas y tan solo el 3% respondió que por ninguna razón en especial. La encuesta determino que el 56% de los consumidores de chocolates importados son mujeres y que el 44% de los consumidores de este tipo de productos son hombres. Este hallazgo deja saber que en el norte con un 34% es el sector donde viven las personas que más consumen este tipo de productos siguiendo el oeste de Guayaquil con un 27%, en el sur se encuentra el 22% de las personas que compran estos chocolates y finalmente el 17% de los consumidores residen en el centro de la ciudad. El 41% de los consumidores de chocolates importados se dedican a trabajar solamente mientras que el 25% de estos consumidores estudia y el 34% de las personas encuestadas que consumen este tipo de chocolates estudia y trabaja. El 37% de las personas que han consumido chocolates importados en el último año son personas que ganan entre 601 y 900 dólares, el 26% ganan entre 901 y 1100 dólares, el 19% entre 350 y 600 dólares y el 18% gana más de 1100 dólares. En los resultados de esta pregunta se puede evidenciar que existe

un marcado consumo en las personas cuyas edades están entre 17 y 30 años ya que este rango representa el 76% de personas encuestadas que si consumen chocolates importados.

Conclusiones

El 13% de los encuetados dijeron que a pesar de haber consumido chocolates importados en el último año no los consideran mejor que los locales y por otra parte solo el 5% de las personas encuestadas respondieron que no habían consumido chocolates importados en el último año dejando las demás respuestas en blanco. Otra razón por la que las personas prefieren más chocolates importados que nacionales es el sabor que es considerado superior al de los producidos localmente y se descubrió que tienen bien identificadas 3 marcas extranjeras especificas Hersheys, M&M y Snickers. Finalmente, las cadenas farmacéuticas utilizan mucho el trade marketing para la rotación de estos productos y que utilizan las perchas que están cercanas a las cajas para poder usar el impulso para la venta de estos chocolates.

Agradecimientos

Se agradece a la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad Católica de Guayaquil por su apoyo institucional para el desarrollo del presente estudio.

Referencias

- [1] Diario el Ciudadano. (2015). consumo de chocolates por países consumo de chocolates por países, pág 12.
- [2] Solomon , M. (2014). Comportamiento del consumidor. Mexico: Pearson
- [3] Manzano, R. (2012). Marketing sensorial. España: Prentice - Hall.
- [4] Kotler, P., & Armstrong, G. (2012). Marketing. Noth Carolina.

El pacto fiscal un medio para la participación ciudadana y el control social

The fiscal pact a means for citizen participation and social control

Giler Escandón Lesi Vanessa 1 *, Cantos Reyes Claudia Katherine, Solis Muñoz Juan Bautista
Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues

Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues, Unidad Académica de Administración, Carreras de: Ingeniería Empresarial e Ingeniería en Contabilidad y Auditoría, Dirección de Investigación y Vinculación con la Comunidad, Av. Ernesto Che Guevara y 16 de Abril, Código Postal: 030102, Azogues, Ecuador, lvgilere@ucacue.edu.ec

Palabras Claves: Pacto Fiscal, Control Social, Administración tributaria

Resumen

La participación ciudadana en los últimos años en el Ecuador, ha tomado mucha importancia, al establecerse como el llamado Quinto Poder. Oficialmente denominada Función de Transparencia y Control Social. Es por ello que su incidencia o participación activa en todos los organismos del Estado y puntualmente, en la evaluación de la calidad de los servicios brindados por parte de la Administración Tributaria, ha logrado establecer la gran importancia que tiene esta para el mejoramiento de estas instituciones. La Administración Tributaria Ecuatoriana para cumplir su rol de control y recaudación, necesita brindar todas las facilidades y medios para generar el cumplimiento voluntario por parte de los contribuyentes, optimizando sus recursos y por ende reduciendo los costos tributarios generados por una mala orientación o información.

Introducción

En América Latina durante décadas se ha buscado la participación de su pueblo, mediante el establecimiento de la calidad de los bienes y servicios ofertados por el Estado y principalmente por entidades que ejercen control y recaudan recursos para cumplir con los proyectos propuestos por el Estado. En base a este control se han logrado establecer claramente las reformas a ser implantadas y monitoreadas por todos los que conforman la sociedad.

Cortázar, Lafuente y Sangínes (2014), recopilan información relevante, que logra establecer la realidad de las instituciones públicas y si los correctivos aplicados han llevado al objetivo planteado, sin quedar rezagadas frente al avance generado en otros campos.

Es importante considerar que varios factores son los que inciden en la oferta de servicios públicos de calidad, que van desde la selección y capacitación del personal, pasando por los procesos, manuales, normas legales implementadas, sistemas operativos, accesibilidad a la información para conseguir una simplificación administrativa óptima y eficiente.

La Comisión Económica para América Latina, CEPAL en el proyecto Pacto fiscal para la igualdad en América Latina y el Caribe, del 1 de enero de 2015 a 31 de diciembre de 2016, busca fortalecer y renovar su trabajo en materia de pactos fiscales y proponer políticas a los gobiernos de la región y fomentar acuerdos en cuatro áreas que engloban

las finanzas públicas, reformas tributarias, calidad y transparencia del gastos, la gobernanza de la política fiscal y financiera. En la Asamblea General de las Naciones Unidas en Nueva York, la Secretaria Ejecutiva de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) Alicia Bárcena señaló que el organismo regional puede apoyar a los países de América Latina y el Caribe a medir mejor la evasión y la elusión fiscales, mediante la “construcción de un pacto fiscal global, que termine con el abuso de grandes empresas que evaden tributos y esconden sus ganancias en los llamados paraísos fiscales. Este pacto podría movilizar importantes fondos para poder alcanzar los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030”.

El pacto fiscal incluye un proceso de reformas del Estado consolidadas en el tiempo y legitimadas por la sociedad como un verdadero cambio del statu quo. Promociona un entorno macroeconómico estable donde el fisco cobra impuestos de la forma más justa posible y usa eficientemente los recursos. Transparencia los mecanismos de acción pública. Genera la equidad como objetivo prioritario. Institucionaliza la democracia efectiva. (Cepal. 1998)

En base al análisis del enfoque del filósofo, político y premio Nobel de Economía, Amartya Sen, abordado en el libro Una Nueva Política Fiscal para el Buen Vivir La Equidad como Soporte del Pacto Fiscal, SRI, 2012, en donde se desarrolla la imposibilidad de establecer el grado de libertad, justicia y equidad que se encuentra dentro de la sociedad en que se desenvuelve un individuo y más complejo aún la suya propia, puesto que esta depende de factores personales, del medio ambiente, físicos, entre otros. A su vez, como la justicia, equidad y libertad se sustenta en los ingresos para su creación y subsistencia. Se puede llegar a establecer que la libertad depende de la sociedad y no solo del individuo, la misma que espera un estado justo (igualdad de oportunidades), que procura la equidad, y por consiguiente que este no solo sea regulador, sino también proveedor y garante de derechos, pero para que el estado pueda materializar todo esto, requiere financiarse y la forma más permanente de hacerlo son los tributos en especial los impuestos, que aparte de generar ingresos aportan medios para establecer justicia social inicialmente en el ámbito de contribución.

En este sentido para Ana Rivadeneira y Carlos Carrasco, una sociedad justa debe ser el producto de un proceso verdaderamente democrático, donde todos los miembros gocen de las mismas libertades políticas; sólo entonces, esa sociedad se convierte en un contrato voluntario entre las partes, el cual contempla las interacciones sociales (vía instituciones y reglas) y los objetivos comunes. Haciendo que esto sea posible, a través del pacto fiscal: “el Acuerdo que determina la estructura y nivel impositivo y la asignación del gasto” en una sociedad (Basombrío, 2009: 28), siendo indispensable la confianza de las partes, “(...) el contenido del Pacto debe necesariamente guardar armonía con los fines contemplados en el Contrato so pena de que éste pierda concreción y aquél, legitimidad”. Además, debe comprenderse la relación que existe entre el contrato social y el pacto fiscal: “(...) mientras que el Contrato versa sobre las reglas y fines de la convivencia social, el Pacto lo hace sobre los medios que las posibilitan, los cuales no sólo son escasos sino que, además, deben atender a la complejidad que reviste el funcionamiento de un sistema económico (Basombrío, 2009: 28)”. “Un pacto fiscal sostenible en el tiempo descansa en la percepción de la sociedad sobre qué tan justos son los impuestos y el gasto. “(Pérez, Carrasco, Rivadeneira. 2012).

Este pacto tiene una característica imprescindible que es, sobre todo, creíble; es decir, los acuerdos alcanzados deben funcionar en la práctica y, a lo largo del tiempo, los integrantes deberán cumplir sus compromisos de forma voluntaria y no mediante la coerción (Lora, 2008). El pacto fiscal resultará inalcanzable si la equidad no es parte constituyente del arreglo institucional entre la sociedad y el Estado. Si la equidad se omite, se descuida o se cumple solo de forma legal y no práctica, la sociedad se fragmenta pues se generan resentimientos de los grupos menos favorecidos (Lora, 2008).

Jonathan Menkos Zeissig, Director ejecutivo, Icefi¹, en el diario La tribuna en su versión online, publica el 2 de agosto de 2017, el artículo con el nombre Honduras: urge un pacto fiscal no más privilegios fiscales², en donde indica que el aprovechamiento de las recomendaciones existentes en el Pacto Fiscal para un Desarrollo Sostenible con Transparencia y Rendición de Cuentas, aporta un avance hacia un acuerdo fiscal integral que abre el camino para construir más democrática, inclusión y justicia en Honduras. En base a este contexto, se puede establecer que la existencia de pactos en donde se indiquen deberes y responsabilidades de las partes involucradas, genera efectos visibles en la sociedad en donde este pacto se desarrolla.

En base a todo lo analizado anteriormente se puede establecer que la búsqueda de un pacto fiscal para generar compromisos es indispensable. Y entre todo esto la participación ciudadana es la forma en la cual la sociedad puede demandar el cumplimiento de las responsabilidades y exigir libertad, justicia y equidad, mediante el control. Pero qué pasa si la sociedad busca eficiencia no solo distributiva, sino también calidad en los servicios públicos ofertados.

La necesidad que el principal recaudador de ingresos para el estado, genere un servicio de calidad, no solo en la atención brindada, sino también en los mecanismos y medios que usa para la captación de los impuestos, es indispensable para solidificar el esfuerzo que ha realizado por más de 15 años al educar fiscalmente a su sociedad. El pacto fiscal tiende establecer los parámetros (deberes y derechos) sobre los cuales se deben manejar las relaciones Contribuyente – Administración Tributaria, y la sociedad mediante su participación activa, debe evaluar y controlar que esta se cumpla a cabalidad.

En rigor y luego de una exhaustiva revisión del estado de la cuestión, el abordaje de la investigación y los principales resultados quedan mencionados aunque someramente en la evaluación de la calidad del servicio en la administración tributaria que se ve influenciada por la participación ciudadana y control social, mediante el establecimiento de quejas, reclamos y felicitaciones, entregadas a la Administración Tributaria (AT) y analizadas por el departamento de derechos del contribuyente de la entidad, pero como un pacto fiscal entre la Administración Tributaria y el Contribuyente puede aportar confianza y generar un cumplimiento voluntario de las obligaciones tributarias.

Métodos

El presente estudio se sustenta en una rigurosa revisión teórica, validando la evidencia empírica encontrada a lo largo de la aplicación del método histórico. Con el análisis descriptivo se logra encuadrar el enfoque temático. Se evidencia acciones exploratorias a

¹ Instituto Centroamericano de Estudios Fiscales

² <http://www.latribuna.hn/2017/08/02/honduras-urge-pacto-fiscal-no-mas-privilegios-fiscales/>

lo largo de su construcción. La cuestión problemática que inspira las iniciales preguntas en la investigación se fundamenta en ¿Cómo ha incidido la participación ciudadana en la calidad de los servicios públicos? En perspectiva los objetivos de la investigación son:

Identificar los incidentes críticos generados en cada uno de los procesos;
Monitorear los procesos claves en los cuales se identificaron los incidentes; y,
Evaluar el nivel de participación ciudadana en la exigibilidad de la calidad del servicio ofertado por la entidad tributaria.

Para explorar las variables (la Administración Tributaria AT, se declara como variable dependiente; el Contribuyente, la variable independiente; y, el pacto fiscal con normativa incluida, la variable interviniente). El Número de contribuyentes encuestados se determinó en función de la fórmula para establecer una muestra cuando el universo es finito y menor a 100.000 elementos. El universo de contribuyentes fue proporcionado por el departamento de planificación de la regional Austro del Servicio de Rentas Internas.

A partir de una revisión documental de los resultados obtenidos en el estudio realizado por SENPLADES en junio del 2008 (I Encuesta de calidad de servicios públicos) aplicada a 9.174 hogares y a 37.989 personas del sector urbano y rural en todo el Ecuador de un estudio realizado en el 2012. Se aplica la fórmula para establecer una muestra cuando el universo es finito y menor a 100.000 elementos, en donde se obtiene la muestra de 619 usuarios en la ciudad de Cuenca en un proyecto de investigación de campo en el año 2016 para conocer de vuelta datos sobre la variable V1: El pacto fiscal y la calidad del servicio público por parte de la administración tributaria en Cuenca”. Se aplica aleatoriamente 70 encuestas de la muestra probabilística a los usuarios de la Administración Tributaria de Cuenca, Azogues y Cañar, pertenecientes a la Zona 6 del Ecuador, con el propósito de realizar un análisis comparativo que nos permita visibilizar los avances y deficiencias observados en estos años de estudio para a partir de ello sugerir estrategias que permitan fortalecer la Participación Ciudadana y mejorar la relación entre ciudadanos y Administración Tributaria (SRI). El instrumento de recolección de datos es la encuesta estructurada con preguntas cerradas y abiertas, estas últimas para análisis de contenidos mediante estructuras de datos.

Gráfico Nro. 1: Fórmula para establecer una muestra cuando el universo es finito y menor a 100.000 elementos

e=	0,04	error
z=	2	nivel de confianza del 95%
p=	0,50	probabilidad de éxito
q=	0,50	probabilidad de fracaso
N=	65570	población
n=	204	muestra

$$n = \frac{z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2 \cdot (N-1) + z^2 \cdot p \cdot q} = \text{Tamaño de la muestra}$$

$$n = \frac{4 \cdot 0,50 \cdot 0,50 \cdot 65570}{0,0016 \cdot 65569 + 4 \cdot 0,50 \cdot 0,50} = 619$$

$$e = \sqrt{\frac{z^2 \cdot p \cdot q \cdot (N - n)}{n \cdot (N - 1)}} = \text{Porcentaje de error}$$

$$e = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,50 \cdot 0,50 \cdot 65366}{204 \cdot 65569}} = 0,07$$

Fuente: Departamento de Planificación Servicio de Rentas Internas Regional Austro- Cuenca (2012)

Resultados y discusión

En Ecuador la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (Senplades), realizó el VI Comité Intersectorial para la desconcentración y cierre de brechas en la prestación de

servicios de públicos de calidad. Se coordinó y evaluó la prestación de servicios; así como para tomar medidas para la garantía de derechos en una agenda a corto y largo plazo. “La desconcentración significa, transferir atribuciones desde el nivel central a los niveles dependientes: zonas, distritos y circuitos...”.

En cuanto a la posición en el informe emanado por el Banco Interamericano de Desarrollo, BID (2015), hace cuatro años el país se encontraba en penúltima posición con 21 puntos sobre 100, actualmente Ecuador ocupa el sexto lugar con 41 puntos (superando el promedio) en eficiencia del servicio público a nivel regional, donde se evaluó el rendimiento del servicio civil de 16 países, donde se evaluó el rendimiento de los funcionarios. Astraza explicó que esta mejora se debe a que se mantuvieron las fortalezas encontradas en el 2011; se consolidaron los avances presentados en el de último estudio; y, se introdujeron nuevas mejoras en los escenarios.

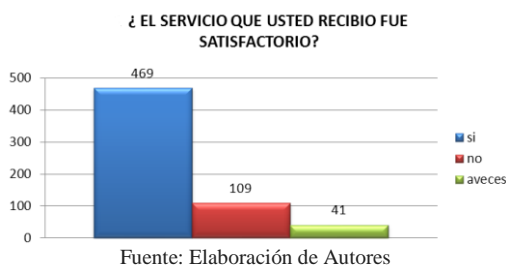
En base a la encuesta realizada en el año 2015 en las oficinas del Servicio de Rentas Internas en la ciudad de Cuenca, se pudo considerar las siguiente información, en cuanto a la apreciación de la calidad de servicio recibido, ya que para el 75,77% de los usuarios la asistencia (calidad de servicio) en ventanillas es satisfactoria, mientras de las que no consideran que la atención es la adecuada, han establecida que entre alguno de los factores para que esto se perciba, es que la información brindada es incorrecta o incompleta, esperar mucho tiempo, falta de agilidad e uniformidad.

El 91.28% de usuarios de servicios públicos en diferentes entidades, estableció que el 48.62% es mejor el servicio recibido, comparado con las otras entidades, mientras que el 37.80% es igual, no hay una diferenciación de las otras entidades, la parte de usuarios insatisfechos establecieron los siguientes criterios para establecer una mejora o no en el servicio brindado son diversos entre estos están: establecer áreas de parqueo, altos tiempos de espera, información incorrecta, entre otras.

Los problemas a ser atendidos y detectados en esta encuesta giran alrededor de la incorrecta información brindada, altos tiempos de espera y falta de uniformidad y agilidad, la pregunta clave es ¿Qué que se ha hecho al respecto para minimizar o anular estos inconvenientes?

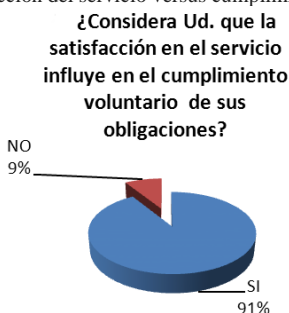
La administración tributaria, para mejorar las falencias sobre las cuales generan inconvenientes a los contribuyentes, ha realizado reformas a sus procesos internos, llevándolos al área tecnológica, es decir, en la actualidad procesos como la inscripción del RUC para personas jurídicas, se pueden realizar mediante la página web dl SRI, esto ha hecho que las personas que asistían a las oficinas a realizar este trámite ya no necesitar asistir, y al ya no hacerlo, reducen la cantidad de usuarios y a su vez los tiempos de espera, puesto que esta proceso podía tomar como mínimo entre 20 y 30 minutos.

Gráfico No. 2: Medición de satisfacción del servicio recibido



El análisis del gráfico que antecede se encuentra explicado en párrafos anteriores y explican el nivel de satisfacción de los usuarios del servicio de la Administración Tributaria.

Gráfico No.3: Relación satisfacción del servicio versus cumplimiento voluntario de obligaciones



Fuente: Elaboración de Autores

Gráfico No.4: Descripción del filtro afirmativo



Fuente: Elaboración de Autores

El gráfico No. 4 muestra que, 329 encuestados pagan la obligación presentada. En tanto que, 318 elementos cumplen la obligación a la que están dispuestos a realizar. En un tercer momento, 99 encuestados dan información real en las obligaciones presentadas, en relación a la calidad de servicio que recibieron.

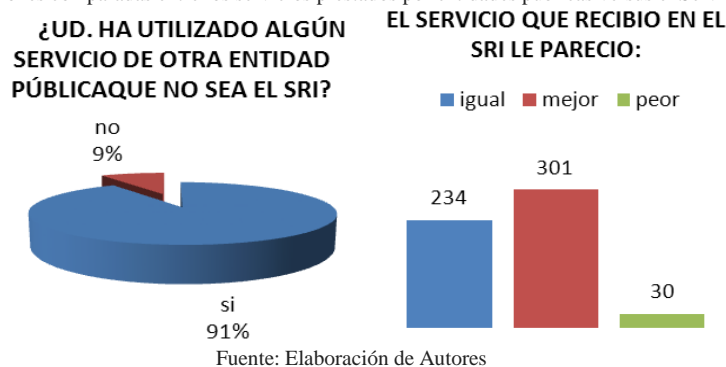
Gráfico No.5: Percepción de pago versus los beneficios recibidos



Fuente: Elaboración de Autores

La dimensión pago de impuesto comparado con beneficios recibidos implica un comportamiento porcentual del 41% en posición negativa.

Gráfico No.6: Relaciones comparadas entre los servicios prestados por entidades públicas versus el Servicio de Rentas Internas



En consecuencia, el gráfico 6, muestra comparativamente que tan solo el 9% no tiene una expectativa del servicio en entidades públicas. Mientras que para 301 encuestados el servicio recibido en el SRI es igual al de otras entidades públicas. Siendo relevante y pertinente la extrapolación para estudios comparados.

Conclusiones

El aporte de este trabajo de investigación como conclusión destaca los siguientes cinco fundamentos, que demuestran la importancia de la incorporación del Pacto Fiscal en Calidad de Servicios Tributarios en el Ecuador.

1.- CONECCION CONTRIBUYENTE – ADMINISTRACION TRIBUTARIA.- El Pacto Fiscal en calidad de servicio propuesto es un elemento que aporta lineamientos y parámetros sobre los cuales la Administración Tributaria del Ecuador y el Contribuyente a través de consensos, coordinan sus acciones para llevar una mejor relación y objetivos comunes. Para ello, los funcionarios públicos involucrados reconocerán la importancia de los ciudadanos como los únicos capaces de generar riqueza sostenible y que los contribuyentes puedan sentirse parte del proceso de recaudación y pago efectivo de impuestos y así visualizar positivamente la redistribución de sus tributos al país.

2.- EFICIENCIA EN LA RECAUDACION.- La implementación del Pacto Fiscal en el Ecuador, consolidará la Educación Fiscal, la Ética y la Moral Tributaria de los contribuyentes, facilitando el proceso de recaudación sin necesidad de auditorías constantes por parte del SRI, a cambio, esta debe generar información en línea eficiente para que los contribuyentes no tengan que acudir a la entidad sino realizar sus consultas con mayor comodidad, todo este proceso implícito y explícito a través del proyecto propuesto.

El Pacto Fiscal propuesto concluye que se logrará una mayor recaudación por el pago justo de tributos sobre los parámetros ya establecidos (Renta, IVA, ICE, etc.), que debido a multas, sanciones e intereses. Es decir, que la eficiencia de la recaudación que proporcionará esta propuesta reducirá de manera significativa el incumplimiento y motivará a la contribución voluntaria de impuestos en el Ecuador.

3.- CALIDAD DE SERVICIO.- El Ecuador con la incorporación del Pacto Fiscal propuesto logrará que el servicio de tecnología sea adecuado para que la institución alcance sus objetivos de gestión. Se debe tomar en consideración también que es importante contar con talento humano capaz, fomentando la especialización del mismo a través de la formación y la investigación permanente, fortaleciendo la cultura

organizacional, valores, ética y trabajo en equipo. Con una visión, misión, objetivos y estrategias planteados y ejecutados simultáneamente en el País.

El SRI como administrador fiscal y asesor del estado en este tema, debe procurar ejecutar políticas que generen dinamismo al sistema fiscal, reconociendo la importancia del contribuyente.

La Administración Tributaria al implementar el Pacto Fiscal en Calidad de Servicios, deberá cumplir con las normativas legales pertinentes, para ello, deberá buscar el consenso social, mediante encuestas, censos y otros mecanismos.

4.- RECONOCIMIENTO A LOS CIUDADANOS.- En el desarrollo de este trabajo de investigación, es importante entender que un Estado para su crecimiento depende en gran medida de la recaudación de los impuestos y solo cuando el Estado comprenda esto puede ser verdaderamente democrático, eficiente y justo, porque solo en este caso respetará a los ciudadanos, les rendirá cuentas y estará preocupado del bienestar de las personas. Para así comprender que no puede haber un Estado rico donde hay ciudadanos sin los recursos requeridos para su desarrollo.

Por lo tanto, la implementación del Pacto Fiscal en Calidad de Servicios, es ineludible, porque será un gran paso hacia la construcción de un país más unido y con verdadera justicia social.

Referencias

- Constitución De La República Del Ecuador, R. O. No. 449, del 20 de Octubre de 2008, en la Administración del Señor Econ. Rafael Correa Delgado, Presidente Constitucional de la República del Ecuador
- Código de Ética de los Servidores del Servicio de Rentas Internas, Resolución No. NAC-DGERCGC12-00117, publicada en el R. O. 672 del 29 de marzo del 2012.
- Jarach, Dino, El hecho imponible, Abeledo-Perrot, 3ra Edición, Buenos Aires, pág. 73.
- Koss, Ricardo H., Capítulo VI: Determinación de los impuestos, 75° Aniversario de la Ley N° 11.683, Homenaje de la Facultad de Ciencias Económicas - UBA, Edicon, Buenos Aires, pág. 228.
- OSBORNE, STEPHN, Managing Change and Innovation in public service, 1953.
- BENNO TORGLER, Tax Compliance and Tax Morale, A Theoretical and Empirical Analysis, Edward Elgar Publishing Limited Glensanda house, 2007.
- Aproximación y Análisis: Calidad de los Servicios Públicos, Subsecretaría de Seguimiento y Evaluación, Análisis de Coyuntura No. 2, Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, junio 2009.
- CEPAL, Capítulo VII Estado, política, fiscalidad y pactos sociales: una ecuación por construir, La hora de la igualdad: brechas por cerrar, caminos por abrir, 2010.
- CEPAL, Síntesis El pacto fiscal, fortalezas, debilidades, desafíos, Santiago de Chile, 1998.
- Centro Interamericano de Administraciones Tributarias – CIAT, Conferencia Técnica, aspectos claves en las acciones de control de las administraciones tributarias, tema 2.3, el intercambio de informaciones tributarias, Secretaría Ejecutiva – CIAT, Lisboa,
- Portugal, 29 septiembre al 2 de octubre de 2003, Claudino Pita, Director de Planificación Estratégica y Estudios Secretaría Ejecutiva – CIAT.
- Centro Interamericano de Administraciones Tributarias CIAT, Serie Temática Tributaria, Cumplimiento Tributario 6, Diciembre 2010.
- XXXIV Asamblea General CIAT, Una Administración Tributaria para el nuevo milenio.
- TANZI VITO, “El papel del Estado y la calidad del Sector Publico” Fondo Monetario Internacional, Marzo 2000.
- Documento de trabajo del FMI “El papel del Estado y la calidad del sector público”.
- Lahera, Eugenio, Un nuevo Pacto Fiscal: la propuesta de la CEPAL. Elaborado para la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL, 2000.
- Ocampo, José Antonio (1999). Fortalezas, debilidades y desafíos del pacto fiscal. Revista del CLAD, Reforma y Democracia No. 13. Caracas, Venezuela.

- Hinds, Manuel (2010). El mito de la carga fiscal. El Diario de Hoy. El Salvador.
- Asociación Nacional De La Empresa Privada, Propuestas Iniciales Para El Pacto Fiscal, CCIES, Comisión Pacto Fiscal San Salvador, Junio, 2010.
- Comentarios sobre "Determinantes de la Moral Tributaria en la Provincia de Buenos Aires", de Germán Antequera y Marcelo Florensa. Roberto J. Arias. 12 de noviembre del 2008.
- MORAL FISCAL EN EL CONO SUR, Karina Azar, Mariana Gerstenblüth y Máximo Rossi, Documento No. 02/08, Febrero, 2008.
- Memoria institucional, Servicio de Rentas Internas 1998 – 2002
- Informe de Labores, Servicio de Rentas Internas 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011.
- Tanzi Vito, El papel del Estado y la calidad del Sector Público, marzo 2010.
- Material Maestría Administración Tributaria Universidad de Cuenca cátedra APE Dic 2010” “Economía del Sector Público: Análisis Integral de las Finanzas Públicas y sus Efectos”: Cap. 3 “Teoría del Bienestar”; Ricardo Fenochietto
- Análisis y Evaluación de las Finanzas Públicas, trabajos realizados para la Maestría en Administración tributaria, 2010.
- [1] Torres Samuel, Maritza; Vásquez Stanescu, Carmen; Luna Cardozo, Marisabel; ANÁLISIS ESTRATÉGICO DE LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SERVICIO EN EL SECTOR PÚBLICO COMPENDIUM; Revista de Investigación Científica, <http://www.ucla.edu.ve/dac/compendium/>
- [1] <http://www.planificacion.gob.ec/tag/calidad/>
- [3] <http://www.telegrafo.com.ec/economia/item/ecuador-suben-20-puntos-en-calidad-de-servicio-publico.html>, Ecuador, jueves 05 de noviembre del 2015, 10:09
- Tríptico Derechos del contribuyente, Servicio de Rentas Internas, 2012.
- Documento Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013
- www.latinobarometro.org
- <http://www.ciat.org/index.php/es/cooperacion-internacional/actividades-internacionales/conferencias-tecnicas/ponencias/1450-ponencias-conferencia-2010.html>, 21/05/2011, 22:03.
- <http://www.afip.gob.ar/instituto/ActividadesA%C3%B1osAnteriores/2007/Revista/IR02.pdf>, 22/05/2011, 12:02 pm.
- <http://www.ciat.org/index.php/es/productos-y-servicios/publicaciones/bibliografia-tematica.html>, 22/05/2011, 12:17 pm.
- <http://www.ciat.org/index.php/es/component/k2/item/10-en-demoscopia-y-moral-tributaria.html>, 22/05/2011, 12:17 pm.
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Servicio_\(econom%C3%ADa\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Servicio_(econom%C3%ADa)), 27/05/2011, 16:40 pm

Medición del beneficio del Turismo accesible para el desarrollo de deportes extremos para personas con habilidades diferentes: caso Baños de Agua Santa.

Edwin César Santamaría Díaz, Edwin Javier Santamaría Freire, Adela Maritza Moncayo Robinson, Oswaldo Santiago Verdesoto Velástegui

*Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad Técnica de Ambato
ce.santamaria@uta.edu.ec, edwinjsantamaria@uta.edu.ec, adelita_1eli24@hotmail.es,
oswaldosverdesoto@uta.edu.ec*

Una de las principales formas de turismo en destinos turísticos con atractivos turísticos es el turismo de deporte extremo; sin embargo, es poco habitual encontrar productos turísticos desarrollados o adaptados para personas con habilidades diferentes. Esto ha creado poca accesibilidad para el grupo de personas y sus familias; al mismo tiempo genera recursos económicos para los emprendimientos dedicados a una actividad a este segmento diferenciado. Al mismo tiempo se plantea la investigación basado en que el turismo es considerado una actividad inclusiva para todas las personas, en este caso, existe un grupo de personas que están excluidas de la actividad, además, el estado ha realizado inversión pública que permite desplazarse de manera rápida y segura por el país. Para ello, se plantea como objetivo determinar el rendimiento económico de los emprendimientos turísticos de deportes extremos.

La investigación se desarrolló bajo el enfoque descriptivo utilizando encuesta validada sobre una muestra de 327 personas con personas con habilidades diferentes que tengan la intención de practicar deportes entre ellos: canopy, columpio, bola loca, salto de péndulo y rafting. Los participantes fueron obtenidos de la base existente en la Conadis de la cual se determinó personas entre 15 y 50 años que posean discapacidades físicas y motoras. Al mismo tiempo, se consideran 15 empresas que ofrecen servicios de deporte extremo para en análisis de costos y rentabilidad.

En los resultados, se destaca que la flexibilidad para movilizarse por la red vial es un elemento importante para su llegada a destinos turísticos de deportes extremos, se espera una intención de venta del 15% del total de personas con habilidades diferentes del país, especialmente aquellos que tienen pérdida de capacidad por accidentes laborales o de tránsito.

El análisis económico refleja que los proyectos generan rendimiento, con TIR del 35% de retorno, y la inversión se puede recuperar en el primer año de funcionamiento, con ingresos esperados para la ciudad por hospedaje y alimentación de los acompañantes en promedio de 3.5 personas. Con gasto promedio de 70 dólares por persona.

Se reconoce la necesidad de adaptar los implementos deportivos para realizar la actividad de manera segura, lo cual requiere inversión en los emprendimientos de deportes extremos. Ha quienes se consultó sobre la viabilidad de implementación, de los cuales se observa la disponibilidad de espacio y manejo de equipos para aprovechar dicho mercado.

El desarrollo del turismo para nichos de mercado excluidos como las personas con habilidades diferentes, así como el aprovechamiento de la inversión realizada por el estado permiten la expansión de mercados y mejoramiento de los retornos de la inversión para emprendimientos que han surgido y surgen en deportes extremos. Por ello, se

considera que el turismo que se puede adaptar y por lo tanto inclusivo para las personas con distintas capacidades.

Adopción de NIIF en el Sector Industrial de Cuenca y selección de políticas contables en la medición y presentación de información financiera.

Resumen Ampliado

La presente investigación desarrolla un análisis sobre la adopción de Normas Internacionales de Información Financiera en el sector manufacturero de la ciudad Cuenca y sus efectos en la presentación de ajustes y selección de políticas contables. Se utilizó un enfoque Cualitativo y Cuantitativo dentro de una investigación de tipo descriptiva; aplicando entrevistas, encuestas y análisis financiero para la recolección de información.

El objeto es establecer cuentas contables ajustadas durante la adopción de NIIF, empresas con mayor impacto; así como políticas contables relevantes en la presentación de estados financieros. Los resultados de este trabajo permitirán mejorar el conocimiento sobre la evolución de la información contable; sirviendo también como una base de consulta sobre elementos importantes en la medición, control y presentación de información financiera.

Revisión de Marco Teórico y de Antecedentes

La adopción de NIIF en Ecuador desde el año 2009 conforme resolución. 06. Q.ICI.004 de 2006.08.21, R.O. No. 348 de 2006.09.04 emitida por la Superintendencia de Compañías; permitió el desarrollo de ajustes y la intensificación de determinadas políticas contables.

Algunos estudios desarrollan un análisis sobre de adopción de NIIF presentando características, políticas adoptadas, enfoques y efectos de la medición; entre los cuales se puede mencionar los siguientes:

Barrientos (2013), explica que las NIIF están basadas en un modelo de tradición contable anglosajón, siendo los valores del mercado la base de presentación. En su estudio sobre propiedades de inversión; concluye que existe incertidumbre sobre fiabilidad de valores razonables, las costumbres nacionales son influyentes en éstos y el lector inexperto puede tener una imagen falsa de la empresa.

Palea (2013), discute los efectos de adopción de NIIF en Europa desde la perspectiva del inversionista; menciona que la calidad de la información financiera es resultado de normas contables, sistemas jurídicos y políticos de cada país. Francis y Wang (2008), también sugieren que la adopción de estándares de calidad podría ser una condición necesaria para tener información fiable, sin ser suficiente.

Católico, Pulido, y Celí, 2013, desarrollan un estudio sobre revelación de información financiera de Propiedad, Planta y Equipo en empresas industriales cotizadas en Colombia; con una metodología empírica-descriptiva y una muestra de 59 empresas explican que la utilización de formatos estandarizados limita la presentación de información asociada con medición posterior.

Un estudio realizado por Garza, Cortez, Méndez, y Rodríguez, 2016, de 141 empresas que cotizan en bolsa de México durante los años 2000 a 2013; concluye que los cambios en la normativa contable mejoran la relevancia valorativa de la información financiera, evaluando variables como Utilidad antes de Impuesto e Intereses, Patrimonio, Rotación de Activo, de Deuda y Tamaño de la Empresa. Se destaca que la información bajo NIIF

es más confiable para los inversionistas extranjeros y nacionales; además los administradores se controlan en la manipulación de información.

Conforme la revisión de antecedentes, se aprecia interés sobre efectos en elementos patrimoniales, políticas aplicadas y percepción sobre beneficios de la normativa. En este trabajo se presenta una descripción sobre estos puntos; convirtiéndose en una primera evaluación sobre el desarrollo de la práctica contable en el sector Industrial de Cuenca.

En el desarrollo de este análisis es de importancia considerar los siguientes conceptos:

"Políticas Contables son los principios, bases, acuerdos, reglas y procedimientos específicos adoptados por la entidad en la elaboración y presentación de sus estados financieros". (NIC 8, 2014)

"Las propiedades, planta y equipo son activos tangibles que: (a) posee una entidad para su uso en la producción o suministro de bienes y servicios, para arrendarlos a terceros o para propósitos administrativos; y (b) se esperan usar durante más de un periodo". (NIC 16, 2014)

Preguntas de Investigación

Las preguntas de investigación planteadas son:

¿Cuáles fueron los principales ajustes por adopción de NIIF Completas en el Sector Industrial?

¿Qué políticas contables son las de mayor aplicación?

Población

En el análisis se empleó información financiera de 37 empresas industriales que han presentado sus Estados Financieros bajo NIIF Completas desde el 2008 al 2015.

EMPRESAS DEL SECTOR INDUSTRIAL DE LA CIUDAD DE CUENCA SUJETAS A INVESTIGACIÓN	
- ALIMENTOS ECUATORIANOS LOS ANDES S.A. AECDESA	- ASSEMBLYMOTOS S. A.
- CARPINTERIA Y TAPICERIA INTERNACIONAL CTIN CIA. LTDA.	- CARTORAMA C.A.
- CARTONES NACIONALES S.A. I CARTOPEL	- CERAMICA RIALTO SA
- FABRICA DE RESORTES VANDERBILT S.A.	- COSMICA CIA LTDA
- HORMIGONES DEL AZUAY CIA. LTDA.	- EL MERCURIO CIA LTDA
- HORMIGONES Y PISOS HORMIPISOS C.LTDA.	- ESFEL S.A.
- INDIAN MOTOS INMOT S. A.	- FIBROACERO S.A.
- INDUSTRIA DE ALIMENTOS LA EUROPEA CIA. LTDA.	- GRAIMAN CIA. LTDA.
- INDUSTRIAS MOTORIZADAS INDUMOT SA	- HORMICRETO CIA. LTDA
- JOYERIA GUILLERMO VAZQUEZ SA	- INDUGLOB S. A.
- MOLINO Y PASTIFICIO ECUADOR SA MOPASA	- ITALIMENTOS CIA. LTDA.
- PASTIFICIO TOMBAMBA CIA. LTDA.	- ITALPISOS SA
- PIGGI'S EMBUTIDOS PIGEM CIA. LTDA.	- MADERCENTER CIA. LTDA.
- PROVEEDORA NACIONAL DE EQUIPAMIENTO PRONAE S.A.	- MONSALVE MORENO CIA. LTDA.
- TUBERIA GALVANIZADA ECUATORIANA S.A.	- PASAMANERIA SA
- C.A. ECUATORIANA DE CERAMICA	- PLASTIAZUAY SA
- CONTINENTAL TIRE ANDINA S. A.	- PLASTICOS RIVAL CIA LTDA
- EMPAQUES DEL SUR S. A. ESURSA	- PROALISUR CIA. LTDA
- CUENCA BOTTLING CO. CA	

Se observa que los ajustes de importancia que disminuyen la cuenta de Resultados Acumulados son Maquinaria 18%, Terrenos 14%, depreciación acumulada 14%, Pasivos por Impuestos Diferidos 13% e Instalaciones 10%. Las empresas de mayor impacto son Graiman, Pasamaneria, Tuberia Galvanizada, y Continental Tire Andina.

b) Políticas Contables de mayor aplicación

Se evaluó la percepción de los departamentos contables sobre procesos de transición de NIIF y las políticas contables; a través de encuestas y entrevistas se describe lo siguiente:

Impacto fuerte de NIC 1, Normativa Tributaria y la NIC 16.

Tabla 1 Encuestas Normas de importancia

	NORMAS QUE INFLUYERON EN POLITICAS CONTABLES																	
RELEVANCIA	NIC 1		NIC 2		NIC 8		NIC 12		NIC 16		NIC 19		NIC 36		NIC 38		LRTI	
Baja					1	9%	2	18%	2	18%	2	18%	2	18%	3	27%	1	9%
Media baja							1	9%					2	18%	1	9%		
Media							1	9%					2	18%	1	9%		
Media alta			3	27%	3	27%					3	27%			3	27%		
Alta	2	18%	2	18%	3	27%	3	27%	1	9%	2	18%	2	18%			1	9%
Fuerte	9	82%	6	55%	4	36%	4	36%	8	73%	4	36%	3	27%	3	27%	9	82%
Total	11	100%	11	100%	11	100%	11	100%	11	100%	11	100%	11	100%	11	100%	11	100%

Tabla 2 Encuestas Políticas en PPE

	POLÍTICAS CONTABLES CON IMPACTO EN PROPIEDAD PLANTA Y EQUIPO											
IMPACTO	Reconocimiento Inicial		Reconocimiento Posterior		Métodos de depreciación		Determinación de la vida útil		Determinación del deterioro		Liquidación de la cuenta	
Bajo	2	18%	1	9%	2	18%	2	18%	3	27%	5	45%
Media bajo					1	9%						
Medio	1	9%	1	9%	1	9%	1	9%	1	9%	2	18%
Media alto			3	27%	1	9%	1	9%	1	9%		
Alto	1	9%	3	27%					3	27%	1	9%
Fuerte	7	64%	3	27%	6	55%	7	63,64%	3	27%	3	27%
Total	11	100%	11	100%	11	100%	11	100%	11	100%	11	100%

Las fases de reconocimiento inicial, determinación de métodos de depreciación y de vida útil son las políticas más relevantes en el manejo de Propiedad, Planta y Equipo. Además el 72,73% del sector cree que las técnicas utilizadas para las revaluaciones fueron correctas porque la técnica más utilizada fue la comparación con valor razonable, el 18,18% no fueron correctamente aplicadas y un 9,09% no responden.

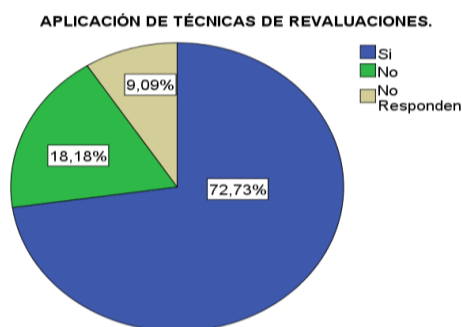


Ilustración 3 Valores Razonables

Percepción sobre efectos tributarios

Un 55% de los encuestados explica que los ajustes incrementaron valor en la posición financiera por comparaciones con valor razonable; lo que provocó aumento en cálculo del Anticipo de Impuesto a la Renta.

Ventajas en la aplicación de NIIF.

Se presenta una percepción positiva en la aplicación de NIIF a través de entrevistas realizadas; debido a que la misma ha permitido depurar cuentas y presentar información comparable. Se concuerda que la NIC 16, la NIC 1 y 2 son de gran influencia en el desarrollo contable, se debe prestar atención a la organización departamental, revaluación y depreciación de elementos de propiedad, planta y equipo.

Conclusiones.

Los ajustes presentados por las empresas del sector industrial son diversos; se puede catalogar como los principales a las desarrolladas en Terrenos, Depreciación Acumulada de Propiedad, Planta y Equipo, Maquinaria en relación a los que provocaron incrementos patrimoniales por aumento en Resultados Acumulados por Adopción, Ganancia del Período o Superávit por Revaluación.

Entre los ajustes que disminuyeron Resultados Acumulados por Adopción, Ganancia del Período o Superávit por Revaluación; están efectos en Maquinaria, Terrenos, Depreciación Acumulada, Pasivos por Impuestos Diferidos e Instalaciones

Las empresas de mayor impacto en ajustes por adopción son: Graiman, Tubería Galvanizada, Pasamanería y Continental Tire Andina.

Según encuestas y entrevistas realizadas se puede apreciar que las Normas de mayor utilización para el establecimiento de Políticas Contables son la NIC 1 de Estados Financieros, LRTI y NIC 16 sobre Propiedad, Planta y Equipo.

Se observa que las fases de reconocimiento inicial, determinación de métodos de depreciación y vida útil, son las más relevantes en Propiedad, Planta y Equipo. El valor razonable en ajustes por revaluación es establecido a través de peritos valuadores, presentándose limitaciones en la revelación de fechas de revalorización, métodos e hipótesis significativas aplicadas.

La percepción sobre efectos tributarios se centra en el efecto de la revaluación de Propiedad, Planta y Equipo y su efecto sobre el Anticipo de Impuesto a la Renta.

Con este trabajo se espera contribuir con la interpretación de información financiera por parte de entes de control y demás entidades; con el objetivo de presentar recomendaciones que mejoren de la práctica contable y el desarrollo de nuevas investigaciones que incrementen la calidad de información financiera del sector.

Bibliografía.

Barrientos, M. (2013). *Las Propiedades de Inversión y los valores razonables*. Tesis de Maestría publicada. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Católico, D; Pulido, J; Cely, V. (2013). Revelación de la información financiera sobre propiedad, planta y equipo en empresas industriales cotizadas en Colombia, *Cuadernos de Contabilidad*, 14, (36), 943-970.

Francis, JR y Wang, D. (2008). The joint effect of investor protection and big 4 audits on earnings quality around the word, *Contemporary Accounting Research* 25,(1), 157-191.

Garza, H; Cortez, K; Méndez, A; Rodríguez, M. (2016). Efecto en la calidad de la información ante cambios en la normatividad contable: caso aplicado al sector real mexicano, *Contaduría y Administración*, (62), 746-760. doi /10.1016/j.cya.2015.11.012

IFRS Foundation. (2014). *Normas Internacionales de Información Financiera 2014*

Palea, V. (2013). IAS/IFRS and financial reporting quality: Lessons from the European experience, *China Journal of Accounting Research*,(6), 247-263.doi /10.1016/j.cjar.2013.08.003

Resolución. 06. Q.ICI.004 de 2006.08.21, R.O. No. 348 de 2006.09.04 [“Archivo de Datos”]. Ecuador: Superintendencia de Compañías.

El negocio inclusivo de reciclaje: análisis de su implementación y aporte a los recicladores de papel y cartón en la región Austro del Ecuador

Jimbo Días José Santiago

*Cuenca, Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Av 12 de Abril, 010203,
Cuenca, Ecuador, santiago.jimbo@ucuenca.edu.ec*

Ñauta Díaz Juan Fernando

Cuenca, Universidad de Cuenca, Facultad de Psicología, Av 12 de Abril, 010203, Cuenca, Ecuador.

Palabras Claves:

Base de Pirámide Económica, Vulnerabilidad, Negocio Inclusivo, Estrategia Empresarial, Creación de Valor Compartido

Resumen

La presente investigación describirá la evolución de la Base de la Pirámide Económica (BDP) en la ciudad de Cuenca, mediante el análisis del Negocio Inclusivo (NI) de reciclaje de papel y cartón cuyo beneficio económico y social es para la empresa así como para la población vulnerable de acuerdo a su ingreso anual per cápita basado en la paridad de poder adquisitivo (PPA), siendo quienes realizan el reciclaje y son considerados socios estratégicos en este NI, su descripción se realizara por medio de fuentes primarias y secundarias de diferentes unidades de análisis como son los recicladores, la industria manufacturera de papel y cartón, las organizaciones que agrupen a los recicladores, organismos gubernamentales y municipales, etc. Esto permitirá la generación de información económica y social de este NI posibilitando el planteamiento de metodologías administrativas especializadas y propuestas de políticas públicas para su gestión y desarrollo002E

Introducción

Esta investigación abordará la evolución de la Base de la Pirámide Económica (BDP) propuesta por Prahalad y Hart (2002) quienes indican según datos de *U.N. World Development Reports* que la población mundial se puede dividir en niveles de acuerdo a su ingreso anual per cápita basado en la paridad de poder adquisitivo (PPA) y se representa por medio de un gráfico de pirámide, recibiendo la denominación de BDP el nivel 4, donde se encuentran 4 mil millones de personas cuyo ingreso es inferior a \$1500 dólares al año.

Según Prahalad y Hammond (2005) a quienes integran la BDP se los visualiza como una comunidad que puede ser proactiva y generadora de su propio bienestar, dando como resultado el desarrollo del concepto de Negocio Inclusivo (NI) que se puede definir como: Estrategia empresarial basada en emprendimiento, económicamente rentable, social y ambientalmente responsable, para atender los problemas de vulnerabilidad económica y social.

Requiriendo la participación activa de empresas y gobiernos en la generación de modelo de negocio basado en la creación de valor compartido y la inclusión de la población vulnerable, donde desarrollen sus capacidades ya no solo al verlos como consumidores, sino como colaboradores en la cadena de valor de las empresas y a la economía de un país (Prahalad y Hammond, 2005), (Avina, 2010), (Licandro, 2013), (Pineda y Falla, 2016).

De esta manera en el Ecuador y la ciudad de Cuenca su desarrollo como una estrategia para afrontar la vulnerabilidad económica y social, se puede generar mediante dos modalidades en las que los NI proponen vincular a las personas vulnerables con las empresas: la primera modalidad es cuando la empresa las incorpora como socios empresariales, proveedores de materia prima, de servicios o distribuidores, reduciendo los costos de producción y generando empleos. La segunda modalidad es como consumidores cuando la empresa pone en el mercado bienes y servicios que satisfacen las necesidades de las personas de bajos ingresos en condiciones que puedan acceder a ellos (Banco Interamericano de Desarrollo, 2015), (Licandro, 2013), (Prahalad y Hammond, 2005), (Pineda y Falla, 2016).

Su aplicación y modalidades en la región del Austro en especial para la ciudad de Cuenca se lo analizara por medio del NI de reciclaje de papel y cartón siendo la población la BDP quienes se dedican a esta actividad, teniendo un contexto favorable debido a que la demanda a nivel del Ecuador de los años 2012 -2014 en lo que se refiere a papel y cartón creció en un 300% que equivale a un incremento de 60.870 toneladas en el año 2012 a 182.857 toneladas para el año 2014, esto según datos del Ministerio del Ambiente en el año 2015.

El mercado nacional para esta industria necesita un aproximado de 28.571 toneladas mensuales lo que equivale a 342.852 toneladas al año, de este valor en promedio de 182.857 (53, 3%) toneladas anuales de papel y cartón son recicladas en el Ecuador estando constituidas de 75% de cartón y el 25% de papel. Sin embargo para cubrir la demanda nacional se tiene que importar aproximadamente 160.000 toneladas de papel y cartón reciclado, eso significa el 46,7 % de la demanda anual de este mercado, sin embargo existe la viabilidad de recolectar a nivel nacional 5.000 toneladas adicionales por mes o lo que significa 60.000 toneladas al año provocando un efecto inmediato en la disminución de las importaciones en un 37,5 % y por ende en los costos de producción (Iniciativa regional para el reciclaje inclusivo, 2015).

Estos antecedentes permiten la generación de la interrogante de investigación, ¿Cuáles son las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas del NI de reciclaje de papel y cartón en la ciudad de Cuenca –Ecuador?, mediante la cual se pretende generar conocimiento a nivel teórico - social contribuyendo a la aplicación, entendimiento, desarrollo y masificación del NI de reciclaje.

Siendo el objetivo central analizar el impacto que ha tenido en la población de la ciudad de Cuenca la implementación del NI de reciclaje de papel y cartón, mediante la caracterización de los recicladores, la identificación de su estructura organizacional y la interacción existente entre empresa privada, gobierno central, gobierno autónomo descentralizado municipal del cantón Cuenca y la sociedad en general.

La información obtenida de esta investigación permitirá el desarrollo de una metodología administrativa específica y especializada para la gestión y dirección de los NI como un

modelo a replicar a nivel general, en donde las teorías y herramientas existentes para la administración sean compatibles y acordes a la naturaleza y contexto de un Negocio Inclusivo y de los actores que participan en su generación y desarrollo.

Considerando en esta metodología la perspectiva de visibilizar y valorizar a los recicladores y su contribución a la cadena de valor de una empresa y a la economía del país, determinándose de esta manera el perfil del reciclador no solo desde el aspecto económico sino también el humano, identificando variables sociales, económicas, psicológicas, organizacionales, etc.

El conocimiento que se genere de la persona atrás del reciclador facilitara la identificación de su forma de comportarse organizacionalmente permitiendo la caracterización de la estructura organizacional que este NI debería considerar para su desarrollo y sostenibilidad en el tiempo. El aporte de los recicladores a la cadena de valor de la industria manufacturera de papel y cartón será cuantificado y se buscara la correlación con las políticas generadas tanto por la empresa así como por el gobierno nacional y el gobierno autónomo descentralizado municipal del cantón Cuenca en lo que respecta al apoyo hacia el NI de reciclaje.

La generación de esta información contribuirá para determinar los progresos o inconvenientes que haya registrado este NI en la ciudad de Cuenca, así como también podrá servir de sustento para su planificación a futuro y la creación de políticas públicas y estrategias empresariales a ser desarrolladas por las empresas, gobierno nacional, gobierno autónomo descentralizado municipal del cantón Cuenca y la sociedad en general para el fortalecimiento e instauración de los NI como alternativas para paliar los problemas de vulnerabilidad económica y social.

Referencias

- [1] AMERICA, S. L. (2008). *Negocios Inclusivos: Un modelo para la inclusión económica y social de las mayorías*. Lima: The Netherlands Development Organisation.
- [2] AVINA. (2010). *Negocios y Mercados Inclusivos. Definición y Marco Conceptual para el trabajo de AVINA*. Montevideo.
- [3] Banco Interamericano de Desarrollo. (2015). *Un mercado creciente de Usd. \$ 750 mil millones, Descubriendo oportunidades en la base de pirámide en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- [3] Crouch, C.El problema de la empresa. En *La democracia post-liberal*, Madrid: Tezanos, Felix, 1996, 331-349
- [4] Chiavenato, I. *Comportamiento Organizacional:La Dinámica del Éxito en la Organizaciones*. México, 2009, 23 -34.
- [5] Diaz Cáceres, N., & Castaño Carlos, A. El Valor Compartido Como Nueva Estrategia de Desarrollo Empresarial. *Internacional Journal of Good Conscience*, 2013, 82-100.
- [6] Fernández, A. (2007). *"EMPRESAS DE ROSARIO:CAMBIO PROFUNDO A PARTIR DE UN MODELO DE APRENDIZAJE"*. Rosario.

- [7] INEC. (1 de septiembre de 2015). <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/>. Recuperado el 1 de septiembre de 2015, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/>:
<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/>
- [8] Jaques, E., *La organización requerida: Un sistema integrado para crear organizaciones eficaces y aplicar el liderazgo gerencial en el siglo XXI*. Mexico: GRANICA., 2004, 20 – 40.
- [9] Iniciativa regional para el reciclaje inclusivo. (2014-2015). *Reciclaje Inclusivo y recicladores de base en el Ecuador*. Don Bosco.
- [10] Licandro, O. (2013). El rol de las alianzas intersectoriales en la creación de negocios inclusivos con la base de la pirámide, un análisis de la experiencia uruguaya mediante el estudio de casos.
- [11] Licandro, O., & Pardo, L. (2013). *Experiencias de Negocios Inclusivos en el Uruguay*. Montevideo: Universidad Católica del Uruguay.
- [12] Marín, D. Estructura Organizacional y sus parámetros de diseño: análisis descriptivo en pymes industriales de Bogotá. *Estudios Gerenciales*, 2012, 43-64.
- [13] Muñoz, J. (2013). Ética empresarial, Responsabilidad Social Corporativa (RSC) y Creación de Valor Compartido (CVC). *Globalización, Competitividad y Gobernabilidad*, 76-88.
- [14] Netherlands Development Organisation (SNV); World Business Council for Sustainable Development. (2010). *Negocios Inclusivos: Creando valor en América Latina*.

Las remesas no son dinero caído del cielo: El significado de las remesas para los hogares transnacionales

Rivera María-José
Calfat German

1 Proyecto VLIR de Migración y Desarrollo, Facultad de Psicología, Universidad de Cuenca, La Condamine 12-103, 010101, Cuenca, Ecuador. Correo: mjose.riverau@ucuenca.edu.ec
2 IOB, University of Antwerp, Prinsstraat 13, B-2000, Antwerpen, Bélgica. Correo: german.calfat@uantwerpen.be

Palabras Claves: Remesas, familias transnacionales, hogares transnacionales, Jørgen Carling

Resumen

Las remesas han sido usualmente abordadas desde sus aspectos económicos o como irruptor en las comunidades receptoras, tendiendo a entenderlas como ‘dinero caído del cielo’, perdiendo de vista el entramado de relaciones interpersonales del que surgen: la familia transnacional. Este reporte de investigación exploratoria busca proveer un panorama general sobre el significado de las remesas para los hogares receptores de remesas del Sigsig, Ecuador, con el fin de contribuir a comprender el significado de las remesas para los hogares transnacionales. Se aplicó la herramienta analítica de guiones provista por Carling [1] al Censo MMIM Sigsig-2012. Tras el análisis hermenéutico y los análisis cuantitativos (AF y ACP), se encontró que para los hogares receptores el significado de las remesas es congruente con los guiones de Devolución, Altruismo e Interés propio del migrante, en este orden de influencia. Al contrario, los guiones de Interés propio del receptor e Inversión social mostraron medias negativas.

Introducción

El estudio de remesas se ha dado usualmente hacia sus impactos económicos, como sacrificio obligatorio y gregario, o como irruptor social/cultural en las comunidades receptoras. Nuestra propuesta es que para comprender el significado más profundo de las remesas es necesario volver a la naturaleza de la migración y de las remesas. La migración es una estrategia de los hogares para gestionar los riesgos, y por lo tanto las remesas son el retorno de esa inversión en capital humano hecha por el hogar para la migración de uno de sus miembros [2].

La teoría del transnacionalismo [3][4] presta el marco conceptual necesario para entender la complejidad de las transacciones de remesas desde nuevos métodos y conceptualizaciones [4]. Permitiendo sostener que las remesas, sean de naturaleza material o no material, reflejan el lazo entre el migrante y la familia que se queda [4][5]. En esta misma línea teórica, Carling [1] propone una lista de herramientas analíticas, llamadas *scripts*, para estudiar las remesas como transacciones compuestas que pueden tomar diferentes formas. De acuerdo a la representación dada a esta transacción, la remesa puede ser descrita por uno o varios *scripts* (guion/guiones, de ahora en adelante), entendiendo por guion no como un determinante de comportamiento, sino como una representación “reconocida por un grupo social”, y por ende dependiente de un contexto [1]. Estos guiones son: Compensación por servicios, Devolución, Autorización, Aporte a fondo común, Regalo, Manutención, Obligación y derecho, Sacrificio, Chantaje, Ayuda, Inversión y Donación.

La comunidad del Sigsig, con su alta proporción de migración internacional y como representante de la región austral del Ecuador, ofrece un contexto específico de estudio para los posibles guiones de remesas. De modo que el objetivo de esta investigación es buscar patrones dentro de los hogares que reciben remesas, e interpretarlos utilizando la herramienta de los guiones [1].

Métodos

En primer lugar, se realizó un análisis y caracterización de los guiones propuestos, procurando establecer las particularidades y diferencias de cada uno. A continuación, se realizó un análisis exhaustivo de la información del Censo MMIM y de la literatura concerniente al contexto social, económico y cultural del Sigsig. Estos dos pasos permitieron establecer criterios de pertinencia para una primera confirmación de guiones de remesas en Sigsig. En un segundo momento, se procedió a correr un Análisis de Factores y, adicionalmente, un Análisis de Componentes Principales, utilizando *STATA*.

Resultados y discusión

Tabla 1. Selección y agrupación de Guiones de Remesas y sus variables, seleccionadas conforme contexto e información disponible del MMIM Sigsig 2012.

GUIONES DE REMESAS Y VARIABLES QUE LOS COMPONEN		
GUIONES DE REMESAS EN SIGSIG (Agrupados)	GUIONES DE REMESAS CARLING (2014)	VARIABLES/PROXIES TOMADAS DEL MIMM SIGSIG-2012
1. DEVOLUCIÓN		Número de intentos de migrar Financiación para migrar Remesas para deudas de migración
2. ALTRUISMO	Manutención	Decisión sobre el uso de remesas Proveedor del hogar Frecuencia de comunicación
	Ayuda	Incidentes de desastres naturales Incidentes delincuenciales Remesas para emergencias
	Sacrificio	Intenciones de retornar por sacrificio Status legal del migrante Conocimiento del lenguaje del país de destino Percepción sobre padres migrantes (-) Percepciones de chantaje (-)
3. INTERES PROPIO DEL MIGRANTE	Autorización	Años viviendo fuera Visitas desde el 2010 Destino de los ahorros (persona) Decisión sobre el uso de las remesas Ahorros para retornar
4. INTERES PROPIO DEL RECEPTOR	Chantaje	Percepciones de chantaje
	Compensación	El receptor ayuda con tareas de la escuela Percepción sobre padres migrantes
5. INVERSIÓN SOCIAL		Jornada escolar
Inversión		Rendimiento escolar del niño Remesas para educación Destino de los ahorros Financiamiento para futuras migraciones

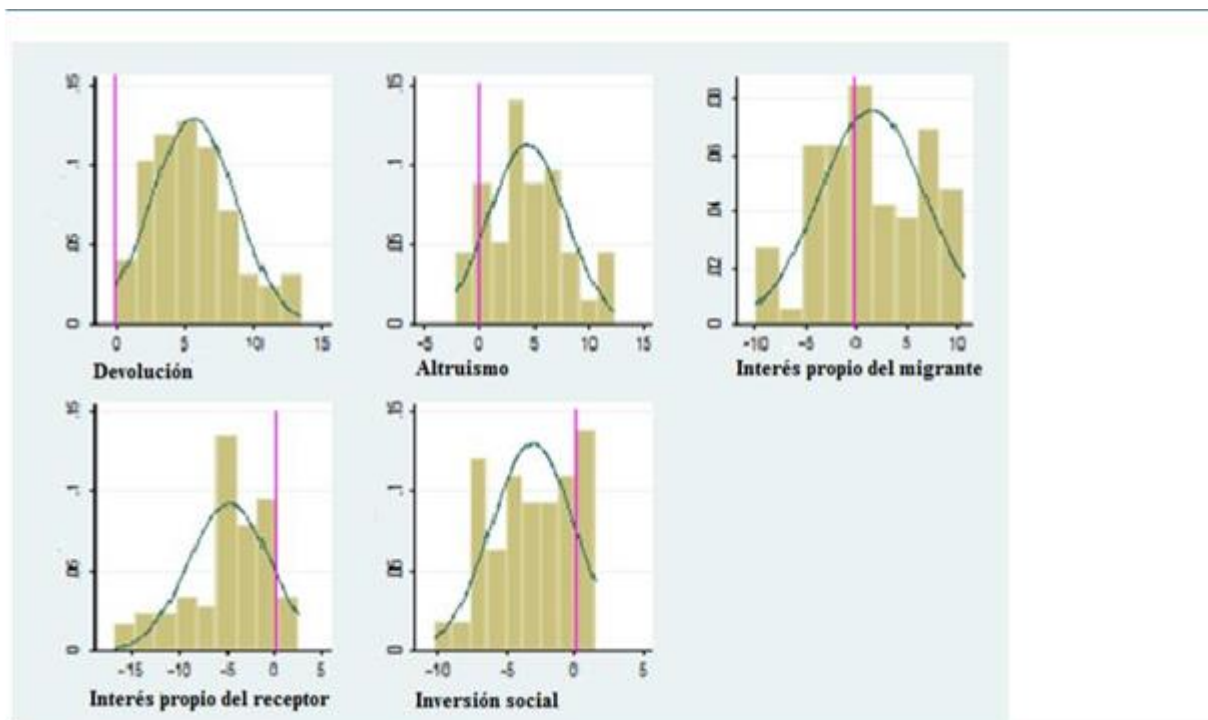


Gráfico 1. Análisis de factores: Frecuencias de carga de factores por guion. Incluye curva de normalidad y una vertical magenta para mostrar el signo (+ o -) del área.

Finalmente, los resultados del Análisis de Componentes Principales de los guiones que resultaron positivos son: 0.6862 para Devolución, 0.1906 para Altruismo, y 0.1232 para Interés propio del migrante.

Conclusiones

Se encontró que, para los hogares receptores del Sigsig, el significado de las remesas es congruente con los *scripts* de Devolución, Altruismo e Interés propio del migrante, en este orden de influencia. A la vez, los de Interés propio del receptor e Inversión Social mostraron no explicar el caso del Sigsig. Estos resultados son importantes por tres razones: 1) Proveen un panorama general sobre el significado de las remesas para los hogares receptores de Sigsig, lo cual puede orientar próximas investigaciones, tanto en esta como en otras comunidades. 2) La metodología propuesta (análisis cuantitativo de guiones de remesas), de la cual no tenemos referencias en estudios anteriores, produjo resultados coherentes, a la vez que demostró la importancia de las particularidades del contexto específico.

Agradecimientos

Agradecemos al Vlaamse Interuniversitaire Raad (VLIR), a la Universidad de Cuenca y a la Universidad de Amberes, que mediante convenio VLIR-UOS desarrollan el Proyecto VLIR de Migración y Desarrollo de la Universidad de Cuenca. Así mismo, especial agradecimiento a la comunidad del Sigsig por permitir el levantamiento de la información utilizada en este reporte.

Referencias

[1]J. Carling; Scripting Remittances: Making Sense of Money Transfers in Transnational Relationships: International Migration Review 48 (2014) 345-355.

- [2]M. Clemens, T. Ogden; Migration as a Strategy for Household Finance: A research agenda on remittances, payments, and development: Center for Global Development, Working paper 354 (Febrero 2014)
- [3]N. Schiller, L. Basch, C. Blanc-Szanton; Transnationalism: A New Analytic Framework for Understanding Migration: Annals of the New York Academy of Sciences 645, New York (1992) 1–24.
- [4]P. Levitt, B. Jaworsky; Transnational Migration Studies: Past Developments and Future Trends in Annual Review of Sociology 33 (2007) 129-156.
- [5]D. Mata-Codesal; Material and Social Remittances in Highland Ecuador: PhD thesis, School of Global Studies, University of Sussex (2011)

Enseñanza-aprendizaje por metáfora en espacios de educación no formal mediados por el uso de TIC

Luis Fernando Vallejos 1 , Verónica Egas-Reyes 2 , Diego Ordóñez-Camacho 3 *

1 Fundación Investigación Psicología y Sociedad (IPC), Barcelona E13-27 y Lugo, Quito, Ecuador, luisfernandovallejos.ipc@gmail.com

2 Centro de Psicología Aplicada (CPsA), Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ladrón de Guevara y Av. 12 de Octubre, Quito, Ecuador, MEGAS776@puce.edu.ec

3 Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias, Universidad Tecnológica Equinoccial (UTE), Av. Occidental y Mariana de Jesús, Quito, Ecuador, dordonez@ute.edu.ec*

Palabras Claves: adolescente, aprendizaje por metáfora, TIC, educación no formal

Resumen

A continuación, se expone el desarrollo de un proceso socioeducativo alternativo dirigido a población infante-adolescente que vive en situación de vulnerabilidad en el Ecuador. La propuesta integra tecnología y pedagogía en espacios de educación no formal, cuyo objetivo fue desarrollar en los participantes autoconocimiento y habilidades para resolver problemas prácticos de la vida. Su metodología se basa en esquemas temáticos (módulos) y estructuras de talleres participativos adaptados al entorno comunitario y al universo simbólico de los participantes. Se facilitó de esta forma la abstracción de información técnica relacionada a la robótica y su consecuente asociación con fenómenos propios de la adolescencia. Esta vinculación fue posible gracias al uso de la metáfora como vía de enseñanza-aprendizaje. Como resultado de la experiencia se disminuye la brecha digital y el uso de la tecnología rebasa lo instrumental y se convierte en un recurso para estimular la curiosidad y para la producción de sentido.

Introducción

La lucha social por la igualdad de oportunidades en nuestro país a conducido a organismos públicos y privados a plantear espacios educativos distintos a los tradicionales para que grupos vulnerables superen su adversidad [1]. Estas propuestas se inscriben en la llamada educación no formal o educación fuera del aula. Son iniciativas desarrollada por técnicos sociales dirigidas principalmente a niños y adolescentes, cuyo objetivo es prepararlos actitudinalmente por medio de la co-construcción de aprendizajes prácticos que resuelvan los retos de la vida [2]. Acompañar al adolescente, en su pasaje de la vida infantil a una vida adulta, implica abrir un espacio dialógico para tratar las interrogantes propias de la reconstrucción de su identidad [3]. Este ejercicio no es sencillo y demanda la incorporación de recursos novedosos que den paso a la circulación de la palabra. En consecuencia, este tipo de educación propone el uso de materiales didácticos, lúdicos y ahora tecnológicos, que dinamizan el intercambio reflexivo en los participantes permitiendo generar una proyección de vida acorde a su deseo y anhelos [4].

El uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) ha influido en todas las esferas de la vida humana transformando los procesos de intercambio entre el individuo y su entorno físico y social; los espacios de enseñanza-aprendizaje no escapan de su alcance [5]. La incorporación de recursos tecnológicos como la robótica y programación, en el ámbito de la educación no formal es relativamente nueva y muchas veces no supera las limitantes de orden logístico y económico. El problema subsecuente tiene relación con la ausencia de metodologías que hagan del uso de estas tecnologías una

herramienta para la producción de sentido y generación de conocimiento [6]. De darse, pretendería lograr en el adolescente una significación de sí mismo como hacedor de su futuro y agente social activo de su comunidad [7]. Frente a la carencia de metodologías para el uso de tecnologías en el ámbito de la educación no formal, se propone una estructura pedagógica basada en el aprendizaje por metáfora, mecanismo generador de sentido [8], que permita la asociación de contenidos técnicos básicos de robótica y programación con aspectos de la vida psico-social de los participantes.

Métodos

La propuesta se desarrolló en el marco de trabajo del Proyecto Adolescentes Innovadores implementado entre los años 2013 y 2016. Esta iniciativa fue el resultado de una alianza estratégica entre el Ministerio de Trabajo, Fundación Telefónica y Fundación IPC. Su objetivo consistió en crear espacios de educación no formal basados en el uso de recursos tecnológicos, para el desarrollo de competencias para la vida de niños y adolescentes en situación de trabajo infantil en las provincias y cantones detallados en la Tabla 1. En la propuesta participaron 2.410 adolescentes entre los 12 y 17 años, el 80% en riesgo de trabajo infantil y el 20% población infantil trabajadora; todos residentes en zonas urbano-marginales, de los cuales el 51% son hombres y el 49% mujeres.

Tabla 7: Zonas de intervención

Provincia	Cantones	Distribución
Azuay	Chordeleg, Gualaceo	22%
Imbabura	Ibarra, Andrade Marín	19%
Esmeraldas	Esmeraldas, Atacames, Muisne	31%
El Oro	Santa Rosa, Arenillas, Huaquillas	28%

La metodología se basa en técnicas de investigación-acción, marco de estudio que considera la participación activa de los actores sociales vinculados, como elemento fundamental para la creación de su método de trabajo. Técnicas dialógicas semi-estructuradas con informantes claves y grupos enfocados permitieron diseñar actividades acordes a las necesidades e intereses de la población. En esta lógica se construyeron perfiles de grupos, mapas sociales y diagramas de las condiciones laborales, sociales, educativas, recreativas, familiares y de acceso a tecnología de la población. Esta dinámica se implantó en todas las fases de construcción del proyecto (Tabla 2).

Tabla 2: Proceso de desarrollo metodológico

Fase	Actividades
1	Construcción de alianzas estratégicas y acopio de información contextual. Análisis de datos previos.
2	Acercamiento a población adolescente y montaje de línea base. Construcción de herramientas de investigación (encuestas, dispositivos lúdicos, registros, fichas). Procesamiento de información de participantes.
3	Construcción del módulo de trabajo, e intervención directa. Definición de contenidos y estructura de talleres.
4	Cierre de procesos formativos y evaluación de resultados.

Resultados y discusión

El uso de recursos tecnológicos logra relevancia dentro del contexto de significación creado por esta práctica social. El acercamiento con estas tecnologías disminuye la brecha digital y aporta al desarrollo de competencias para la vida, es decir, proveen aprendizajes concretos aplicables a los problemas cotidianos. Como se observa en la Figura 1, que

ilustra las preferencias de los adolescentes en los espacios de formación, solo el 5,1% y el 4,1% disfrutaban, respectivamente, de construir robots y de la electrónica como actividades aisladas. Sin embargo, el 23,6% de los adolescentes valoran las actividades en toda su holística; es decir, el recurso por sí solo no aporta resultado. Es por efectos del aprendizaje por metáfora inserto en las actividades pedagógicas de complemento que adquieren sentido en el proceso formativo.

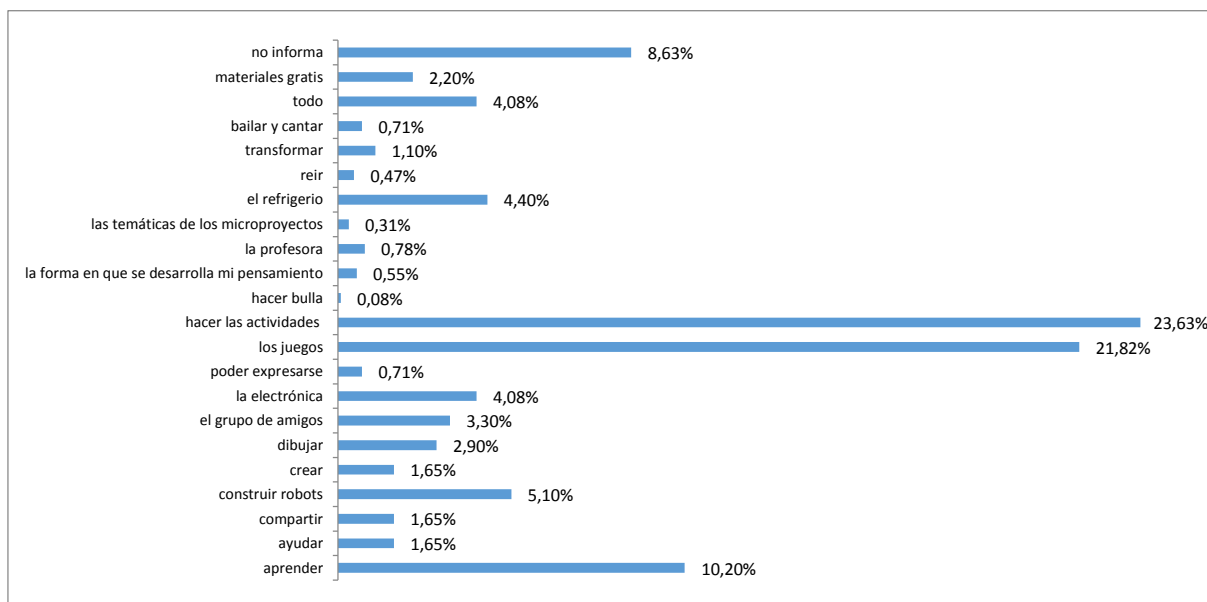


Figura 9. Lo que más le gusta al adolescente del proyecto.

El camino hacia la construcción de la identidad del adolescente demanda la presencia de nuevos referentes. El malestar latente, producto en parte de las confusiones provocadas por la definición social de sus roles, puede ser aligerado a través de la asociación del adolescente con otros iguales que comparten el mismo sentir y con los cuales pueden convertirse en actores sociales. Como muestra la Figura 2, en el 2013 el 82,1% de los adolescentes no pertenecían a ningún grupo de amigos; sus relaciones sociales estaban restringidas por múltiples factores. Para el 2015, el 68,9% de adolescentes fortalecieron sus lazos sociales con otros jóvenes y pudieron mantener sus grupos a través de iniciativas colectivas. Este indicador da cuenta que las herramientas tecnológicas y los recursos pedagógicos viabilizaron el intercambio de pares consolidando su dinámica grupal.

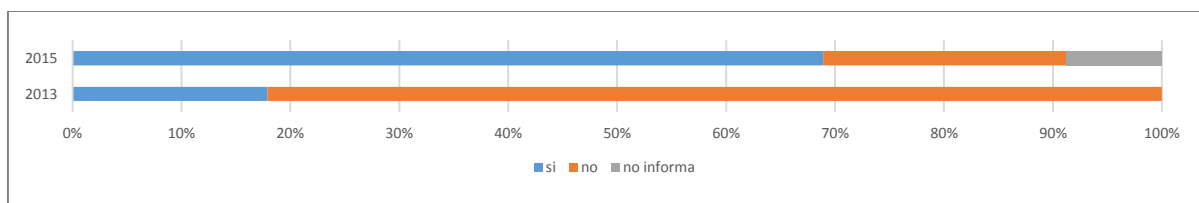


Figura 2. Situación social y evolución en la pertenencia a grupos estables de amigos, del adolescente en el proyecto; 2013 versus 2015.

En la Figura 3, observamos la respuesta de los adolescentes al preguntarles qué es necesario para alcanzar una meta. Notamos que el 53,6% identifican que el estudio es necesario para sus proyectos de vida; reconocen además la importancia de fijar su voluntad y contar con el apoyo familiar en este camino. Esta es una referencia cualitativa que demuestra la complementariedad entre la educación formal y no formal.

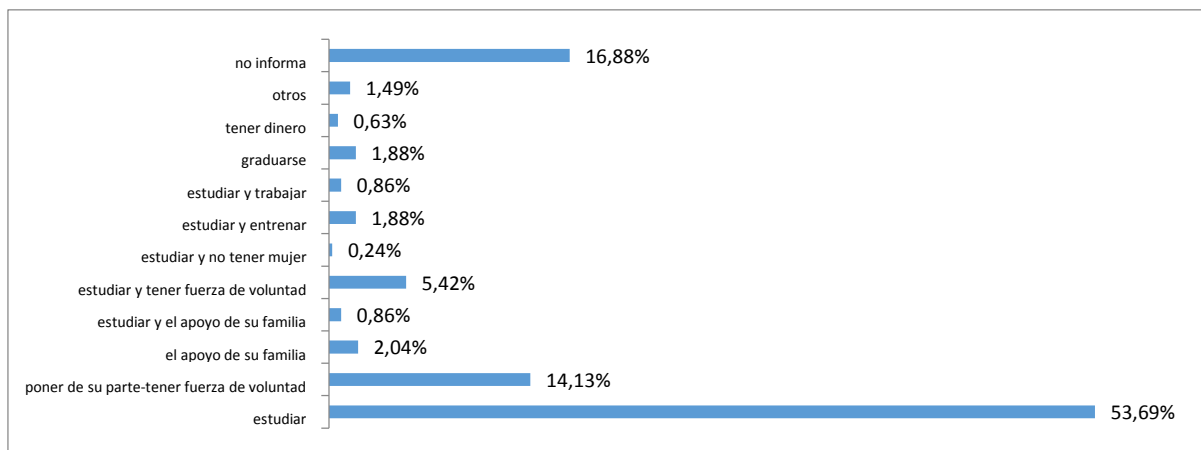


Figura 3. ¿Qué necesita el adolescente para llegar a su meta?

Conclusiones

Construir una metodología para una educación no formal que haga usos de recursos tecnológicos como herramienta para el autoconocimiento, demanda el uso de estrategias pedagógicas que permitan asociar el aprendizaje técnico con las dificultades que atraviesa una persona en su diario vivir. El uso de la tecnología en este campo rebasa lo instrumental; no se limita únicamente a que los participantes aprendan robótica o programación. Más bien se reconoce una relación dialéctica de modificación mutua entre el objeto tecnológico y la persona que hace uso del mismo. La estrategia pedagógica que eslabona esta relación es la metáfora, mecanismo cognitivo elemental para conocer el mundo; constituye un elemento nuclear de pensamiento simbólico que posibilita la construcción del sentido y el tejido de nuevas cadenas semánticas. Esto posibilitó en los adolescentes adquirir dominio y responsabilidad sobre las circunstancias, combinando saberes con actitudes en una acción común.

Agradecimientos

Agradecemos al Ministerio de Trabajo, a la Fundación Telefónica y a la Fundación IPC. Asimismo, la colaboración interinstitucional requerida para presentar este trabajo fue posible gracias al Proyecto de Investigación para el Desarrollo (PRD-ARES/CCD) Bélgica-Ecuador “*Renforcement des espaces de médiation communautaire des jeunes dans les situations de violence et de souffrance psychosociales*”.

Referencias

- [1] Consejo Nacional para la Igualdad, Unicef, Plan Internacional, Observatorio Social del Ecuador, “La Niñez y Adolescencia en el Ecuador Contemporáneo. Avances y Brechas en el Ejercicio de Derechos”, Quito 2014.
- [2] A.Badia, T.Mauri, C.Monereo. “La práctica psicopedagógica en educación formal” Ed.UOC, Barcelona 2014
- [3] A. Aberastury, “La adolescencia normal”, Paidós, 2004.
- [4] P. Perrenoud, “Cuando la Escuela Pretende Preparar para la Vida ¿Desarrollar Competencias o Enseñar otros Saberes?, 1er. Edición, Ed. Magisterio, 2012.
- [5] C. Coll, C. Monereo, “Psicología de la Educación Virtual. Aprender y enseñar con las tecnologías de la información y la comunicación”, Ed. Morata, Madrid, 2008.
- [6] C. Lion, “Imaginar con tecnología” Ed. Stella, Buenos Aires, 2006
- [7] F. Sierra. “Ciudadanía, Tecnología y Cultura. Nodos conceptuales para pensar la nueva mediación digital” Ed. Gedisa. Barcelona, 2013.
- [8] M. Pochulu, R. Abrate, S. Visokolskis, “La metáfora en la educación: descripción e implicaciones” 1ª. Ed. Villa María, Eduvim, 2009.
- [9] J. Tourñan, J. Soto, “La educación electrónica como ámbito de educación general”, Revista de investigación en educación No 9 (1), 2011.

Nivelación Emblemática desde y para las artes como programa de acompañamiento para la excelencia académica.

Bayo Maestre Norberto

Jefatura de Nivelación Emblemática / Universidad de las Artes (UARTES), Malecón Simón Bolívar y Aguirre, Guayaquil, Ecuador, norberto.bayo@uartes.edu.ec

Palabras Claves: Educación Superior / Institución / Artes / Nivelación Emblemática / Excelencia /

Resumen

El programa de acompañamiento para la excelencia académica desarrollado por la Universidad de las Artes pretende alcanzar en promedio una tasa de titulación de grado de al menos el 70% a partir del año 2019 y sumar al actual programa institucional permanente las estrategias y procesos que se articulan a partir de los fines de la Educación Superior desde un enfoque completamente integrador. La capacitación permanente del equipo tutelar en estrategias de creación colaborativas y empoderamiento personal favorecerá un ambiente motivacional en el alumnado para cumplir graduarse con éxito y de manera adecuada. Este informe científico trata de exponer el pilotaje que implantaremos desde la Nivelación Emblemática como parte del programa de acompañamiento para la excelencia académica a partir del II Periodo 2017.

Introducción

En 2016 se celebró en Ecuador la VI Conferencia Latinoamericana sobre el Abandono en la Educación Superior. Allí se señalaron las tutorías y mentorías como los lugares posibles para prácticas de integración universitarias que reduzcan el abandono. La Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (Senescyt) señaló que los principales problemas de deserción son causados por economía deficitaria, falta de tiempo e incluso por la insatisfacción de la carrera en sí.

La Universidad de las Artes, con sede en Guayaquil, se ha consolidado en siete carreras de formación artística que se ofrecen actualmente de manera regular (Literatura, Cine, Artes Sonoras, Producción Musical, Artes Escénicas, Danza y Artes Visuales) y hemos de servirnos de una red de capacitación permanente a nuevos docentes y tutores que se vinculan a nuestra nivelación emblemática a partir del pilotaje llevado a cabo por el componente de investigación y profesionalización "Proyecto Integrador de Saberes" y por el componente académico "Plan de acogida académica", dos componentes propios que se articulan desde nuestra jefatura.

Métodos

El "Plan de Acogida Académica" garantiza una tutoría capaz de dar seguimiento a la trayectoria académica del alumno/a en sus aspectos cognitivos y afectivos del proceso de aprendizaje y enseñanza así como orientar en el "Proyecto Integrador de Saberes" en la etapa inicial, en un tiempo estimado de al menos los tres primeros semestres regulares.

A través del "Proyecto Integrador de Saberes" garantizamos el seguimiento y desarrollo de las competencias de investigación, gestión y colaboración de proyectos culturales a lo largo de toda su formación, empezando por la nivelación. Nuestra malla de Nivelación Emblemática cuenta con un tronco común general a todas las universidades

a nivel nacional: una primera concreción curricular vinculada a Artes y Transdisciplinariedad y una segunda concreción más con una propuesta integradora a partir de un enfoque disciplinar más específico.

Las estrategias grupales hacia prácticas transdisciplinares con un gran alto contenido disciplinar pretenden dinamizar el debate intergeneracional de las prácticas pedagógicas desarrolladas en y para las artes en los contextos de formación profesional de artistas. Las dinámicas de claustro enriquecen la constante revisión de los programas de formación permanente a docentes cuya finalidad garantiza el apoyo y seguimiento de las prácticas de enseñanza y aprendizaje llevadas a cabo.

Resultados y discusión

Los índices de deserción y repetitividad que los estudiantes sufren en su formación en educación superior conflictúan con los intereses pedagógico generales e impiden que desarrollen estrategias tempranas en el esfuerzo institucionalmente que la Universidad de las Artes promueve en aras de la innovación educativa. El crecimiento de la oferta académica que se espera para la próxima nivelación alcanza un promedio de 27% más respecto al periodo anterior, 56 cupos más repartidos entre las distintas carreras que ofrecen las cinco escuelas universitarias.

Tabla 1: .Aumento de oferta académica*

Elementos	Oferta académica por cupos	Postulaciones
Periodo I 2017	207	557
Periodo II 2017	263	653

*Datos ofrecidos por Secretaría General de la Universidad de las Artes.

Nuestro pilotaje parte por capacitar a los docentes en el plan de acción tutorial así como inducir y acompañarles en el diseño y elaboración del "Proyecto Integrador de Saberes" en la etapa de preproducción. La responsabilidad de evaluar la integración de los saberes conseguidos recae en esta figura del tutor de acogida que incide directamente sobre la tasa de retención de carrera. Cada alumno contará al finalizar la nivelación con un informe individual sobre su proyección académica, para así favorecer el diagnóstico del perfil de aprendizaje desde la etapa inicial.

Para el desarrollo del "Plan de Acogida Académica", la Nivelación Emblemática mantiene un diálogo de trabajo permanente con el Secretaría General, el Vicerrectorado Académico, Bienestar Universitario, las coordinaciones de carrera y por supuesto con Evaluación, Acreditación y Aseguramiento para la Calidad Universitaria. El "Proyecto Integrador de Saberes" genera el diálogo encadenado necesario con el Laboratorio de Producción e Innovación así como con el Departamento Transversal de Teorías Críticas y Prácticas Experimentales para desarrollar el proyecto a largo plazo y generar las actividades que favorezcan en el manejo de herramientas digitales a favor de la virtualización educativa y la expresión oral. La articulación con las tutorías desarrolladas en el "Plan de Acogida" darán el relevo a las tutorías académicas que acompañarán a las prácticas preprofesionales a partir del tercer semestre hasta las de grado de titulación del noveno y último semestre.

Conclusiones

La Nivelación Emblemática de la Universidad de las Artes es nodo y medula de una la garantía que deposita el Sistema Nacional de Nivelación y Admisión (SNNA) y estratégica e integralmente nos hacemos de un "Plan de Acogida Académica" y un "Proyecto Integrador de Saberes" que profundiza sobre el perfil del estudiante en Artes y ayuda a enlazar la proyección que necesita este estudiante y alcanzar con éxito graduarse en nuestras licenciaturas en producción artística. Nuestros docentes se hacen responsables de, parafraseando a John Dewey, entender la educación como un *método fundamental para el progreso y de la reforma social*, así como de reconocer *en cada enseñante la dignidad de su llamada: ser un servidor social puesto aparte para mantener el orden social apropiado y para asegurar el correcto crecimiento social*, para, desde y las artes, añadimos.

Agradecimientos

Destacar y agradecer tanto a los docentes del I Periodo 2017 de la Nivelación Emblemática como a las cabezas de equipo de las distintas unidades que se integra el programa macro de acompañamiento para la excelencia académica por todo el esfuerzo sumado tras largos encuentros de trabajo; y por supuesto al rectorado de la Universidad de las Artes por la confianza y recomendación.

Referencias

Reglamento General a la Ley de Educación Superior, 2011

Reforma al Reglamento del Sistema Nacional de Nivelación y Admisión - SNNA, 2014

La tributación ambiental como instrumento de política pública en el Ecuador

Valdivieso Ortega Gabriela Judith Ph.D.

Universidad Técnica Particular de Loja, Departamento de Ciencias Jurídicas, Loja – Ecuador
gjvaldivieso@utpl.edu.ec

Tributos, política pública, ambiental.

Resumen

La Constitución del Ecuador contempla dentro de las garantías constitucionales a las políticas públicas, siendo parte de estas últimas la política tributaria. Dentro de los objetivos de la política tributaria de nuestro país se encuentra la protección del medio ambiente sano.

Por otra parte, a pesar de la discusión doctrinaria, los autores tributarios aceptan de modo general los fines extrafiscales de los tributos, entre los que cabe la utilización de los mismos como instrumentos de política pública tributaria.

En este trabajo analizaremos entonces en base a la doctrina relevante y a la normativa ecuatoriana si cabe o no la utilización de tributos como mecanismos de política pública para la protección del derecho a un medio ambiente sano en nuestro país.

Introducción

La Constitución del Ecuador, es la única que estatuye a las políticas públicas como uno de los tipos de garantías constitucionales, por esta razón la doctrina no se ha preocupado por desarrollarlas en este sentido ampliamente. No obstante, consideramos que cabe para las políticas públicas el concepto de garantía constitucional elaborado por autores como Pisarello, quien señala que éstas son las técnicas o los mecanismos predispuestos para la protección de los derechos.³

Ahora bien, la utilización de los tributos como mecanismos de política económica y tributaria, es decir, su uso como instrumentos de política pública ha sido ampliamente debatido por la doctrina tributaria, señalando en lo principal que cabe la utilización de este instituto jurídico con fines distintos a los tributarios, siempre y cuando se mantenga aunque sea secundariamente su objetivo recaudatorio.⁴ Es así que Jiménez Hernández, analiza a los tributos como mecanismos públicos de protección ambiental.⁵

Adentrándonos más en el tema en cuestión, encontramos que Rodolfo Salassa, en su artículo “Cuestiones elementales sobre los tributos ambientales”, señala que cada vez es más frecuente encontrar gravámenes “configurándose como verdaderos mecanismos

³ Gerardo Pisarello, *Los derechos sociales y sus garantías. Elementos para una reconstrucción*, Madrid, Trotta S.A., 2007, P. 111.

⁴ Mauricio Plazas Vega, *Derecho de la Hacienda Pública y Derecho Tributario*, Bogotá-Colombia, Temis S.A., 2016, 66.

⁵ Jorge Jiménez Hernández, *El tributo como instrumento de protección ambiental*, España, Comares, 1998, p. 150 y sig.

reguladores de conducta.”⁶, una conducta no contaminante, por ejemplo, De igual manera, Vidal, se refiere a

Introducción

La Constitución del Ecuador, es la única que estatuye a las políticas públicas como uno de los tipos de garantías constitucionales, por esta razón la doctrina no se ha preocupado por desarrollarlas en este sentido ampliamente. No obstante, consideramos que cabe para las políticas públicas el concepto de garantía constitucional elaborado por autores como Pisarello, quien señala que éstas son las técnicas o los mecanismos predispuestos para la protección de los derechos.⁷

Ahora bien, la utilización de los tributos como mecanismos de política económica y tributaria, es decir, su uso como instrumentos de política pública ha sido ampliamente debatido por la doctrina tributaria, señalando en lo principal que cabe la utilización de este instituto jurídico con fines distintos a los tributarios, siempre y cuando se mantenga aunque sea secundariamente su objetivo recaudatorio.⁸ Es así que Jiménez Hernández, analiza a los tributos como mecanismos públicos de protección ambiental.⁹

Adentrándonos más en el tema en cuestión, encontramos que Rodolfo Salassa, en su artículo “Cuestiones elementales sobre los tributos ambientales”, señala que cada vez es más frecuente encontrar gravámenes “configurándose como verdaderos mecanismos reguladores de conducta.”¹⁰, una conducta no contaminante, por ejemplo, De igual manera, Vidal, se refiere a los y el acero de la Comunidad Europea), sino el poder de los órganos comunitarios para regular ciertos tributos que, no obstante su condición de nacionales, pueden incidir en los *objetivos supranacionales*.¹¹ (Las cursivas son nuestras.) o, inclusive que estos tributos pueden ser creados por la propia comunidad supranacional de tener potestad tributaria para hacerlo, lo cual en nuestro criterio es aceptable, siempre y cuando el ente supranacional esté facultado para ello.

Resultados

En el Ecuador sí cabe la utilización de tributos como mecanismos de política pública tributaria; y, el marco normativo permite que se utilice este instituto jurídico como instrumento para lograr la plena efectividad del derecho a un medio ambiente sano en nuestro país.

Es importante señalar, que en la actualidad existen en el Ecuador dos tributos ambientales: El impuesto a la contaminación vehicular; y, el impuesto a las botellas plásticas no retornables, mismos que tienen algunas falencias por la forma en la que han sido establecidos por el legislador.

Conclusiones

⁶ Rodolfo R. Salasa Boix, “Cuestiones elementales sobre los tributos ambientales”, Revista de Derecho, No. 16. Vol. 13, 2013, pp. 131-152.

⁷ Gerardo Pisarello, *Los derechos sociales y sus garantías. Elementos para una reconstrucción*, Madrid, Trotta S.A., 2007, P. 111.

⁸ Mauricio Plazas Vega, *Derecho de la Hacienda Pública y Derecho Tributario*, Bogotá-Colombia, Temis S.A., 2016, 66.

⁹ Jorge Jiménez Hernández, *El tributo como instrumento de protección ambiental*, España, Comares, 1998, p. 150 y sig.

¹⁰ Rodolfo R. Salasa Boix, “Cuestiones elementales sobre los tributos ambientales”, Revista de Derecho, No. 16. Vol. 13, 2013, pp. 131-152.

¹¹ (M. Plazas Vega, *Derecho de la hacienda...*, 57)

1. En Ecuador las políticas públicas, entre estas, la política tributaria son garantías constitucionales; y, por lo tanto, medios para lograr la plena efectividad de los derechos.
2. Los tributos pueden utilizarse también con fines extra fiscales, siempre y cuando éstos se encuentren constitucionalmente permitidos.
3. Uno de los objetivos de la política tributaria en nuestro país es la protección del derecho a un medio ambiente sano.
4. Atendiendo a lo establecido en el marco normativo ecuatoriano y a lo señalado por la doctrina tributaria cabe afirmar que los tributos ambientales son un mecanismo de política pública en el Ecuador.

Referencias

- [1] H. Villegas. Curso de finanzas, derecho financiero y tributario. Buenos Aires: Depalma, (1984).
- [2] J. Montero. Derecho Tributario Moderno. Montevideo: Fundación de la Cultura Universitaria. (1977).
- [3] G. Pisarello. Los derechos sociales y sus garantías. Elementos para una reconstrucción. Madrid: Trotta S.A., (2007).
- [4] Gabriela Ríos Granados, Manual de Derecho Tributario, Miguel de Jesús Alvarado Esquivel (Coord.) México. Porrúa (2005)
- [5] M. Plazas Vega, Mauricio. Derecho de la Hacienda Pública y Derecho Tributario. Bogotá-Colombia: TEMIS S.A.(2006).
- [6] C. Giuliani Fonrouge. Derecho Financiero. Buenos Aires: Depalma, (1984).
- [7] J. Jiménez Hernández. El tributo como instrumento de protección ambiental. España: Comares (1998).
- [8] R. Salasa Boix. (2013) *Cuestiones elementales sobre los tributos ambientales*, Revista de Derecho. 13 (No. 16), 2013, pp. 131-152.
- [9] Patricia V. Pizarro Vidal, “*La tributación ambiental, un instrumento para reducir la contaminación generada por las empresas mineras en el Perú*”, Revista ALMA MÁTER, Vol 3, Lima, 2016, pp. 37-46

El derecho fundamental a la autodeterminación informativa y su protección en el Estado Constitucional de Derechos: Fundamentos, Jurisprudencia de la Corte Constitucional y Políticas Públicas en Ecuador

Ordóñez Pineda, Luis

Universidad Técnica Particular de Loja, Departamento de Ciencias Jurídicas, Loja – Ecuador
loordonez@utpl.edu.ec

Palabras Claves: Autodeterminación informativa, Protección de datos personales, Tratamiento de la información, Derechos Fundamentales, Instituto de garantía, Políticas públicas.

Resumen

La aparición del derecho fundamental a la protección de datos personales o autodeterminación informativa supone uno de los cambios más significativos dentro del Estado Constitucional de Derechos. Caracterizado como un instituto de garantía de otros derechos fundamentales, de la intimidad y e integridad personal por ejemplo, su protección deriva en una serie de mecanismos jurídicos e institucionales necesarios para garantizar el ejercicio y tutela integral de este nuevo derecho fundamental. Así, a la luz de los avances tecnológicos, tanto el habeas data como la autodeterminación informativa se conciben como un derecho fundamental en sí mismo encaminados a controlar el tratamiento de la información personal a partir del ejercicio de los derechos de acceso, rectificación, cancelación u oposición en la sociedad de la información. Sobre esta base, este trabajo aborda el estudio del desarrollo de este derecho que –por mandato constitucional previsto en el artículo 11.8- debe manifestarse en la normativa, la jurisprudencia y políticas públicas en Ecuador.

Introducción

En los últimos años, en cuanto al derecho a la protección de los datos de carácter personal, los sistemas jurídicos latinoamericanos han demostrado tener gran influencia regulatoria originada a partir de otros contextos o realidades jurídicas. La mayoría, según algunos estudios, apegados al modelo europeo¹².

Proyectándose hacia este modelo, en Ecuador la protección de datos personales ha evolucionado progresivamente desde su protección constitucional a través del habeas data y la intimidad hasta su configuración como un derecho de carácter fundamental en 2008¹³.

¹² Ya en 2003 y 2012 Argentina y Uruguay, respectivamente, han recibido sendos reconocimientos de la Unión Europea por haber consagrado dentro de su marco de regulación nacional principios y derechos relativos a la protección de los datos de carácter personal; y así también por haber considerado la necesidad de establecer autoridades de control independientes destinadas a garantizar en la práctica la tutela del derecho fundamental a la protección de datos personales.

¹³ En principio, también, se puede asumir que en el caso de Ecuador empieza a existir una fuerte influencia del marco regulador en Europa. Por ejemplo, en general, el “Proyecto de Ley Orgánica de la protección de los Derechos a la Intimidad y Privacidad sobre los datos personales” -presentado en 2016 en la Asamblea Nacional- se aproxima a describir un marco regulador basado en algunos principios y definiciones de la Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal en España. Recordemos que en Europa, en la actualidad, la Directiva 95/46 “relativa a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos” es vinculante para los países

Precisamente, no debe olvidarse que el fundamento del derecho a la protección de datos personales inicialmente siempre estuvo engranado a la protección del derecho a la intimidad y la privacidad, y en la actualidad mucho más relacionado a los avances tecnológicos considerándose así como una libertad informática o derecho a la intimidad informativa.

En primera instancia, uno de los cambios de la actual Constitución es que “elimina la clásica división de derechos civiles, políticos, y económicos, sociales y culturales. En su lugar utiliza una división puramente temática (derechos de participación, derechos de libertad, etc.)”¹⁴. Luego, lo principal es la tutela de la autodeterminación informativa¹⁵ como un derecho fundamental de carácter autónomo¹⁶.

Hoy en día, este derecho de intimidad informática o de autodeterminación informativa precisa una adecuada protección, especialmente, dentro de entornos digitales. Tipologías como discriminación, actos de odio, humillaciones, acoso, entre otras, que se desprende del mal uso de la información personal requieren de un marco jurídico integral que promueva un efectivo ejercicio de los derechos y libertades informáticas. Precisamente, uno de los antecedentes para su tutela es el avance de las tecnologías de la información y comunicación, y su efecto, en el tratamiento de la información de carácter personal¹⁷.

Como se sabe, en el ámbito normativo, **las únicas reformas legales que han promovido la protección de este derecho fundamental en el régimen sectorial son las que se incluyen en la Ley del Sistema Nacional de Registro de Datos Públicos (2010) y su Reglamento (2016); Ley Orgánica de Comunicación (2013) y su Reglamento (2014) y Ley Orgánica de Telecomunicaciones (2015) y su Reglamento (2016). Sin embargo, en la práctica el derecho a la autodeterminación informativa requiere de un necesario equilibrio que solamente se logra a través de un marco que desarrolle principios y derechos relativos a la protección de los datos de carácter personal.**

miembros de la Comunidad Europea. Por tanto, España compromete un modelo regulador de protección de datos personales ajustado a la normativa que exige el marco comunitario europeo. Hay que agregar que esta Directiva ha sido derogada por el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo lo cual conllevará, hasta abril de 2018, un cambio progresivo y sistemático de la normativa en Europa y, desde luego, en países terceros vinculados con la Unión Europea.

¹⁴ Cfr. Agustín Grijalva Jiménez, *Constitucionalismo en Ecuador (Quito-Ecuador: Corte Constitucional para el Período de Transición, 2012)*, 28.

¹⁵ Según Pablo Lucas Murillo la expresión “autodeterminación informativa” o “intimidad informativa” puede ser considerada como “más expresiva” que otras adoptadas por los legisladores y la doctrina para hacer referencia al derecho fundamental a la protección de datos de carácter personal. Cabe señalar que en el transcurso de este trabajo se referirá de manera pormenorizada sobre el contenido de esta expresión. Cfr. Pablo Murillo de la Cueva y José Luis Piñar, *El derecho a la autodeterminación informativa (Madrid-México: Fontamara S.A, 2011)*.

¹⁶ Sobre esta base, este derecho fundamental se enmarca en lo dispuesto por el artículo 66 numeral 19 de la Constitución. Al efecto, se reconoce y garantiza “el derecho a la protección de datos de carácter personal, que incluye el acceso y la decisión sobre información y datos de este carácter, así como su correspondiente protección. La recolección, archivo, procesamiento, distribución o difusión de estos datos o información requerirán la autorización del titular o el mandato de la ley”.

¹⁷ Sobre esta cuestión ya me he referido en otro trabajo en donde se hace referencia a la conceptualización del derecho a la protección y control de los datos personales en la sociedad de la información. Véase: Luis Ordóñez Pineda, “Epistemología del Derecho a la protección de datos personales y su regulación normativa, como un derecho fundamental, en el constitucionalismo ecuatoriano”, en *Memorias XVI Congreso Iberoamericano de Derecho e Informática*, coordinado por José Luis Barzallo (Quito: Ministerio de Justicia, Derechos Humanos y Cultos, 2012), 462-469.

Desde esta perspectiva, los objetivos de trabajo se orientan a identificar los fundamentos y principios que integran el contenido del derecho fundamental a la autodeterminación informativa a partir de las Sentencias No. 19-09-SEP-CC, y 1-14-PJO-CC de la Corte Constitucional en Ecuador.

Desde luego, parte fundamental de este estudio y como una última vertiente para el desarrollo de este derecho fundamental son las políticas públicas. **En efecto, la implementación de adecuadas políticas y de programas idóneos de difusión de las libertades informáticas constituye un elemento fundamental para el desarrollo y ejercicio de este derecho fundamental. En Ecuador, la inexistencia de programas o políticas en la materia representa un problema para el efectivo desarrollo de este derecho fundamental. En todo caso, sobre esta parte, se busca idealizar que en el futuro las instituciones estatales “asuman total o parcialmente la tareas de alcanzar objetivos estimados como deseables o necesarios, por medio de un proceso destinado a cambiar un estado de las cosas percibido como problemático”¹⁸.**

Métodos

El fenómeno jurídico investigado resulta de la aplicación metodológica tridimensional del derecho como hecho, valor y norma. Los métodos que se utilizarán en este trabajo serán:

- a) *Analítico*. Permitirá abordar el problema a través del estudio y análisis del régimen jurídico en Ecuador; es decir, a través de un análisis jurídico -con aplicación de los criterios hermenéuticos, literal, lógico, sistemático y teleológico de los preceptos legales y jurisprudenciales del régimen jurídico en materia de datos personales- se podrá identificar los fundamentos de este derecho fundamental en el marco de un estado constitucional de derechos.
- b) *Sociológico*. Permitirá, con estimación de la evidente dinámica social y evolución circunstancial del derecho, establecer las necesidades y requerimientos institucionales que son esenciales para garantizar el ejercicio del derecho a la autodeterminación informativa. Como último fin, se fijarán las condiciones básicas para la formulación de políticas públicas.

Resultados y discusión

La transición desde un “estado social de derecho” hacia un “estado constitucional de derechos y justicia” supone una relativa universalización de los derechos concretados en un mayor desarrollo de éstos y de las garantías constitucionales previstas para su pleno ejercicio. Al caso, ya la doctrina ha contextualizado al derecho fundamental a la autodeterminación informativa como “un *instituto de garantía* de otros derechos fundamentales, en especial del derecho a la intimidad, pero no sólo de este derecho”¹⁹. En este sentido, debe anotarse que el derecho a la protección de datos personales “protege originariamente la dignidad de la persona humana, y constituye un ámbito de libertad del

¹⁸ André-Noel Roth Deubel, “Políticas Públicas: Formulación, Implementación y Evaluación”, *Ediciones Aurora*, (2002): 1-134.

¹⁹ Antonio Troncoso, *La Protección de Datos Personales: En busca del equilibrio*, (Valencia: Tirant lo Blanch, 2010), 69.

individuo, y tiene una concreción inexorable en los derechos clásicos de la personalidad, como son el honor, la intimidad y la propia imagen”²⁰.

Hay que mencionar que en el caso de Ecuador el habeas data se desarrolló más que el derecho fundamental a la protección de datos personales. Hasta antes de su positivación constitucional –incluso hasta la actualidad- su regulación se ha provisto de normas que han fraccionado la naturaleza de este derecho²¹. En este sentido, la situación en la actualidad es que existen **“diferencias sustantivas, ya sea por la inexistencia de normatividad en algunos países o por las aproximaciones divergentes que se han seguido y que, en la práctica, pueden tener efectos negativos al crear notables desencuentros y, en buena medida, obstaculizar una protección efectiva de las personas”**²².

Por ello, con el objeto de asegurar el equilibrio necesario dentro del tratamiento de la información personal, en primera instancia este instituto de garantía exige afianzar un marco de protección del derecho a la autodeterminación informativa sobre un modelo integral que recoja los principios y presupuestos básicos para la regulación del tratamiento de la información personal; y, segundo, a partir de su desarrollo jurisprudencial requiere identificar las condiciones necesarias para su pleno reconocimiento y ejercicio.

Sobre lo primero, dos instrumentos regionales pueden significar las bases para articular un modelo común. Esto es, la Guía legislativa de la OEA de 2015 y los “Estándares de protección de datos personales para los Estados Iberoamericanos” aprobados en 2017 por la Red Iberoamericana de protección de datos (RIPD). En cuanto a lo segundo, y objeto de esta investigación, las Sentencias **No. 19-09-SEP-CC, y 1-14-PJO-CC de la Corte Constitucional** constituyen el soporte para la identificación de las condiciones, programas y políticas que deben implementarse para equilibrar en la práctica la tutela del derecho a la autodeterminación informativa.

Así, de la Sentencia No. 19-09-SEP-CC sobre el habeas data, se resume la siguiente regla:

- 1. El texto constitucional consagra al habeas data como un derecho fundamental en sí mismo, independiente de otros y como un mecanismo de protección de otros derechos fundamentales.**

Como ha quedado expuesto, el respeto del derecho fundamental a la autodeterminación informativa conlleva la tutela de otras libertades y bienes jurídicos derivados del tratamiento de la información personal. En todo caso, en una sociedad informatizada como la que experimentamos debe advertirse que la falta de respeto a la intimidad y privacidad de la información personal –a través de tipologías como el **grooming, sharenting, sexting, morphing y cyberbullying, etc.**- pueden lesionar gravemente a la dignidad, honra, imagen y derechos relacionados con la integridad personal.

²⁰ **Lucrecio Rebollo Delgado, *Vida privada y protección de datos en la Unión Europea*, (Madrid ES: Dykinson, 2014), 101.**

²¹ Tal como señala la Guía legislativa sobre Privacidad y Protección de Datos para los Estados Miembros de la OEA -adoptada en el 86 período ordinario de sesiones del Comité Jurídico Interamericano en 2015- “las respuestas a estos adelantos y amenazas han sido diferentes en distintas regiones del mundo. En las Américas no parece haber surgido un enfoque “regional” uniforme y coherente”.

²² Maqueo Ramírez, María Solange, Moreno González, Jimena, & Recio Gayo, Miguel, “Protección de datos personales, privacidad y vida privada: la inquietante búsqueda de un equilibrio global necesario”, *Revista de derecho* (Valdivia, 2017), 77-96.

Por otra parte, de la **Sentencia No. 1-14-PJO-CC sobre el derecho a la protección de datos personales**, se extrae la siguiente regla:

1. **En el caso de la autodeterminación informativa, como parte del derecho a la protección de datos personales, implica la necesidad de garantizar la protección de la esfera íntima de las personas, así como la posibilidad de ejercer control sobre los datos personales del sujeto, aunque no se encuentren en su poder.**

Como se sabe, dentro del ejercicio del derecho fundamental a la autodeterminación informativa existen derechos y obligaciones reciprocas. Derechos relacionados con el acceso, rectificación, oposición y cancelación para el titular de los datos personales; y, obligaciones para garantizar la legalidad, finalidad y deber de secreto o confidencialidad en el tratamiento de la información que debe asumir el responsable de los ficheros o bases datos.

Ahora bien, en materia de políticas públicas la protección de datos personales no ha logrado ajustarse a las necesidades que demanda el ejercicio de este derecho fundamental. Debe recordarse que por mandato constitucional (art. 85.1) las políticas públicas deben orientarse a hacer efectivos todos los derechos. En este sentido, el concepto de políticas públicas supone la idea de un cambio a partir de la identificación **de un problema que** requieren atención y regulación desde la instancia gubernamental. En todo caso, debe entenderse que las políticas públicas emergen “de una construcción social y de una construcción de un objeto de investigación”²³ que se orientan a definir el quehacer del Estado frente a un determinado problema.

Un ejemplo de problema en la protección de datos personales son los actos que surgen como resultado del uso de las tecnologías de la información y la comunicación por niños, niñas y adolescentes. Algunos estudios mencionan que en Estados Unidos el 92% de los menores tienen una identidad digital a los dos años²⁴ y en el caso de Ecuador en 2016, según datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), el 63.4 % de niños y niñas entre 5 a 15 años usaron internet y así también 8 de cada 10 jóvenes entre 16 y 24 años con un 78.9%²⁵.

Esta realidad no puede pasar desapercibida y por ello, a partir de las grandes habilidades digitales que demuestra la sociedad en el campo de la comunicación digital, es necesario

²³ André-Noel Roth Deubel, “Políticas Públicas: Formulación, Implementación y Evaluación”. 1-134. Según este autor, la existencia de políticas públicas se caracteriza por la identificación de cuatro elementos centrales, a saber: “implicación del gobierno, percepción de problemas, definiciones de objetivos y proceso”.

²⁴ Cfr. Isabel Lantigua, “¡Mamá, papá! Dejad de contar mi vida en vuestras redes sociales”, *El Mundo*, (2017): Disponible en: <http://www.elmundo.es/sociedad/2017/05/20/59159abc468aeb4c678b462c.html> Este estudio agrega que: “antes de que el pequeño/a cumpla los cinco años, sus padres han subido cerca de 1.000 fotografías de él/ella a las redes. Antes de que el menor sepa lo que es un correo electrónico, antes de que aprenda a manejar un móvil, antes de que se abra un perfil en Facebook, su imagen y testimonios de su día a día ya circulan por todos esos medios”.

²⁵ Datos extraídos de la página web del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en relación al estudio de 2016 sobre “Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) – 2016” para el análisis y formulación de políticas públicas. Disponible en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/2016/170125.Presentacion_Tics_2016.pdf Este estudio comprendió a grupos definidos entre 5 a 15 años; 16 a 24 años; 25 a 34 años; 35 a 44 años; 45 a 54 años; 55 a 64 años; y, 65 años y más.

desarrollar procesos o políticas de concienciación en los usuarios de las tecnologías de la información y comunicación. En este contexto, sirva de **ejemplo esta investigación y los** criterios doctrinarios que se citan aquí con la finalidad de “concienciar a los usuarios, especialmente a los jóvenes, acerca de la información que publican en estas redes sociales, para que valoren la importancia de su intimidad y la protección de sus datos personales”²⁶.

Es conveniente señalar que los países que han recibido reconocimiento internacional por la Comunidad Europea han afianzado el desarrollo de las políticas públicas en las denominadas autoridades de control independientes. Dichas autoridades para la protección de datos personales se promueven como principales actores a través de la promoción y aplicación de verdaderas políticas públicas.

Son un ejemplo de estos códigos de buenas prácticas el Programa Nacional "Con Vos en la Web"²⁷ en Argentina que se ejecuta a través de la DNPD (Dirección Nacional de Protección de Datos Personales) desarrollando un papel importante en su objetivo de precautar la protección del derecho fundamental de datos personales. En el caso de Uruguay la Unidad Reguladora y de Control de Datos Personales (URCDP) se constituye como un ente de regulación y control de datos personales que ha logrado implementar programas orientados a concientizar las implicaciones tecnológicas y culturales que se desprenden del tratamiento de la información personal en la sociedad. Asimismo, ha desarrollado programas de promoción y participación ciudadana como “Tus derechos Valen. Cuídalos” el cual se consolida como una propuesta para la observancia del derecho fundamental a la protección de datos personales a partir de la participación de niños, padres y docentes.

En fin, el desarrollo de programas y políticas coadyuvan en la práctica a la efectiva tutela de este derecho fundamental. La promoción, difusión y concienciación en la comunidad de las libertades informáticas significan las condiciones básicas sobre las cuales se deben formular políticas públicas en la materia. Para ello se requiere verdadera implicación del gobierno a partir de los problemas que plantean las tics en la protección de los datos personales. Desde luego, a falta de una autoridad control, entidades gubernamentales como la Dirección Nacional de Registro de Datos Públicos; el Ministerio de Inclusión Económica y Social; el Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información; el Consejo Nacional de la Niñez y la Adolescencia, entre otros, deben priorizar sus objetivos en la formulación de procesos destinados a tutelar en la práctica el derecho a la autodeterminación informativa.

Conclusiones

1. Uno de los méritos más altos de la Constitución de 2008 está el haberse atribuido autonomía al derecho fundamental a la autodeterminación informativa que se desprende del tratamiento de la información personal; y, por consiguiente, atribuirle la calidad de un instituto de garantía de otros derechos fundamentales.

²⁶ Troncoso, *La Protección de Datos Personales: En busca del equilibrio*, 1711.

²⁷ Este programa **ha sido reconocido en 2014 por** el “Berkman Klein Center for Internet & Society” de la Universidad de Harvard considerándolo como una propuesta de política pública exitosa de la región. Como resultado de su ejecución en la práctica, se han adoptado medidas tendientes a asegurar la protección del derecho a la autodeterminación informativa como la creación de un campus virtual, talleres y capacitaciones; difusión de materiales como guías (guía para el cuidado de los datos personales de l@schic@s) manuales (Ley 25.326 en su versión para niñ@s) y videos tutoriales (padres en la web).

2. La necesidad de contar con programas para la promoción y tutela del derecho fundamental a protección de datos personales es una tarea pendiente en Ecuador. Los ejemplos de países que han recibido reconocimiento internacional significan la voluntad gubernamental positiva de efectivizar en la práctica el desarrollo de este derecho fundamental a través de políticas públicas. Sobre todo, tomando en cuenta los niveles de acceso a las tecnologías, el fin de éstas deben enmarcarse en la concienciación de los derechos, obligaciones y libertades informáticas que se derivan de este instituto de garantía.

Referencias

- [1] A. Grijalva. Constitucionalismo en Ecuador. Quito-Ecuador. Corte Constitucional para el Período de Transición (2012).
- [2] P. Murillo de la Cueva y J. L. Piñar. El derecho a la autodeterminación informativa. Madrid-México. Fontamara S.A. (2011).
- [3] L. Ordóñez; Epistemología del Derecho a la protección de datos personales y su regulación normativa, como un derecho fundamental, en el constitucionalismo ecuatoriano, en Memorias XVI Congreso Iberoamericano de Derecho e Informática. Quito: Ministerio de Justicia, Derechos Humanos y Cultos. (2012).
- [4] M. Maqueo Ramírez, J. Moreno González & M. Recio Gayo, “Protección de datos personales, privacidad y vida privada: la inquietante búsqueda de un equilibrio global necesario”, *Revista de derecho*, Valdivia. (2017): 77-96.
- [5] L. Rebollo Delgado. Vida privada y protección de datos en la Unión Europea. Madrid ES. Dykinson, (2014).
- [6] A. Roth Deubel; “Políticas Públicas: Formulación, Implementación y Evaluación”, *Ediciones Aurora*, (2002): 1-134.
- [7] A. Troncoso. La Protección de Datos Personales: En busca del equilibrio. Valencia: Tirant lo Blanch. (2010).
- [8] Isabel Lantigua, “¡Mamá, papá! Dejad de contar mi vida en vuestras redes sociales”, *El Mundo*, (2017): Disponible en: <http://www.elmundo.es/sociedad/2017/05/20/59159abc468aeb4c678b462c.html>
- [9] Estudio sobre “Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) – 2016” para el análisis y formulación de políticas públicas. Disponible en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/2016/170125.Presentacion_Tics_2016.pdf

Caracterización del razonamiento lógico-matemático entre estudiantes de ciclos de nivelación preuniversitarios

Mendieta Vanegas, Esteban

Universidad de Cuenca, Facultad de Filosofía Letras y Ciencias de la Educación. Maestría en Docencia de las Matemáticas II Cohorte, Av. 12 de abril y Agustín Cueva, C. Postal 01.01.168, Cuenca, Ecuador. esteban_mendieta@yahoo.com

Palabras Clave: razonamiento lógico-matemático, problemas no estándar

Resumen

Evaluar el razonamiento lógico-matemático es una tarea que pierde objetividad si se “mide” esquemáticamente o en forma estándar. Sin embargo, en el Ecuador, se viene utilizando este parámetro en procesos selectivos, especialmente en el ámbito educativo.

Con esta consideración, se realizó un estudio orientado a caracterizar este tipo de razonamiento, a 416 estudiantes de los ciclos de nivelación de la Universidad de Cuenca (septiembre 2015 – enero 2016), distribuidos en las áreas técnica, social y salud.

El estudio, se apoyó en las propuestas teóricas de Piaget y otros autores. Aspectos como combinatorios, proporciones, equilibrio mecánico, probabilidad, sistemas de referencia y operaciones proposicionales, fueron plasmados en una batería de problemas no estándar, instrumento desarrollado por las investigadoras Guillermina Waldegg y Mercedes de Agüero. El estudio fue descriptivo y relacional, de tipo cuantitativo. Con el análisis de la muestra, recogida mediante la aplicación del instrumento, se encontró diferencia significativa en los resultados, según el área formativa.

Introducción

En el Ecuador, en los últimos años, se impuso en el sistema educativo la evaluación de aptitudes, proceso que pretende, entre otros, calificar los niveles de razonamiento lógico-matemático. Con esta consideración se investigó esta temática, a fin de definirla y caracterizarla en el contexto preuniversitario.

Previamente se buscó investigaciones locales realizadas al respecto, determinando que mayoritariamente se enfocan a “desarrollar” este tipo de razonamiento [1]. Otras, por su parte, recomiendan estrategias [2] orientadas a construir el sistema numérico-espacial para la solución de problemas matemáticos. En el ámbito nacional, se destaca el trabajo de Tibanquiza [3] quien define al razonamiento lógico matemático como “el uso de premisas matemáticas para llegar a una solución cierta”.

En Latinoamérica, una investigación desarrollada en Colombia, señala que existe un mejor nivel de razonamiento lógico en estudiantes que cursaron una carrera técnica, resultado obtenido al aplicar una prueba a estudiantes de los diferentes programas, en la que la Facultad de Ingeniería de dicha Universidad tuvo el mejor desempeño [4].

En México por su parte, Larrazolo, Backhoff y Tirado [5], destacan el bajo nivel de escolaridad con el que egresan los estudiantes del bachillerato, especialmente en habilidades básicas de razonamiento matemático que según los autores debieron aprenderse en la educación primaria y secundaria. Serna y Florez [6] por su parte, proponen que: “resolver problemas lógicamente es un proceso de búsqueda a través de

datos conocidos, a los que se adiciona información para complementar el archivo básico en ese tema en particular”

Es la investigación de Waldegg y de Agüero [7] titulada: “Habilidades cognoscitivas y esquemas de razonamiento en estudiantes universitarios”, la que da una mejor aproximación al tema planteado. Estas autoras elaboraron una batería de problemas lógico-matemáticos y en función de las respuestas caracterizaron ciertos esquemas de razonamiento.

Con estas consideraciones, se buscó determinar: ¿qué características presenta el razonamiento lógico matemático de los estudiantes que cursan nivelación en la Universidad de Cuenca?, ¿qué tipos de razonamiento lógico-matemático han desarrollado?, ¿cuál de ellos prevalece?, ¿qué relación existe entre los tipos de razonamiento lógico matemático y la carrera que cursan los estudiantes?

La base teórica de la presente investigación se apoyó en el aporte de: Jean Piaget, Inhelder Barbel, Howard Gardner, Luis Rico e investigadoras como Guillermina Waldegg, Mercedes de Agüero, Teresa Sanz y otros que han elaborado teorías en torno al desarrollo del pensamiento formal.

La perspectiva de Jean Piaget

Para Piaget el pensamiento lógico es “la coronación del desarrollo psíquico y constituye el término de una construcción activa y de un compromiso con el exterior, los cuales ocupan toda la infancia” [8]. Por otro lado, establece una interrelación entre las Matemáticas y la Lógica, cuando afirma que: “gracias al empleo de algoritmos cada vez más precisos y al desarrollo de la teoría algebraica de las estructuras, la lógica se hizo inseparable de las matemáticas” [9]

Estos conceptos se explican en el trabajo que realizara con I. Barbel [10], en el que establecen tres períodos o estructuras ligados al desarrollo del pensamiento: primer período: senso-motor (12 – 18 meses de edad), segundo período: de las operaciones concretas (7 – 8 años), tercer período: de las operaciones formales (11-12 a 14-15 años). Este último período tendría cinco características con sus particularidades:

1. El pensamiento formal y el combinatorio
 - Combinatoria
 - Combinaciones de objetos
 - Combinaciones proposicionales
2. El "Grupo" de las dos reversibilidades
 - Inversión o negación
 - Reciprocidad o simetría
3. Los esquemas operatorios formales
 - Las proporciones
 - Dobles sistemas de referencia
 - Equilibrio hidrostático
 - Nociones probabilísticas
4. La Inducción de las Leyes y la disociación de los Factores
 - La elasticidad
 - El péndulo
5. Transformaciones afectivas.

Adicional a estos períodos, Piaget plantea las estructuras N, que son aquellas que se presentan luego de la adolescencia y que son estructuras tanto de la Lógica como de las Matemáticas, destacando que entre las estructuras III y las estructuras N actuaría una triada de estructuras interrelacionadas que son: las estructuras INRC; las estructuras del Álgebra Booleana y las estructuras de Bourbaki [11].

Respecto al período de las operaciones formales, Piaget señala que en esta etapa el sujeto es capaz de razonar correctamente sobre proposiciones en las que no cree aún, es decir, sobre hipótesis, siendo capaz de concluir sobre verdades simplemente posibles, y, que este período para ser descrito y analizado se le debe extraer los aspectos lógicos apoyándose en un álgebra general.

Se destaca que Piaget reformuló su teoría en 1970, luego que varios autores la cuestionaran, argumentando que las operaciones formales no son universales, que la edad de adquisición es más tardía y que la educación formal es un elemento decisivo en su adquisición, (Dulit, Laurendeau-Bendavid, Douglas & Wong) [12].

La profesora María Teresa Sanz de Acedo Baquedano [12], resume la propuesta de Piaget en torno al pensamiento formal como:

1. La capacidad de pensar en abstracto.
2. La capacidad para imaginar otras posibilidades.
3. La capacidad de afirmar, por medio de una lógica proposicional, la verdad o falsedad de los enunciados sin pensar en la realidad.

La perspectiva de Howard Gardner

Este autor propone la existencia de 7 inteligencias: la lingüística, la lógica-matemática, la cinético-corporal, la espacial, la musical, la interpersonal y la intrapersonal.

Respecto a la Inteligencia lógico-matemática, Gardner [13] señala dos aspectos esenciales:

1. "...el proceso de resolución de problemas es extraordinariamente rápido: el científico competente maneja simultáneamente muchas variables y crea numerosas hipótesis que son evaluadas sucesivamente, y posteriormente aceptadas o rechazadas. Puede construirse la solución del problema antes de que ésta sea articulada. De hecho, el proceso de solución puede ser totalmente invisible, incluso para el que ha resuelto el problema. Esto no tiene por qué implicar que los descubrimientos de este tipo sean misteriosos, intuitivos o imposibles de predecir. Interpretamos esto como el trabajo de la inteligencia lógico-matemática.
2. Junto a su compañera, la capacidad lingüística, el razonamiento lógico-matemático proporciona la base principal para los test de CI. Esta forma de inteligencia ha sido investigada en profundidad por los psicólogos tradicionales y constituye el arquetipo de la «inteligencia en bruto» o de la habilidad para resolver problemas que supuestamente pertenecen a todos los terrenos.”

Así mismo, define en forma general, a la inteligencia de la siguiente manera:

“Una inteligencia implica la habilidad necesaria para resolver problemas o para elaborar productos que son de importancia en un contexto cultural o en una comunidad determinada. La capacidad para resolver problemas permite abordar una

situación en la cual se persigue un objetivo, así como determinar el camino adecuado que conduce a dicho objetivo”

Una síntesis a la propuesta de Gardner se presenta en el trabajo de Ferrándiz, Bermejo, Sainz, Ferrando y Prieto, para quienes la inteligencia lógico-matemática es “la capacidad para construir soluciones y resolver problemas, estructurar elementos para realizar deducciones y fundamentarlas con argumentos sólidos” [14]

Definiendo el razonamiento lógico-matemático

Las investigadoras Guillermina Waldegg y Mercedes de Agüero [7], basadas parcialmente en los esquemas operatorios formales de Piaget, sugieren que la tarea de resolución de situaciones problemáticas es una actividad subjetiva, “mayoritariamente inconsciente, que incluye el uso del lenguaje, de símbolos y otros medios de representación; la ubicación de la situación en referentes conocidos; la recuperación de significados y conocimientos pertinentes al tema y la utilización de esquemas de razonamiento lógico-matemáticos.”

Por su parte, Luis Rico [15], define al razonamiento como “la capacidad para establecer nuevas relaciones entre las unidades de información que constituyen un concepto expresado mediante una secuencia argumental, es decir, es la forma usual de procesar conceptos”. Este autor considera que las matemáticas tienen un alto valor formativo porque desarrollan las capacidades de razonamiento lógico, abstracción, rigor y precisión.

Con los criterios expuestos y apoyados en los esquemas operatorios formales de Piaget descritos, en esta investigación se propone la siguiente definición operativa de razonamiento lógico matemático: *capacidad de construir soluciones, resolver problemas, estructurar elementos para realizar deducciones, estableciendo relaciones entre las unidades de información, mediante una secuencia argumental sólida, como resultado de un pensamiento formal.*

Método

El estudio fue descriptivo y relacional, de tipo cuantitativo. Con la información obtenida de la aplicación de un instrumento desarrollado por Waldegg y de Agüero [7], se buscó indicios sobre los esquemas de razonamiento lógico matemático de los estudiantes de nivelación de las diferentes carreras de la Universidad de Cuenca. Se aclara que, al momento de la aplicación del instrumento, el programa de nivelación continuaba vigente, aunque se eliminó formalmente de la Universidad de Cuenca, en septiembre del 2016.

Se investigó seis tipos de razonamiento (Tabla 1), con más de un problema asociado para cada tipo, evaluándose un total de 37 indicadores, que en lo fundamental buscaron por un lado encontrar la habilidad (SI o NO) para entender, considerar, identificar, visualizar la situación planteada, y por otro, la habilidad (SI o NO) para cuantificar, analizar, correlacionar dicha situación. En el caso de las operaciones proposicionales, los problemas fueron referentes a implicación y negación de cuantificadores, en las que se buscó la habilidad para: analizar casos posibles y analizar cuantificadores y nivel

semántico. Finalmente, hubo respuestas calificadas como “extra lógicas”, que son aquellas que desbordan las consideraciones lógicas expresadas en el problema.

En forma complementaria al instrumento se incluyeron preguntas socio-demográficas: sexo, edad, colegio de procedencia (fiscal, particular o fisco-misional), residencia (urbana o rural), número de personas que integran el núcleo familiar y una estimación de la situación económica del hogar.

Tabla 8: Tipos de razonamiento, problemas asociados e indicadores

Razonamiento investigado	Tipos de problemas asociados	Indicadores
Razonamiento combinatorio	Producto cartesiano, Diagrama de árbol, Análisis de posibilidades	Visualizar los casos posibles Cuantificar los casos posibles. Analizar las relaciones posibles
Pensamiento proporcional	Mezclas continuas. Situación estática	Identificar variables. Compensar cantidades. Cuantificar las relaciones. Establecer proporción.
Coordinación de sistemas de referencia y movimientos relativos	Movimiento relativo. Movimiento en direcciones perpendiculares. Movimientos lineales desde diferentes SR.	Considerar sistemas de referencia (SR). Realizar composición de movimientos considerando distintos SR
Equilibrio mecánico	Equilibrio mecánico en condiciones estáticas. Equilibrio mecánico en condiciones dinámicas	Diferenciar variables. Desarrollar estrategias de compensación. Analizar las relaciones posibles
Razonamiento probabilístico	Probabilidad clásica. Probabilidad clásica compuesta	Analizar los casos posibles. Correlacionar los casos posibles
Operaciones proposicionales	Implicación Negación de cuantificadores	Analizar casos posibles Analizar cuantificadores y nivel semántico

El estudio se dirigió a estudiantes de nivelación de la Universidad de Cuenca, (septiembre 2015– febrero 2016), que totalizaron 2837. El tamaño de la muestra se estableció en 416, (certidumbre=95% y error=4.45%). La muestra se seleccionó por estratificación en tres áreas de conocimiento: técnica, social y de la salud. Para la distribución por área se consideró una afijación no proporcional. El instrumento se aplicó entre diciembre del 2015 y enero del 2016, asignándose 1 hora para su solución.

Resultados y discusión

Los resultados encontrados, se compararon y contrastaron con los obtenidos en el estudio de Waldegg y de Agüero [7], quienes aplicaron el instrumento utilizado en la presente investigación a una muestra de 55 estudiantes de la Universidad Iberoamericana de México en el año 1996, grupo integrado por estudiantes de primer ingreso como por recién egresados. Los resultados generales del estudio aplicado en la Universidad de Cuenca fueron:

- La edad promedio de los participantes fue 19.1 años, en su mayoría hombres, predominantemente moradores de zonas urbanas, de los cuales, el 53.6% provenían de establecimientos públicos, 31.5% de privados y 14.7% de fisco-misional. En general, los resultados de la muestra se aproximan a los del grupo de estudiantes de primer ingreso referidos en el estudio de Waldegg y de Agüero.
- Considerando que la edad promedio de los estudiantes de la muestra fue 19 años, los resultados estarían en concordancia con la reformulación que hizo Piaget a su teoría respecto a la edad en que se alcanzaría la plenitud de las operaciones formales (entre los 15 y los 20 años), por lo que, para un análisis comparativo y por ende más objetivo, el estudio debería aplicarse a estudiantes que están próximos a egresar.
- En todos los tipos de razonamiento, hubo una media superior al 60% que comprendió la situación, siendo el razonamiento referente a coordinación de sistemas de referencia (Tabla 2) el que presentó el mejor desempeño, aunque, por tipo de problema, fue el de diagrama de árbol (razonamiento combinatorio) el que evidenció mejores resultados.

Tabla 9: Coordinación de sistemas de referencia y movimientos relativos.
Habilidad para considerar sistemas de referencia (SR).

Tipo de problema	Indicadores	Porcentaje
Movimiento relativo	NO	14.2
	SI	77.9
	Respuesta "extra lógica"	0.7
	No Contesta	7.2
Movimiento en direcciones perpendiculares	NO	19.2
	SI	78.4
	Respuesta "extra lógica"	0.2
	No Contesta	2.2
Movimientos lineales desde diferentes SR	NO	33.9
	SI	57.7
	Respuesta "extra lógica"	0.5
	No Contesta	7.9

- La mayor dificultad se presentó en el aspecto cuantitativo, lo que significaría ausencia de dominio de conceptos matemáticos que son parte de currículo del sistema educativo medio (combinatoria, sucesiones, probabilidades, proporciones). En la Tabla 3, se muestra el resultado del razonamiento probabilístico.

Tabla 10. Razonamiento probabilístico.
Habilidad para correlacionar casos posibles.

Tipo de problema	Indicadores	Porcentaje
Probabilidad clásica	NO	70.7
	SI	22.6
	Respuesta "extra lógica"	0.2
	No Contesta	6.5
	NO	70.0

Probabilidad clásica	SI	2.9
compuesta	No Contesta	27.2

- De los 37 indicadores analizados, 30 mostraron diferencia según el área de estudio. En la Tabla 4 se ejemplifica esta situación con el indicador “Desarrolla estrategias de compensación”, correspondiente al razonamiento de equilibrio mecánico indicado en la Tabla 1.

Como se observa, en el problema relativo a equilibrio en condiciones estáticas el porcentaje que sí lo hizo rebasó el 86%; en condiciones dinámicas este porcentaje apenas supera el 12% y en la pregunta de análisis de posibilidades no llega al 20%. Analizando este componente por área de estudio, en los tres problemas se evidenció diferencia según el área ($p < 0.05$ en la prueba chi-cuadrado de Pearson), siendo el área técnica el que presentó los mejores resultados.

Tabla 4: Equilibrio mecánico. Porcentaje por área. Habilidad para desarrollar estrategias de compensación.

Habilidad	Tipo de problema	indicador	Área			Prueba de chi-cuadrado de Pearson
			Técnica (n=156)	Social (n=126)	Salud (n=134)	
Desarrolla estrategias de compensación	Equilibrio mecánico en condiciones estáticas	NO	5.8	15.9	11.9	$p = 0.034$ $\chi^2 = 13.649$ (gl = 6)
		SI	89.7	81.0	88.1	
		"extra lógica"	2.6	2.4	0.0	
		No Contesta	1.9	0.8	0.0	
	Equilibrio mecánico en condiciones dinámicas	NO	57.7	77.0	68.7	$p = 0.037$ $\chi^2 = 13.380$ (gl = 6)
		SI	26.3	12.7	18.7	
		"extra lógica"	1.9	1.6	3.0	
		No Contesta	14.1	8.7	9.7	
	Análisis de posibilidades	NO	60.3	72.2	64.9	$p = 0.007$ $\chi^2 = 14.190$ (gl = 4)
		SI	17.9	4.0	16.4	
		"extra lógica"	0.0	0.0	0.0	
		No Contesta	21.8	23.8	18.7	

- En general, el porcentaje de aciertos fue del 76.66% para el área técnica, 20% para el de la salud y 3.33% para el área social.
- Siete indicadores tuvieron similitud en las tres áreas: habilidad para visualizar correctamente la solución en los problemas de diagrama de árbol, movimiento relativo y equilibrio mecánico en condiciones estáticas.
- Hubo dificultad común en la solución de los problemas de análisis de posibilidades, razonamiento combinatorio y equilibrio mecánico; cuantificación en el de probabilidad clásica compuesta y en la negación del cuantificador universal-particular de las operaciones proposicionales.
- Los resultados evidenciarían cierta contradicción con el examen ENES, cuya aprobación era requisito para acceder al curso de nivelación (vigente al momento de la investigación) y uno de cuyos componentes era el razonamiento

lógico-matemático, ya que los resultados generales muestran debilidad en este aspecto. Se destaca que los exámenes ENES han tenido características estándar, mientras que el cuestionario utilizado en la investigación contenía problemas no estándar, por lo que se debería investigar la objetividad de las pruebas estandarizadas utilizadas para el ingreso al sistema universitario.

Conclusiones

- Con excepción de las operaciones proposicionales, los resultados de los otros tipos de razonamiento pudieron disgregarse entre la habilidad para visualizar y comprender la situación por un lado y, cuantificar y resolver el problema por otro, por lo que, a la luz de los resultados se puede afirmar que la mayoría de estudiantes de nivelación tienen la habilidad para visualizar y comprender las situaciones problemáticas propuestas, siendo el razonamiento referente a coordinación de sistemas de referencia y movimientos relativos el que prevalece.
- Existe una dificultad y/o desconocimiento generalizado de los procesos matemáticos necesarios para cuantificar los problemas, siendo el razonamiento probabilístico el de peor desempeño, mientras que el de equilibrio mecánico tuvo menos errores.
- Comparativamente entre las áreas estudiadas, el área técnica tiene un mejor desempeño, seguida por el área de la salud; en estas áreas prevalece el razonamiento combinatorio y el de equilibrio mecánico.
- El área social tiene dificultades notables en los procesos de cuantificación, especialmente en los razonamientos: proporcional, probabilístico y de coordinación de sistemas de referencia
- Existe dificultad general en el uso adecuado del lenguaje (operaciones proposicionales), especialmente en la capacidad de combinar verbalmente proposiciones, hecho expresado en la poca habilidad para analizar dos cuantificadores y realizar la negación lógica de cada uno. Igualmente, en el problema de implicación, a pesar que la mayoría de los estudiantes sí puede analizar correctamente la situación planteada, un alto porcentaje (40%) no lo puede hacer.
- Se sugiere realizar estudios longitudinales, a fin de evaluar la incidencia del área de estudio en la capacidad de razonamiento lógico-matemático. Así mismo, desarrollar otros instrumentos, con enfoques teóricos diferentes, que permitan comparar los resultados del presente estudio, con situaciones problemáticas acordes a la realidad local.

Referencias

- [1] G. Paltan y K. Quilli, «Estrategia metodológicas para desarrollar el razonamiento lógico matemático en los niños y niñas del cuarto grado de Educación Básica de la Escuela "Martin Welte" del cantón Cuenca, en el año lectivo 2010-211,» Cuenca, 2011
- [2] M. R. Gómez y F. M. Tapia, «Diseño de Estrategias basadas en el razonamiento lógico para la solución de problemas matemáticos,» Universidad de Cuenca, Cuenca, 2011.
- [3] D. Tibanquiza, Maestría en Diseño Curricular y Evaluación Educativa. Trabajo de Investigación, Ambato, 2013.

- [4] F. Iriarte, Á. Espeleta, L. Cortina, E. Zambrano y F. Fernandez, «El razonamiento lógico en estudiantes universitarios,» Zona Próxima (Revista del Instituto de Estudios en Educación Universidad del Norte), n° 12, pp. 40-61, Junio 2010.
- [5] N. Larrazolo, E. Backhoff y F. Tirado, «Habilidades básicas de razonamiento matemático de estudiantes de educación media superior en México,» 2013. [En línea]. Disponible: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14028945006>. [Último acceso: 7 Noviembre 2014].
- [6] E. Serna y G. Florez, «<http://www.laccei.org>,» 16 Agosto 2013. [En línea]. Disponible: <http://www.laccei.org/LACCEI2013-Cancun/RefereedPapers/RP221.pdf>. [Último acceso: 3 Noviembre 2014].
- [7] G. Waldegg y M. de Agüero, «Habilidades cognoscitivas y esquemas de razonamiento en estudiantes universitarios,» Revista Mexicana de Investigación Educativa, vol. 4, n° 8, pp. 203-244, 1999.
- [8] D. Katz, J. Piaget, B. Inhelder y A. Busemann, Psicología de las edades, Madrid: Ediciones Morata S.A., 1970.
- [9] J. Piaget, Lógica y conocimiento científico, Buenos Aires: Proteo, 1970, p. 123.
- [10] J. Piaget y I. Barbel, Psicología del niño, Madrid: EDICIONES MORATA, S. L., 1997.
- [11] L. M. Rodriguez y C. P. Rosas, «Bases Teórico-Metodológicas de una Epistemología de la Imaginación: ¿Por qué Piaget?,» de Razonamiento Matemático, Epistemología de la Imaginación: (Re)pensando el papel de la Epistemología en la Matemática Educativa, Barcelona México, Gedisa Cinvestav, 2011, pp. 33-91.
- [12] M. T. Sanz de Acedo Baquedano, «<http://qinnova.uned.es>,» 2011. [En línea]. Disponible: http://qinnova.uned.es/archivos_publicos/webex_actividades/4815/habilidadesfp1.pdf. [Último acceso: 23 Mayo 2015].
- [13] H. Gardner, Inteligencias Múltiples La Teoría en la práctica, Barcelona: Paidós, 1993.
- [14] C. Ferrándiz, R. Bermejo, M. Sainz, M. Ferrando y M. D. Prieto, «Estudio del razonamiento lógico-matemático desde el modelo de las inteligencias múltiples,» Anales de Psicología, vol. 24, n° 2, pp. 213-222, diciembre 2008.
- [15] L. Rico, «Consideraciones sobre el currículo de matemáticas para educación secundaria,» La educación matemática en la enseñanza secundaria, pp. 15-38, 1997.

Los aportes de la Ciencia Política en la investigación sobre la cultura en el contexto latinoamericano.

Dra. Yulianela Pérez García, MSc.

Universidad de las Artes. Departamento transversal de teorías críticas y prácticas experimentales. Malecón Simón Bolívar y Aguirre, Guayaquil, Ecuador.

yulianela.perez@uartes.edu.ec

Palabras Claves: cultura, política, poder, desarrollo cultural.

Resumen

A través del presente trabajo de corte teórico y referativo se pretende sistematizar el debate en torno a los estudios sobre la cultura en el contexto latinoamericano tomando en consideración la limitada participación de los politólogos en el mismo a pesar de que la Ciencia Política cuenta ya con resultados concretos en el campo investigativo y en su proceso de institucionalización en el sistema educativo regional. La interrogante planteada surge desde el creciente interés que ha tomado la discusión sobre la cultura y sus intersecciones con la dimensión política a partir de enfoques orgánicos donde las configuraciones culturales revelan claves importantes sobre el orden de fuerzas que estructuran la economía política global y sirven, a la vez, de plataforma para la transformación de su sistema desigual de redes de poder.

Introducción

Desde los años ochenta el ámbito cultural suscita un creciente interés, hasta el punto de que todo un campo académico interdisciplinar está hoy en día en camino de constituirse en torno a su estudio. Numerosos enfoques disciplinares –desde la Economía, la Ciencia Política, la Antropología, la Sociología o Ciencia de la Comunicación- confluyen en ese terreno, aunque todos ellos no han aparecido igualmente articulados.

En el caso específico de la Ciencia Política se ha podido evidenciar que durante su reciente proceso de institucionalización como nueva disciplina científica a nivel mundial los investigadores han prestado mayor atención a otras temáticas que se han consagrado como los tradicionales objetos de investigación de esta área: la teoría política, el Estado, los partidos, grupos y opinión pública y las relaciones internacionales. Sin embargo, las consecuencias de las tendencias globalizadoras del sistema de producción capitalista y del reordenamiento de las principales fuerzas de este sistema han propiciado que los politólogos amplíen sus problemáticas de investigación hacia terrenos donde el papel del Estado se encuentra también en el debate público como la migración, la cultura (*cultural studies*), el desarrollo, la educación, el conocimiento e innovación, entre otros.

Al respecto de la cultura, la perspectiva politológica ha mostrado un particular interés en desentrañar las dinámicas de la articulación entre la cultura y el poder, demostrando que la dimensión política está presente en la lógica del proceso de producción, organización y consumo de los recursos y prácticas culturales (tanto materiales como simbólicas), aunque no hayan sido precisamente politólogos los que hayan desarrollado esta línea de investigación. Específicamente desde Latinoamérica se ha aportado mucho a este debate y destacan investigaciones de referencia que desde los años ochenta han realizado

antropólogos y comunicadores como Néstor García Canclini, Guillermo Bonfil, Lourdes Arizpe, Jesús Martín Barbero, Germán Rey, Albino Rubim, Anibal Ford, Alejandro Grimson o Daniel Mato aunque tampoco han faltado sociólogos de renombre que se ocuparan de la cuestión como Sergio Miceli, José Joaquín Brunner y Manuel Antonio Garretón [1].

Desde estos presupuestos se plantea como objetivo analizar las limitaciones que ha encontrado la Ciencia Política para trabajar en los estudios sobre la cultura en el contexto latinoamericano y cómo puede aportar desde su metodología y su aparato categorial al discurso sobre el “desarrollo cultural” [2] como mecanismo de redistribución con un carácter más equitativo y justo.

Métodos

Atendiendo a la complejidad estructural y relacional del objeto de investigación fue necesario emplear distintos métodos teóricos de las ciencias sociales como el lógico-histórico, el deductivo-inductivo y el analítico-sintético que orientaron el análisis político, teórico e histórico que permitió la construcción de los presupuestos presentados a partir del abordaje crítico sobre las aproximaciones precedentes. El análisis de contenido sobre la base de la concepción materialista de la historia y de la perspectiva teórico-metodológica marxista fue esencial en el nivel de alcance de los resultados y en la comprensión de un proceso multidimensional, tan complejo y cambiante.

Resultados y discusión

La discusión se realiza a partir de algunas variables que resultan claves en la relación entre el orden de la cultura y el poder:

- [32] Los complejos vínculos entre las estructuras, las instituciones y la subjetividad que orienta las prácticas de los actores sociales.
- [33] La necesidad de “deconstruir” los procesos de normalización que históricamente han definido como “naturales” los procesos de clasificación, exclusión, marginación y dominación (Quijano, 2014). Desde este debate se debe traer el análisis socio-político de la división en clases de la sociedad y las demandas de los movimientos sociales en el contexto latinoamericano contemporáneo.
- [34] En consonancia con lo anterior, se debe contemplar la vinculación entre los “productos” de la cultura y sus productores desde la perspectiva que muestran ciertos estudios culturales en el análisis cultural situado [3].
- [35] Los diferentes planos en los que se produce, circula y se reconoce la cultura en la “era de lo global”: las articulaciones entre lo local y lo global.

Conclusiones

Aunque históricamente los Estados han abordado la cultura como un conjunto de signos o valores, subsidiaria de la educación, o limitada a las “bellas artes”, a partir de un discurso nacional-modernista y desarrollista que ha simbolizado la “cultura como un lujo social” en función de los intereses de las élites dominantes y de la constante búsqueda de legitimidad del gobierno imperante, hoy se puede apreciar que estas aproximaciones resultan no solo insuficientes sino insustentables.

De este modo, la aproximación a la cultura y a sus múltiples expresiones también vehicula contenidos políticos al tener como objetivo transformar la sociedad en la cual se estructura a partir de la modificación de los lenguajes sociales y de la deconstrucción de las concepciones y clasificaciones acerca de las ideas sobre “nosotros” y “los otros”. Solo realizando profundas transformaciones culturales es que los cambios económicos y políticos pueden ser cualitativos y estables.

Desde la Ciencia Política se puede profundizar en el análisis sobre los propósitos del “desarrollo cultural” en cuanto a la inclusión de acciones orientadas a la satisfacción de las necesidades

materiales y simbólicas de una sociedad y creación de consenso para la transformación social o el establecimiento de un nuevo tipo de orden entre las personas. Además, este esfuerzo debe poseer como meta la socialización de los productos y la democratización de sus resultados a través de políticas públicas para que toda la población, independientemente de su credo religioso, su posición social, edad o postura política, tenga acceso al patrimonio generado por la sociedad en su conjunto.

Referencias

Para más información se puede consultar: R. Reguillo; Los estudios culturales. El mapa incómodo de un relato inconcluso: *Redes.Com* 2 (2005) 189-199 y A. Rodríguez Morató; El análisis de la política cultural en perspectiva sociológica. *Claves introductorias al estudio del caso español: RIPS* 11, 3 (2012) 15-38.

[2] Concepto aportado por el antropólogo argentino Alejandro Grimson y que se refiere al proceso que incrementa la autonomía y libertad de los seres humanos, proceso que requiere a la vez bases materiales y simbólicas. Consultar: A. Grimson en *Culturas políticas y políticas culturales*, Ediciones Böll Cono Sur, Buenos Aires (2014).

[3] J. P. Paredes; *Movilizarse tiene sentido: Análisis cultural en el estudio de movilizaciones sociales: Psicoperspectivas. Individuo y sociedad* 13, 2 (2013) 16-27.

English for Specific Purposes, an approach to improve the Reading comprehension level of Psychology students at University of Cuenca

González Fernández, Lourdes 1 *; Torres Ortiz, Rosita. 1

1 Universidad de Cuenca, Facultad de Psicología, Av. 12 de Abril y Av. Loja, Código Postal: 01.01.168, CuencaEcuador. lourdes.gonzalez@ucuenca.edu.ec.

Palabras Claves: ESP, Reading Comprehension

Abstract

English for Specific Purposes (ESP) is a student-centered learning approach based on covering learners' needs and interests, since it focuses on their field of study. The goal of this research was to improve the English reading comprehension level of Psychology students at the University of Cuenca through ESP. The participants were 25 first level students. To gather information, this study used both quantitative and qualitative data collection instruments. From the data analysis, it can be said that students were motivated in reading texts related to their needs and interests because, according to their own perceptions, they improved their reading comprehension level. As a conclusion, ESP in EFL teaching- learning process can be significant for students since through the application of this approach they can become more competitive and independent in order to face the challenges of this globalized world.

Introduction

Nowadays, English is considered a universal language since it is used in different areas such as science, business, diplomacy, medicine, technology research, education, and tourism all over the world. For this reason, over the years, studies around the world have shown that one of the most important skills that ESL and EFL university students need to acquire is the ability to read and understand academic texts about their field of study [1]. In this context, the main theoretical foundations used to support this research study were: Reading Comprehension and Reading Strategies, and Content-Based Instruction + English for Specific Purposes. They were studied in detail to explain each one of their components.

Reading comprehension

According to Klingner, reading comprehension is “the process of constructing meaning by coordinating a number of complex processes that include word reading, word and world knowledge, and fluency” [2]. In other words, reading comprehension is the ability to interpret words, understand the meaning and relationships between ideas carried in a text.

Reading strategies

There is a range of strategies that both teachers and learners should consider in their process of teaching reading in a foreign language. The most significant used in this study were: selecting reading material, generating and answering questions, monitoring comprehension, using mental imaginary/visualization, visual representation of text, talking about the text [3]; brainstorming before reading, making use of prior knowledge, predicting and pre-viewing, reading aloud while reading, using context clues while

reading, highlighting and reviewing, summarizing / retelling, reading as often as possible [4]; skimming and scanning [5].

English for Specific Purposes

According to Hutchinson and Waters [6], English for Specific Purposes (ESP) has played an important role in English Language Teaching. In the 1960's, ESP was an answer to learners' expectations after the Second World War, since people who did not know English did not have time to learn English as a second language.

As reported by Dudley-Evans and St. John [7], ESP could be used in the academic field where medicine students, for example, need to use English for learning purposes like reading scientific articles, or in the professional field when doctors need to communicate with their patients.

Some researchers needed to prove this model; for example, an action research project was implemented by Bautista in Bogotá. The purpose of the study was to improve the reading comprehension and vocabulary of undergraduate students of ESP and improve the police officers' performance in English [8].

Another example of the ESP application was done by Alqahtani in Saudi Arabia. The aim of this study was to do an analysis related to the attitude of Saudi Engineering Students for learning English as their second language [9].

Research question

What are the students' perceptions about their own reading comprehension in an ESP context?

Objective

- To explore students' perceptions regarding their reading comprehension level after applying the ESP approach.

Methodology

The study applied a convergent parallel mixed methods design in order to explore the effects of ESP on reading comprehension level [10]. Qualitative data about the students' perceptions was collected through instruments like the participants' journals and interviews. For quantitative data the Modified Foreign Language Reading Anxiety Scale (MFLRAS), survey was administered. According to Creswell, both quantitative and qualitative data need to be collected, analyzed and compared; therefore, in this design, data was collected through different quantitative and qualitative data collection instruments in order to bring together the strengths of these two procedures to validate the results. This information analysis and its interpretation permitted us to find the relationship between the ESP, independent variable, and the English reading comprehension level, dependent variable. [11].

This study was developed at the University of Cuenca. The convenience sample was formed by twenty-five students between eighteen and twenty-four years old, men and women, registered in a First Level English Credits Course. The ESP intervention lasted

around twelve weeks. It was focused on reading several topics related to Psychology in order to improve these students' reading comprehension level.

Results and discussion

In the context of the present study, lesson plans were developed and the class procedure was as follows: the teacher started by introducing the Psychology topic and students could define the concepts (Warm up). Then, they identified psychology vocabulary; they used these new words in context through guessing, scrambling, matching, and completion activities (Before reading). After that, they read short Psychology cases and worked individually or in groups applying some reading comprehension strategies such as identifying the main idea, skimming, scanning, drawing inferences, generating questions, getting meaning from context (While-reading). Finally, the teacher gave her feedback and students reflected on their experience of the topic (After-reading).

From the data analysis, students said that they perceived the class as interesting because they were studying topics related to psychology. Correspondingly, Arias said specialized texts increased students' motivation [12]. They described their English classes as dynamic, interesting and productive. This outcome is supported by Boroujeni and Fard, when they found out that 86.45% of students preferred to have an active role in the classroom [13].

The final question was about the evaluation of student's own reading comprehension. Most of them said there was an improvement. A sixty eight percent of the participating students declared that they were satisfied with the level of reading ability in English that they managed to achieve. In previous studies, Ahmadi et al. found that students who had higher motivation in reading would increase their English reading comprehension proficiency [14].

Conclusion

Most of the students recognized that when comparing their reading comprehension ability at the beginning and at the end of the semester, they were able to read and understand longer texts. They affirmed that their reading comprehension levels had improved. In the journals and interviews, students said they found their classes interesting. They affirmed they liked their classes because they learned English when using materials and topics related to their field of study. In short, let's summarize this study with Hutchinson & Waters' theory phrase "Tell me what you need English for and I will tell you the English that you need".

References

- [1] H. M. Sidek: EFL Reading Instruction: Communicative Task-Based Approach. Online Submission, 5(2) (2012) 109–128.
- [2] D. R. Reutzel, , Cooter, R. B., & Reutzel, D. R. The essentials of teaching children to read: the teacher makes the difference (3rd ed). Boston: Pearson (2013).
- [3] N. Duke, , & Pearson, D. Reading Comprehension: Strategies That Work. In Comprehension Instruction in the primary grades (G.M Pressley & C.C. Block, pp. 421–483). New York: Guilford Press (2001).
- [4] V.-A Huegli,, & Quebec Literacy Working Group. QLWG skills for life series (2008).

- [5] Nunan, D. Second language teaching & learning. Boston, Mass.: Heinle & Heinle (1999).
- [6] T.Hutchinson, , & A.Waters, *English for specific purposes*. Cambridge University Press. (1987).
- [7] T. Dudley-Evans & M. J. St John, M: Developments in English for specific purposes: A multi-disciplinary approach. Cambridge university press. (1998)
- [8] M.J. Bautista Barón: Building esp content-based materials to promote strategic reading. Profile Issues in TeachersProfessional Development, 15(1) (2013)139–169.
- [9] M. A. Alqahtani: Teaching English for Specific Purposes: Attitudes among Saudi Engineering Students. English Language Teaching, 8(7) (2015) 76.
- [10] J. W.Creswell, Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (4th ed). Thousand Oaks: SAGE Publications(2014).
- [11] A. Mackey & S. M. Gass: Second language research: methodology and design. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum. (2005)
- [12] G.L. Arias: Reading through esp in an undergraduate law program. Profile Issues in TeachersProfessional Development, 16(1) (2014) 105–118.
- [13] S. A. Boroujeni & F. M. Fard: A Needs Analysis of English for Specific Purposes (ESP) Course For Adoption Of Communicative Language Teaching:(A Case of Iranian First-Year Students of Educational Administration). Life, 1,(2013)35–44.
- [14] M. R. Ahmadi, Ismail, H. N., & Abdullah, M. K. K: The relationship between students' reading motivation and reading comprehension. Journal of Education and Practice, 4(18) (2013) 8–17.

Cómo inciden las competencias genéricas en la formación militar de la escuela superior militar de aviación “cosme rennella barbatto” de la fuerza aérea ecuatoriana 2017

Quinga Suárez Cesar Julio

*Fuerza Aérea Ecuatoriana, Escuela Superior Militar de Aviación “Cosme Rennella Barbatto”.
Departamento de Seguimiento y Evaluación, cesarquino0906@yahoo.com Salinas. Ecuador. 241550*

Garcés Mancero Flor Emperatriz

*Fuerza Aérea Ecuatoriana. Escuela Superior Militar de Aviación “Cosme Rennella Barbatto. Docente
Salinas.
Ecuador. 241550*

Palabras Claves: Competencias, Genéricas, Militar, Educación.

Resumen

El presente estudio se desarrolla en la Escuela Superior Militar de Aviación “Cosme Rennella Barbatto” de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, el cual tiene como objetivo, determinar la incidencia que representan las competencias genéricas en la formación militar.

Por otro lado, el ámbito educativo no ha sido ajeno a los cambios, sociales, políticos, culturales, científicos, tecnológicos y económicos, que operan en el mundo contemporáneo, con la finalidad de responder a una formación permanente de los estudios militares, en la que se plantean nuevos desafíos en la institución educativa militar.

De acuerdo con la aplicación metodológica de investigación y su respectivo análisis y procesamiento de información, la formación militar tiene que responder a determinar la incidencia de las competencias genéricas en el militar, considerando los nuevos escenarios que actualmente tiene como responsabilidad el uniformado, a partir de la promulgación de la carta magna en el 2008 y sus respectivas leyes y reglamentos aplicados para las Fuerzas Armadas del Ecuador.

Introducción

El presente trabajo es el resultado de la investigación desarrollada en la Escuela Superior Militar de Aviación “Cosme Rennella Barbatto” de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, sobre la base del diseño curricular Arredondo (1981), para la formación militar, para lo cual se plantea la pregunta de investigación: ¿Cuál es la incidencia de las competencias genéricas en la formación militar?, para esta interrogante se analiza las competencias vigentes y las responsabilidades que el uniformado tiene que cumplir como oficial.

La educación cumple un papel primordial en la formación, partiendo desde la vocación militar. De Ayala (2007) y las abnegadas, dificultades y apasionante profesión, como es la aviación militar ecuatoriana, el cual representa una inspiración para poetas y escritores, como es el caso del Doctor José María Velasco Ibarra que con su extraordinaria elocuencia describe: “La aviación es lo más excelso de la especie humana, es el hombre en busca de la aventura, es el ser que se desprende de la vulgaridad de la tierra, para comulgar con la pureza del cielo y luego descender a purificar la tierra, después de haber recibido la comunión de lo infinito” (Museo Aeronáutico y del Espacio FAE, 19-03-1955).

El currículum actual sobre la base del enfoque por competencias, determinaba que los conocimientos, habilidades, valores y destrezas, deben estar integrados entre sí y cumplir al 100% las características en cada militar, pero de acuerdo a la investigación que se desarrolló se evidencia que éste nivel de aceptación, no alcanza el 50% promedio. Esto determina que inicie el cambio del proceso educativo con la finalidad de alcanzar las capacidades técnicas - profesionales y la relación directa con la sociedad en apoyo a la seguridad integral.

Las competencias genéricas en la formación militar: comandar, apoyar a las operaciones militares, administrar, educar / instruir, asesorar y promover el desarrollo nacional, abarcan el desarrollo integral del uniformado, alcanzando las competencias necesarias en sus diferentes momentos de preparación, además de la aplicación técnica – profesional y militar, que garantice así el éxito de este proceso, el cual será evidenciable de manera directa por toda la sociedad ecuatoriana.

Desde esta perspectiva los enfoques por competencias genéricas determinan como objetivo fundamental, desarrollar y fortalecer los estudios en los aspirantes a oficiales y de esta manera convertirse en el eje transversal en cada uno de los cursos que el uniformado tiene que cumplir para alcanzar el nivel operativo de la Fuerza Aérea, durante su permanencia en la institución.

Métodos

De acuerdo con Hernandez & Sampiere (2003), la investigación mixta señalan que “este modelo representa el más alto grado de integración o combinación entre los enfoques cualitativo y cuantitativo, ambos se entremezclan o combinan en todo el proceso de integración”. (p.21).

Además, se aplica la técnica de la encuesta, en la metodología cuantitativa, con el propósito de reunir datos de los encuestados y de esta manera determinar la incidencia de las competencias genéricas en la formación militar y por otro lado se aplica la metodología cualitativa en la que se considera a los jefes en los diferentes repartos mediante la entrevista personal

En una primera fase, se consideró la población objeto de investigación a los 83 estudiantes que egresaron de la Escuela Militar en el 2015 y 2016.

La muestra a ser aplicada en la investigación de campo de acuerdo con Naresh (2014), plantea la siguiente la siguiente formula:

Calculo del tamaño de la muestra

$$n = \frac{z^2 PQN}{e^2(N-1) + z^2 PQ}$$

Donde:

- Población (N) = 83

- Nivel de confianza = 95%
- Error muestral (e) = 5%
- Probabilidad de éxito (p) = 0.60
- Probabilidad de fracaso (q) = 0.40

La aplicación de los datos en la fórmula anterior se obtiene como resultado una muestra de 67 encuestas, que fueron aplicadas a los subtenientes de las dos últimas promociones en los diferentes repartos de la Fuerza Aérea.

Además, se empleó el 10% de la muestra como prueba piloto de las encuestas, con la finalidad de corregir los posibles errores existentes en las preguntas planteadas, las cuales fueron observadas en la aplicación de acampo.

En la segunda fase se desarrolla las entrevistas a los jefes inmediatos de los oficiales graduados, para determinar el cumplimiento de las competencias genéricas y la incidencia en la formación militar

Resultados y discusión

Los resultados que se muestran a continuación, representan los efectos de la aplicación de campo a los egresados militares. El nivel de importancia que se logró luego del estudio, se considera con las opiniones de los oficiales graduados, quienes calificaron a las competencias genéricas, como Excelente, Muy Bueno, Bueno, Regular, Regular, durante el proceso de formación militar.

El discurso sobre este aspecto en la formación militar, tiene un fundamento especial en el desarrollo de las competencias Tobón (2010), así como también las corrientes del Proyecto Tuning, los cuales buscan asegurar el aprendizaje de los estudiantes, delineando competencias para la formación profesional en sus diferentes niveles.

Por lo tanto, la calificación de las competencias genéricas: (comandar, apoyo a las operaciones militares, administrar, educar-instruir, asesorar, promover el desarrollo nacional), respecto a los resultados de más alta ponderación que se obtuvo de parte de los estudiantes que egresaron en el 2015 y 2016, se redactan a continuación:

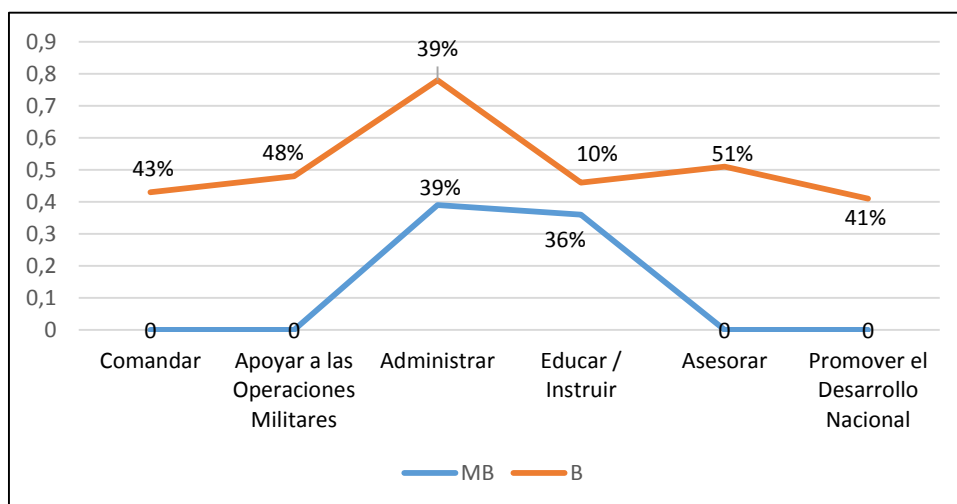


Figura 1. Ponderación de las Competencias Genéricas

Tabla 1. Ponderación de las Competencias Genéricas

COMPETENCIAS	ESTUDIANTES	
	MB	B
Comandar		43%
Apoyar a las Operaciones Militares		48%
Administrar	39%	39%
Educar / Instruir	36%	
Asesorar		51%
Promover el Desarrollo Nacional		41%

Las competencias que los aspirantes a oficiales adquieren en el proceso de formación, fueron expresaron, con los porcentajes de más alta ponderación, ubicados en un 39% promedio de aceptación además, mantienen una mínima diferencia entre sí, especialmente en las competencias de comandar, administrar y asesorar, la primera representa el liderazgo que debe ejercer militar ante sus subordinados, la segunda tiene relación con los recursos del estado en sus diferentes ámbitos de responsabilidad y la tercera está ligada directamente con los conocimientos de la especialidad, los cuales le permiten cumplir con las diferentes tareas y funciones asignadas.

En el mismo orden de ideas, las entrevistas arrojan que el comportamiento de las competencias genéricas se cumple en un 70% aproximadamente, debido a que existe una normativa legal que se encuentra en vigencia y no esta considerada dentro de las competencias de la formación militar. Razón por la cual los conocimientos adquiridos difieren de las responsabilidades que tiene el oficial graduado

De acuerdo con los resultados obtenidos, la escala de aceptación de las competencias deben incrementarse de manera considerable para mejorar su reconocimiento de calificación, las que estarán presentes durante la carrera militar y para esto es importante considerar las definiciones planteadas por varios autores y organizaciones, entre los cuales están: Zabalza (2003), Forgas (2003), CINTERFOR (2004), Tobón (2006), Coll (2007), por lo tanto Quinga, (2015), define a las competencias como: “el conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas y valores que permite el desarrollo profesional, técnico y personal, con la finalidad de cumplir cualquier actividad” (p.23).

Con lo expuesto anteriormente, se representa una reflexión sobre el proceso académico, partiendo desde las características que debe cumplir el militar con las competencias

genéricas y el cumplimiento de las actividades de manera general, que son asignadas en sus labores cotidianas.

Dentro de este análisis efectuado, uno de los aspectos fundamentales que se encuentra como eje transversal en cada una de las competencias, es el tema de liderazgo que es parte fundamental de la competencia de comandar en cada uno de los militares y de acuerdo a los resultados obtenidos, se requiere del fortalecimiento de esta condición como respuesta a la nueva demanda del ciudadano - militar, que para liderar debe tener las destrezas y capacidades necesarias para desempeñarse bajo cualquier escenario de trabajo y sobre todo de acuerdo a los planteamientos establecidos en la Agenda Política de la Defensa 2014 – 2017 y especial énfasis en las enmiendas constitucional al artículo 158 de la Constitución del 2008.

Conclusiones

En cuanto al nivel de importancia que las competencias genéricas cumplen en la formación del militar, se evidencia que el nivel de aceptación no alcanza ni el 50%, lo que permite evidenciar que la incidencia en la formación militar es fundamente y esta tiene que ser reformulada, primero por la normativa legal y segundo se tiene que incrementar el grado de aceptación existente en la formación militar

Las competencias genéricas representan el eje fundamental de la formación militar, razón por la cual permite el profesionalismo de su personal en los 38 años de vida profesional, iniciándose desde el ingreso de vida civil a la vida militar hasta cuando nuevamente el uniformado sale a la vida civil

Referencias

- [1] Arredondo, V. (1981). Algunas tendencias predominantes y características de la investigación sobre desarrollo curricular. Documento base del Congreso Nacional de Investigación Educativa. México. Historia Latorre Literaria. Madrid
- [2] CINTERFOR/OIT (2004). Formación para el trabajo, aportes a la calidad de la formación incorporando criterios de equidad y pertinencia con el contexto. Programa de Fortalecimiento Institucional para la Formación Técnica y Profesional de Mujeres de Bajos Ingresos - MTEySS - BID/FOMIN - CINTERFOR/OIT, El Salvador
- [3] Coll, C. (2007). Las competencias básicas en educación. Madrid: Alianza Editorial.
- [4] De Ayala, C. (2007). *Las órdenes militares hispánicas en la edad media (siglos XII – XV)*. Marcial Pons
- [3] Díaz-Barriga, A. (2006), “El enfoque de las competencias en la educación. ¿Una alternativa o un disfraz de cambio?”, México: Perfiles Educativos, vol. XXVIII, núm. 111
- [5] Forgas, J. (2003). Diseño curricular por competencias. Tesis Doctoral en Ciencias Pedagógicas. Santiago de Cuba: Instituto Superior Pedagógico Frank País.
- [6] Hernández Sampieri, R. H. & Collado C.F. (2010). Metodología de la investigación, Ampliación y fundamentación de los métodos mixtos, cap. 1.2. 5ª Ed. S.C, McGraw – Hill.
- [7] Leiton, R. (2006). Diseño curricular basado en competencias y desafíos de la universidad. Universidad de Granada, España.
- [8] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico-OCDE (2000). La definición y selección de competencias clave. Resumen ejecutivo. Recuperado de <http://www.deseco.admin.ch/bfs/deseco/en/index/03/02.parsys.78532.downloadList.94248.DownloadFile.tmp/2005.dscexecutivesummary.sp.pdf>
- [9] Quinga, C. (2012). Formación del personal militar en base al eje de ciencia y tecnología. Revista EDUCyT, Vol. Extraordinario, 57-68. Recuperado de

- http://www.google.com.co/?gws_rd=cr&ei=TnceUqXzNJCi9QSl04GQBQ#fp=1e98d123812df647&q=proceos+educativo+fuerzas+aerea+del+ecuador.
- [10] Quinga, C. (mayo, 2013). Formación holística del personal militares, mediante los ejes militares basándose en el modelo educativo por competencias en los procesos de formación y perfeccionamiento, de la Fuerza Aérea Ecuatoriana. En J. Ibáñez (Presidente). Madrid, España: VII Congreso Internacional de Filosofía de la Educación.
 - [11] Quinga, C. (2013). Implementación del modelo educativo basado en competencias en el perfeccionamiento de oficiales de la FAE. En J. Arboleda (ed.) Enseñanza, formación, y estilos de aprendizaje. (pp.149-158). Colombia: Editorial Redipe.
 - [12] Quinga, C. (noviembre, 2013). Aplicación de la evaluación por competencias en el proceso de formación de la Fuerza Aérea Ecuatoriana. Recuperado de <http://simposioevaluacion.udenar.edu.co/wp-content/uploads/2013/04/aplicaci%C3%93n-de-la-evaluaci%C3%93n-por-competencias-en-el-proceso-de-formaci%C3%93n-de-la-fuerza-a%C3%89rea-ecuatoriana.pdf>.
 - [13] Quinga, C. (noviembre, 2013). Formación integral y emprendimiento en la educación militar de la Fuerza Aérea Ecuatoriana. En J. Arboleda (Presidencia), Simposio Internacional de Educación y Pedagogía por Proyectos de Vida, Cali, Colombia: Redipe.
 - [14] Quinga, C. (2015). Currículum por competencias para la formación militar de la escuela técnica de la fuerza aérea ecuatoriana: una propuesta contextualizada. Proyecto de Investigación para Tesis Doctoral. Universidad de Nariño
 - [15] Tobón, S. (2010). Formación integral y competencias. Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación. Bogotá: Ecoe Ediciones.
 - [16] Zabalza, M. (2003). *Competencias docentes del profesorado universitario*. Calidad y desarrollo profesional. Madrid, España: Narcea.

Percepciones sobre los roles del tutor de trabajos de titulación en la Universidad De Cuenca: Las Prácticas De Escritura

Manuel Villavicencio

Universidad de Cuenca

Resumen

Se trata de una investigación cualitativa y cuantitativa de carácter exploratorio. Su objeto de estudio son las representaciones sociales sobre los roles del tutor de trabajos de titulación en estudiantes, egresados y docentes de la Universidad de Cuenca. A partir de encuestas y entrevistas semiestructuradas a estudiantes, egresados y docentes de diferentes carreras, se trabajó con los discursos buscando reconstruir colectivamente las representaciones sociales, y analizar, particularmente, su relación con las prácticas de escritura durante el proceso de desarrollo del trabajo de titulación.

Se indagaron los factores que intervienen en este proceso: la teoría y metodología disciplinar, las sesiones de trabajo, el apoyo bibliográfico, entre otros. Los resultados (75%) muestran que no existe un acompañamiento adecuado por parte de los tutores de trabajos de titulación en el ámbito de la escritura. Es necesario implementar políticas educativas que promuevan una acción tutorial integral, donde la escritura académica sea considerada como una parte medular en el proceso de investigación.

Palabras clave: escritura - tutor de escritura - trabajo de titulación – tutoría

La defensa oral de los trabajos de titulación de la universidad de Cuenca

Jessica Ordóñez León

Universidad de Cuenca

Resumen

El ritual de la defensa oral de los trabajos de titulación consiste en la demostración pública de un producto investigativo. Este se encuentra acompañado de determinados aspectos formales y movidas retóricas que se relacionan a un respectivo campo disciplinar. El presente estudio tiene como objetivo precisar y caracterizar a la defensa oral de los trabajos de titulación de la Universidad de Cuenca; a través de la selección de siete muestras de defensas orales (registradas en audio y video) de las diversas facultades, en las que exploraremos cómo se organizan los momentos investigativos, segmentos en los que se enfatiza, la participación de los interlocutores y los aspectos formales que son propios de cada tradición académica.

Palabras clave: Defensa oral, campos disciplinares, ritual académico, movidas retóricas, segmentos

La normativa de los trabajos de titulación en la universidad de Cuenca (2010-2015)

María Teresa Arteaga

Universidad de Cuenca

Resumen

Los trabajos de titulación en la Universidad de Cuenca están normados por una serie de leyes o reglamentaciones. En este sentido, existe una normativa marco estipulada por la Universidad, y unas normativas particulares que se establecen desde cada Facultad. Sin embargo, ¿cómo contribuyen estas normas académicas a los trabajos de titulación? Para la presente investigación se analizará discursivamente las normativas de 11 carreras que corresponden a las denominadas ciencias blandas y ciencias duras de la Universidad.

Palabras claves: trabajos de titulación, normativa, Universidad.

Círculos de escritura en inglés para la publicación de artículos

Elisabeth Rodas Brosam

Universidad de Cuenca

Laura Colombo

Instituto de Lingüística de la Universidad de Buenos Aires, Argentina

Resumen

La calidad y cantidad de publicaciones de los profesores tienen gran peso al evaluar su productividad (Lee, 2013). Sin embargo, son pocas las acciones institucionales que fomentan el desarrollo docente relacionado con el escribir para publicar y mucho menos en una segunda lengua (Casanave & Vandrick, 2003). Los círculos de escritura parecen atender esta falta (Colombo & Carlino, 2015). En ellos los participantes comparten borradores para que sus pares los comenten y, mediante la colaboración y el intercambio con otros, los autores gradualmente ajusten su escrito a las demandas de la audiencia. En este trabajo, describimos una experiencia que llevamos a cabo con un círculo de escritura en inglés en la Universidad de Cuenca, Ecuador. Desde una perspectiva del aprendizaje situado (Lave & Wenger, 1991) este círculo fue creado para incentivar y acelerar la publicación de artículos científicos por parte de docentes investigadores del área de Lengua y Literatura Inglesa. El propósito se cumplió ya que luego de sucesivas revisiones se presentó un artículo para publicación. Al haber un solo lector, el dispositivo se asemejó a una tutoría más que a un círculo de escritura en lengua extranjera. Sin embargo, esta experiencia fue fructífera para los participantes y para quienes la impulsaron: abrió el paso a nuevos círculos de escritura y permitió realzar la importancia de ejercer la práctica colegiada de comentar textos en proceso como una herramienta de aprendizaje.

Las políticas de las facultades de la universidad de cuenca para guiar la realización de los trabajos de titulación y su relación con la escritura académica

Miguel Novillo

Universidad de Cuenca

Resumen

Las tesis y, actualmente los trabajos de titulación, representan la expresión máxima de conocimiento y manejo de herramientas, técnicas y argumentos desarrollados durante la vida estudiantil, principalmente en el ámbito universitario. En este sentido, el proceso de construcción y elaboración de la investigación está matizado por una gama de factores - tanto negativos como positivos- que intervienen en el desarrollo del trabajo como: esquematización, argumentación, inferencias, escritura académica, entre otros.

Estas consideraciones derivan en la unificación de criterios sobre el desarrollo de procesos de titulación en las diferentes Facultades de la Universidad de Cuenca, estableciendo pautas comunes que ordenen el proceso.

Así, a partir de la revisión y análisis de varios documentos que reposan en las Facultades de la Universidad de Cuenca -y del estudio de tesis de graduación-, han dejado al descubierto una serie de falencias en torno a los trabajos de titulación y tesis, tanto en forma como en su estructura, que son evidentes en distintas carreras de la institución.

El análisis exploratorio de las políticas vinculadas al desarrollo de trabajos de titulación derivan en una problemática específica, referida a la heterogeneidad de los mecanismos para desarrollar un trabajo de titulación, siendo notorio la ausencia y deficiencia de documentos y actores que medien dicho proceso, es decir, las Facultades y carreras de la Universidad.

Palabras clave: trabajos de titulación, políticas, guías, manuales.

Problemas y desafíos de las competencias investigativas para la visibilidad de la producción científica: un estudio de caso sobre los docentes de la ULVR.

Camacho Domínguez, Adriam. PhD

Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, Facultad de Ciencias Sociales y Derecho, Avenida de las Américas, No. 70, Guayaquil, Ecuador. acamachod@ulvr.edu.ec

Palabras Claves: Competencias investigativas, producción científica, escritura académica

Resumen

La presente ponencia parte del reconocimiento de la investigación y la producción científica como partes integrales de los procesos sustantivos de perfeccionamiento de las universidades. Frente a estos retos se hace necesario elevar la calidad de los resultados científicos para medir con mayor objetividad los impactos sociales de las investigaciones. Se persigue como objetivo fundamental analizar las competencias investigativas que presentan los docentes de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil en función de la visibilidad de su producción científica. La metodología utilizada se centra en el enfoque mixto, con la utilización de métodos teóricos como el analítico- sintético y el lógico histórico. El uso de encuestas, como principal herramienta de carácter empírico, permitió complementar el trabajo de campo y el estudio de buscadores académicos que permiten la visibilidad y el acceso universal a la producción científica. Los resultados puntualizan las deficiencias existentes para la elaboración de artículos y la selección adecuada de revistas indexadas.

Introducción

La investigación y la producción científica, como parte integral de los procesos sustantivos en las universidades, requieren elevar la calidad durante la ejecución de sus tareas y, consecuentemente, en los impactos sociales de los resultados alcanzados. En este ámbito, resulta importante reconocer que la búsqueda de la excelencia universitaria cada vez se mide más desde la perspectiva de la investigación, de la producción y aplicación innovadora del conocimiento, todo lo que debe ser directamente observable en el rendimiento académico de los estudiantes egresados.

Lo anteriormente planteado obedece al hecho de que hoy el reconocimiento de la excelencia de las universidades no se examina solamente desde su interior, sino, fundamentalmente, desde el mundo exterior que observa, valora y evalúa en el ámbito nacional, regional y, en casos de alta excelencia, desde el ámbito global.

En la esfera señalada, y como parte de la necesidad de elevar la calidad y profesionalidad del docente universitario, se sitúa en primer plano la elaboración y escritura de libros, artículos, ensayos, informes, ponencias, videos, materiales docentes, reseñas, resúmenes o revisiones de carácter científico, trabajos todos que deben ser de alto impacto social. Este aspecto es un indicador importante para la evaluación de las universidades en todo el mundo y especialmente en el Ecuador, donde se está realizando un significativo esfuerzo por los centros de educación superior para elevar la cantidad y calidad de su producción intelectual. Progresivamente, el citado indicador entrará con mayor peso en la evaluación profesional del docente, lo que induce hacia la urgente gestión del desarrollo de competencias para la producción y publicación de textos científicos.

Partiendo de esta contextualización, la ponencia utiliza como referentes teóricos y de estudio a P. Colás [1], G. Buena-Casal [2], J. M. Campanario [3], T. Izquierdo [4] y R. Ruiz, E. Jiménez y E. Delgado [5] para entrecruzar criterios y análisis que se relacionan con la redacción de artículos científicos, los índices de impacto de las revistas, indicadores para medir el rendimiento de los docentes e investigadores y principios, métodos y técnicas esenciales para la investigación y la producción científica en la enseñanza superior.

Se persigue como objetivo fundamental de la presente ponencia analizar las competencias investigativas que presentan los docentes de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil (ULVR) en función de la visibilidad de su producción científica.

Métodos

La metodología utilizada se centra en el enfoque mixto, con la utilización de métodos teóricos como el analítico-sintético y el lógico histórico que sirvieron de sustento para el uso de encuestas como principal método de carácter empírico que permitieron complementar el trabajo de campo y el estudio de buscadores académicos en función de la visibilidad y el acceso universal a la producción científica. Se utilizó una muestra de 34 docentes titulares de la ULVR con horas de investigación para conocer su percepción y desarrollo en torno a los usos de normas editoriales, calidad de la revistas para publicar, factor de impacto, indexación y visibilidad del conocimiento.

Resultados y discusión

Los principales resultados se derivan de las preguntas fundamentales que conformaron la encuesta aplicada. Tal como se puede observar en la Figura 1, hay una tendencia que debe revertirse de escribir y tener resultados científicos predominantemente de la especialidad de los docentes, dejando a un lado el enorme potencial que se tiene en muchas ocasiones a partir de las propias dinámicas que se observan en clases como parte del proceso de enseñanza- aprendizaje. Dichos comportamientos se relacionan con las advertencias hechas en la década del 90 del siglo pasado por David Russell [6], cuando afirmaba que la mayoría de los docentes universitarios asumen estas dificultades como ajenas a su responsabilidad de formación y se acostumbran a investigar más sobre su especialidad en detrimento de las áreas del conocimiento sobre las que versan sus programas docentes.

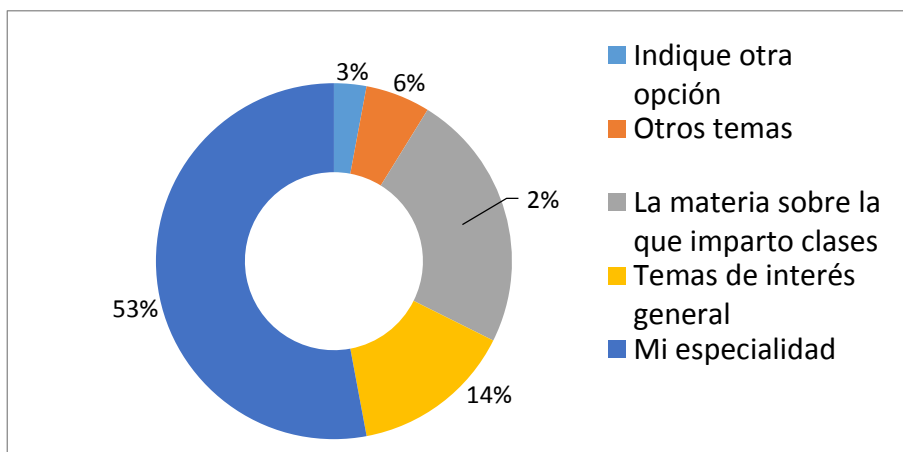


Figura. 1. Preferencias temáticas para la producción científica.

Si bien resulta complejo realizar una selección temática adecuada, se pudo identificar además que hay un predominio en los docentes del desconocimiento de los buscadores, base de datos y recursos que están disponibles en la web que facilitan, en muchos casos, la selección de revistas metas de calidad y visibilidad, lo cual se muestra la Figura 2.

Relacionado con este aspecto, en la Figura 3 se puede apreciar que las revistas que forman parte de SCOPUS O LATINDEX constituyen las fuentes fundamentales de interés que reducen las posibilidades de inserción y publicación de los docentes en otras plataformas de alcance internacional, incluso de predominio regional latinoamericano. En opinión de Day [7], una de las condicionantes de estos resultados tiene que ver con la enraizada idea de que es preferible presentar trabajos en eventos y considerar las publicaciones en los CD o Memorias del mismo, lo cual tiene una visibilidad y un impacto muchísimo menor.

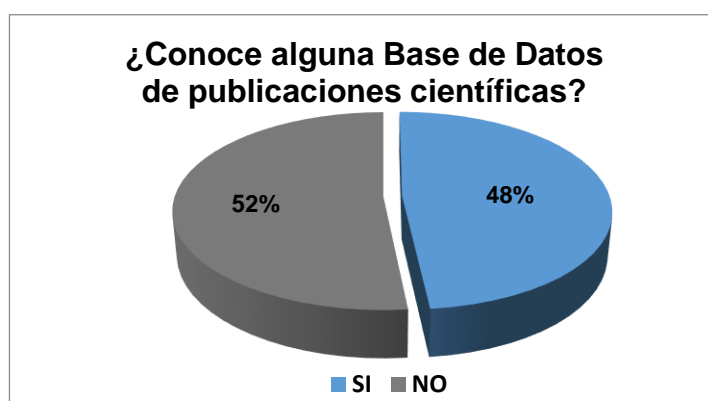


Figura. 2. Identificación de bases de datos de publicaciones científicas.

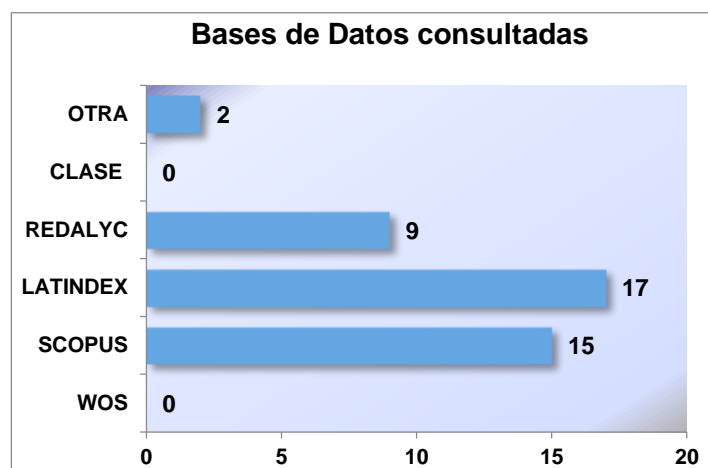


Figura. 3. Principales bases de datos consultadas por los docentes.

En la Figura 4 se observa que la mayoría de los docentes encuestados aún no han logrado publicar en revistas indexadas. De este modo, la realidad permite reconocer la necesidad de incrementar las competencias investigativas de los docentes para lograr una mayor visibilidad de la producción científica.

En cuanto al conocimiento y el uso de diferentes normas editoriales que exigen las revistas, la Figura 5 plantea que se debe continuar profundizando en su conocimiento y divulgación ya que como se muestra en la Figura 6, la gran mayoría de los docentes sólo conocen las Normas Apa.

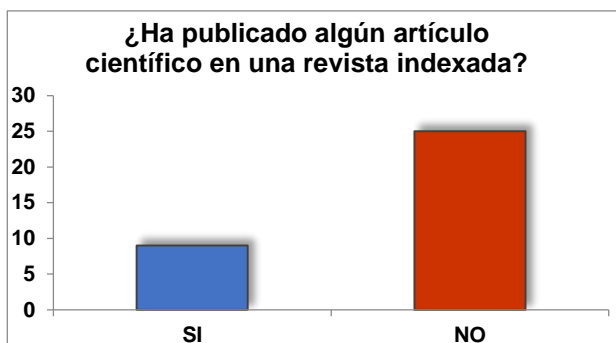


Figura. 4. Publicaciones en revistas indexadas.

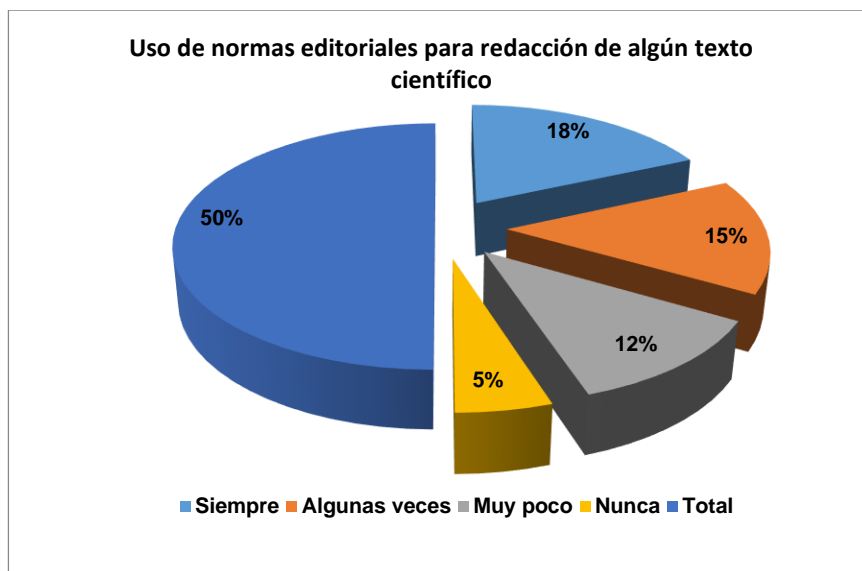


Figura. 5. Frecuencia de uso de normas editoriales para la redacción de textos científicos.

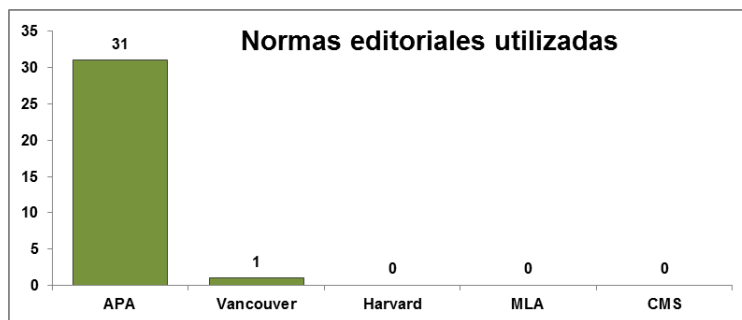


Figura. 6. Principales normas editoriales utilizadas.

Conclusiones

Las consideraciones expuestas constituyen una guía para docentes-investigadores en las diferentes áreas del conocimiento científico. Los procesos de construcción textual y divulgación científica necesitan del incentivo adicional que sobrepase la teoría y permita, con la práctica continua del ejercicio repetitivo, el logro de la escritura de artículos científicos tomando en cuenta las herramientas y técnicas y las normas adecuadas.

En el marco de los procesos actuales de perfeccionamiento de la gestión del conocimiento y el funcionamiento de las instituciones de educación superior, los objetivos científicos sobrepasan los aspectos de índole personal y deben estar alineados con las políticas que se trazan a nivel universitario para lograr una mayor proyección y visibilidad de los procesos que al interior de las universidades se desarrollan.

Frente a estos desafíos, producir y publicar textos científicos es un proceso de revisión y perfeccionamiento continuo que nos involucra a toda la comunidad universitaria en aras de lograr metas superiores.

Referencias

- [1] Colás, P. (2009). Elaboración de un trabajo científico. En S. Nieto (Coord.), Principios, métodos y técnicas esenciales para la investigación educativa (pp. 579-595). Madrid, España: Dykinson.
- [2] Buena-Casal, G. (2010). Índices de impacto de las revistas científicas e indicadores para medir el rendimiento de los investigadores en Revista de Psicodidáctica, 15, pp. 3-19.
- [3] Campanario, Juan Miguel (2002). "El sistema de revisión por expertos (Peer Review): muchos problemas y pocas soluciones". Revista Española de Documentación Científica, vol. 25, n. 3, p. 267-285.
- [4] Izquierdo, T. (2012). Redacción de artículos científicos en revistas indexadas en educación y orientación psicopedagógica. En Actas del I Congreso Internacional de Educación, Orientación e Intervención Psicopedagógica (pp. 65-72). Cúcuta, Colombia: Universidad Francisco de Paula Santander.
- [5] Ruiz, R., Jiménez, E. y Delgado, E. (2008). Complementos bibliométricos de Thomson Scientific en la Web: buenos, bonitos y gratuitos en El profesional de la Información, 17, pp. 553-557.
- [6] Russell, D. (1990). Writing Across the Curriculum in Historical Perspective: Toward a Social Interpretation. College English, 52 (1), 52-73. Disponible en: <http://www.ncte.org/journals/ce/issues/v52-1>
- [7] Day R. 1999. ¿Cómo escribir y publicar trabajos científicos?, Editorial Willey and Sons, Nueva York

Educación de calidad mediante la estrategia Design Thinking

Yuliana Jiménez 1 *, Oscar Vivanco 2 *, Darwin Castillo 1

1 Departamento de Química y Ciencias Exactas/ Sección de Fisicoquímica y Matemáticas/ Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL)/ San Cayetano Alto S/N, 1101608/ Loja/ Ecuador,

2 Departamento de Ciencias Biológicas/ Sección de Biotecnología y Producción/ Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL)/ San Cayetano Alto S/N, 1101608/ Loja, Ecuador

ydjimenez@utpl.edu.ec , oavivanco@utpl.edu.ec

Palabras Claves: Desing Thinking, Innovación Educativa Superior; Educación de calidad, Ciencia y Tecnología; Aprendizaje basado en proyectos.

Resumen

Las instituciones de educación superior actualmente invitan a la aplicación de nuevas estrategias de enseñanza/aprendizaje que permitan apoyar al estudiante en el planteamiento y desarrollo de proyectos de investigación, complementando de esta manera una adecuada educación de calidad. Se define a la educación de calidad como la que consigue alcanzar las metas de enseñanza, mismas que se distinguen por su ambición y complejidad, como buscar que los alumnos logren un pensamiento crítico, sean creativos y desarrollen habilidades cognoscitivas complejas. En este trabajo proponemos la aplicación de la metodología Design thinking como una estrategia basada en proyectos que permite a los estudiantes fortalecer su aprendizaje. Identificando una problemática, buscando y relacionando información para proponer soluciones alternativas y ejecutar la investigación. En consecuencia el estudiante tendrá una visión integral de la aplicación de las ciencias exactas en su carrera profesional, contribuyendo con el alcance de los objetivos de desarrollo sostenible propuestos a nivel mundial por las Naciones Unidas.

Introducción

El sistema de educación universitaria en el Ecuador se ha transformado, es decir, ha dado un giro que ha logrado a más de nueva infraestructura, el incremento de calidad académica a través de la permanente capacitación del cuerpo docente en programas de formación de cuarto nivel. De este modo los sistemas de educación superior continúan siendo sometidos a enérgicas presiones para elevar la calidad de su enseñanza hasta el punto que ésta se ha convertido en su prioridad estratégica [1]. Se considera como enseñanza de calidad a las competencias adquiridas necesarias para alcanzar las metas de enseñanza, las mismas que se distinguen por su ambición y complejidad, además de la implementación de estrategias, que estimulan a los alumnos a alcanzar un pensamiento crítico, impulsar la creatividad y el desarrollo integral de habilidades cognoscitivas complejas [1].

Por lo tanto, las universidades deben formar en sus estudiantes un pensamiento de alto nivel y transformarlos en aprendices autónomos, convirtiendo la calidad en una inversión a futuro, que requiere, además de la focalización de las instituciones y adecuada formación académica de los maestros, la innovación docente. Es decir se persigue involucrar a los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje, a través de la implementación de nuevas metodologías, que le permitan desarrollar destrezas y habilidades para generar nuevos retos sociales, tecnológicos y/o ciencias de la salud, etc.

Para ello es importante considerar una atención especial en los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) aprobados en el año 2015 por la Asamblea de las Naciones Unidas, los cuales identifican las necesidades fundamentales de la población. Nuestro proyecto precisa la aplicación de la estrategia denominada “*Design Thinking*”, como método de trabajo clave para contribuir con las posibles soluciones tecnológicas, factibles y viables para alcanzar los ODS. Esta metodología se fundamenta en la necesidad urgente de cambiar el enfoque de enseñanza y proveer no solo innovación docente, sino una mejor visión de la aplicabilidad de su perfil laboral. Así como proveer métodos y técnicas que les permitan analizar y resolver problemas reales [2-3-5].

La participación de los alumnos y docentes como sujetos activos en el proceso de innovación es muy importante, ya que como indica Zabalza [6], “Innovar no es sólo hacer cosas distintas sino hacer cosas mejores”.

Las nuevas estrategias de aprendizaje promueven en los estudiantes un trabajo autónomo basado en imaginación, pensamiento integrador, optimismo, experimentación y colaboración aplicando la metodología *Design Thinking*, cuyo modelo incluye varias fases desde el entendimiento del problema, definición, diseño, prototipos y evaluación permitiendo al estudiante formular respuestas acertadas a la problemática identificada.

Consecuentemente el objetivo de este proyecto es mejorar el enfoque de la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas mediante su aplicación en diferentes proyectos de ciencia y tecnología (emprendimiento), para diversas titulaciones del área biológica como: Bioquímica, Gestión Ambiental, Ingeniería Agropecuaria, Ingeniería Química, Biología y Medicina. Buscando incrementar su potencial, y promover sus habilidades para analizar y resolver problemas que afectan a nuestro entorno.

Como resultado los estudiantes de las titulaciones de Bioquímica y Farmacia e Ingeniería Agropecuaria demostraron que al aplicar sus conocimientos profesionales, se pueden proponer varias soluciones biotecnológicas, ambientales, agrícolas, médicas, tecnológicas, etc. a situaciones de su entorno.

Estas soluciones fueron almacenadas en un banco de ideas de ciencia y tecnología, para ser considerados como una base de datos científica, que a futuro permita seleccionar nuevos proyectos de investigación e innovación, programas de fin de titulación y/o emprendimiento.

Finalmente, este proyecto generó un alto grado de motivación en nuestros alumnos por el estudio de la matemática y su aplicación en el ámbito laboral, lo cual se reflejó en la mejora del rendimiento académico.

Métodos

Los estudiantes del Área Biológica específicamente de las titulaciones de Bioquímica e Ingeniería Agropecuaria del componente Cálculo para las Ciencias Biológicas, fueron invitados a participar en este proyecto de buenas prácticas docente denominado *Banco de ideas de Ciencia y Tecnología a través de la metodología Design Thinking*, durante el periodo académico Abril -Agosto 2017. Las fases del proyecto se detallan a continuación.

Fases del proyecto

Durante todas las fases del proyecto se estableció una interacción entre estudiante profesor. Dando cumplimiento a las siguientes etapas:

Fase 1: Planteamiento de problemas y retos en el aula

Los profesores coordinaron con los estudiantes grupos de trabajo (de 3 a 5 estudiantes por grupo). Se motivó a estos grupos a participar con ideas innovadoras enfocadas a contribuir con las metas de desarrollo mundial propuestas por las Naciones Unidas como los *Objetivos de Desarrollo Sostenible* (ver Figura 1), aplicando los conocimientos adquiridos según su titulación y demostrando la aplicabilidad de las matemáticas, en los diversos proyectos planteados. Inicialmente, se consideró la participación de 90 estudiantes de diferentes paralelos A, B, C.



Figura1. 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

En esta etapa los estudiantes analizaron con minuciosidad el problema a resolver, para delimitar y definir claramente el tema a investigar o desarrollar, guiados por la constante tutoría del profesor. La tabla 1 describe las titulaciones a los que pertenecen los participantes.

Tabla 1. Componentes académicos de los estudiantes participantes en el proyecto.

Componente académico	Titulación	Nro. de estudiantes
Cálculo para las Ciencias Biológicas	Bioquímica y Farmacia	32
Cálculo para las Ciencias Biológicas	Ingeniería Agropecuaria	25
TOTAL ESTUDIANTES		57

¹ En esta fase, fue necesaria la revisión bibliográfica para que los grupos amplíen el conocimiento del problema identificado, permitiendo así desarrollar una idea más objetiva con fundamentos científico-tecnológicos para el desarrollo del reto planteado. Además, el estudiante hace uso de las competencias adquiridas en la formación académica, como también de criterios propios.

Dentro de la problemática identificada por los participantes, se establecieron cinco categorías:

soluciones agrícola-ambientales, alimentarias, educación-tecnológica y farmacológicas. Ver tabla 2.

Tabla 2. Descripción de las problemáticas planteadas en la buena práctica docente.

Temáticas de los retos	
Agrícola -Ambiental	Pesticida orgánico formulado con detergente
	Evaluación de un extracto de <i>Caladium aroid</i> para el control de miasis
Alimentaria	Cultivo de hortalizas bajo invernadero al aire libre
	Cultivo de lechugas mediante hidroponía
	Desarrollo de un modelo alimentario sostenible mediante acuaponía
	Bebidas energizantes a partir de cítricos
	Ensilaje como fuente alimenticio alternativo para bovinos
	Estudio de la reproducción y crecimiento microbiano para mejorar la agricultura
Farmacológica	Suplementos alimenticios como coadyuvantes a la prevención del envejecimiento
	Creación de un dentífrico a base de romero
	Elaboración de un comprimido anticonceptivo a base de romero

Una vez definida y estructurada claramente la problemática planteada por los equipos de trabajo, se implementó la metodología *Design Thinking* permitiendo diseñar una posible solución para cada reto a través de equipos multidisciplinarios.

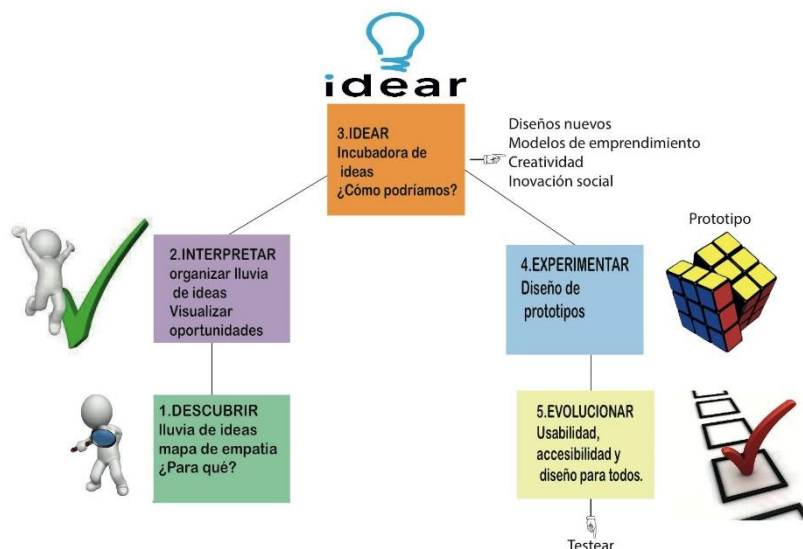


Figura 2. Esquema de la metodología *Design Thinking* utilizada para el desarrollo del proyecto Banco de ideas para la solución de problemas y retos.

Esta metodología incluye varias fases, desde el entendimiento del problema, definición, diseño, prototipos y evolución, permitiendo al estudiante formular respuestas acertadas a la problemática previamente identificada. La figura 2 presenta un esquema de los lineamientos del *Design thinking*.

- [5] *Descubrir*: Los participantes deben proponer una lluvia de ideas ¿Qué problema buscas solucionar? ¿Porqué? y ¿Para qué?

[6]*Interpretar*: Organizar por tema una lluvia de ideas, visualizar oportunidades de innovación, analizar diferentes puntos de vista, para desarrollar empatía con las necesidades de los demás, mediante observación de las mismas.

[7]*Idear*: preguntarnos ¿cómo podríamos resolver el problema?, para generar una incubadora de ideas. Los estudiantes contaron con tiempo extra clase para el desarrollo y búsqueda de información para dar solución viable al reto planteado.

[8] *Prototipo*: Diseñar prototipos de la solución del producto y/o servicio.

Evolucionar: Corregir y mejorar los prototipos a partir de las reacciones de los usuarios ante este, e interactuar con los mismos para obtener retroalimentación e innovar en usabilidad, accesibilidad y diseño universal.

Fase 4. Retroalimentación

La comisión de evaluación conformada por docentes-investigadores expertos realizó una retroalimentación completa a las propuestas de cada equipo de trabajo, para cada una de las temáticas propuestas. Se consideró importante en esta fase incluir la fase *Evolucionar* en referencia al uso diseño y accesibilidad de la propuesta para su aplicación en los potenciales beneficiarios de la sociedad.

Fase 5. Evaluación

Cada grupo realizó una presentación de la propuesta a la comisión evaluadora y compañeros en general, a través de la cual se determinó la mejor propuesta en base a innovación y viabilidad durante la práctica. El equipo ganador fue determinado a través un hoja de evaluación de proyectos (ANEXO

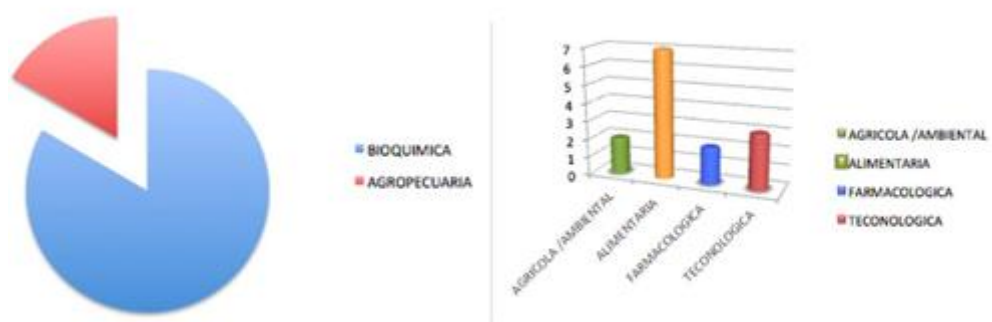
[4] realizada por profesores de la Sección de Fisicoquímica-Matemáticas, y Coordinadores de Bioquímica e Ingeniería Agropecuaria.

Resultados y discusión

Con el análisis de este trabajo educativo y de investigación, se demuestra cómo alcanzar una educación de calidad en base a la implementación de nuevas metodologías en el aula, como por ejemplo *Design Thinking* (ver tabla 2). Conforme a lo que indica Serrano M. et al [7] *Design thinking* es una manera de resolver problemas reduciendo riesgos y aumentando las posibilidades de éxito. Serrano sugiere empezar centrándose en las necesidades humanas y, a partir de ahí, observar, crear prototipos y probarlos. Esto consigue conectar conocimientos de diversas disciplinas (biología, medicina, ingeniería, sociología etc.) para llegar a una solución humanamente deseable, técnicamente viable y económicamente rentable.

Fase 1. Planteamiento de problemas y retos en el aula

Durante la práctica se registró la participación de 57 estudiantes, 32 de Bioquímica y 25 de Ingeniería Agropecuaria, se formularon catorce proyectos de diferentes temáticas. Cada grupo de trabajo propuso varias soluciones en ciencia y tecnología, las cuales fueron registradas para la elaboración de un banco de ideas. Ver figura 3 a y b.



Fase 2. Búsqueda de soluciones en base a su área de conocimiento

La tabla 3 describe las soluciones planteadas en base a los ODS, por cada uno de los catorce grupos participantes.

Tabla 3. Descripción de las posibles soluciones planteadas en la buena práctica

	Soluciones/Productos	ODS
Agrícola -Ambiental	Pesticida orgánico PesTorg	12,13,15
	Sistema de control de <i>miasis</i>	
Alimentaria	Sistema de invernadero	2,3,12
	Sistema de Hidroponía	
	Sistema de Acuaponía	
	Bebida energizante ENERGYLIFE	
	Sistema de Ensilaje	
	Sistema biotecnológico agrícola	
	Suplementos alimenticios ENERFRUT	
Farmacológica	Dentífrico DENTRIBIO Cápsula	3,12
	anticonceptiva ANTIr	
Educación- Tecnológica	Aplicación móvil FARMAplus.	3,4,12
	Sistema de enseñanza virtual 3D	
	Sistema de telemedicina y salud	

Fase 3. Aplicación metodológica Design Thinking

En base a las temáticas antes mencionadas se detallan los resultados dentro de cada una de las cinco fases del *Design Thinking*, desarrollada en los 14 grupos figuras 4 a y b.



Figura 4. Presentación de soluciones y/o productos por parte de los estudiantes participantes.

- **Descubrir**, enfatizar o comprender al otro es una fase fundamental de este proceso ya que se centra fundamentalmente en personas y grupos concretos. Como indica Esteban Romero [8] esta fase hace referencia a la empatía con aquella persona o colectivo para el que realizas tu labor de diseño a una solución. Por lo tanto, se motivó a los estudiantes para aproximarse a otras personas para identificar la aplicación real de sus propuestas a través de la comprensión de sus necesidades y preferencias, siendo capaces de recabar información para generar soluciones consecuentes con la realidad. Se detectó varias necesidades a solucionar en base a los ODS (Ver figura 1) planteados: Salud y bienestar, Cero hambre, Educación de calidad, Producción y consumo responsable, Acción por el clima, Vida de ecosistemas terrestres.
- **Interpretar**, durante esta etapa se identificó, organizó y concretó el planteamiento del problema, mediante la recolección de información para tener claro el objetivo y la búsqueda de la solución. A partir de la problemática identificada en cada equipo se enfatizó en la aplicación de la metodología *Design Thinking*, como herramienta para el aprendizaje basado en proyectos (ABP). Los 14 grupos demostraron trabajo en equipo y continuo durante todo el ciclo académico en cada esta etapa de la buena práctica docente.

Idear, en esta etapa considerada como “*tiempo de desarrollo*”, la aplicación de la metodología *Design Thinking* permitió alcanzar diferentes propuestas de solución para cada una de las temáticas seleccionadas en cada fase (Tabla 3). Para el diseño de la solución los estudiantes emplearon diferentes tipos de inteligencia integral, emocional y experimental dando como resultado varias temáticas tales como agrícolas, ambientales, farmacológicas, tecnológicas y alimenticias (Ver figura 3 b), inmersas dentro de algunos objetivos de desarrollo sostenible (ODS).

[14] **Prototipar**, los grupos establecidos elaboraron prototipos para cada una de las soluciones propuestas, así se les permitió mostrar las posibles soluciones y poner de manifiesto elementos que se deben mejorar o refinar antes de llegar al resultado definitivo.

[15] **Evolucionar**, se mostraron diferentes prototipos a la comisión de evaluación, compuesta por personal académico-investigador correspondiente a las temáticas

involucradas. Esta fase permitió realizar mejoras significativas a los prototipos, determinando fallos y carencias a resolver.

Fase 4. Retroalimentación

Esta fase fue necesaria en todos los equipos participantes, contribuyendo en la mejora significativa de la propuesta desarrollada. A partir de la retroalimentación por parte de los expertos, y en base a los resultados finales del evento se recalcó la importancia de considerar en un futuro la implementación de la metodología como un evento anual. Así mismo, se establecieron conclusiones sobre el desarrollo de la buena práctica, para incentivar al estudiante a continuar con el desarrollo de estas propuestas de investigación e innovación en futuros proyectos que permitan mejorar la calidad de vida de la sociedad.

Fase 5. Evaluación

[8] **Seguimiento y retroalimentación en los avances del proyecto.-** Durante todo el ciclo académico el profesor tutor del componente Cálculo para las ciencias biológicas, realizó el seguimiento del avance de los proyectos. Con el fin de impulsar el trabajo en equipo, el aprendizaje basado en proyectos y orientar a los estudiantes, asegurando una correcta consecución de los proyectos.

[9] **Presentación final.** Durante la semana catorce los estudiantes entregaron el informe final, y realizaron la presentación ante el jurado experto del prototipo final del proyecto.

[10] **Selección del equipo ganador.** Las propuestas fueron revisadas y seleccionadas en base a un formato de evaluación de proyectos (Ver ANEXO 1), la comisión docente evaluó la calidad científica y técnica de la propuesta de manera cuantitativa y cualitativa. Eligiendo temas que se consideran de mayor relevancia y factibilidad para su desarrollo en UTPL. Estos temas prioritarios son de calidad científica y técnica evaluados bajo el concepto de claridad, fundamentación y coherencia interna de la propuesta.

Luego de evaluar las propuestas de los 14 equipos, solamente 7 grupos alcanzaron el puntaje requerido a través de la evaluación cualitativa y cuantitativa para continuar en el desarrollo de la práctica docente.

Tabla 4. Ubicación de los proyectos de acuerdo a la escala de calificación obtenida 9-10 Excelente, 7-8 Bueno , 5-6 Regular, 4-5 Deficiente, 1-3 Muy deficiente.

Finalmente, la fase de *experimentación* permitió obtener como resultado la puesta en marcha de nuevos proyectos en donde actualmente interactúan el estudiante-docente para asegurar una adecuada consecución del mismo. Estos se relacionan con Salud/Bienestar de la población y con Educación de calidad e.g. “Tecnologías de simulación para fortalecer habilidades y destrezas de enseñanza-aprendizaje en el equipo de salud integral” e “Implementación de un sistema de enseñanza virtual 3D”.

De acuerdo con los resultados publicados por Tolbert [9], en la investigación *Aprender a integrar el pensamiento matemático y de diseño en ingeniería*, demuestran que cada estudiante utiliza diferentes estrategias matemáticas y de diseño. Con respecto al pensamiento matemático, los estudiantes a menudo comentaron que usaban matemáticas muy simples pero no reconocían los diversos tipos de aplicaciones, para desarrollar una solución a esta tarea de diseño.

Así mismo, la visión de Martin [10] afirma que se requiere de cambios curriculares significativos para aplicar *Design Thinking*, e incluso que depende del tipo de investigación conducida y del tipo de estudiantes admitidos por la Universidad. Sin embargo, lo presenta como una receta para la evolución más que para la revolución. Al igual Scheer [11] mencionó que el impacto de *Design Thinking* en la enseñanza y el aprendizaje en escuelas es prometedora. Dando lugar a experiencias positivas tanto para profesores como para estudiantes, ya que mejora sus capacidades creativas. *Design Thinking* cumple con los criterios cruciales para un aprendizaje eficaz del siglo XXI, facilitando proyectos interdisciplinarios, acercándose a los fenómenos de una manera constructiva holística. Con ello conduce a una transición de la transferencia de conocimiento a la desarrollo de potenciales individuales.

Además, el diseño del pensamiento fomenta una relación entre profesor y estudiantes. Así como lo confirma Scheer (2012) el diseño del pensamiento, fomenta el desarrollo social y meta cognitivo del estudiante y sus competencias. Dejando claro que hay diferencia entre tener el conocimiento de diversos métodos y poder aplicarlos realmente.

Como resultado de la implementación de esta metodología identificamos factores que permiten apoyar el aprendizaje combinando la formación profesional de los estudiantes con la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Permitiéndoles adquirir habilidades y destrezas para participar activamente en la búsqueda de soluciones, plantear conjeturas, ensayar procesos de búsqueda, realizar comprobaciones experimentales, desarrollar habilidades en el uso de la tecnología, analizar el potencial del contenido matemático, valorar las posibilidades del uso de los recursos tecnológicos, crear nuevas formas de aprender, y justificar la vinculación entre el contenido académico y el social.

Conjuntamente, se propone integrar los equipos de trabajo a líneas de investigación afines o al financiamiento de retos que ofrece UTPL para dar continuidad a la buena práctica docente. Incluir los proyectos innovadores para la búsqueda de fondos externos. Demostrando así que la experiencia que los estudiantes adquieren a través de las buenas prácticas docentes, no solo aportarán y beneficiarán a la educación, sino que también generaran propuestas que involucran el área de las ciencias biológicas en el cuidado de la salud como objetivo principal, así como también la integración de ciencias afines que contribuyan simultáneamente al aprendizaje y desarrollo de soluciones tecnológicas.

Conclusiones

Los resultados de este estudio ayudaron al equipo de investigación a entender cómo los estudiantes responden a las tareas aplicando nuevas metodología de diseño.

- [2] El uso de la metodología *Design Thinking* nos permitió observar la conducta humana y el desarrollo de la creatividad de nuestros estudiantes, para generar nuevas ideas y desarrollarlas como un producto/reto de innovación y/o investigación dentro del campo científico y tecnológico.
- [3] Generación de nuevos proyectos de fin de titulación de pregrado y posgrado en investigación, emprendimiento e innovación en diferentes áreas: médica, biotecnológica, química y tecnológica.
- [4] Presentar esta estrategia metodológica basada en la aplicación de proyectos en diferentes titulaciones y componentes como mejora del aprendizaje-enseñanza de las matemáticas y otras ciencias.
- [5] En resumen, las investigaciones disponibles sugieren que este tipo de metodologías parecen mejorar la retención, incrementar la satisfacción al desarrollar las actividades y generar una amplia diversidad de conocimiento-aprendizaje en los estudiantes.

Agradecimientos

Un especial reconocimiento y agradecimiento a los estudiantes de cálculo para las Ciencias Biológicas, Coordinadores de las titulaciones de Bioquímica y Farmacia e Ingeniería Agropecuaria y docentes de la Sección de fisicoquímica y matemáticas de la Universidad Técnica Particular de Loja, quienes participaron como jurado durante el evento y aportaron directamente en la realización y consecución de este proyecto.

Referencias

- [1] Guzmán, Jesús Carlos. "La calidad de la enseñanza en educación superior¿ Qué es una buena enseñanza en este nivel educativo?." *Perfiles educativos* 33.SPE. (2011): 129-141.
- [2] Dym, Clive L., et al. "Engineering design thinking, teaching, and learning." *Journal of Engineering Education* 94.1 (2005): 103-120.
- [3] Dym, C. L., et al. "Engineering design thinking, teaching, and learning." *IEEE Engineering Management Review* 34.1 (2006): 65-65.
- [4] Gil-Fortuny, Anna. "El aprendizaje basado en problemas como metodología motivadora para la asignatura de Dibujo Técnico en alumnos de 1º de Bachillerato Artístico." (2016).
- [5] Silver, Julie K., et al. "Healthcare Hackathons provide educational and innovation opportunities: a case study and best practice recommendations." *Journal of medical systems* 40.7 (2016): 1-7.
- [6] Zabalza Beraza Miguel Angel. "Innovación en la enseñanza universitaria." *Contextos Educativos. Revista de Educación* 6 (2013): 113-136.

[7]Serrano M., Blázquez P., (2014). *Design thinking*. Madrid- España, ESIC EDITORIAL.

[8] Romero, E. Design Thinking – Fase 1: Empatizar con el otro. [Blog] Unweaving the web. Available at: <http://estebanromero.com/2013/05/design-thinking-fase-1-empatizar-con-el-otro/> (2013) [Accessed 14 Jun. 2017].

[9] Tolbert, D., & Cardella, M. E., *Learning to Integrate Mathematical and Design Thinking in Engineering* Paper presented at 2015 ASEE Annual Conference & Exposition, Seattle, Washington. (2015) 10.18260/p.24416

[10] Dunne, D., & Martin, R. (2006). Design thinking and how it will change management education: An interview and discussion. *Academy of Management Learning & Education*, 5(4), 512-523.

Scheer, A., Noweski, C., & Meinel, C. (2012). Transforming constructivist learning into action: Design thinking in education. *Design and Technology Education*, 17(3), 8-19.

Los ecuatorianos mayores de 14 años de edad que no saben leer y escribir: Un estudio de aspectos claves

Stefos, Efstathios 1*

Ortega, Diego P. 1

Bonilla, Andres 1

Carrera de Educación Básica, Universidad Nacional de Educación (UNAE), Ave. Independencia s/n, Parroquia Javier Loyola (Sector Chuquipata) 030154, Azogues, Cañar, Ecuador. E-mail: estefos@aegean.gr

Palabras Claves: analfabetismo, reducción, Ecuador, análisis multidimensional

Resumen

This study provides an analysis of key aspects that comprise the profile of the Ecuadorian population aged 15 years old and over who do not know how to read and write. The approach of the study was centered on a multidimensional statistical analysis. Available data from the National Survey of Employment, Unemployment and Underemployment of Ecuador, conducted by the National Institute of Statistics and Censuses in 2016, was utilized as the main source of information. The 2016 survey suggested that the equivalent percentage of the illiterate population was 8.63%; therefore, these data indicate that the population under examination has decreased considerably in the last ten years, which means Ecuador has undergone a significant enhancement in terms of literacy over this period of time. The results, drawn from the hierarchical analysis, may be key when creating policies, educational campaigns, and special, nationwide programs focused on reducing and eliminating illiteracy in Ecuador.

Introducción

El objetivo del estudio es el análisis del perfil social del 5.65% de la población ecuatoriana de quince años y más (660916 personas) que no sabe leer y escribir (INEC, 2016). Durante 2006 el porcentaje equivalente era 8.63% (798094 personas), lo cual significa que en los últimos 10 años hay una disminución de 17.19% de la población que no sabe leer y escribir (INEC, 2006). Aunque hay una mejora significativa en los datos estadísticos entre 2006 y 2016, existe un importante desafío debido a que 660916 ecuatorianos aún se consideran analfabetos.

De acuerdo con la UNESCO, “una persona está alfabetizada cuando puede leer, escribir y comprender un texto sencillo y corto sobre su vida cotidiana. El analfabetismo de adultos se define como el porcentaje de la población de quince años y más que no puede leer, escribir y comprender un texto sencillo y corto sobre su vida cotidiana” (UNESCO, 2009). Por otro lado, la UNESCO sostiene que “toda persona tiene derecho a la educación. La educación debe ser gratuita [...]. La educación tendrá por objeto el pleno desarrollo de la personalidad humana y el fortalecimiento del respeto a los derechos humanos” (ONU, 2015).

El estudio se centra en un análisis estadístico que utiliza datos disponibles (Ponce & Onofa, 2009) y sus resultados pueden apoyar al diseño de políticas, campañas y programas especiales orientados a la disminución de la tasa de analfabetismo en el Ecuador (SENPLADES, 2013).

Métodos

El estudio utilizó datos de la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo de 2016 (ENEMDU) del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) con uso del factor de expansión que es el multiplicador que se aplica a cada individuo en la muestra con el fin de expandir la muestra hacia la población, lo cual se usó en el presente estudio para estimar la población total (INEC, 2016).

En el marco del estudio, se realizó un análisis estadístico multidimensional; este tipo de análisis se utiliza con el fin de mostrar la clasificación en grupos de las personas investigadas. El método que se utiliza es la agrupación jerárquica que define los grupos de personas de acuerdo a sus respuestas y características comunes. Este método también presenta un gráfico de clasificación que conecta estos grupos (Valdivieso et al, 2017; Stefos, 2015).

Para el análisis de datos se utilizó el software R y el software SPAD v.4.5 ofrecido por la Facultad de Humanidades de la Universidad del Egeo (Stefos & Koulianidi, 2016).

Resultados y discusión

El Análisis Jerárquico

El análisis jerárquico llevó a seis grupos que se muestran en la siguiente figura (Papapostolou. & Stefos, 2013).

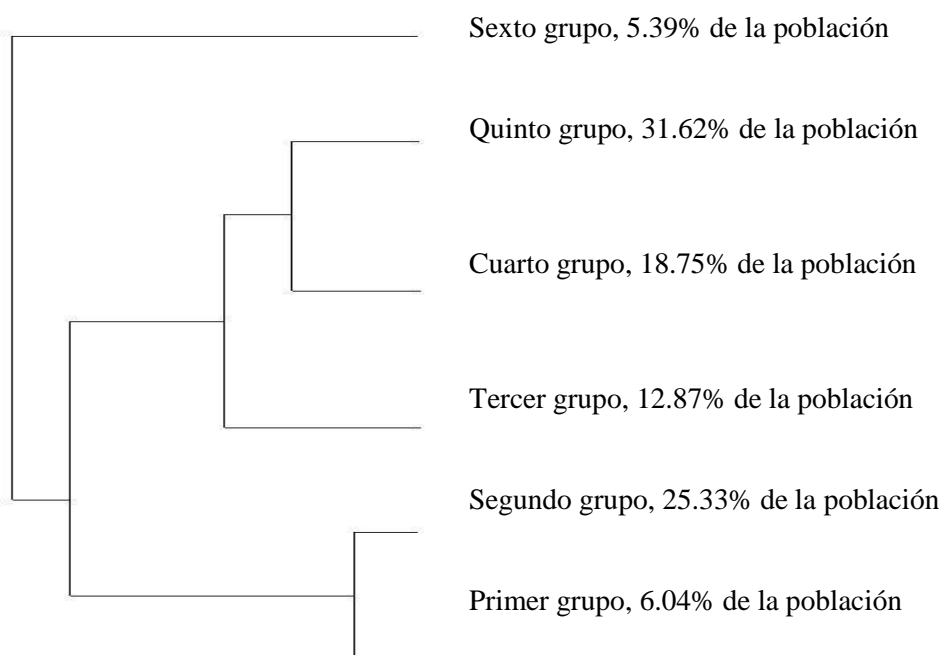


Figura 1: El gráfico de clasificación

Primer grupo, 6.04% de la población

Las personas del primer grupo declararon que no asisten a clases por enfermedad o discapacidad, son solteros y son considerados dentro de la población económicamente inactiva.

Segundo grupo, 25.33% de la población

Las personas del segundo grupo son población económicamente inactiva, amas de casa y declararon que no asisten a clases por razones de edad.

Tercer grupo, 12.87% de la población

Las personas de este grupo se consideran indígenas, viven en área rural y en Amazonia, hablan solo lengua indígena, son pobres y trabajan en la agricultura y la ganadería.

Cuarto grupo, 18.75% de la población

Las personas del cuarto grupo viven en la Costa, se encuentran en unión libre, hablan solo español y tienen teléfono celular activado.

Quinto grupo, 31.62% de la población

El quinto grupo está formado por personas que respondieron que viven en la Sierra, trabajan en la cultura y ganadería y hablan español y lengua indígena.

Sexto grupo, 5.39% de la población

Las personas del sexto grupo respondieron que son solteros, incapacitados, son población económicamente inactiva y viven en área urbana.

Estas diferencias de los grupos se muestran en la Figura 2 donde el gráfico del Análisis de Correspondencias (nivel factorial 1x2) presenta los centroides de los seis grupos en los dos ejes (Stefos

[36] Papapostolou, 2013). También, define las diferencias y las similitudes entre las personas de los seis grupos.

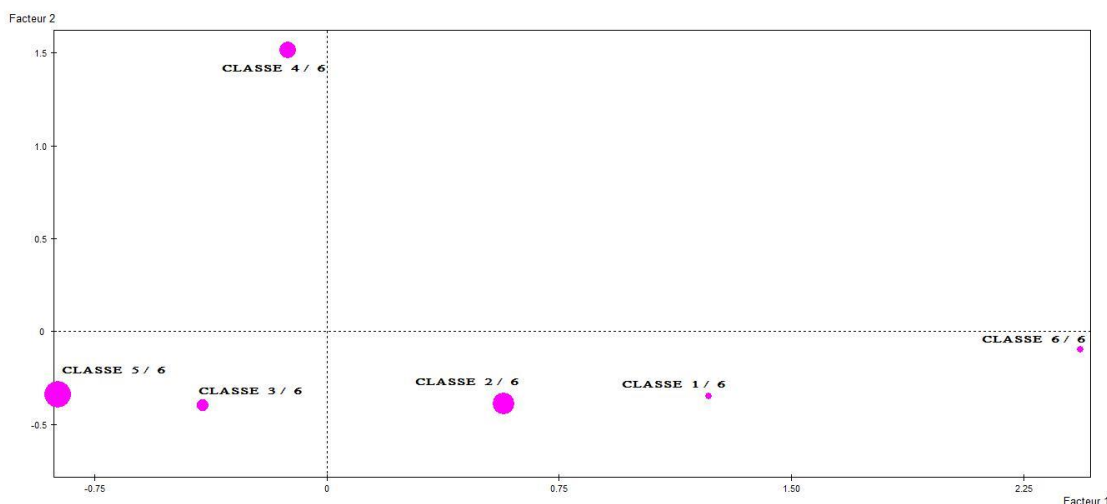


Figura 2: Análisis de correspondencias

Conclusiones

El objetivo del estudio fue el análisis del perfil social de la población ecuatoriana de quince años en adelante que no sabe leer y escribir; en el marco del estudio, se realizó un análisis estadístico multidimensional (Papapostolou et al, 2013; Stefos et al, 2011).

En base a los datos analizados podemos apreciar que la población más afectada es la del sexo femenino (60.81%) y las personas mayores a 54 años de edad (63.56%) que por lo general son personas que ya no están en su etapa más productiva, razón por la que no se les hace posible asistir a clases; (39.79%): así también tenemos a personas que por razones de trabajo (17.57%) o por falta de recursos económicos (15.00%) tampoco lo puede hacer, pues su condición les lleva a generar ingresos necesarios para su supervivencia, sacrificando aspectos básicos y fundamentales como es la educación. También, dentro de esta población tenemos a personas que por razones de enfermedad o discapacidad (9.47%) se privan o se ven privados de este derecho; dentro de la población analizada tenemos a personas que han aprobado 1 o 2 años escolares (14.56%) y por lo general son personas que se consideran mestizas (63.07%), indígenas (21.63%) o montubios 9.00% y, generalmente, trabajan en áreas relacionadas con la agricultura, ganadería caza, silvicultura y pesca (36.18%). Así también existe otro sector relacionado con el comercio y reparación de vehículos (5.41%); estas áreas se relacionan con el comercio en pequeñas cantidades que no perciben beneficios como tienen cooperativas o grupos organizados en los que pueden comercializar sus productos de manera organizada y prospera sino plantean su mercado de manera individual tratando de competir con mercados e industrias consolidadas o empresas que procesan sus alimentos con pagos reducidos por la materia prima. Esto conlleva a que estas personas no puedan surgir económicamente y se consideren pobres (36.53%) tomando como prioridad tratar de mejorar sus ingresos y dejando de lado su instrucción; en este punto también hay personas que son indigentes (13.43%) pues ellos con menores posibilidades tienen menor acceso a la educación.

Referencias

- [1] Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC); Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU). INEC, Quito (2016).
- [2] Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC); Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU). INEC, Quito (2006).
- [3] Organización de las Naciones Unidas (ONU); Declaración Universal de Derechos Humanos. ONU, New York (2015): 72.
- [4] I. Papapostolou, K. Papapostoulou, E. Stefos; Educational Research. From Qualitative to Quantitative Analysis. Rhodes: Evdimos Editions, Thessaloniki (2013): 195.
- [5] I. Papapostolou, E. Stefos en Qualitative Analysis on Pedagogical Research: Methodological Approaches in Educational Activities. Teaching Interventions in Secondary Education, I. Papapostolou (Ed.). Rhodes: Evdimos Editions, Thessaloniki (2013): 224-251.
- [6] J. Ponce, M. Onofa; Alfabetización en el Ecuador: Evolución Histórica, Información Actualizada y Mapa Nacional del Analfabetismo. UNESCO y Ministerio de Educación del Ecuador, Quito (2009).
- [7] Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES); Plan Nacional de Desarrollo / Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017. SENPLADES, Quito (2013).
- [8] N. Sarmiento, A. Paredes Proaño, E. Stefos; Deaths by Suicide in Ecuador: A Quantitative Data Analysis: Review of European Studies 8 (2016) 145-156.
- [9] E. Stefos, G. Koulidianidi; Nutrition Data Analysis Using R: Applications in Higher Education: Health Sciences Research 3 (2016) 10-16.
- [10] E. Stefos; Causes of Death of Indigenous Ecuadorians: International Journal of Clinical Medicine Research 2 (2015) 65-70.
- [11] E. Stefos, I. Efstathiou en Quantitative Analysis of the Data of the School of Trianta During the Period of 1906-1916 in Educational Activities. Teaching Interventions in Secondary Education, I. Papapostolou (Ed.). Rhodes: Evdimos Editions, Thessaloniki (2013): 29-57.
- [12] E. Stefos, I. Papapostolou; Research Methodology. Processes and Suggestions. Rhodes: Evdimos Editions, Thessaloniki (2013): 406.

- [13] E. Stefos, I. Athanasiadis, B. Gialamas, C. Tsolakidis; The Use of New Technologies and the Project Method in Teaching Statistics. A Case Study in Higher Education: HMS i JME 3 (2010-2011) 84-100.
- [14] G. Valdivieso, E. Stefos, R. Lalama; The Ecuadorian Amazon. A Data Analysis of Social and Educational Characteristics of the Population: Review of European Studies 9 (2017) 120-129.

“Mujeres: Productoras y Guardianas de las Semillas de Cambio”. Influencia del género 1 en cargos directivos

Sigüenza Orellana, Sonia C. 1 ; Álava Atencie, Gabriela 2,3 ; Pinos Ramón, Lucía 3

1 Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Maestría de Investigación en Desarrollo Local de la Universidad de Cuenca (ECUADOR)

2 Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad de Cuenca (ECUADOR).

3 Programa ACORDES, Departamento de Espacio y Población, Universidad de Cuenca (ECUADOR)

Palabras Claves: asociación, género, igualdad de derechos, participación social.

Resumen

Varios estudios a nivel de América Latina evidencian que la participación de las mujeres en cargos de dirección aún es escasa, a pesar de la existencia de un amplio marco legal que garantiza su participación en igualdad de oportunidades. En la provincia del Azuay existe limitada información, específicamente, en organizaciones de producción agrícola de tipo asociativo. Por tal razón, el presente artículo tiene como objetivo analizar la influencia y capacidad explicativa de la variable socio-demográfica sexo en la variable socio-laboral cargo de representantes de las directivas y personas empleadas en organizaciones agrícolas. La investigación se realizó desde un enfoque cuantitativo y se utilizó el Cuestionario Multifactorial de Sostenibilidad Organizacional Agroecológica (MSOA), aplicado a sus representantes. Los resultados evidenciaron que los hombres se desempeñan en cargos de presidencia y administración, en tanto, que las mujeres lo hacen en cargos de tesorería, secretaría y contabilidad; comprobándose la hipótesis planteada.

Introducción

En las últimas décadas se observa el surgimiento de asociaciones, organizaciones, cooperativas de producción como una estrategia para enfrentar la crisis económica que afecta a las familias y comunidades (Martínez Corona, 2001). Éstas se constituyen en un espacio de participación social, en donde las personas, específicamente las mujeres, encuentran protagonismo en el ámbito público. Sin embargo, esto se produce en un ambiente colmado de contradicciones y sobrecarga de trabajo para las mujeres, quienes asumen responsabilidades en este ámbito sin disminuir sus tareas relacionadas con el trabajo doméstico y cuidado de los otros.

En Latinoamérica, a finales del siglo XIX, gracias a la lucha constante de los movimientos feministas, se evidenciaron las relaciones de desigualdad y de subordinación que viven las mujeres, sin distinción alguna. Emergiendo con fuerza demandas que colocaron en el debate la situación específica de las mujeres rurales, dejando en evidencia, la dominación masculina inherente al imaginario de la agricultura, en donde, el trabajo de la mujer es invisible (Deere y León, 2000). Empero, es a comienzos de los años noventa, cuando el aporte de las mujeres rurales a la economía familiar y del mercado agrícola es reconocido. No obstante, su visibilización como actoras relevantes en la economía rural, si bien provocó procesos de transformación social y familiar (Osorio, 2011), no significó cambios en procesos estructurales de poder.

Los discursos actuales enfatizan avances respecto a la participación de las mujeres en los diferentes ámbitos de la vida, no obstante, la bibliografía existente sobre el tema evidencia que su participación, en cargos directivos y de liderazgo aún es escasa. Estudios realizados en diferentes países ponen de manifiesto la desigualdad entre hombres y

mujeres en estos cargos de representación. En España, investigaciones realizadas por Rocío Albert López-Ibor (2008) y Fundación Mujeres (2011) muestran que tanto a nivel empresarial como agrario su participación en cargos directivos es limitada, tanto por los complejos entramados de estructuras existentes en las organizaciones como por la falta de conciliación entre el trabajo productivo y el reproductivo. Actualmente, Gayne Magdalena Villagómez Weir, 2016, indica que los avances alcanzados a favor de la igualdad de género han incurrido en aspectos formales y normativos que no han logrado transformar estructuras socioculturales, persistiendo asimetrías de poder en la práctica y en la cultura de la sociedad.

Con estos antecedentes, se planteó “Analizar la influencia del género en los cargos directivos y de administración en las asociaciones de producción agrícola de la provincia del Azuay”, a través de los siguientes objetivos específicos:

- Describir la estructura organizacional de las personas involucradas en las asociaciones agrícolas de la provincia del Azuay por cargo y sexo.
- Determinar la influencia de la variable sociodemográfica “sexo” en la variable sociolaboral “nivel del cargo que desempeñan los representantes de directivas y en personas empleadas contratadas y/o de apoyo” de las asociaciones de producción agrícola en la provincia del Azuay.

Se sostiene como hipótesis:

H1. En las asociaciones de producción agrícola de la provincia del Azuay persiste la concepción de que los hombres son los responsables del ejercicio del poder y son quienes MAYORITARIAMENTE ejercen los cargos de dirección.

Métodos

El enfoque metodológico utilizado es cuantitativo. Para el análisis propuesto se utilizó datos provenientes del levantamiento de información a través del cuestionario MSOA (*Multifactorial de Sostenibilidad Organizacional Agroecológica*) diseñado²⁸ y aplicado²⁹ a una muestra representativa de 170 asociaciones agrícolas de la provincia, seleccionadas a partir de una población de 202 organizaciones agrícolas del sector asociativo identificadas en el año 2016. Contempla dos ejes investigativos: la Sostenibilidad Organizacional Agroecológica y Componentes Organizacionales. El segundo eje contiene dos dimensiones: interna y externa. La dimensión interna recopila información, entre otras, sobre la variable talento humano que consta de dos variables intermedias: composición del talento humano y capacitación. Las técnicas estadísticas utilizadas fueron descriptiva e inferencial a través de las pruebas de hipótesis y análisis de regresión.

²⁸ Por: Gabriela Álava en el marco del proyecto de investigación doctoral “Sostenibilidad de Organizaciones Agroecológicas que apoyan el fomento de la Economía Popular y Solidaria”

²⁹ Por: Sonia Catalina Sigüenza en el marco del proyecto de investigación de maestría “Mujeres semillas de cambio” y Gabriela Álava en el marco del proyecto de investigación doctoral “Sostenibilidad de Organizaciones Agroecológicas que apoyan el fomento de la Economía Popular y Solidaria”

Resultados y discusión

La aplicación de pruebas estadísticas evidencia que en las directivas de estas organizaciones prevalece la presencia de los hombres en los cargos de dirección, a pesar de ser las mujeres quienes conforman mayoritariamente las organizaciones. Situación similar se observa respecto a los cargos administrativos, en donde las mujeres se desenvuelven principalmente en roles de apoyo, contadoras y servicios legales, mientras que los hombres ejercen los cargos de administradores.

Estos resultados han permitido inferir que, a pesar de la existencia de normas y leyes a favor de la igualdad de oportunidades, persiste la subrepresentación de las mujeres en estos espacios, determinando que se mantiene un modelo predominante que elude este principio, observándose la persistencia de este fenómeno, profundamente arraigado en la sociedad, escasamente reflexionado y muy naturalizado. En concordancia con las palabras de Marcela Lagarde (1996) continúan vigentes, pues los resultados evidencian que las mujeres viven para los otros, a espaldas de sí mismas.

Conclusiones

Esta investigación deja en evidencia la desigualdad en cuanto al ejercicio de cargos de poder. Ya que la inequidad de género ha sido y sigue siendo desfavorable para las mujeres, a pesar de los avances, se mantienen las estructuras de poder jerárquicas y diferenciadas por esta razón.

En este sentido, trabajar en pro del empoderamiento personal, colectivo y económico de las mujeres es fundamental. Implica transformaciones profundas en la autopercepción, pero sobre todo involucra promover la igualdad de oportunidades, la defensa de los derechos y la no discriminación, promover la educación, la formación, lo cual requiere de la participación y compromiso de toda la sociedad. Es fundamental, que las mujeres tengan voz, voto y autonomía en estas organizaciones, para que puedan expresar su interés y necesidades, participar en la planificación, en la toma de decisiones, que influyen en sus vidas y en la de demás, por ello el artículo se denomina “mujeres productoras y guardianas de las semillas de cambio”.

Referencias

- [1] Martínez Corona, B (2001). Género, desarrollo rural y políticas públicas: Consideraciones metodológicas y estratégicas. In: M. I. Castillo Ramos (coord.) La Participación de la Mujer en el Desarrollo rural. Universidad Autónoma de Tlaxcala, México. pp: 113-134.
- [2] Deere, Carmen y León, Magdalena (2000). Género, propiedad y empoderamiento. Recuperado el 4 de mayo del 2017, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/1388/3/01PREL01.pdf>
- [3] Osorio, Carmen (2011). La emergencia de género en la nueva ruralidad. Recuperado el 8 de mayo del 2017, de <http://www.revistapuntogenero.uchile.cl/index.php/RPG/article/viewFile/16851/17556>
- [4] Lagarde, Marcela (1996). Recuperado el 8 de mayo del 2017, de http://catedraunescohdh.unam.mx/catedra/CONACYT/08_EducDH/MediacionEscolar/Contenidos/Bibliotecas/Lecturas-Complementarias/Lagarde_Genero.pdf
- [5] López-Ibor, Rocio y otros (2008). “Análisis de la presencia de las mujeres en los puestos directivos de las empresas madrileñas”. Recuperado el 8 de junio de 2017, de <https://www.ucm.es/data/cont/docs/85-2014-01-20-Albert,%20escot,%20Fern%C3%A1ndez%20Cornejo,%20Mateos%202008%20presencia%20mujeres%20puestos%20directivos.pdf>
- [6] Meentzen, Angela, (2009). “Estado del arte sobre participación política y liderazgo de las mujeres indígenas del Perú”. Recuperado el 5 de junio del 2017, de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/111789/Participaci%C3%B3n%20de%20Mujeres%20en%20Cargos%20Gerenciales.pdf?sequence=1>

[7]Villagómez Weir, Gayne (2016). ¿Quién toma las decisiones? Relaciones de género y puestos de toma de decisión en la Universidad Central del Ecuador. Recuperado el 6 de junio del 201078, de <http://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/10772/2/TFLACSO-2016GMVW.pdf>

...hablando del derecho a la Educación Sexual Integral: la voz de los adolescentes en Ecuador

Castillo Jéssica

1. Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación, Universidad de Cuenca, Ecuador.

Jessica.castillo@ucuenca.edu.ec

Derluyn Ilse

2. Department of Social Work and Social Pedagogy, Ghent University, Gent, Belgium

Valcke Martin

3. Department of Educational Studies, Ghent University, Gent, Belgium

Palabras Claves: educación sexual integral, adolescentes, docentes, Ecuador

Resumen

En base a la premisa de la importancia de la voz de los adolescentes en el diseño de programas de educación sexual, el presente estudio explora las necesidades de educación sexual integral en el sistema educativo de los adolescentes del Azuay y sus percepciones respecto al desempeño de sus docentes en la temática, considerando diferencias de género. El estudio de corte cuantitativo involucró a 780 estudiantes entre 11 y 19 años de edad. El análisis descriptivo indicó que las necesidades de educación sexual son altas y la satisfacción con el desempeño de sus docentes es media. La regresión logística multinomial reveló que no existen diferencias significativas entre varones y mujeres. Los resultados tienen claras implicaciones para el diseño e implementación de programas de educación sexual, y para fortalecer programas de formación docente, aportando entonces al empoderamiento del derecho a la educación sexual.

Introducción

El sistema educativo formal es reconocido como un escenario para promover los derechos de los adolescentes. Dentro de estos derechos, se encuentra el tener acceso a una educación sexual integral [1]. Siendo la educación sexual un tema con una larga trayectoria de controversias, la escuela o colegio representan un espacio clave para su implementación [2]. La institución educativa constituye un ambiente relativamente seguro y confiable para abordar la temática y permite llegar a un grupo grande de adolescentes de diferentes contextos [3]. Además, existe evidencia de que los padres de familia e incluso los mismos adolescentes reconocen la importancia del rol del colegio en proveer educación sexual [4].

A pesar de que muchos sistemas educativos abordan la temática de la educación sexual, la voz de los niños, niñas y adolescentes es escasa sino nula en el diseño de programas de educación sexual [2]; [5]. Esta situación es preocupante si se considera que abarcar las perspectivas del grupo “meta” es crucial para el involucramiento de los estudiantes en el currículo de educación sexual [6]; además que se les visibiliza como sujetos sexuados y

Resultados y discusión

Los resultados en cuanto a las necesidades de educación sexual indican que los adolescentes expresan necesidades muy altas de educación sexual y en todas las dimensiones evaluadas. La tendencia general muestra que las necesidades son más altas en las dimensiones de Salud Sexual y Violencia, mientras que las necesidades más bajas son en placer.

Al considerar las percepciones de los adolescentes respecto a el desempeño profesional de sus docentes, la mayoría expresó que su satisfacción es media. En ninguna de las dos variables se evidenciaron diferencias significativas en cuanto al género de los participantes.

Los resultados evidencian la necesidad de revisar encuentros y desencuentros entre la educación sexual que actualmente reciben los adolescentes y sus necesidades expresadas. Estos resultados además, sugieren que los adolescentes tienen necesidades más maduras, complejas, amplias y diversas como ya lo ha indicado Allen (2008). Esta situación es particularmente relevante en contextos latinoamericanos donde suele prevalecer un enfoque basado en la salud respecto a la educación sexual, lo cual limita a los adolescentes, la posibilidad de abordar la sexualidad en todas sus dimensiones. Este aspecto es necesario para el tomar decisiones conscientes y responsables en su vida sexual, lo cual constituye un derecho fundamental de esa etapa de sus vidas. Complementariamente, los resultados señalan la necesidad de que los docentes, quienes tienen la responsabilidad de implementar políticas nacionales en términos de educación, tengan una formación más sólida y consistente en educación sexual desde el enfoque integral. Finalmente, el hecho de no encontrar diferencias significativas en los aspectos evaluados entre hombres y mujeres, podría sugerir una tendencia a normalizar las actuales normas de género presentes en la sociedad ecuatoriana, aspecto que definitivamente requiere mayor investigación.

Conclusiones

La real implementación de la educación sexual desde un enfoque integral debe considerarse si se busca atender a las necesidades de los adolescentes de la región de estudio y aportar a mejorar su educación sexual y por ende el ejercicio de sus derechos. Esta implementación debe ir acompañada de un proceso sistemático de formación docente, preferentemente amparados en políticas educativas nacionales.

Agradecimientos

El estudio fue auspiciado por el Programa de Cooperación entre la Universidad de Cuenca y las Universidades Flamencas (VLIR-UOS).

Referencias

- [1] UNESCO. Emerging evidence, lessons and practice in Comprehensive Sexuality Education. A global review. (2015) Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002431/243106e.pdf>
- [2] L. Bay-Cheng : The trouble of teen sex: The construction of adolescent sexuality through school-based sexuality education. Sex Education: Sexuality, Society and Learning (2003) Vol.3 (1), 61–74.

- [3] F. Thomas, & P. Aggleton: School-Based Sex and Relationships Education: Current Knowledge and Emerging Themes. In *Global Perspectives and Key Debates in Sex and Relationships Education: Addressing Issues of Gender, Sexuality, Plurality and Power* (2016) (pp. 13–29). Springer.
- [4] A. Walters, & D. Hayes: Teaching about sexuality: Balancing contradictory social messages with professional standards. *American Journal of Sexuality Education* (2007) Vol. 2(2), 27–49.
- [5] J. MacDonald, A. Gagnon, J. Mitchell, C. Di Meglio, G. Rennick, & J. Cox : Asking to listen: Towards a youth perspective on sexual health education and needs. *Sex Education* (2011) Vol. 11(4), 443–457.
- [6] L. Allen, : “They Think You Shouldn’t be Having Sex Anyway’: Young People’s Suggestions for Improving Sexuality Education Content. *Sexualities* (2008) Vol 11(5), 573–594.
- [7] J. Santelli, M. Ott, M. Lyon, J. Rogers, D. Summers, & R. Schleifer: Abstinence and abstinence-only education: a review of US policies and programs. *Journal of Adolescent Health* (2006) Vol. 38(1), 72–81.
- [8] N. Haberland, & D. Rogow: Sexuality education: emerging trends in evidence and practice. *Journal of Adolescent Health* (2015) Vol. 56(1), S15–S21.
- [9] K. Suellentrop: What works 2011–2012: curriculum-based programs that help prevent teen pregnancy. Washington, DC: National Campaign to Prevent Teen and Unplanned Pregnancy (2011). Available at <http://thenationalcampaign.org/resource/what-works>.
- [10] P. Venka Simovska, D. Ros Kane: Sexuality education in different contexts: limitations and possibilities. *Health Education* (2015) Vol. 115(1), 2–6.
- [11] D. Kirby: The impact of schools and school programs upon adolescent sexual behavior. *Journal of Sex Research* (2002) Vol. 39(1), 27–33.
- [12] L. Rijdsdijk, R. Lie, A. Bos, E. Leerlooijer, & G. Kok: Sexual and reproductive health and rights: implications for comprehensive sex education among young people in Uganda. *Sex Education*, (2013) Vol. 4, 409–422.
- [13] IPPF. Framework for Comprehensive Sexuality Education (CSE) (2006). Retrieved from http://www.ippf.org/sites/default/files/ippf_framework_for_comprehensive_sexuality_education.pdf

Exploración de la pérdida ambigua en las experiencias de los adolescentes Ecuatorianos que se desarrollan en familias transnacionales

Jerves, Elena. 1
Rober, Peter. 2
Enzlin, Paul. 3
De Haene, Lucia. 4

Universidad de Cuenca, Programa VLIR, Proyecto Humsex.

Avenida 12 de Abril. Campus Universitarios.

Autor para correspondencia: Elena Jerves elena.jerves@ucuenca.edu.ec

Palabras Claves: Adolescencia, Familia transnacional, Pérdida ambigua, Ecuador

Resumen

En los estudios de migración psicosocial, los estudiosos han utilizado la noción de pérdida ambigua como una perspectiva sobresaliente para entender las experiencias personales y relacionales en el contexto de las familias transnacionales. Sin embargo, la mayoría de estudios han enfocado su atención en las experiencias de los miembros adultos de las familias, existiendo un vacío en el conocimiento respecto a los miembros adolescentes. El presente estudio pretende explorar las experiencias de los adolescentes durante la migración internacional de sus padres. A través de un estudio exploratorio con enfoque cualitativo, se administraron entrevistas a profundidad a una muestra de 14 adolescentes hijos de padres migrantes. Los resultados ponen en evidencia diferentes procesos familiares que estarían asociados al desarrollo de las experiencias como una pérdida ambigua. En base a los hallazgos se establecen parámetros de apoyo a los adolescentes hijos de padres migrantes en el contexto ecuatoriano.

Introducción

Boss identificó la ocurrencia de pérdida ambigua dentro de las relaciones familiares como aquellas experiencias de vida consistentes en pérdida incompleta o incierta sin cierre o comprensión, inducida por una disyunción entre la presencia física y psicológica de un miembro de la familia [1]. Boss consideró la pérdida ambigua como una de las experiencias de pérdida más dolorosas en las relaciones personales, por ser incierta, indeterminada, sin posibilidad de cierre ni resolución del duelo, lo que lleva a cogniciones conflictivas y emociones ambivalentes. La pérdida ambigua se caracteriza por la ausencia de límites claros en la delimitación temporal de la pérdida, así como en la composición de la familia y el papel de sus miembros. Además, Boss enfatizó que esta falta de límites claros se ve agravada por la falta de legitimidad social y, por lo tanto, la ausencia de rituales simbólicos que normalmente acompañan a una pérdida [2].

Dentro del contexto familiar, Boss describió cómo la pérdida ambigua individual se puede irradiar a los demás miembros, ya que la preocupación por pérdida puede convertirse en una barrera para el funcionamiento familiar [1].

Hasta ahora, los estudios sobre la pérdida ambigua en las familias transnacionales se han centrado principalmente en las experiencias de los miembros adultos. No hay exploración de la pérdida ambigua en niños y adolescentes cuyos padres han emigrado.

Por lo expuesto, el objetivo del presente estudio fue el de explorar las experiencias de los hijos de padres migrantes para analizar procesos familiares y sociales potencialmente asociados con la experiencia de pérdida ambigua.

Métodos

El estudio se realizó en Ecuador, donde, los adolescentes niños con padres migrantes constituyen un grupo importante dentro de la población juvenil. El estudio se realizó en una población no clínica de adolescentes (15-18 años) de Cuenca. Se utilizó la entrevista a profundidad como técnica de recolección de datos y la muestra fue establecida por medio de un proceso de bola de nieve. El reclutamiento resultó en una muestra de 14 adolescentes (6 varones, 8 mujeres). Las transcripciones literales de las entrevistas se analizaron mediante análisis temático [3] (utilizando el software Atlas ti 7.1).

Resultados

A lo largo del análisis de datos se identificaron cuatro temas principales: (1) prácticas de separación creando confusión; (2) relación actual con los padres migrantes permeada por la ambigüedad; (3) desconfianza en los padres migrantes, y; (4) dinámica familiar y contexto social reactivando el dolor de la pérdida.

Las prácticas de separación creando confusión. Las narrativas de los participantes indicaron cómo la separación estaba marcada por la confusión. A lo largo del proceso de separación pueden identificarse diferentes fases posteriores: el período de pre-migración marcado por la violencia familiar, la salida misma que se produce de una manera intempestiva, un prolongado período de silencio tras la partida, el momento de conocer sobre la migración de los padres y un estado de incertidumbre permanente sobre el posible retorno de sus padres.

La relación actual con los padres migrantes permeada por la ambigüedad. Las narrativas de los participantes indicaron cómo las interacciones continuas con sus padres migrantes estaban impregnadas de ambigüedad, tanto en las prácticas de comunicación como en sus percepciones del rol del padre migrante en sus vidas.

Desconfianza en los padres migrantes. En los relatos de los adolescentes, las expresiones de anhelo de volver a ver a sus padres coexistían con representaciones predominantemente negativas impregnadas de desconfianza en sus padres migrantes. Así, entre las representaciones negativas, la incredulidad con respecto a las razones para emigrar y la desconfianza en sus promesas emergieron como elementos importantes.

Dinámica familiar y contexto social reactivando el dolor de la pérdida. Las narraciones de los participantes indicaron que el dolor invocado por la separación es a menudo reactivado por dinámicas complejas que parecen resonar con su pérdida, tanto dentro de las familias transnacionales como dentro de su contexto social más amplio.

Discusión

Los hallazgos del estudio sugieren que las experiencias vividas por los adolescentes muestran similitudes claras con la pérdida ambigua como lo describe Boss (2006). Esto se hace evidente en ambigüedad de los límites y ambivalencia emocional presente en las narrativas de los participantes.

Junto a estos hallazgos que muestran parámetros de pérdida ambigua que son consistentes con estudios previos, nuestro estudio también indica algunas características particulares de la pérdida ambigua en los miembros adolescentes de las familias transnacionales.

Estado Transnacional y Derechos Políticos para las personas en movilidad: el ‘voto migrante’ en Ecuador

Ramírez Jacques 1

Palabras Claves: constitución, sufragio migrante, participación, Estado transnacional, democracia.

Resumen

La ponencia examina los avances en el otorgamiento de derechos políticos a las personas en movilidad en el Ecuador a partir de la aprobación de la Constitución del 2008. Desde una perspectiva del transnacionalismo político y a la luz de los datos de participación electoral (2006- 2017) así como de una encuesta realizada en las elecciones de febrero del 2017, se plantea que el ‘voto migrante’ es un elemento central que permite hablar del surgimiento de un Estado-Nación cada vez transnacional.

Introducción

Si entendemos la democracia como el ejercicio o la posibilidad de dar y ampliar derechos políticos a los miembros de una *polis*, sin lugar a dudas la Constitución de la República del Ecuador aprobada en el 2008, conocida a nivel nacional como la ‘Constitución de Montecristi’ por el lugar donde fue realizada, constituye un hito en la historia del Estado-Nación ecuatoriano al permitir que sectores históricamente excluidos puedan, de manera facultativa, participar en las diferentes elecciones. Este es el caso que se concedió a los jóvenes comprendidos entre los 16 y 18 años; policías y militares; a las personas privadas de libertad que estén sin sentencia; a inmigrantes residentes más de cinco años; y a las y los ecuatorianos radicados en el exterior.

A nivel teórico se ha debatido sobre el tema de los derechos de las personas en movilidad adjetivando sobre todo a la categoría de ciudadanía (postnacional, universal, anidada, mixta, global, cosmopolita, entre otras) para entender las diferentes posibilidades de incluir a los migrantes tanto en el país de origen y como en el país anfitrión. Hammar (1990) acuñó el término *denizens* para referirse aquellas personas que gozan derechos y obligaciones en el país donde migraron —tales como acceso a servicios sociales, laborales, salud, educación, entre otros—, que les permiten estar integrados a la sociedad. Sin embargo se les niegan los derechos político-electorales.

Actualmente es más común a nivel mundial que se otorgue el derecho al sufragio a los emigrantes en su país de origen que a los inmigrantes en el país donde residen. En el presente el voto en el exterior de los emigrantes es una norma de ámbito internacional ya que está permitido en más de 115 países. A nivel regional la experiencia más antigua es la de Colombia, donde a partir de 1962 se extendieron los derechos políticos para los expatriados. En el caso ecuatoriano se puede ejercer este derecho desde el año 2006, después que la anterior Constitución planteó como derecho político que «*Los ecuatorianos domiciliados en el exterior podrán elegir Presidente y Vicepresidente de la República, en el lugar de su registro o empadronamiento. La ley regulará el ejercicio de este derecho*» (Título III, Capítulo 3, artículo 27, inciso tercero).

Pese a que los flujos migratorios en Ecuador se pueden rastrear hace más de seis décadas, el hecho de que recién en la Constitución de 1998 se trate —y en muy pocos— artículos sobre migración no hace más que confirmar la escasa prioridad y mínima consistencia con que históricamente el Estado ecuatoriano ha actuado frente al “problema migratorio” en su política internacional. Si bien en dicha Constitución se indicó que «*el Estado procurará proteger*

a los ecuatorianos que se encuentran en el extranjero» (Art. 11, Capítulo 1, Título II), no se establecieron oportunamente los mecanismos que garantizaran su cumplimiento; ni se observó el surgimiento de un organismo rector que desarrollara los asuntos relativos a la temática migratoria, dando una mirada integral para su tratamiento; tampoco existió la determinación de los recursos necesarios para la atención, promoción y protección de los derechos y oportunidades que tienen los ciudadanos y ciudadanas establecidos en el exterior.

La posibilidad de acceder a los derechos político-electorales para los emigrantes ecuatorianos ha sido potenciada en la última década donde han participado en varios procesos electorales no solo para elegir presidente y vicepresidente, sino también para asambleístas nacionales y de su circunscripción, consultas populares y la propia aprobación de la Constitución de la República. Dichas particularidades del caso ecuatoriano fueron incorporadas en la actual Constitución y puestas en marcha por el Consejo Nacional Electoral, en coordinación con el Ministerio de Relaciones Exteriores y Movilidad Humana.

La tesis que sostengo es que en el caso ecuatoriano, después de aprobada la Constitución del 2008, se ha dado paso a políticas de vínculo entre el Estado y los ecuatorianos radicados en el exterior que permite hablar del surgimiento de un Estado-Nación de carácter transnacional.

Si bien con la noción de transnacionalismo político se han analizado sobre todo aquellas actividades que realizan las personas migrantes en origen y destino, también se ha dado un transnacionalismo político ‘por arriba’ impulsado por los gobiernos de origen que ha sido menos estudiado y que ha dado paso a la participación política transnacional gracias a la implementación de planes, programas y mecanismos institucionales que han permitido fortalecer el vínculo entre los migrantes con su país de origen.

Ahora bien, no se puede entender el surgimiento de ciertas prácticas gubernamentales transnacionales en el caso ecuatoriano sin antes comprender el propio proceso de construcción nacional que apuntaló el Gobierno de la ‘Revolución Ciudadana’ en esta década, cuando hubo un empeño por recrear una comunidad política nacional y, en ese contexto, impulsar unas políticas específicas para ciudadanizar y trans-nacionalizar a sus migrantes y volverlos sujetos políticos.

El presente artículo arranca con una lectura de la constitución del Ecuador en clave de los derechos político-electorales ahí estipulados. Posteriormente se pasa revista a la discusión teórica de transnacionalismo político recuperando las nociones de ‘sistema-estado’ e ‘idea-estado’ acuñadas por Abrams (1988) –marco de análisis de este texto–; y finalmente se presentan los resultados de la participación electoral de las personas en movilidad. Este artículo pretende contribuir con la literatura especializada sobre el tema a partir del análisis del caso particular ecuatoriano que permite participar a las personas en movilidad en diferentes tipos de elecciones, amparados en el ideal constitucional y en las políticas públicas de construir un Estado transnacional de derechos.

Métodos

Metodológicamente, este trabajo se basa en un análisis del *corpus* sobre movilidad humana y derechos políticos que se ha implementado en Ecuador tomando como referencia la Constitución 2008.

Por otro lado se analiza los datos electorales de las personas migrantes en todas las elecciones que han participado (2006, 2007, 2008, 2009, 2011, 2013, 2014, 2017) considerando variables

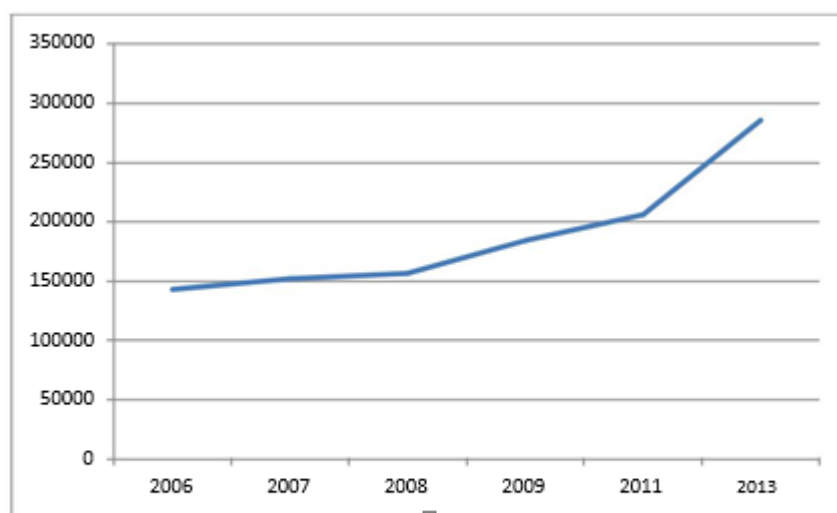
como: tipo de elección, padrón electoral, votos totales, tasa de participación, peso electoral, curules obtenidos, geografía del votante, partidos políticos y candidatos². Los datos provienen de la fuente oficial del Consejo Nacional Electoral (CNE) y la matriz de información y comparación varía dependiendo del tipo de elección.

Finalmente se complementa con una encuesta realiza el días de las elecciones (primera vuelta) en 26 ciudades de 18 países alrededor del mundo donde hay más empadronados de ecuatorianos en la “Quita Región”

Resultados y discusión

Al analizar los datos sobre ‘sufragio migrante’ de ecuatorianos en el exterior se observa en primer lugar que el número de registros ha ido en ascenso (Gráfico 1). En la primera elección del 2006 se empadronaron 143.352 personas. Para el 2007 fueron 152.180; un año después llegaron a 156.677 y para el 2009 alcanzaron los 184.584 empadronados. En las elecciones realizadas en el 2011, el padrón aumentó a 206.255 y en las últimas elecciones del 2013 según los datos del Consejo Nacional Electoral (CNE), 285.753 personas se empadronaron.

Gráfico 1. Número de Ecuatorianos empadronados en el exterior 2006-2013



Fuente: CNE

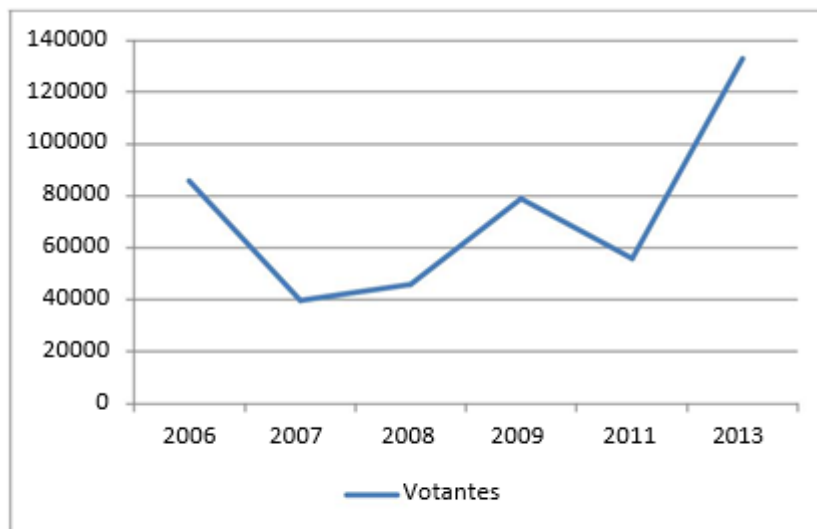
Elaboración: El autor

El dato sobre el padrón electoral de la «Quinta Región», y su incremento en los últimos años, es importante porque, a diferencia de lo que ocurre en el territorio ecuatoriano, al ser el sufragio facultativo para los ecuatorianos en el exterior, ellos tienen que inscribirse en el Consulado más cercano para constar en el padrón electoral³. Este hecho, el ejercicio de inscripción, constituye en sí mismo un acto de voluntad y deseo de participar en la vida política del país de origen, que es necesario tomar en cuenta y a partir de este universo realizar el análisis.

Al analizar el último dato del padrón electoral en relación con el total de población emigrante, los facultados para sufragar representan el 12,4%⁴. Sin embargo, las personas que efectivamente han ejercido su derecho al voto han variado según el tipo de elección. Las que más interés han despertado son las elecciones presidenciales (2006, 2009, 2013), siendo la última la de mayor participación en términos absolutos, cuando acudieron a sufragar desde

el exterior 133.007 ciudadanos; y la de menor participación fue las elecciones para elegir representantes a la Asamblea Constituyente del 2007 donde sufragaron 39.698 ciudadanos.

Gráfico 2. Número de votantes ecuatorianos en el exterior 2006-2013



Fuente: CNE

Elaboración: El autor

Ahora bien, si hacemos una lectura de participación en términos relativos, en relación con el padrón electoral, cuando hubo mayor porcentaje de participación fue en la primera elección presidencial del 2006 (59,8%)⁵. Pese a que en términos absolutos hubo más votantes en el 2013, en dicha elección presidencial participó el 46,5% del padrón de los ecuatorianos en el exterior y en el 2009 la cifra llegó al 42,7%. La tasa de variación electoral entre el 2009 y 2013 fue del 54,8% y la tasa de variación de votos totales entre el 2009 y 2013 fue del 68,5%⁶.

Aunque hay datos preliminares y resultados de la encuesta no los adjunto hasta no tener respuesta

Conclusiones

Hace ya una década, en el Ecuador del siglo XXI se produjo un “retorno del Estado”, el cual se pensó a partir de un proyecto político ideológico nacionalista, neo soberanista y abierto a las transacciones globales (Ramírez 2012) que reconstruyó un tejido socio-político que ha podido incluir en su lógica (idea-estado) y en sus esferas de acción política (sistema-estado) varias actividades gubernamentales más allá de sus fronteras, lo que ha dado paso a la formación de un estado-nación transnacional y a una suerte de nacionalismo transnacionalizado.

Agradecimientos

XXX

Referencias

[1] A. Bermúdez, A. Escriva, y N. Moraes, «Opportunities and costs of the political transnational field in the context of Colombian, Peruvian and Uruguayan migration to Spain», *Rev. Iuris*, n.º 16, 2014.

- [2] P. Boccagni y J. Ramírez, «Building Democracy or Reproducing ‘Ecuadoreanness’? A Transnational Exploration of Ecuadorean Migrants’ External Voting», *J. Lat. Am. Stud.*, vol. 45, n.º 4, pp. 721-750, 2013.
- [3] B. F. Suárez, «Calderón, L.: “Los superhéroes no existen”: Los migrantes mexicanos ante las primeras elecciones en el exterior, México, Instituto Mora, 2010, 172 pp.», *Migr. Publ. Inst. Univ. Estud. Sobre Migr.*, n.º 31, pp. 212-215, 2013.
- [4] G. Emmerich y V. Alarcón, *Sufragio Transnacional y Extraterritorial. Experiencias comparadas*. Ciudad de México: UAM-Iztapalapa, 2016.
- [5] «Constitución de la República del Ecuador». 2008.
- [6] «Constitución de la República del Ecuador». 1998.

The Influence of Cultural Topic Activities on Oral Communicative Competence with EFL A2 Level Students

Authors: Galarza Quezada Patricia del Carmen and Calle Calle Ana Maria

Place: University Language Institute (IUL) at Universidad de Cuenca, Cuenca Ecuador

patricia.galarza@ucuenca.edu.ec

Keywords: cultural awareness, communicative competence, sociocultural.

Abstract

Language and culture have an inseparable and mutually dependent relationship. Therefore, learning any new language without mindfulness of its culture remains incomplete. The goal of the present study was to see if cultural topics impact in anyway the increment of oral communicative competence in an A2 English level class at the Universidad de Cuenca during the September 2016 semester. This study was based on sociocultural theory, where second language students learn through interaction with peers and content-based instruction, which creates context-based communicative situations to acquire English as a foreign language. Quantitative and qualitative results of this study show that culture-themed activities do stimulate students to increase their oral communicative competence. Thus, it is the teacher's responsibility to lead students towards a full oral communicative competence, which can be achieved through culture-themed activities. Cultural awareness motivates students to understand and respect any target language's idiosyncrasies.

Introduction

Due to globalization, internationalization, and immigration, people all over the world are experiencing an explosive intercultural exchange. For years it has been known that culture and language are interwoven. (Crozet & Liddicoat, 1999; Jiang, 2000; Chahak & Basirizadeh, 2012; Frank, 2013; Heidari, Ketabi, & Zonoobi, 2014). In addition, Chahak and Basirizadeh (2012) define culture "as our continent, and as our collective identity" (p.522). Therefore, teaching a foreign language does not only include language skills but English cultural skills and cross-cultural communication abilities as well, and the lack or absence of culture can lead learners to miscommunications. In Ecuador, English teaching include the four language skills only, and culture is neglected. Many teachers are not aware of the fundamental aspects of including culture as part of the language (Yue, 2014). It is time to change this narrow view and broaden the language teaching scope to the implementation of culture as the fifth language skill in the language learning-teaching process (Tomalin & Stempleski, 2013). Consequently, the research question for this study is: To what extend do four culture topic activities improve students' oral communicative competence in EFL A2 level students?

General Objective: To establish the extent to which culture-themed activities (or cultural awareness) influence the development of the students' oral communicative competence.

Specific Objectives:

- To explore students' perceptions when practicing oral communicative competence with cultural-themed activities.
- To analyze the effect of cultural topics in the development of oral communicative competence in an EFL class.
- To evaluate whether students experience leads to enhancement of their oral communicative competence.

Methodology

This study uses a sequential embedded mixed method design in order to gather information by using quantitative and qualitative data collection instruments and strategies. The two ways of data gathering are combined in the analysis through connecting or embedding the data. The instruments used in this study were:

- A survey to gather information on students' interests on cultural topics.
- An oral pre-test right before the intervention by using the University Language Institute (ULI) speaking rubric, which was also used for the two oral quizzes and the oral post-test at the end of the study.
- A teacher's journal to gather information by observation during and after the cultural topics developed in class.
- A students' semi-structured interview and a students' perception rubric were applied.

This study is about acquiring English through the study of a content area, in this case, "Culture" therefore the teaching and learning process, was based on Content-Based Instruction (CBI) to develop oral communicative competence (Rodgers, 2006) (Tian & Wen-Wen, 2016). CBI creates context-based communicative situations in the same way as the sociocultural theory, thus students learn through interaction with peers and the subject-matter core. In addition, quantitative and qualitative data will be used to test Vygotsky's sociocultural theory as a framework in the learning-teaching process in language acquisition.

This study took place with an A2 English level class, of 29 willing participants. Four cultural topics were developed in class in a period of 36 hours. Chahak and Basirizadeh

(2012) argue that acquiring cultural knowledge in the teaching-learning process motivates students to use authentic language to develop authentic oral communication skills and to increase intercultural communicative competence.

Results and Discussion

The survey's results helped in the decision on the cultural topics to be implemented in the class syllabus. The students' perceptions rubric and the student's interview showed the most recurrent student answers related to the understanding of the culture and the language; such as, useful information that gained students' interest, vocabulary growth and the increase on their oral communicative competence. The teacher's journal shows that the majority of the students saw the benefits of using cultural topics while learning English. This journal displayed the most frequent topics, such as engagement, affectivity, productivity, attention, and use of the target language in class, which increased with each cultural topic.

The results of all the oral tests and quizzes are displayed in Figure 4. It is clear to see that between the pre-test and the first quiz on "Halloween and Thanksgiving", there was a slight increment, but if one observes the results of the first quiz and the second quiz on the "U.S. States and Music", there is not a significant statistical difference. In the same way, it seems that comparing the results of the second quiz with the post-test, there is no significant difference; therefore, there was stagnation in these two last tests.

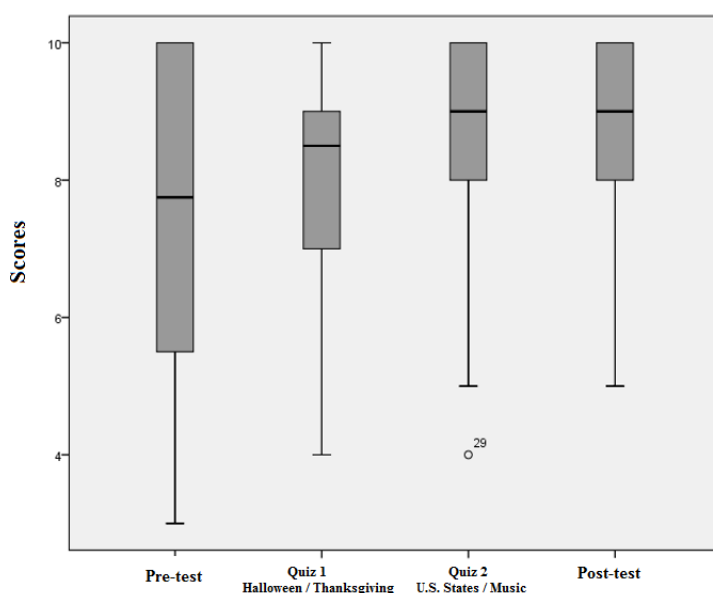


Figure 4. Scores attained in the Oral Quizzes and in the Pre- and Post- tests.

The data gathered in this research addresses the objectives of this study plus establishes the extent to which culture-themed activities influence the development of the students'

oral communicative competence. Both the quantitative and qualitative instruments used in this study have some limitations, but overall, they lead to a very important consideration, which is that oral communicative competence is positively influenced by the teaching of cultural knowledge in the context of EFL classes.

Conclusions

The use of cultural knowledge in EFL classes is an effective teaching tool. Even though the statistical analysis does not show a significant difference between the pre-test and the post-test, there is a positive tendency to reach communicative competence through the use of cultural topics. Based on several scholarly studies, such as Chahak and Basirizadeh (2012) and Dimas (2016) and Choudhury (2014), it is evident that teachers should be culturally aware but also willing to teach culture in the context of the English language class. Thus, the recommendation herein is to make cultural awareness in EFL teaching a mandatory component, this can be possible through cultural exchange programs as suggested by Yue (2014) or to attend workshops with native English speakers.

To conclude, the use of cultural topics in the classroom for the development of communicative competence is effective, based primarily on the interest it generates in students, according to the interviews.

La migración de retorno y cambio cultural en el cantón Sigsig, Ecuador

Cuenca- Ecuador. Arias Medina William Paul* y Blanca Nelcila Pesántez Calle. Universidad de Cuenca, proyecto Vlr “Migración Internacional y Desarrollo Local”. Calle La Condamine 12- 103, 010101, Cuenca-Ecuador. paul.arias@ucuenca.edu.ec

Palabras Claves: Retorno, migración, cambio cultural, actitudes, género.

Resumen

Los migrantes ecuatorianos suelen asimilar elementos culturales del país de destino. El propósito de este trabajo es proveer elementos que ayuden a comprender el cambio de actitud en migrantes retornados. Se analizan dimensiones de género y familia, relaciones con el sistema financiero, compromiso político, cultura del trabajo y etnicidad. Los datos utilizados forman parte del censo MIMM aplicado en el área urbana del cantón Sigsig en el año 2012 de la sección de migrantes retornados. Las diferencias fueron evaluadas usando las pruebas de McNemar y McNemar-Bowker.

Los resultados muestran diferencias en algunas dimensiones y en otras se mantienen los mismos patrones de comportamiento anteriores a la migración. En conclusión, se confirman algunos intercambios entre las actitudes y valores mantenidos en el país de origen y los obtenidos en el país de destino una vez que tiene lugar el retorno.

Introducción

El objetivo de la presente investigación radica en identificar cuáles son los cambios más significativos que muestran los migrantes retornados en diferentes ámbitos de su vida privada y de su participación en la comunidad.

La hipótesis del presente trabajo parte de reconocer que con la migración no siempre se evidencian cambios culturales. Los estudios existentes al respecto analizan los cambios provocados por la migración desde dos ópticas, la primera que analiza la situación de los familiares de migrantes que se quedan en Ecuador (Herrera, 2002 [1]; Escobar, 2013 [2];) y la segunda que informa de la situación de los migrantes que retornan (Rivera Sánchez, 2013 [3];; Schramm, 2011 [4];). En estos estudios, por un lado, se proporciona información que ratifica que existen ciertos modelos que se mantienen como por ejemplo las relaciones de dependencia de las mujeres con sus esposos que migran, sobre todo, en la administración de las remesas. Por otro lado, también existe información puntual sobre algunos cambios que se manifiestan luego del retorno como por ejemplo la educación menos violenta que proveen los padres retornados a sus hijos y su mayor participación en asociaciones locales.

Los estudios realizados sobre la migración de retorno cobran importancia sobre todo para los países latinoamericanos a partir del 2008 con la crisis financiera mundial. El incremento de los niveles de desempleo en España y Estados Unidos, afecta a la población local y más aún a los migrantes, por tal razón el retorno se presenta como una opción. Esta situación lleva a reconceptualizar la visión tradicional del retorno al país de emigración, que según Gil Araujo [5]; ha sido considerado como el cierre casi natural del proceso migratorio, en tanto se pensaba como permanente y definitivo (2013: 9). En contraposición a esta difundida idea, la misma autora, se refiere a una nueva emigración como estrategia para enfrentar la crisis, así como pasar unas temporadas en el país de origen y otras en el de destino cuando se ha adquirido la doble nacionalidad

Métodos

El presente trabajo utiliza datos de la sección de experiencia migratoria del censo Mecanismo de Monitoreo de Impacto Migratorio como parte del proyecto VLIR Migración Internacional y Desarrollo local aplicado al área urbana del cantón Sigsig, provincia del Azuay, Ecuador. Se utilizan el test de McNemar para datos nominales pareados para determinar si las frecuencias marginales son iguales y el test de McNemar-Bowker para las variables con más de dos categorías.

Resultados y discusión

La sección de retornados ($n=92$) incluye dimensiones de género y familia, relaciones con el sistema financiero, compromiso político, cultura del trabajo y etnicidad. Las tablas de contingencia construidas con el propósito se presentan a continuación.

En las tablas 1, 2 3 la diferencia entre lo que sucedía antes de la migración y luego del retorno la diferencia no es significativa. Los cambios mayores se observa primero en las actitudes favorables de los migrantes retornados a sus hijos varones y luego en la contribución de los hombres en las tareas del hogar.

Tabla 1: Género y familia

G1		Después del retorno		G2		Después del retorno		G3		Después del retorno	
		Sí	No			Sí	No			Sí	No
Antes de migrar	Sí	56	1	Antes de migrar	Sí	58	1	Antes de migrar	Sí	55	2
	No	4	4		No	2	4		No	4	2
chi2 = 1.80 (1) Prob>chi2 = 0.1797		chi2 = 0.33 (1) Prob>chi2 = 0.5637		chi2 = 0.67 (1) Prob>chi2 = 0.4142							

G4		Después del retorno					G5		Después del retorno				
		Distante	Regular	Buena	Cercana	Muy cercana			Distante	Regular	Buena	Cercana	Muy cercana
Antes de migrar	Distante	0	0	0	0	0	Antes de migrar	Distante	0	0	0	2	0
	Regular	1	3	0	0	0		Regular	0	6	0	2	0
	Buena	0	2	10	3	2		Buena	0	1	7	5	1
	Cercana	1	0	0	14	3		Cercana	1	0	0	7	1
	Muy cercana	0	2	1	0	11		Muy cercana	0	1	1	1	10
Symmetry: chi2 12.33 (7) Prob>chi2 = 0.0901 / Marginal homogeneity chi2 8.50 (4) Prob>chi2 = 0.0750							Symmetry: chi2 9.33 (7) Prob>chi2 = 0.2296 / Marginal homogeneity chi2 6.81 (4) Prob>chi2 = 0.1461						

G1: ¿Consulta(ba) a su pareja en la toma de decisiones referentes a gastos diarios del hogar?

G2: ¿Consulta(ba) a su pareja en la toma de decisiones de gastos mayores (reparaciones, refacciones, compra de terreno, casa)

G3: ¿Reconocen(ían) sus hijos, su autoridad?

G4: La relación con sus hijos varones era(es):

G5: La relación con sus hijas mujeres era(es):

Tabla 2: Género y familia (solo mujeres)

GM1		Después del retorno		GM2		Después del retorno		GM3		Después del retorno	
		Sí	No			Sí	No			Sí	No
Antes de migrar	Sí	7	0	Antes de migrar	Sí	1	0	Antes de migrar	Sí	1	0
	No	0	2		No	0	9		No	0	9
chi2 = . (1) Prob>chi2 = 1.000				chi2 = . (1) Prob>chi2 = 1.000				chi2 = . (1) Prob>chi2 = 1.000			

GM1: ¿Dependía(e) de la opinión/permiso de su pareja para asistir a eventos sociales sola?

GM2: ¿Tolera(ba), aguanta(ba) algún tipo de maltrato verbal por parte de su pareja?

GM3: ¿Tolera(ba), aguanta(ba) algún tipo de maltrato físico por parte de su pareja?

Tabla 3: Género y familia (solo hombres)

Tabla 57: Género y familia (solo hombres)											
GH1	Después del retorno			GH2	Después del retorno			GH3	Después del retorno		
	Sí	No			Sí	No			Sí	No	
Antes de migrar	Sí	38	3	Antes de migrar	Sí	26	7	Antes de migrar	Sí	29	4
	No	9	6		No	8	11		No	5	9
chi2 = 3.00 (1) Prob>chi2 = 0.0833 chi2 = 0.07 (1) Prob>chi2 = 0.7963 chi2 = 0.11 (1) Prob>chi2 = 0.7389											

GH1: ¿Ayuda(ba) en las tareas del hogar (ej. Cocinar, limpiar)?

GH2: ¿Realiza(ba) actividades recreativas con sus hijos varones?

GH3: ¿Realiza(ba) actividades recreativas con sus hijas mujeres?

En la tabla 4 existe una diferencia significativa en el uso del sistema financiero, esto se explica generalmente porque los pagos y envío de remesas se realizan a través de los bancos.

Tabla 4. Relación con el sistema financiero

				Después del retorno						
F1	Después del retorno		F2	Después del retorno						
	Sí	No		Cuenta de Ahorros	Cuenta Corriente	Solicitud de préstamos	Seguros	Hipotecas	Otros	
Antes de migrar	Sí	44	Antes de migrar	Cuenta de Ahorros	41	2	.	.	1	0
				Cuenta Corriente	0	5	.	.	0	0
				Solicitud de préstamos	.	.	.	.	.	.
	No	22	Antes de migrar	Seguros	.	.	.	.	.	.
				Hipotecas	0	0	.	.	0	0
				Otros	1	0	.	.	0	0
chi2 =22.00 (1) Prob>chi2 = 0.0000 Symmetry: chi2 4.00 (4) Prob>chi2 = 0.2615 / Marginal homogeneity chi2 4.00 (4) Prob>chi2 = 0.2615										

F1: ¿Hace(ía) uso del sistema bancario?

F2: Tipo de servicio del sistema bancario que utilizaba

En las tablas 5, 6 y 7 no se observan diferencias significativas respecto al compromiso político, la cultura del trabajo y tampoco en la etnicidad.

Tabla 5. Compromiso Político

CP1	Después del retorno		CP2	Después del retorno		CP3	Después del retorno		CP4	Después del retorno		CP5	Después del retorno	
	Sí	No		Sí	No		Sí	No		Sí	No		Sí	No
Antes de migrar	Sí	7	Antes de migrar	Sí	3	Antes de migrar	Sí	3	Antes de migrar	Sí	0	Antes de migrar	Sí	3
	No	8		No	4		No	6		No	2		No	8
chi2 = 0.07 (1) Prob > chi2 = 0.7963 chi2 = 0.82 (1) Prob > chi2 = 0.3657 chi2 = 1.00 (1) Prob > chi2 = 0.3173 chi2 = 0.33 (1) Prob > chi2 = 0.5637 chi2 = 1.33 (1) Prob > chi2 = 0.2482														

CP1: ¿Participa(ba) en juntas barriales?

CP2: ¿Participa(ba) en asociaciones locales?

CP3: ¿Asume(ía) como prioste?

CP4: ¿Ocupa(ba) puestos políticos locales?

CP5: ¿Participa(ba) en comités organizadores de fiestas patronales?

Tabla 6. Cultura del trabajo

CT1						CT2					

Referencias

- [37] G. Herrera. Migración y familia. Una mirada desde el género en Encuentro Ecuatorianistas (2002).
- [38] A. Escobar. Tras las huellas de las familias migrantes del cantón Caña en Congreso América Latina migrante: Estado, familias, identidades, G. Herrera (Ed.); J. Ramírez (Ed.). Flacso Ecuador (2008).
- [39] L. Rivera Sánchez, Migración de retorno y experiencias de reinserción en la zona metropolitana de la Ciudad de México. Revista Interdisciplinar Da Mobilidade Humana 21 (41) (2013) 55–76.
- [4]C. Schramm, Retorno y reinserción de migrantes ecuatorianos La importancia de las redes sociales transnacionales. Revista CIDOB d'Afers Internacionals, 93-94 (2011) 241-260.
- [25] S. Gil. Buscando la nación por el camino del retorno. Reflexiones sobre las políticas y el estudio del retorno en los actuales contextos de emigración/inmigración en Seminario Políticas públicas, migración familiar y retorno de la población migrante latinoamericana en Cataluña: una perspectiva transnacional. C. Pedone (Ed.). Barcelona (2013).

Logro educativo en Guatemala después del terremoto de 1976

Priscila Hermida

*Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Avenida 12 de Octubre 1076 y Roca. Quito
phermida062@puce.edu.ec.*

Palabras Claves: Educación, Desastres Naturales, Género.

Resumen

This paper provides causal evidence of the long-term consequences of the earthquake that hit Guatemala in 1976 on the educational attainment of Guatemalan children. I combine a unique Department-level dataset on the percentage of schools destroyed, and the percentage of people made homeless by the disaster, with individual survey data from the 2000 National Living Conditions Survey (ENCOVI). The identification strategy exploits the plausibly exogenous Department-by-cohort variation in the intensity of destruction as a unique quasi-experiment. The findings suggest significant, long-lasting detrimental effects on human capital outcomes of individuals who were in early childhood, or of school-going age in 1976. These children have fewer years of schooling on average in adulthood.

Introducción

Los desastres naturales, como huracanes, terremotos, inundaciones y sequías, trastornan la vida de las personas y sus familias. Estos eventos a menudo dan como resultado shocks de ingresos negativos debido a la pérdida de activos o vidas humanas, y tienen un efecto en las decisiones sobre la educación y la salud. Este trabajo se vincula con la literatura existente sobre las consecuencias de los desastres naturales sobre la formación de capital humano. Estas pueden darse de manera directa a través de cambios en la oferta y demanda de los servicios educativos y de salud. El daño a la infraestructura física puede aminorar la disponibilidad, e incrementar el costo, de la escolaridad y la atención de la salud. Un aumento en el costo de la educación —generado, por ejemplo, por costos más altos de viaje y transporte debido a la destrucción de escuelas cercanas— conduce a un descenso en la cantidad de servicios demandados por los hogares [1] y [2].

Del Ninno y Lundberg [3] presentan evidencia del impacto negativo de las inundaciones que afectaron a Bangladesh en 1998 sobre el crecimiento de niños menores a cinco años. Baez y Santos [4] observan al Huracán Mitch que devastó Nicaragua en 1998 y encuentran un incremento en la probabilidad de ser desnutrido de los niños que viven en áreas golpeadas por el desastre y un incremento del 100% en el porcentaje de estudiantes que también trabajan. Santos [5] evalúa los efectos de los dos terremotos ocurridos en El Salvador en 1991 sobre la asistencia a la escuela y el trabajo infantil, y encuentra una reducción en la matrícula y un incremento en la probabilidad de los niños trabajar fuera del hogar. Este estudio examina cómo el terremoto de 1976 afectó la escolaridad de los niños en Guatemala a largo plazo y proporciona evidencia empírica de los efectos de un desastre natural en las personas en un país pobre.

Métodos

El diseño de investigación considera al terremoto como un experimento natural equivalente a un shock negativo aleatorio, y explota la variación en la intensidad de su

impacto a lo largo de varios Departamentos y de varias cohortes utilizando un modelo de econométrico de Diferencia en Diferencia. La intensidad del terremoto se mide por el porcentaje de aulas destruidas como secuela del mismo. El resultado analizado es el nivel de escolaridad completa medida en años.

Set de Datos

La información sobre los estudiantes proviene de la Encuesta de Medición de Condiciones de Vida (ENCOVI) llevada a cabo por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) en el año 2000, 24 años después del terremoto. De la encuesta también se obtiene información sobre el día, mes y año de nacimiento, género, residencia urbana o rural, etnicidad y años de escolaridad de cada persona. Se registra el Departamento de nacimiento y el Departamento de residencia del encuestado en el año 2000, e información sobre el nivel de escolaridad y ocupación de ambos padres. La intensidad del desastre se obtiene de cifras de aulas destruidas en cada Departamento [6].

Modelo de Diferencia en Diferencia

La ecuación estimada es:

$$Y_{idt} = a + (Affected_{it} * I_d) + r_t + q_d + p' X_{idt} + \epsilon_{idt}$$

Donde Y_{idt} es el la escolaridad del estudiante i , viviendo en el Departamento d , y nacido en el año

t . $Affected_{it}$ es una variable binaria igual a uno si el individuo pertenece a una cohorte afectada, y a cero

en el caso contrario. I_d captura la intensidad de la destrucción del terremoto en el

Departamento d , y mide el porcentaje de aulas destruidas en cada Departamento. $\hat{\epsilon}$ es el estimador de diferencia en diferencia y captura el efecto de exposición a la intensidad del daño causado por el terremoto sobre la

escolaridad en la edad adulta. X_{idt} es un vector de características como género, residencia urbana o rural, etnicidad, y educación y ocupación de los padres, intensidad de la guerra civil y Departamento y año de nacimiento.

Resultados y discusión

La Tabla 1 presenta las estimaciones de los efectos del terremoto en los años de escolaridad de la cohorte 1 (de 2 a 0 años de edad en febrero de 1976, o nacidos hasta dos años después) y la cohorte 2 (de 4 a 9 años de edad en febrero de 1976). Se reporta el tamaño del “efecto implícito”, es decir, el efecto del aumento de una desviación estándar en la intensidad del desastre sobre los años de escolaridad.

Las columnas de la (1) a la (3) muestran que la intensidad de la destrucción del terremoto tiene un efecto negativo y estadísticamente significativo sobre la escolaridad de los niños que ya estaban en la escuela. Este efecto es robusto frente a la inclusión en el modelo de la ocupación del padre. El efecto es equivalente a una reducción de 0.4 años de escolaridad, dada la distribución de los años de educación. Los resultados para la cohorte 1 muestran que el efecto de la destrucción en la escolaridad es negativo, pero menor en magnitud. El coeficiente de la intensidad en la columna (4) es negativo y estadísticamente significativo después de controlar por la educación materna, pero su tamaño se reduce a la mitad. El parámetro no es significativo después de incluir la escolaridad y la ocupación

del padre. El efecto implícito del shock es igual a 0.04 de una desviación estándar, o una reducción de 0.2 años de escolaridad.

Un año adicional de escolaridad del padre o de la madre se asocia con un incremento de 0.3 años de escolaridad en los estudiantes. Los niños cuyos padres estaban en la categoría ocupacional “Jornalero”, tienen en promedio 1.13 años menos de logro educativo, probablemente debido a menor ingreso del hogar.

Tabla 1. Efectos de la destrucción de aulas durante el terremoto de 1976 sobre la escolaridad de los adultos en 2000.

Tabla 1: Destrucción de aulas y escolaridad

VARIABLE	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
% de aulas destruidas	-0,01733 ** (0.007)	-0,01796 ** (0.008)	-0,01752 ** (0.008)	-0,00798 ** (0.004)	-0,00855 * (0.005)	-0,00814 (0.005)
Educación del padre	0,63036 *** (0.035)	0,42773 *** (0.033)	0,41513 *** (0.034)	0,55432 *** (0.036)	0,32879 *** (0.035)	0,32297 *** (0.032)
Educación de la madre		0,31535 *** (0.044)	0,30303 *** (0.040)		0,31914 *** (0.026)	0,3051 *** (0.026)
<u>Ocupación del padre:</u>						
Jornalero			-1,13541 *** (0.211)			-1,13078 *** (0.218)
Trabajador asalariado			-0,14779 (0.298)			-0,22905 (0.318)
Trabajador independiente			0,28808 (0.170)			0,16923 (0.260)
Otro tipo de trabajador			-0,53291 (0.659)			-0,27757 (0.518)
R2	0,462	0,495	0,505	0,471	0,506	0,513
N	2091	2017	2017	2374	2287	2287

Errores estándar en paréntesis * $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.001$.

Conclusiones

Este estudio examina cómo el terremoto de 1976 afectó en el largo plazo el desempeño académico de los niños de Guatemala. Los hallazgos indican que el terremoto tuvo un efecto negativo sobre los años de escolaridad completados de las dos cohortes analizadas. Un aumento de la desviación estándar en la destrucción del terremoto reduce en promedio la educación en 0.4 años para los adultos que tenían de 4 a 9 años de edad en 1976. El efecto es menor –una reducción de 0.2 años– para los adultos que en 1976 tenían de 2 a -2 años de edad.

La inclusión en el modelo de variables relacionadas con el nivel socioeconómico del hogar al momento del desastre natural reducen el nivel de significancia estadística del coeficiente de destrucción de aulas para la cohorte de niños menores, sugiriendo que, para este grupo de edad, el ingreso o la riqueza familiar compensó los eventos adversos que redujeron la escolaridad. Así mismo, características de los padres como la educación y la categoría ocupacional, están relacionadas con el número de años de escolaridad medidos en la edad adulta.

Referencias

- [40] Becker, G. Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education. Chicago, University of Chicago Press (1964) 1993. 3rd ed.
- [41] Becker, G. A Treatise on the Family, Harvard University Press (1991).
- [42] Ninno, C, y Lundberg, M.; "Treading water: The long-term impact of the 1998 flood on nutrition in Bangladesh," Economics and Human Biology, Elsevier. Vol. 3(1) (2005) 67-96.
- [43] Baez, J. E., y I. V. Santos. "On Shaky Ground: The Effects of Earthquakes on Household Income and Poverty" ISDR/RBLAC Research Project on Disaster Risk and Poverty (2008).
- [44] Santos, I. Disentangling the effects of natural disasters on children: 2001 earthquakes in El Salvador, Doctoral Dissertation, Harvard University (2010).
- [45] González, H. y Serrano, J. "Proyecto para la inversión educativa en el área afectada por el terremoto del día 4 de febrero de 1976" en Memorias Simposio Internacional sobre el Terremoto de Guatemala del 4 de febrero de 1976 y el proceso de reconstrucción. Guatemala, (1978), 765-787.

Arte y género: Reflexiones en torno a la cultura visual en Cuenca 1890-1950

Montes Sánchez, Esperanza Macarena

Universidad de Cuenca

Facultad de Artes
Av. 12 de Octubre y Diego de Tapia
Cuenca, Ecuador
macarena.montes@ucuenca.edu.ec

Palabras Claves: Academia, género, Cuenca, patrimonio artístico, historiografía

Resumen

El presente trabajo tiene por objetivo releer el contexto histórico y cultural de la ciudad de Cuenca 1890 -1940, cuando se instauran las escuelas de bellas artes en el país y, concretamente, la Escuela de Pintura y Litografía en Cuenca. Este estudio se realizará en clave de género, para repensar a través del arte, la dinámica social de estas instituciones, entendiendo la diversidad y especificidad de las mujeres.

Tras la conformación de los estados naciones modernos en Ecuador y los ideales del pensamiento ilustrado, lo académico pasa a formar parte de la esfera pública, lo que nos permite mirar con un enfoque crítico y reconocer las opresiones y los privilegios por medio de los discursos de la sociedad patriarcal. Nos referimos a que al institucionalizarse el arte, al partir de la evidencia documental, se pueden reinterpretar los discursos colectivos.

El valor de los documentos consultados, algunos nunca antes publicados, han permitido concluir que no existió ausencia de las mujeres en el arte cuencano, como lo muestra gran parte de la historiografía artística, pero sí factores sociales que limitaron su producción y su ascenso profesional, además, la institucionalización del arte provocó una infravaloración de ciertos géneros artísticos vinculado a lo manual y femenino desde una hegemonía patriarcal y occidental.

Introducción

A partir de la década de los años setenta en algunas universidades estadounidenses y europeas y en el caso ecuatoriano en los ochenta, surge un esfuerzo intelectual, desde la academia, por los estudios sobre la historia de la mujer como sujeto de análisis. Desafortunadamente aún en estudios recientes, las mujeres son restringidas al ámbito de lo doméstico y como soporte del marido, a modo de ejemplo, en un estudio del año 2009, financiado por el municipio cuencano y avalado por otras instituciones públicas, se publica en forma de cuadernos destinado a los estudiantes, una investigación titulada la Pintura cuencana. Época Republicana [1]. De las cuarenta y siete bibliografías que se señalan de los artistas cuencanos de esta época, solo una, es una mujer artista, pero además, lo que se destaca de las esposas de estos artistas, por ejemplo, cuando se señala la biografía del escultor Daniel Alvarado, se indica, a manera de virtud, que su esposa

Luz Sempértegui fue una señora “muy abnegada en el hogar y gran colaboradora de su esposo”, describiéndola como subalterna

La ausencia de mujeres artistas en la historiografía del arte “universal”, latinoamericano y ecuatoriano es una obviedad. La actitud de las academias frente a la participación de las mujeres en las mismas, fue, desde su fundación, como afirma Patricia Mayayo [2], contradictoria y ambigua. El ingreso a estas instituciones podía ser negado, circunscrito a un determinado número de alumnas o clasificado el aprendizaje según el sexo. Por otra parte, estas mujeres artistas no gozaron de los mismos privilegios que sus compañeros varones, por ejemplo, no podían acceder a becas ni a premios artísticos, ni participar en grandes salones. Tampoco podían acceder a las clases de dibujo al desnudo ni dictar clases.

Métodos

El enfoque metodológico que se utilizará combina elementos de la investigación en técnicas historiográficas como la larga duración y la microhistoria tras un trabajo arduo de recopilación de datos en archivos y la selección de fuentes primarias, secundarias y alternativas, documentos y testimonios, para proceder al análisis y difusión de datos. El estudio profundiza en el correlato de la vida cotidiana, en los testimonios de los actores y actrices, teniendo en cuenta las subjetividades y los imaginarios que construyen la unidad de nuestro estudio.

La escala en la que se enmarca este estudio es regional, entendiéndola como una construcción política y simbólica con diversos actores y actrices donde la clase social o el género provocaron micro dinámicas particulares con respecto a otras unidades geográficas y sociales en el proceso de construcción nacional.

Resultados y discusión

La participación de la mujer y su contribución al patrimonio artístico en la época de nuestro estudio, fue una actividad dinámica y cotidiana. Este dinamismo, sin embargo, se vio silenciado por la comunidad científica debido a las dificultades de encontrar e interpretar estos registros en las fuentes documentales y por la falta de interés en esta línea investigativa hasta hace algunas décadas.

El paradigma de la institucionalización del arte y sus relaciones con las ideas de modernidad, la cotidianidad o las relaciones de género pueden seguir planteando nuevos estudios desde otros contextos y otras academias de bellas artes. La historiografía del arte ecuatoriano necesita un análisis profundo de las relaciones de género desde una mirada transversal con rigor académico

Conclusiones

Las sociedades de finales del siglo XIX y primera mitad del siglo XX, confinaban a las mujeres al ámbito doméstico y privado sin que se permitiese su participación en actividades artísticas y culturales de las que se ocupaban los hombres. Estas barreras sociales fueron traspasadas por algunas mujeres para evitar la exclusión, en un espacio de falta de libertades, lo que nos permite visibilizar el papel de las mujeres en las instituciones artísticas como creadoras y analizar los factores institucionales y sociales que limitaban su producción.

Referencias

- [1] Cordero, J.: Pintura cuencana. Época republicana. Serie Núcleo Histórico. Cuaderno 2. Cuenca: Ed. Bienal Internacional de Cuenca. (2009).
- [2] Mayayo, Patricia: Historia de mujeres, historia del arte. Madrid: Ediciones Cátedra (2011).

Registros históricos de los sistemas vestimentarios. El devenir del traje ecuatoriano.

Taña Escobari
www.uta.edu.ec

Resumen ampliado

El eslabón perdido de los sistemas vestimentarios

El estudio de los sistemas indumentarios a través de registros históricos ha sido escasamente tratado por la comunidad académica en Ecuador. Tal situación ratifica la pérdida del eslabón histórico en la documentación del vestido ecuatoriano, especialmente en el vestido regional. El estudio de los sistemas indumentarios a través de registros históricos ha sido objeto de estudio común para sociedades occidentales, al respecto el estudio de la indumentaria española lo divide en indumentaria histórica, tradicional, popular, litúrgica e incluso militar (Sousa, 2007). Tal situación difiere para América atina, y dentro de la poca bibliografía disponible sobre el vestido en América Latina es mínima la referida en Ecuador. Estudios en que la indumentaria ha sido abordada de forma indirecta se ha enfocado a la vestimenta indígena o en personajes como la Chola cuencana y la Mama Negra efectuado por Weismantel (2003).

Una obra de referencia resulta ser el apartado América del Sur que Patricia Rieff (2004) en su libro Historia del Vestido dedica al estudio de la indumentaria andina, dentro del cual tipifica al indumento como traje regional y configura el atuendo masculino, femenino, peinados, tocados, accesorios y joyas. Otra obra de relevancia resulta ser Costume and Identity in Highland Ecuador en la que Rowe y Meisch (1998) presentan un análisis del traje y los textiles de la región andina del Ecuador. Estas obras mantienen un enfoque desde la naturaleza de sus disciplinas; sin embargo esta temática ha sido escasamente tratada desde la dimensión del diseño.

Tal situación ratifica la pérdida del eslabón histórico en la documentación del vestido ecuatoriano, especialmente en el vestido regional. Por ello el presente trabajo abriga la investigación sobre el diseño como aquella investigación que estudia el origen y la naturaleza de los artefactos de diseño, como el indumento (Manzini, 2014). Desde la dimensión del diseño apoyado en las ciencias de la historia y sociología, el objetivo del presente trabajo es generar una estructura metodológica para la recopilación, revisión y análisis de registros históricos del traje ecuatoriano basado en temporalidades.

Pollard (2011), especifica que existen varias evidencias históricas para el análisis del vestido. Así, para el abordaje del traje prehispánico existen representaciones únicamente en la escultura de cerámica debido a que la preservación de textiles de ese periodo es precaria y escasa. Se puede referenciar prendas arqueológicas o prendas en miniatura creadas para ofrendas religiosas de países vecinos como Perú. Y el traje ilustrado por Felipe Guamán Poma que presenta en más de 400 dibujos las jerarquías, los sistemas de vida, y usanzas (Rieff, 2008, Guamán, 1980).

Para el traje colonial, las fuentes principales son documentos legales de archivo como testamentos, minutas, facturas e impuestos, pues para este período es notoria la carencia de fuentes pictóricas. Sin embargo el número de fuentes de carácter visual aumenta a partir del siglo XIX, debido al mayor número de viajeros que llegan al Ecuador. En este

período aparecen pinturas, grabados de tipos, acuarelas de trajes locales e imágenes fotográficas tempranas. Al mismo tiempo aparecen los relatos de viajeros de extranjeros que llegaron al país, entre ellos: científicos, oficiales, embajadores, aventureros y artistas. Para Romero (2000) resultan ser invalorable fuentes de información pues aproximan a los usos y costumbres de la vida cotidiana. Finalmente solo hasta el siglo XX existen trajes reales (Fogg, 2014).

Al hacer alusión a registros de carácter histórico se considera el devenir primordial de las fuentes documentales escritas y de archivo, como lo afirma Rowe (2011), depende de fuentes visuales y textuales pues tales recursos pictóricos disponibles cubren en su mayoría elementos importantes del vestido. Esta riqueza de fuentes halladas en registros históricos dan cuenta de que los sistemas indumentarios siempre están determinados por el contexto político y social, en el que se encuentran. El traje es un portador de valores jerárquicos, políticos, económicos de quien lo usa. (Rowe, 2011; Zambrini 2009)

Metodología

El trabajo presenta una estructura metodológica para la recopilación, revisión y análisis de registros históricos basada en temporalidades. La estrategia colabora con la definición de las tipologías de los sistemas indumentarios ajustados a nuestra realidad como: traje regional, traje popular, traje cultural, traje litúrgico, y traje militar. La estrategia metodológica aborda un análisis de la imagen y una triangulación cultural que basada en una serie de fichajes estudian los registros de carácter histórico como las fotografías etnográficas, pues estos instrumentos aparte de documentar los trajes hacen referencia a sus portadores, su relación social y situación familiar. Cada cuadro etnográfico da cuenta de la temporalidad del registro histórico. (Milton, 2013; Raymond, 2010)

Resultados

Los resultados esperados planean la construcción de discursos y visualidades de los sistemas indumentarios desde una perspectiva histórica y social que aportan a la memoria colectiva de Ecuador, como fuente de consulta para los actores sociales inmersos en el diseño y la difusión de imágenes sobre sistemas indumentarios que permiten su visualización mediante recursos documentales, gráficos y textuales.

Conclusiones

Los eslabones y lagunas frustrantes en la documentación del vestido, especialmente en el vestido regional ecuatoriano indican la necesidad primordial de estudiar los sistemas vestimentarios. Este tipo de investigación completa los eslabones históricos, no inexistentes si no carentes de estudio, y permiten construir y escribir la historia del traje ecuatoriano.

Finalmente el estudio aporta hacia una mirada más profunda y menos superficial del vestido. Pues el traje nos permite determinar a lo largo de la historia que la sociedad ecuatoriana ha sido altamente estratificada, evidencia de ello los registros de los sistemas vestimentarios. Así el vestido, portador de un lenguaje complejo, nos separa de nuestros congéneres y tiene la capacidad de filiarnos con otros. Es un determinante visible o público de identidad que nos viste, nos reviste o nos disfraza. Es un artefacto digno de ser ampliamente estudiado.

Palabras clave

Vestimenta, traje, historia, registros, Ecuador

Referencias Bibliográficas

Comba, M. (1977). Trajes regionales españoles. Velázquez.

Fogg, M. (2014). Moda toda la historia. Barcelona: Blume.

García, N. (1990). Culturas Híbridas. México: Grijalbo

Guaman Poma de Ayala, F. (1980). 1615 El Primer Nueva Crónica y buen gobierno. Copenhagen, Biblioteca Real de Dinamarca.

Pollard, A. (2011). Costume and History in Highland Ecuador. Austin: Universidad de Texas.

Raymond, M. (2010). Tendencias: qué son, cómo identificarlas, en qué fijarnos, cómo leerlas. Promopress.

Rieff, P. (2008). Historia del vestido. Barcelona: Blume.

Romero, X. (2000). Quito en los ojos de los viajeros: el siglo de la ilustración (No. 28). Editorial Abya Yala.

Milton, A. (2013). Métodos de investigación para el diseño de producto. Blume: Barcelona.

Rowe, A. P., & Meisch, L. (1998). Costume and identity in highland Ecuador.

University of Washington Press.

Rowe, A. P. (2011). Costume and History in Highland Ecuador. Austin: University of Texas Press.

Experiencias en la implementación del modelo Flip Learning

Carrión Andrade Galo, García Alvaro Luis 2, Urgilés Cárdenas José 3

1 Universidad de Cuenca, Facultad de Artes, Av. 12 de Octubre, Cuenca, Ecuador.
galo.carrión@ucuenca.edu.ec

2 Universidad de Cuenca, Facultad de Artes, Av. 12 de Octubre, Cuenca, Ecuador.
luisgarciaestatal@gmail.com

3 Universidad de Cuenca, Facultad de Artes, Av. 12 de Octubre, Cuenca, Ecuador.
jose.urgiles@ucuenca.edu.ec

Palabras Claves: flip learning, pedagogía, blended learning, metodología de la investigación, tecnología musical

Resumen

El presente estudio corresponde a la primera etapa del proyecto de investigación “Diseño de experiencias del modelo Flipped Learning aplicado a tres áreas de conocimiento en facultades de la Universidad de Cuenca” que se refiere al scoping review y a la implementación de la pre-clase de las cátedras de Metodología de la Investigación y Tecnología Musical II.

Como parte del proyecto se decidió producir una serie de videos para el componente asincrónico del modelo. El estudio recoge los hallazgos encontrados durante esta etapa en tres grandes grupos: la plataforma, la estructura del guion y las características de los videos. La plataforma se refiere al soporte tecnológico mediante el cual los estudiantes acceden a los videos así como a estrategias de evaluación formativa. La estructura del guion aborda recomendaciones para adaptar el contenido del sílabo a un guion de pre-clase y finalmente se revisan las características y requerimientos técnicos de los videos.

Introducción

El sistema educativo se enfrenta a nuevos retos y paradigmas, muchos de ellos relacionados con la intrusión de las nuevas tecnologías, no únicamente dentro de los ambientes académicos sino probablemente, y más importante, como un eje que atraviesa todos los aspectos de nuestra vida y que determinan la forma en que generamos, modificamos, compartimos y consumimos contenidos (Manovich, 2013, p. 25). Dentro de la academia este aspecto obliga a pensar en nuevas formas de mirar el proceso de enseñanza-aprendizaje que se adapte a las necesidades de sus usuarios y los roles que tanto docentes como estudiantes deben adquirir en estos nuevos contextos.

Así, el *Flipped learning* (FL) o aprendizaje invertido propone eliminar ciertas actividades que tradicionalmente se realizaban dentro de las clases presenciales para que estas se encarguen de actividades de mayor nivel cognitivo (Betihavas, Bridgman, Kornhaber, & Cross, 2016a; Lai & Hwang, 2016; Melo & Sánchez, 2017), mientras la pre-clase se encarga de los niveles bajos de la taxonomía de Bloom (Hussey, 2015).

En este contexto, el objetivo de este estudio es compartir las experiencias de la implementación y evaluación de la pre-clase, como una guía para la creación e implementación del modelo en otras cátedras.

Métodos

Los métodos utilizados en esta etapa se refieren al *scoping review* que guió la producción de los videos. Además se aplicó un cuestionario para la evaluación del efecto FL y entrevistas participativas (Bergold & Thomas, 2012).

El *scoping review*, como parte de la investigación preliminar, identificó 15 estudios pertinentes para el desarrollo del marco conceptual y principios de diseño. Los artículos debían ser originales y los estudios debían haberse realizado en estudiantes universitarios y de posgrado sin discriminar país o asignatura de enseñanza, entre otros criterios. Posteriormente se realizó una búsqueda manual que incorporó dos estudios adicionales.¹

El cuestionario de evaluación del efecto FL valoró los métodos de enseñanza, el tiempo dedicado a la pre-clase, el compromiso del aprendizaje, la satisfacción con el material y el aprendizaje relacionado con aspectos emocionales.

El componente cualitativo fue realizado mediante entrevistas participativas no estructuradas a los estudiantes de las diferentes cátedras y cuyo objetivo era entender de mejor manera tanto el contexto en el que los estudiantes se aproximan a los videos así como evaluar los videos desarrollados.

Resultados y discusión

De los 17 estudios revisados solamente uno—*Development of an instructional design model for flipped learning in higher education*—aborda con detalle la implementación del modelo en sus dos partes: pre-clase y clase. Los estudios restantes evalúan la aplicación del modelo en diferentes cátedras o el uso de recursos en etapa específicas. Teniendo en cuenta la información encontrada en el *scoping review* se estableció el diseño del modelo FL a implementar. En la pre-clase se presta una mayor atención a la plataforma, el guion de contenidos y los requerimientos tecnológicos.

Utilizando criterios relacionados con las características tecnológicas, didácticas, organizativas y económicas se analizaron las plataformas Edmodo, Google Classroom y Moodle. Debido al nivel de prestaciones y evaluación positiva en los requerimientos planteados se eligió Moodle. En esta plataforma los estudiantes accedieron a los videos y luego a cuestionarios y foros a modo de evaluación formativa, que cumple con el objetivo de verificar el aprendizaje y aumentar la revisión de contenidos.

Adicionalmente, con base en el *scoping review*, se decidió realizar la pre-clase de las dos cátedras en diferentes formatos de video. El primer paso fue elaborar el guion de pre-clase, una breve descripción de su estructura se refiere a desarrollar una **1.** introducción clara y establecer los objetivos de la pre-clase, **2.** incluir el esquema de contenidos a ser abordado en el video (Smith and McDonald 2013), **2.1** desarrollar cada uno de los puntos del esquema utilizando ejemplos o visualizando los conceptos con gráficos o dibujos (Bush 2013; Goodwin and Miller 2013; Shim 2013). Finalmente se recomienda realizar un **3.** cierre donde se recapitule los conceptos o definiciones revisados y un avance de los siguientes puntos a tratar.

Los resultados del cuestionario y las entrevistas participativas realizadas a los estudiantes se relacionan con el material de la pre-clase. Por nombrar algunos, los estudiantes sugieren la inclusión de ejemplos relacionados con sus carreras pero al mismo tiempo evalúan como positiva la representación gráfica de conceptos o ejemplos a pesar de no pertenecer a su disciplina, pues les ayuda a entenderlos fácilmente. También recomiendan

la inclusión de transcripciones en el video, del contenido en formato de texto y la posibilidad de que estos se puedan descargar para poder acceder a ellos sin necesidad de conexión a la red.

Para finalizar, en lo referente a las características de los videos, la duración se encuentra entre 4 y 8 minutos. Se sugiere establecer una duración máxima de 20 minutos (Mason et al., 2013; Smith and McDonald 2013). En el reproductor del video es importante el control de velocidad (Bush 2013; Goodwin and Miller 2013; Hattie 2008). En cuanto a la calidad de audio es necesario eliminar sonidos que puedan causar distracción (Mason et al., 2013; Smith and McDonald 2013).

Conclusiones

Los resultados de este estudio proveen recomendaciones sobre la implementación de la pre-clase en el modelo FL, que pueden ser aplicadas a otras áreas del conocimiento y que son de importancia en la medida en que no existen guías adecuadas. La estructura de la pre-clase se ha detallado a través de los referentes encontrados y se han ampliado algunos elementos que pueden mejorar la experiencia en el modelo FL.

La aplicación del modelo FL realizada hasta la fecha muestra una satisfacción en la experiencia, un incremento en la seguridad, motivación, y confianza en el proceso aprendizaje de los estudiantes en las dos cátedras implementadas.

Referencias

- [1] Manovich, L. (2014). *Software takes command*. New York: Bloomsbury.
- [2] Betihavas, V., Bridgman, H., Kornhaber, R., & Cross, M. (2016, 03). The evidence for 'flipping out': A systematic review of the flipped classroom in nursing education. *Nurse Education Today*, 38, 15-21. doi:10.1016/j.nedt.2015.12.010
- [3] Lai, C., & Hwang, G. (2016, 09). A self-regulated flipped classroom approach to improving students' learning performance in a mathematics course. *Computers & Education*, 100, 126-140. doi:10.1016/j.compedu.2016.05.006
- [4] Melo, L., & Sánchez, R. (2017, 01). Análisis de las percepciones de los alumnos sobre la metodología flipped classroom para la enseñanza de técnicas avanzadas en laboratorios de análisis de residuos de medicamentos veterinarios y contaminantes. *Educación Química*, 28(1), 30-37. doi:10.1016/j.eq.2016.09.010
- [5] Hussey, H. D., Richmond, A. S., & Fleck, B. (2015, 07). A Primer for Creating a Flipped Psychology Course. *Psychology Learning & Teaching*, 14(2), 169-185. doi:10.1177/1475725715592830
- [6] Bergold, Jarg & Thomas, Stefan (2012). Participatory Research Methods: A Methodological Approach in Motion [110 paragraphs]. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, 13 (1). Art. 30, <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs1201302>.
- [7] Lee, J., Lim, C., & Kim, H. (2016, 12). Development of an instructional design model for flipped learning in higher education. *Educational Technology Research and Development*, 65(2), 427-453. doi:10.1007/s11423-016-9502-1
- [8] Smith, C. M., & McDonald, K. (2013, 11). The Flipped Classroom for Professional Development: Part II. Making Podcasts and Videos. *The Journal of Continuing Education in Nursing*, 44(11), 486-487. doi:10.3928/00220124-20131025-93
- [9] Bush, M. D. (2013). Educational technology points of inflection: what MOOCs, flipped classrooms, and OLPC teach us about individualization of learning. *Educational Technology*, 53(6), 60-63.
- [10] Goodwin, B., & Miller, K. (2013). Evidence on flipped classrooms is still coming in. *Educational Leadership*, 70(6), 78-80.
- [11] Shim, H. (2013). A commentary on the flipped classroom instructional model. Paper presented at the 30th Symposium on Mathematics Education. Seoul, Korea.

- [12] Mason, G. S., Shuman, T. R., & Cook, K. E. (2013, 11). Comparing the Effectiveness of an Inverted Classroom to a Traditional Classroom in an Upper-Division Engineering Course. *IEEE Transactions on Education*, 56(4), 430-435. doi:10.1109/te.2013.2249066
- [13] Hattie, J. (2008). Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement. New York: Routledge.

Reporte de Investigación: Crédito y Educación para refugiados en Ecuador

Rivera María-José 1*

Pesántez Blanca 2

1 Proyecto VLIR de Migración y Desarrollo, Facultad de Psicología, Universidad de Cuenca, La Condamine 12-

103, 010101, Cuenca, Ecuador. Correo: mjose.riverau@ucuenca.edu.ec

2 Proyecto VLIR de Migración y Desarrollo, Facultad de Filosofía, Universidad de Cuenca, La Condamine 12-

103, 010101, Cuenca, Ecuador. Correo: blanca.pesantez@ucuenca.edu.ec

Palabras Claves: Educación, Capacitación, Crédito, Refugiados, Ecuador

Resumen

La normativa ecuatoriana, nacional y local, busca garantizar el acceso a educación y a crédito productivo de las personas que se hallan en condición de refugio, a la luz del enfoque de soluciones duraderas. Cuenca constituye un ‘laboratorio’ interesante para este estudio puesto que es uno de los centros urbanos que acoge a esta población, a la vez que es una ciudad considerada de buena calidad de vida. Este reporte de investigación busca exponer sobre el acceso, por parte de los refugiados en Cuenca, al crédito y a educación y capacitación. Con este objetivo, se presentan datos de la Encuesta sobre la Situación Laboral de la población colombiana en condición de Refugio en Cuenca (2015- 2016), del Proyecto VLIR Migración y Desarrollo. Se encontró que el acceso de este colectivo a educación y crédito es aún deficiente, pero que los motivos son, cuando menos, ambiguos y se requiere de futuras investigaciones.

Introducción

La Constitución ecuatoriana del 2008 es reconocida como de avanzada en cuanto al tema de refugio. Adicionalmente, el enfoque de soluciones duraderas es propuesto por las Naciones Unidas [2] y acogido por el estado en la reciente Ley Orgánica de Movilidad Humana. A abril del 2017 se han reconocido a 60 610 refugiados, con una proporción de 1.1 respecto al género, y cuyo 95.6% es de origen colombiano [3].

Los refugiados colombianos generalmente enfrentan condiciones desfavorables en comparación con los locales [4-7]. Los obstáculos para la integración social están relacionados con estereotipos por nacionalidad del sujeto [4, 8], los cuales se ven reflejados en actitudes discriminatorias tales como la negación del alquiler de una vivienda [8] o de una oportunidad de trabajo [4, 6, 8]. El acceso a actividades productivas es prioritario ya que mediante esta inserción ellos acceden a otros servicios. No se encontraron estudios sobre el aspecto laboral de este grupo en Cuenca. Sin embargo, entrevistas exploratorias concluyen que las dificultades de inserción laboral se dan en dos frentes: 1) Dificultades para insertarse al mundo laboral debido a bajos niveles de instrucción, falta de redes de amigos y familiares, resistencia de los empleadores a contratar personas refugiadas debido a los trámites extras, entre otros y 2), irrespeto a los derechos laborales, como el pago de remuneraciones menores al SBU o jornadas mayores a 8 horas.

Estudios sobre los factores de éxito para que los refugiados alcancen su autonomía señalan la necesidad de que estos cuenten con acceso a recursos humanos y financieros, lo que implica la necesidad de buscar alternativas a créditos convencionales, así como mejorar la accesibilidad a cursos de capacitación [9]. Una experiencia positiva es la iniciativa del ACNUR y el Fondo Rotativo de Crédito en Lago Agrio [10].

Cuenca constituye un ‘laboratorio’ interesante para estudiar los temas de crédito y educación sobre la población refugiada puesto que es uno de los centros urbanos que acoge a esta población, a la vez que es una ciudad considerada de buena calidad de vida [11-14].

Nuestra hipótesis de trabajo sostiene que existe la necesidad de ofrecer soluciones duraderas para los refugiados en Ecuador, y que su acceso a créditos productivos y educación (entendida como el reconocimiento de su formación y capacitaciones) son factores importantes. Por ello, el objetivo de este reporte es proporcionar un punto de partida para futuras investigaciones que contribuyan a mejorar la calidad de vida de este grupo.

Métodos

El método utilizado es la estadística descriptiva. Los datos utilizados provienen de la Encuesta sobre la Situación Laboral de la población colombiana en condición de Refugio en Cuenca (2015-2016), cuya población de estudio corresponde a personas colombianas en situación de refugio que residen en la ciudad de Cuenca y que se encuentren en edad de trabajar. La muestra es de 247 individuos, $e=0.05$, y $c=95\%$.

Resultados y discusión

La población estudiada muestra una simetría respecto al género y tiene un promedio de 34,6 años de edad. En cuanto a su estado civil, el 50 % se encuentran casado o en unión libre. El 90% declara haber alcanzado su mayor nivel educativo en Colombia, siendo Secundaria y Bachillerato las que alcanzan mayor frecuencia (75% juntas). La media de número de años viviendo en Cuenca es de 6,4 años y el 83,4% de los encuestados se encuentra ejerciendo una actividad productiva.

Tabla 1. Información Sociodemográfica

Variable	Obs	Media	Desv. Est.	Min	Max
Género	247	1.506073	.5009783	1	2
Edad	247	34.68016	10.73171	16	72
Estado Civil	247	3.97166	2.12496	1	6
Nivel Educativo (EC)	24	3.541667	1.020621	2	5
Nivel Educativo (CO)	223	3.762332	1.062047	1	6
Años viviendo en Cuenca	247	6.38417	6.256406	.04	44
Situación laboral	247	1.910931	1.119016	1	5

Elaboración de las autoras, basada en la Encuesta sobre la Situación Laboral de la población colombiana en condición de Refugio en Cuenca (2015-2016).

Se encuentra que sólo 20 de las 98 personas que declararon tener un negocio propio (autoempleados) han solicitado un crédito para su negocio. Los encuestados declaran que 15 de estas solicitudes fueron aprobadas. Estas solicitudes han sido hechas en un 95% hacia bancos o cooperativas y el monto solicitado oscila principalmente entre los 2000 y 5000 USD. Por último, el 51% de autoempleados indica no tener acceso a otros servicios financieros tales como tarjetas o cuenta de ahorros o corrientes.

Tabla 2. Acceso al Crédito productivo

Variable	Obs	Media	Desv. Est.	Min	Max
Solicit. Créd. productivo*	98	1.795918	.4051011	1	2
Ofertante del crédito	20	1.7	.5712406	1	3
Monto del crédito solíc. (\$)	20	4795	3792.024	600	15000
Acceso a servic. financ.*	98	1.510204	.502466	1	2

Elaboración de las autoras, basada en la Encuesta sobre la Situación Laboral de la población colombiana en condición de Refugio en Cuenca (2015-2016).

Se encontró que sólo el 80% indica haber realizado estudios académicos o de capacitación en Cuenca y sólo el 50% las ha encontrado útiles para encontrar un empleo, pero el porcentaje sube a 65% cuando hablamos de los autoempleados. Solo 30 de los encuestados han realizado la convalidación del título obtenido en Colombia, el cual corresponde usualmente a la educación media. Al preguntar la razón para no convalidar indican la dificultad de los trámites, el desconocimiento del proceso, o que no han visto la necesidad de hacerlo.

Tabla 3. Acceso a Educación y Capacitación (en Cuenca)

Variable	Obs	Media	Desv. Est.	Min	Max
Ha realizado estudios en Cuenca*	247	1.793522	.4055992	1	2
Utilidad para encontrar empleo*	51	1.509804	.5048782	1	2
Convalidación de título*	247	1.878543	.3273214	1	2
Nivel del título convalidado	30	2	.8304548	1	4

(*) Indica variables tipo *dummy*, asignadas así: 1 para casos positivos y 2 para casos negativos.

Elaboración de las autoras, basada en la Encuesta sobre la Situación Laboral de la población colombiana en condición de Refugio en Cuenca (2015-2016).

Se trata de una población heterogénea, mayoritariamente de nivel educativo medio. Los resultados en cuanto al acceso al crédito resultan ambivalentes puesto que aunque existe una tasa importante de aprobación de créditos, esta no es consistente con la de acceso a servicios financieros. Se encuentra una tasa baja de acceso a capacitaciones y estudios académicos. Sin embargo, los incentivos para la convalidación de títulos y realización de estudios o capacitaciones parecen ser también insuficientes.

Conclusiones

Este reporte ha permitido establecer un punto de partida para futuros estudios en torno al tema de refugio en Cuenca y Ecuador. Los puntos más interesantes encontrados son: 1) resultados ambivalentes en cuanto al acceso al crédito, puesto que aunque existe una tasa importante de aprobación de créditos, esta no es consistente con la de acceso a servicios financieros. 2) se encuentra una baja tasa de acceso a capacitaciones y estudios académicos, a la vez que los incentivos para la convalidación de títulos y realización de estudios o capacitaciones parecen ser insuficientes.

Agradecimientos

A la Universidad de Cuenca y a la Universidad de Amberes, que mediante convenio VLIR-UOS desarrollan el Programa VLIR-IUC, a los estudiantes quienes colaboraron en el levantamiento de información y a ACNUR por la cooperación técnica y financiera.

Referencias

- [1] ACNUR. Integración en el Ecuador para personas refugiadas y solicitantes de la condición de refugiado (2015) 1-24
- [2] ONU. Soluciones duraderas. Guía operativa preliminar. (2017) 1-44
- [3] Ministerio de relaciones exteriores; Oficio Nro. MREMH-DPIN-2017-0086-O
- [4] ACNUR; Personas refugiadas hoy en Costa Rica: Sus voces, retos y oportunidades (2012)
- [5] A. Carreño; Refugiados colombianos en Ecuador y Venezuela: impacto de las políticas para superar la desigualdad en el acceso a los bienes y servicios públicos. En Pobreza, Desigualdad y Salud en América Latina. Buenos Aires: CLACSO (2013)
- [6] FLACSO-ACNUR; Refugiados urbanos en Ecuador. Estudio sobre los procesos de inserción urbana de la población colombiana refugiada, el caso de Quito y Guayaquil. Quito (2011)
- [7] A. Orellana y V. Smith-Castro; Encuentros y desencuentros en Cuenca: Análisis de las relaciones intergrupales entre población local y personas en situación de movilidad humana de origen colombiano en la ciudad de Cuenca. Cuenca (2014)
- [8] C. Ortega y O. Ospina; No se puede ser refugiado toda la vida. Quito: FLACSO (2012)
- [9] R. Fong, N. Bridget Busch, M. Armour, L. Cook Heffron y A. Chanmugam; Pathways to Self-Sufficiency: Successful Entrepreneurship for Refugees, Journal of Ethnic and Cultural Diversity in Social Work, 16:1-2, (2007) 127-159
- [10] ACNUR. Microcréditos: Refugiados demuestran en Lago Agrio que “son de fiar” (06 de noviembre 2013).
URL: <http://www.acnur.org/noticias/noticia/microcreditos-refugiados-demuestran-en-lago-agrio-que-son-de-fiar/>
- [11] Ñ. Almeida; Normativa y Políticas Públicas sobre Inmigración Extranjera en la ciudad de Cuenca Ecuador a partir de la Constitución de 2008: Tesis de Maestría, Universidad de Cuenca (2016)
- [12] International Living; Cuenca, Ecuador. URL:
<https://internationalliving.com/countries/ecuador/cuenca/> (2017)
- [13] INEC; Reporte de Economía laboral Marzo 2016. Ecuador en cifras (2016).
- [14] Colectivo Ciudadano Cuenca para Vivir Bien. Lanzamiento de la IV Encuesta Calidad de Vida en Cuenca. (2017) 1-2

La región azuayo-cañari y el sombrero de paja toquilla: Patrimonio, trabajo y enfermedad. 1920-1960.

Cuenca- Ecuador. Méndez Mora Cecilia del Carmen. Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Carrera de Sociología. Calle Remigio Romero y Lorenza Piedra s/n.

Cuenca-Ecuador, cecilia.mendez@ucuenca.edu.ec

Palabras Claves: región, mujeres, trabajo a domicilio, crisis económica-social, enfermedad

Resumen

La historia social de las mujeres trabajadoras tejedoras del sombrero de paja toquilla, está ligada a la confección de este peculiar y fino objeto artesanal, al tejerlo entraron en la memoria histórica de la región azuayo-cañari. Sin embargo, su registro histórico, parecemostrarnos una sola dimensión: la patrimonial, a cuya sombra aún se esconde la historia y las reflexiones sociológicas vinculadas al trabajo a domicilio, a la crisis y a la expansión de la tuberculosis. Me propongo sacar a luz esta dimensión social, cuyo resultado permitirá observar cómo las memorias: la escrita y la oral, se entrelazan para configurar la existencia de una economía de subsistencia, de hambre y enfermedad que afecto a las mujeres y a sus familias. Al parecer existe una línea de continuidad en el tiempo, que muestra cómo este trabajo hasta el día de hoy es “valorado” como objeto artesanal al margen de las condiciones sociales de su producción.

Introducción

El tema que me propongo abordar cuenta con un **estado del arte** organizado en los siguientes corpus reflexivos bien diferenciados. El primero tiene que ver con los estudios levantados en torno al sombrero de paja toquilla como objeto artesanal. Destaca el aporte de María Leonor Aguilar “Tejiendo la Vida” (Aguilar, 2009 [1] y Víctor Manuel Alborno, “Cuenca y su industria de tejidos de sombrero de paja toquilla (Alborno, 1949 [2]. El segundo corpus de reflexión tiene que ver con el campo de la literatura, donde destaca el aporte de Gonzalo Humberto Mata: “Juan Cuenca” (Mata, 1956 [3]) el mérito de su obra, consistió en la denuncia social a través de cuestionar a las grandes casas exportadoras de sombreros, su obra contribuyó a configurar el tema social de los grupos subalternos y explotados de la región. Un tercer corpus teórico lo desarrolla, Luis Monsalve Pozo, quien con su obra: “El sombrero de paja toquilla”, puso por primera vez en reflexión y escritura la explotación laboral, el hacinamiento habitacional, la tuberculosis, el analfabetismo de la mayoría del pueblo de la región centro-sur (Monsalve Pozo, 1943 y 1952 [4], 23-35).

Otro corpus reflexivo fue el construido por Leonardo Espinoza: “Cuenca y su provincia, tejiendo su historia, hasta la confección de la paja toquilla” (Espinoza, 1993 [5] 111-120), contribución que se inscribe en el afán de documentar la historia económica de Cuenca y su región, Espinoza se convirtió junto con Silvia Palomeque: “Cuenca en el siglo XIX: la articulación de una región” (Palomeque, 1990 [6] 23-45) en los primeros investigadores en sacar a luz la presencia de los tejedores de la paja toquilla, desde la primacía de la acumulación del capital de la región, actividad que enriqueció a determinadas casas exportadoras de Cuenca y de Azogues. No obstante, sus estudios y reflexiones no

repararon en la presencia mayoritaria de las mujeres en la labor del tejido del sombrero de paja toquilla, ni en las consecuencias de la enfermedad y sus efectos sobre la familia campesina y suburbana de la época. Por otra parte existe una importante hemeroteca, que muestra la problemática social a la que se vieron abocados los hombres y las mujeres de la época de estudio, cuyas vidas se vieron entretejidas con las hebras de paja con la que confeccionaron los sombreros de paja toquilla.

Teniendo como antecedente estos corpus teóricos-reflexivos que conforman el estado del arte del tema, manifiesto que el tejido del sombrero de la paja toquilla ha caracterizado a la región centro-sur del Ecuador, cuyas raíces étnicas la vinculan con el pueblo cañari, “pueblo laborioso y honrado” (Burgos, 2003 [7] 22-25; Idrovo, 2005, [8] 101), de quien heredaron su creatividad e iniciativa, características que lo convirtió en uno de los pueblos de mayor significación de la región. Esta actividad artesanal se hace presente en la región a partir de 1844, fecha en la que se crea la primera escuela de tejido del sombrero de paja toquilla, que en su inicio fue practicada únicamente por hombres. Luego sobreviene el auge del tejido de sombreros ligado a la construcción del Canal de Panamá que marcó la etapa de mayor desarrollo de esta actividad artesanal y selló el destino de su población mayoritariamente campesina y suburbana, en la que destacó la participación de las mujeres, además de los y las adolescentes e incluso los niños de la familia, tornándose esta labor en un trabajo familiar a domicilio.

La presencia social-cultural de estas mujeres no se encuentra registrado en la historia regional, por lo que un **objetivo** de la presente ponencia es ponerlas en evidencia. Situadas en los límites de lo urbano-rural, estas mujeres, se vieron involucradas en una dinámica que vinculó al campo y a la ciudad e hizo parte de un boom económico que enriqueció a contadas familias de Cuenca y Azogues. A pesar de ser la fuerza laboral que sostuvo todo un proceso de acumulación de capital, fueron sobre todo, el sustento más firme del sostenimiento del hogar, cuya contrapartida social-histórica-cultural, fue decisiva en la continuidad de la familia y su destino. Empero, esta realidad, se encuentra oculta, como si sólo importará su labor de trabajadora del sombrero de paja toquilla, e incluso en este ámbito se resalta al objeto artesanal, más que a las sujetas sociales que los tejen y, en tanto es objeto artesanal, se convierte en Patrimonio (Rotman, 2011 [9] 56). Entonces, el reconocimiento de estas trabajadoras se encuentra mediada por el objeto artesanal, en tanto que su presencia mayoritaria, unida a su resistencia social, elementos fundantes de la denominada “economía moral de la multitud” (Thompson, 2000 [10] 235- 237) parece estar ausente

El trabajo implementado para la confección del sombrero de paja toquilla tuvo como consecuencia letal para las trabajadoras del sombrero y su familia, la presencia de la enfermedad, que debilitó no sólo su cuerpo sino también su alma. Dicha enfermedad fue la temible tuberculosis, “enfermedad perversa, invencible” según definición de Susan Sontag: “La enfermedad y sus metáforas. El sida y sus metáfora” (Sontag, 1996 [11] 62), se hace presente en los cuerpos frágiles de mujeres campesinas, mayoritariamente rurales que sienten debilitarse a causa de la “muerte blanca”. Al ser está una enfermedad de la pobreza y expresión de una magra vida de privaciones, constricciones y prohibiciones, afecta a los grupos subalternos del mundo, en especial a las mujeres, cuyos cuerpos no alcanzan a retener la vida que galopa hacia la finitud. Dicha finitud tiene como necesario correlato al cuerpo entidad a la que Roy Porter: lo entiende como una frontera fluida, con capacidad de error y de desvío, la enfermedad es una manifestación de ello. (Porter, 2002 [12] 245-255).

A la luz de antecedentes y argumentación señalada, la pregunta central o hipótesis que planteo elucidar es: *¿Cómo éstas mujeres articularon la producción de sombreros de paja toquilla, en medio de condiciones de profundización de la crisis económica del período, la intensificación del trabajo a domicilio y la aparición de la tuberculosis. Tres elementos disolventes de sus formas tradicionales de vida, que las obligó al mismo tiempo a desarrollar estrategias de resistencia y sobrevivencia, Cuáles fueron éstas y en qué circunstancias se dieron?*

Metodología

La metodología que emplearé se basa en la comprensión de lo subalterno, a partir de Antonio Gramsci (Garretana, 1998 [13] 245 275) “Antonio Gramsci al margen de la historia. Historia de los grupos sociales subalternos” que lo trabaja a partir de la comprensión de la subordinación o de “rango inferior” asumida como una condición de amplio alcance que cubre: el género, la clase, la edad, la casta, la diversidad religiosa, la diversidad sexual, cuyo eje central lo constituye las diferentes formas de consciencia de la subordinación, de donde deviene la noción de agente y agencias y su necesario correlato que es la autonomía.

Por otro lado la metodología también se basará en la “huella indiciaria” de Carlo Ginzburg: “El hilo y las huellas” (Ginzburg [14] 45-52), que permite el acercamiento al objeto de estudio a partir del entretrejimiento de lo social con las estrategias individuales de resistencia. “Fragmentos” de vida de las mujeres tejedoras de sombreros, plasmados en manifiestos, escuetas notas de periódicos, en los relatos de la crónica roja, en las procesiones religiosas de turno, o en los oficios que las matronas de Cuenca escribieron retratándolas como seres desvalidos, a quienes había que asistir. Detalles indiciarios, que han actuado como disolvente de antiguos paradigmas que se fijaron más en los macrodetalles, como la gran crisis de los años 20, las exportaciones e importaciones de sombreros que narran la historia de los exportadores y sus proezas, allende sus riquezas y cruzadas. Ahora se trata dar cuenta de los relacionamientos ininterrumpidos de la fina urdimbre de la vida cotidiana de las mujeres tejedoras de sombreros y en la que se mezclan elementos de análisis de la macro y micro historia y de la sociología. Este abordaje da cuenta ya no sólo de la economía, sino de los signos culturales, conductas, mentalidades, escenarios heterogéneos y diversos como la vida de las mujeres investigadas.

La información que recoge esta investigación, proviene de fuentes primarias y originarias como las del Archivo del Ministerio de la Cultura y Patrimonio, el Archivo Histórico de la Casa de la Cultura, Núcleo del Azuay, la hemeroteca del diario El Mercurio, Pero también se nutre de información que brindan fuentes secundarias como los datos que proporciona el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural -INPC-, institución que se esfuerza por preservar el Patrimonio Cultural Inmaterial de la región. Obras impresas como la de Diego Armus y Silvia di Licio vinculadas con la enfermedad de la tuberculosis y su relación con las condiciones de existencia de las mujeres dedicadas a la confección de prendas de vestir. Publicaciones recogidas en Revistas sobre la Región, impresas a partir de las investigaciones sociales del ex Instituto de Investigaciones de la Universidad de Cuenca, otra publicación importante fue la Revista del Instituto del Folclore Azuayo, que impulsó la Casa de la Cultura. Núcleo del Azuay, que reporta información acerca de los “indicios” culturales de la región

Por otro lado un aporte necesario, es aquel que proviene de la información terciaria vinculada a la moderna obtención de búsqueda vía on line, o en forma virtual. Información que ha permitido organizar mejor la reflexión sobre el tema, sus contextos, sus coincidencias, sus diferencias. Elementos que contribuyen a ampliar la visión del tema y a enriquecerlo. Tales el caso de las publicaciones de Historia Social del Colegio de México. De la Universidad de la Plata. Acceso que se facilita por el ingreso virtual a centros de Documentación y Bibliográficos importantes como la FLACSO. La Universidad Andina Simón Bolívar.

Resultados y discusión.

Los resultados tienen que ver con la interpretación y/o construcción de una reflexión y narración histórica a partir de los sectores sociales subalternos, donde las mujeres alcanzan su propia agencia social, lo que permite superar una visión asentada en la historia económica y en la visión patrimonialista, que no alcanzan a darlas un lugar. El resultado mayor que persigue la investigación, es contribuir a poner en discusión la existencia social de estas mujeres, las que, requieren ser tomadas en cuenta para la elaboración de una política pública, que las devuelva la condición de sujetos sociales e interlocutoras políticas con el afán de mejorar y/o cambiar sus condiciones cotidianas de vida.

Por otro lado, en el campo de las contribuciones de otros estudios sobre el tema, tenemos por ejemplo, la línea del “Patrimonio cultural e Inmaterial” estos han servido de insumo para impulsar la producción del sombrero de paja toquilla propiciado por las Casas exportadoras o de comerciantes intermediarios interesados en la acumulación de capital. Desde la visión patrimonial-artesanal, interesa más a nuestra reflexión, la obra “tejiendo la Vida” de Leonor Aguilar, pues se ocupa, aunque de manera escueta, de las peligrosas condiciones de vida las tejedoras de sombreros de las provincias de Azuay y Cañar. En cambio, una obra que permite una potente reflexión acerca del tema, es la Luis Monsalve Pozo, y G. Humberto Mata, sus contribuciones permiten observar como la vida de estas mujeres trabajadoras del sombrero fue llena de privaciones, explotación y subordinación y la necesidad de reconocerlas como seres humanos y actoras -“agentes”- sociales.

En el campo de la enfermedad una obra que se acerca a una de las directrices de esta investigación, es la D. Armus, S. di Luccio y María Dolores Bolívar, pues desmitifican la enfermedad de la tuberculosis como características de los “románticos” para ponerla en el sitio de su origen que es la sobre explotación de su fuerza de trabajo, unida a la condición de subordinación y dependencia de la mujer en todos los niveles.

Por otro lado, contribuir a recuperar la condición de sujetos social-histórica y política de las mujeres tejedoras del sombrero de paja toquilla, se convierte en una necesidad de reconocimiento y “acto de aparición” ligado a la necesidad de afinar una línea de investigación que dé cuenta de los innumerables actores y sujetos sociales, histórico-políticos-culturales de la región.

Conclusiones

Los resultados de la propuesta tienen que ver con la necesidad de conformar una línea de investigación y/o indagación de la historia social-política y cultural de la región, su desarrollo muestra como abanico la existencia de innumerables actores sociales que,

superan los límites del trabajo como relación capital-trabajo y se proyecta como una relación social que permite el enlazamiento de factores que tienen que ver con la ruptura o continuidad familiar, con la enfermedad y la muerte, con la sociabilidad y la religiosidad, elementos que hacen parte de la resistencia social que permitió su sobrevivencia individual y grupal.

Referencias

- [1] M.L. Aguilar: Tejiendo la vida. (Ed.) Centro Interamericano de Artesanías Populares (2009)
- [2] V.M. Albornoz: Cuenca y su industria de tejidos de sombrero de paja toquilla. (Ed.) Talleres del I. Municipio de Cuenca (1949).
- [3] G.H. Mata: Juan Cuenca. (Ed.) Casa de la Cultura Ecuatoriana, Núcleo del Oro. CIDAP (1978).
- [4] L. Monsalve Pozo: El sombrero de paja toquilla. (Ed.) Talleres de la Universidad de Cuenca (1952).
- [5] L. Espinoza: Cuenca y su provincia, tejiendo su historia, hasta la confección de la paja toquilla; en Retos del Austro: Instituto de Investigaciones Sociales -IDIS- (1993) 27-40.
- [6] S. Palomeque: Cuenca en el siglo XIX: la articulación de una región. (Ed.). FLACSO-Abaya-Yala (1990).
- [7] H. Burgos: La Identidad del Pueblo Cañari: De-construcción de un nación étnica (Ed.). Abaya-Yala (2003).
- [8] J. Idrovo: Tomebamba: Primera fase de conquista en los Andes Septentrionales. En Revista del Archivo Nacional de Historia. Sección Azuay. (1986). 15-42.
- [9] M Rotman: La Artesanía como Patrimonio Cultural: Consensos y Tensiones en la Ambigüedad de un Campo Disputable en Reflexiones en torno al Patrimonio: Ministerio Coordinador de Patrimonio, (2011).3-18).
- [10] E.P. Thompson: Costumbres en común. (Ed.). Crítica. (2000).
- [11] S. Sontag: La enfermedad y sus metáforas. El sida y sus metáforas (Ed.). Muchnik Editores S.A, (2006).
- [12] R. Porter: *Historia del cuerpo* en Historia y Teoría Social. (Ed.). Amorrortu editores). (2000).
- [13] V. Garretana: Gramsci, Antonio. Al margen de la historia. Historia de los grupos sociales subalternos. Cuadernos de la cárcel. Tomo 6. (ed.). Fondo de Cultura Económica. México D.F. (1999).
- [14] C Ginzgurg: El hilo y las huellas. (Ed.). Fondo de Cultura Económica. México D.F. (2010).

Validation of the Experimental Procedure used to Determine Bedload Transport Rates in Steep Channels with Coarse Sediment

**Carrillo Serano, Verónica M. 1* , Pacheco Tobar, Esteban A. 1 , Astudillo Matute
Washington S. 1 , Padilla Guarnizo, Carlos R 1 .**

*1 Laboratorio de Hidráulica y Dinámica de Fluidos/Departamento de Ingeniería, Facultad de
Ingeniería, Universidad de Cuenca, Av. 12 de Abril y Av. Loja, Apartado: 01.01.168, Cuenca,
Ecuador.*

veronica.carrillo@ucuenca.edu.ec.

Key Words: bedload, steep channel, transport rates, experimental methodology, ICivil.

Abstract

The current study presents an experimental procedure to determine bedload sediment transport rates in channels with steep slope and coarse sediment. The simulations were performed in a laboratory tilting flume. From the experimental results a mathematical bedload transport model were obtained through multiple linear regression. The experimental model transport rates are compared with some equations presented in literature that has been obtained under similar conditions. Based on the comparison, it is stated that the experimental model is closely similar to a model developed for gravel bed rivers. Therefore, it can be concluded that the experimental model developed in this study is validated for rivers with steep slopes and coarse sediment particles.

Metodologías de decisión multicriterio para planeación energética en zonas rurales del Ecuador

Sigüencia Sigüenza Oscar M., Pires Neves Luis M. , Sempertegui Álvarez Rodrigo E.

Cuenca-Ecuador. Av. Primero de mayo L 8 y Lizardo Abad.

1 Instituto Politécnico de Leiria, Escuela superior de tecnología y gestión, Rúa Dom Álvaro Abranches Noronha,

*2411 901, Leiria, Portugal. 2152200@my.ipleiria.pt **

2 Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería, Av. 12 de abril, 010202, Cuenca, Ecuador.

3 INESC Coimbra, Rua Sílvio Lima, Coimbra, Portugal

Palabras Claves: Planificación energética, decisión multicriterio, Electre TRI

Resumen

La planificación energética rural requiere de un análisis riguroso en la determinación de alternativas energéticas para el suministro de energía eléctrica, ya sea mediante la extensión de redes eléctricas, con el aprovechamiento de recursos energéticos locales, tales como la energía solar fotovoltaica, energía eólica o mediante sistemas híbridos. Para ello, se consideran varios criterios de selección para la evaluación de un conjunto de alternativas definidas, estos son: económicos, técnicos, sociales y ambientales. Por tanto, se requiere hacer uso de herramientas que puedan ayudar en la toma de decisiones para la selección de la mejor alternativa, teniendo en cuenta que el proceso de decisión es el estudio de la identificación y elección de alternativas basadas en las preferencias de los decisores y en los valores cualitativos o cuantitativos calculados o determinados en los criterios de selección.

En este artículo se hará una revisión de los métodos de decisión multicriterio en planificación energética, que son una herramienta que reduce la subjetividad en la toma de decisiones mediante la creación de una serie de filtros de selección y ayuda a la elección entre alternativas del tipo complejas o con conflictos entre sí, la elección de la metodología multicriterio deberá adaptarse a todas estas restricciones establecidas en la modelización del problema. El resultado final dependerá siempre de la combinación que mejor satisfaga al decisor final y será un resultado apenas dado como válido en la perspectiva del decisor.

Keywords: Energy planning, multi-criteria decision, Electre TRI

Abstract

Rural energy planning requires a rigorous analysis in the determination of energy alternatives for the supply of electric energy, either through the extension of electricity grids, using local energy resources such as photovoltaic solar energy, wind energy or through hybrid systems. So, several selection criteria are considered. Therefore, several selection criteria are considered for the evaluation of a set of defined alternatives, these are: Economic, technical, social and environmental. Accordingly, it is necessary to make use of tools that can help in decision making for the selection of the best alternative, considering that the decision process is the study of the identification and choice of alternatives based on the preferences of the decision makers or in the qualitative or quantitative values calculated or determined in the selection criteria.

In this article, will review the multi criteria decision methods in energy planning, that are a tool that reduces subjectivity in decision making by creating a series of selection filters and helps to choose between complex or conflicting alternatives. The choice of the multicriteria methodology must be adapted to all these constraints established in the modeling of the problem. The result will always depend on the combination that best satisfies the final decision maker and will be a result hardly given as valid from the perspective of the decision maker.

1. Introducción

La cobertura del servicio de energía eléctrica en zonas rurales en Ecuador sigue siendo menor en comparación con el área urbana, 89.03% vs 94.77%[1], esto debido principalmente a mayores restricciones que se tiene que enfrentar al momento del análisis de factibilidad de los proyectos entre las cuales están: la baja demanda, difícil acceso, aspectos ambientales y principalmente debido a los altos costos que implican una extensión de red eléctrica[2]. La planificación energética en áreas rurales define problemas complejos cuando se trata de la implementación de fuentes con energías alternativas, ya que un incorrecto análisis puede conllevar a situaciones como un mal dimensionamiento de los equipos, afectación del medio ambiente, problemas asociados a temas sociales o a un sobre costo del proyecto[3]. Las características, tendencias o rangos de aplicación son elementos relevantes para la recopilación de información precisa para la selección de métodos de decisión.

Al intervenir varios criterios con diferentes magnitudes y objetivos ya que en algunos casos estos tienden a ser maximizados como por ejemplo la aceptación social de la energía, y en otros casos minimizados como en el caso de los costos de inversión en un sistema energético.

Los métodos de decisión multicriterio (MCDM) permiten el análisis simultaneo de más de una función objetivo, lo cual permite realizar el análisis de un conjunto de alternativas definidas en función del potencial de los recursos energéticos locales con la utilización de uno, varios o una combinación de estas fuentes de energías. De acuerdo a recopilaciones de estudios realizados[3]–[6], alternativas energéticas del tipo solar y eólica son una clara opción para suministro de energía eléctrica a zonas rurales. Este tipo de alternativas vienen ligadas directamente a la distribución de las viviendas. En el caso de comunidades con gran dispersión de viviendas, los sistemas individuales domiciliarios resultan más baratos y si las viviendas están muy concentradas, las microrredes suelen ser las opciones más aceptables [3].

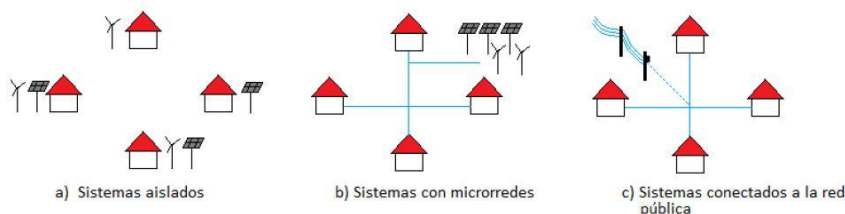


Fig. 1. Configuraciones para sistemas de electrificación rural, adaptado de Ochoa Ramón [7]

El principio es que se deben crear alternativas que mejor alcancen los valores especificados para la situación de decisión. Lo ideal sería crear la mejor alternativa posible utilizando la menor cantidad de tiempo, esfuerzo y recursos, pero de manera realista[8].

Los criterios de evaluación son los factores que pueden permitir elegir entre una u otra alternativa propuesta. Estos podrán ser cualitativos o cuantitativos y deberán ser definidos tomando en consideración todos los aspectos relevantes para hacer fiable la aceptación de una u otra alternativa.

Además de criterios técnicos y económicos los cuales han sido los que más se han considerado hasta finales de los años 90 [2], se plantearán 2 aspectos adicionales, sociales y ambientales relevantes para la formación de la matriz de evaluación.

En el análisis de las fuentes de energía, el Ecuador tiene un alto potencial solar con una radiación media horizontal entre 3 - 4 Kwh/m²/día [4], [9]. Otro de los recursos es el eólico, principalmente en la región sierra y donde se pueden considerar muchos proyectos factibles para generación de energía eléctrica a pequeña y gran escala[9]–[11]

2. Métodos de decisión multicriterio (MCDM) y aplicación a planificación energética.

En su dimensión más básica un proceso de toma de decisión puede concebirse como la elección por parte de un centro decisor (un individuo o un grupo de individuos) de «lo mejor» entre «lo posible». Los problemas analíticos surgen a la hora de definir «lo mejor» y «lo posible» en un determinado contexto decisional (...) El valor de las variables de decisión que satisfacen las restricciones constituyen lo que se denomina el conjunto factible o alcanzable que estructura y formaliza lo que se entiende por lo posible. Este conjunto puede ser continuo (esto es, existen infinitas soluciones factibles) o discreto (esto es, existe un número finito de soluciones factibles)[12].

En el libro Análisis de las decisiones multicriterio de Carlos Romero [12], se hace una clasificación de 3 tipos de metodologías que se pueden utilizar según el tipo de problemas a estudiar (ver Fig. 2).

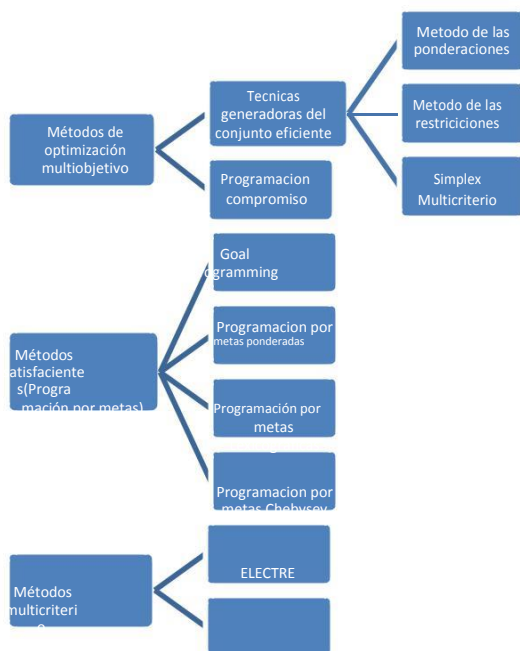


Fig. 2. Clasificación de MCDM en análisis de decisiones Multicriterio[12]

2.1 Métodos de optimización multiobjetivo.

La programación multiobjetivo, también llamada optimización vectorial, constituye un enfoque multicriterio de gran potencialidad cuando el contexto decisional está definido por una serie de objetivos a optimizar que deben de satisfacer un determinado conjunto de restricciones. Como la optimización simultánea de todos los objetivos es usualmente imposible, pues en la vida real entre los objetivos que pretende optimizar un centro decisor suele existir un cierto grado de conflicto, el enfoque multiobjetivo en vez de intentar determinar un no existente óptimo pretende establecer el conjunto de soluciones eficientes o Pareto óptimas. Debe indicarse que la programación multiobjetivo utiliza información estrictamente técnica sin incorporar en el análisis las preferencias del decisor. Una de las principales desventajas de este método es que la utilidad se reduce considerablemente en problemas decisionales de un tamaño elevado [12].

2.2 Métodos satisfacientes (Programación por metas)

La programación por metas se apoya en una lógica no optimizante sino en lo que Simon[13] ha acuñado como lógica satisfaciente. En contexto decisional está definido por información incompleta, recursos limitados, multiplicidad de objetivos, conflictos de intereses, etc. Lo que intenta este método es que una serie de metas relevantes se aproximen lo más posible a unos niveles de aspiración fijados de antemano.

Para formular un modelo de programación por metas, igual que sucede con los demás enfoques multicriterio, se comienza por fijar los atributos que se consideran relevantes para el problema a analizar. Una vez establecidos los atributos, se asigna a cada uno de ellos un nivel de aspiración[12].

2.3 Métodos Multicriterio discretos

Dentro de lo que sería específicamente decisión multicriterio existen dos escuelas bien diferenciadas; La escuela americana y la escuela europea. El padre fundador de la escuela europea es Bernard Roy que desarrolló la serie de métodos ELECTRE [9] y llevó a muchos científicos, principalmente en regiones de habla francesa, a diseñar métodos similares como PROMETHEE [10] .En estos métodos desde el punto de vista de la planificación energética, existen situaciones en las que los expertos deben elegir dentro de un numero finito de alternativas evaluadas bajos ciertos criterios en conflicto, un grupo más estrecho de ellas (una relación de mejor rango). El método ELECTRE (*Elimination Et Choix Traduisant la Realité*) se ha aplicado en muchas áreas y en una de las aplicaciones más usadas es en la selección de una alternativa energética con criterios en conflictos[5]

La escuela americana está inspirada por los trabajos de Keeney y Raiffa [8] sobre funciones multiatributo y teoría de la utilidad multiatributo. Un método popular, dentro de este marco, es el Proceso Analítico Jerárquico de Saaty, AHP, (1980, 1988). Tomando ELECTRE y AHP para representar (como suele ser usual) las respectivas escuelas, se pueden distinguir fácilmente las diferencias y las analogías[5].

Los métodos **ELECTRE** se utilizan para proceder a una clasificación de las poblaciones en categorías delimitadas por algunas alternativas de referencia o perfiles de referencia. Comienza con una comparación por pares de las alternativas bajo cada uno de los criterios por separado. Se introducen las valoraciones de cada una de las acciones bajo cada los

respectivos criterios, así como ciertos niveles de holgura para la diferencia entre dos valoraciones de dos acciones distintas bajo cada criterio. El decisor puede declarar que es indiferente entre las alternativas en consideración, que tiene una preferencia débil o estricta por una de las dos, o que es incapaz de expresar ninguna preferencia. La indiferencia entre dos acciones o bien su preferencia débil o estricta se resumen diciendo que la primera acción es tan buena como la segunda o, equivalentemente, que la primera acción sobre- clasifica a la segunda. Así, bajo cada criterio hay un sistema completo o incompleto de relaciones binarias entre las alternativas, las denominadas relaciones de sobre-clasificación[14].

El método **PROMETHEE** (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations) nace de la mano de Jean Pierre Brans (1984). A partir de entonces empiezan a aparecer numerosas aplicaciones con un especial interés en los problemas de ubicación: plantas hidroeléctricas, instalaciones comerciales en un ambiente competitivo, depósitos de desechos, evaluación financiera, etc. Uno de los objetivos esenciales del método es el de ser fácilmente comprensible para el decisor, siendo en realidad uno de los más intuitivos de la decisión multi discreta. En las distintas versiones del método se hace un amplio uso del concepto de pseudo-criterio y se procede a asociar a cada criterio original un criterio generalizado, que responde a uno de los seis tipos reconocidos en general en la literatura sobre el tema. Aunque el método PROMETHEE está también sujeto a subjetividades, especialmente en lo que se refiere a la definición de los parámetros de los pseudo-criterios, Es preciso puntualizar, sin embargo, que éstos umbrales no intervienen en el mismo momento de cada método, ya que en el ELECTRE I actúan directamente sobre la relación de superación, por lo que no es sorprendente que la influyeran directamente, mientras que en el PROMETHEE los umbrales intervienen en la fase preparatoria de definición de los criterios. El método PROMETHEE posee una definición axiomática que permite caracterizarlo como un método de agregación que satisface condiciones de neutralidad (el pre orden agregado no se ve influido por el número de alternativas), monotonía (el pre-orden social se comporta en el buen sentido cuando el número de sujetos que 5 prefieren una alternativa a otra aumenta), y otras condiciones algo más complejas[15].

El método **AHP** (Analytic Hierarchy Process) también comienza con una evaluación por pares de las alternativas bajo cada uno de los criterios por separado. En el experimento básico, donde las alternativas *A* y *B* se presentan bajo el criterio *C*, se requiere al decisor que exprese su indiferencia entre las dos, o su preferencia débil, fuerte o muy fuerte por una de ellas. Su juicio verbal (la gradación de selección) es a continuación convertida en un valor numérico sobre una denominada escala fundamental. Mediante una matriz, el AHP calcula las puntuaciones parciales bajo cada criterio, también denominadas “impact scores”, aproximando los valores subjetivos de las alternativas bajo cada criterio. Merece la pena notar que las puntuaciones parciales no son únicas. Se define un cociente para cada par de alternativas, con lo cual las puntuaciones parciales tienen un grado multiplicativo de libertad. Pueden obviamente ser normalizadas. Comparaciones por

pares y cálculos similares conducen a pesos normalizados para los respectivos criterios. Finalmente, hay un paso de agregación que genera puntuaciones multi-criterio globales ya media aritmética. Por medio de estas cantidades, denominadas puntuaciones finales, tenemos un orden global (o estructura global de preferencia) definida sobre el conjunto de alternativas. En la terminología de la escuela americana, las puntuaciones parciales y globales de las funciones parciales y la función global específicamente. En general, cada una de las alternativas es Pareto-óptima, porque las alternativas dominadas por otras pueden ser inmediatamente eliminadas de consideraciones posteriores[5].

Algunas de las aplicaciones de los MCDM para trazar una política energética adecuada[5] son:

- Inversión para la expansión del suministro
- Evaluación de fuentes de energía renovables

Administración y planificación energética desde aspectos medioambientales

Por lo que nos centraremos justamente en la evaluación de las fuentes de energías renovables y la planificación energética tomando en cuenta 4 criterios: económicos, técnicos, sociales y ambientales.

En un estudio presentado por Rojas y Zerpa [2] se recopila información de 120 trabajos sobre el análisis de las metodologías, tecnologías y aplicaciones para planeación de suministro eléctrico en zonas remotas rurales (ver Fig.3). Se puede apreciar que el uso de MCDM en el tercer periodo es mayor en comparación con los periodos anteriores, debido principalmente a que el análisis ya no se centra únicamente en una única función objetivo.

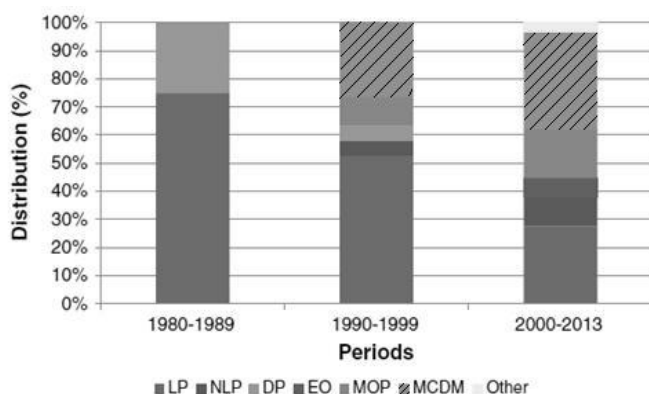


Fig. 3. Porcentaje de distribución de metodologías utilizadas en planeación de suministro descentralizado de energía [7]

3. Proceso de planificación para electrificación a zonas rurales utilizando Métodos de Decisión Multicriterio (MCDM).

El proceso de planificación empieza con el análisis socio-económico del lugar objeto de estudio, en donde se deberá determinar cuáles son las características y las necesidades a ser cubiertas, los aspectos relevantes que pueden contribuir a un mejor análisis en la planificación energética en la definición de las alternativas. Posteriormente se deberá definir cuáles son las alternativas tecnológicas que se pueden implementar en función de

los recursos energéticos locales determinando las condiciones mínimas necesarias y en función de los criterios definidos. Finalmente, determinada la matriz de evaluación, se procederá a definir un método que pueda realizar el análisis de todas estas variables para seleccionar la mejor alternativa.



Fig. 4. Esquema general en la planificación para electrificación en zonas rurales con ayuda de MCDM, adaptado de Ochoa Ramón [6].

En los MCDM, otro de los pasos requeridos para el análisis de las decisiones multicriterio es el tema de la identificación de los criterios. En la Tabla. 1, se presenta un resumen de los criterios y las modalidades de los tipos de sistemas utilizados en estudios similares para planificación energética en zonas rurales.

Tabla 1. Detalle de criterios utilizados para modelización y tipo de modalidad adoptada en sistemas de planificación energética.

BIBLIOGRAFIA	DETALLE DE CRITERIOS UTILIZADOS				MODALIDAD		
	CRITERIOS TECNICOS	CRITERIOS ECONOMICOS	CRITERIOS SOCIALES	CRITERIOS AMBIENTALES	DDG	CDG	PGE
Domenech Léga 2013	*Cantidad de suministro, *Continuidad del recurso, *Flexibilidad, *Repuestos locales, *Fabricación local, *Seguridad	*Costos de infraestructura	*Facilidad de gestión, *Equidad, *Beneficios domiciliarios, *Servicios comunitarios, *Usos productivos, *Impacto sobre los recursos locales		X	X	
Rojas Zerpa 2012	*Coeficiente de eficiencia, *Energía no servida, *Disponibilidad de suministro de energía primaria, *Confiabilidad de la tecnología	*Costo presente neto, *Costos variables de operación y mantenimiento	*Creación de trabajo, *Aceptación social de la energía, *Índice de desarrollo humano	*Emisiones de CO ₂ , Nox, SO ₂ , *Uso del suelo	X	X	X
Benítez Leyva 2015		*Costos de Inversión (año 2016); *Costos de operación y mantenimiento	*Aceptación social de la energía	*Emisiones de CO ₂ ; *Emisiones de Nox; *Emisiones de Sox	x	x	
Peralta Jarammillo 2011	*Continuidad del suministro, *Estimación de la demanda, *Análisis de los recursos energéticos	*Valor presente neto	*Servicios comunitarios, *Uso de suelo		X	X	
Ochoa Ramon 2009	*Suministro, *flexibilidad, *Repuestos y mantenimiento, *Fabricación local, Energía Exediaría, *Riesgos del sistema...	*Inversión inicial /beneficio, *Costos de Oper y Mant.), *Esfuerzo de pago...	*Facilidad de gestión, *Equidad, *Riesgo de conflictos, *Usos productivos, *Acceso a servicios básicos, *Beneficios domiciliarios, *Impacto sobre los recursos solares...	*Ruido, *Emisiones en la atmósfera, *Producción de residuos, *Impacto visual	x	x	
DDG	Generación dispersa descentralizada						
CDG	Generación concentrada descentralizada						
PGE	Sistemas conectados a la red						

3.1 Definición de criterios

Los criterios de selección pueden variar dependiendo de la zona objeto de estudio. No es lo mismo el análisis de planificación energética para una zona urbana que una zona rural; para la sierra,

costa u oriente, cada lugar tiene sus características definidas. Del resumen detallado en la Tabla 1, se puede verificar que de estudios efectuados en distintos lugares la mayoría de los criterios son comunes por lo que podríamos considerar algunos de esos criterios para el caso del Ecuador y presentarlos en la Tabla 2, con sus respectivas unidades de medida y los sub-criterios correspondientes.

Tabla 2. Criterios y sub criterios a considerar en planificación energética rural en Ecuador.

CRITERIOS	SUB-CRITERIOS	UNIDAD
Técnicos	- Disponibilidad de suministro de energía primaria	%
	- Capacidad de cobertura de demanda de energía	%
Económicos	- Costos de Inversión	\$
	- Costos variables de operación y mantenimiento	\$
Sociales	- Aceptación social de la energía	%
Ambientales	- Emisiones de CO2	TnCO2/año
	- Ocupación del suelo	%
	- Ruido	Escala (0-3)
	- Impacto visual	Escala (0-3)

En el pasado los criterios de selección que más ponderación han recibido al momento de la instalación de un determinado proyecto son los criterios económicos y técnicos, sin embargo, debido principalmente al cambio climático que hoy en día afecta al planeta y a la mejora de las condiciones de vida para la población, el análisis de los criterios sociales y ambientales son considerados de gran importancia previos a la instalación de cualquier proyecto, de ahí la necesidad de incluir en la planificación energética este tipo de criterios. Criterios como la disponibilidad de suministro de energía primaria, cobertura de la demanda del sistema y la aceptación social de la energía deberá ser maximizada, mientras que los demás criterios deben ser minimizados.

3.2 Selección de alternativas

Para la selección de alternativas se deberán tomar en cuenta todos los criterios de selección, se analizará cada uno de ellos bajo sus valores cualitativos o cuantitativos. Con la matriz de evaluación se procederá a la elección de MCDM que se adopte al problema.

Tabla 3. Matriz de evaluación para planificación energética a zonas rurales en Ecuador.

CATEGORIA		Criterios de Evaluación para Planificación Energética de la Zona								
		Criterios de Evaluación								
		Disponibilidad de suministro Cobertura de demanda Costos de inversión Costos de operación y mant. Aceptación social de la energía Emisiones de CO2 Ocupación de suelo Ruido Impacto visual								
		Técnicos		Económicos		Sociales	Ambientales			
CODIGO	ALTERNATIVAS	C1	C2	C3	C4	C6	C7	C8	C9	C9
DDG1	SPV y baterías en cada vivienda	a11	a12	a13	...	...	...	...	...	...
DDG2	HIBRID SPV-WT y baterías en cada vivienda	a21	a22	...	...	...	...	...	...	...
CDG1	SPV MICRO-GRID y baterías	a31	...	...	...	...	...	...	...	...
CDG2	SPV, WT MICRO-GRID y baterías	...	...	...	...	...	...	...	...	...
CG	Extensión de la red publica	...	...	...	...	...	...	...	...	...
DDG	Generación descentralizada dispersa									
CDG	Generación descentralizada compacta									
CG	Generación Centralizada									

3.3 El problema de la clasificación para problemas de decisión multicriterio

Bernard Roy [9] define cuatro tipos de problemas en la ayuda de decisión multicriterios:

- **Problemática de la descripción:** el propósito del análisis es describir la situación de decisión en un lenguaje formal, en términos de acciones, criterios y evaluaciones;
- **Problemática de la elección:** el propósito del análisis es seleccionar una acción (o un número limitado de acciones);
- **Problemática de categorización:** el propósito del análisis es clasificar las acciones por orden de preferencia;
- **Problemática de clasificación:** el propósito del análisis es clasificar las acciones en categorías definidas a priori.

Una de las situaciones que más dificultad lleva a la hora de tomar una decisión es aquella en la que las variables de decisión generan conflictos entre si y están sujetas a incertidumbre[16]; el uso de métodos multicriterio de sobre clasificación pueden ayudar a la resolución de este tipo de problemas.

3.4 El Método ELECTRE TRI

La familia de métodos ELECTRE ha sido creada en los años 60 por Bernard Roy y sus colaboradores[9], [14]. Consiste en varios métodos desarrollados para la problemática de elección y clasificación, y un método para tratar la problemática ordinal de clasificación: el ELECTRE TRI [14], [17].

Introduzcamos alguna notación:

- m número de acciones;
- n número de criterios;
- t Número de categorías;
- $A = \{a_1, \dots, a_m\}$ conjunto de acciones;
- $G = \{g_1(\cdot), \dots, g_n(\cdot)\}$ Conjunto de criterios (funciones valoradas reales en A);
- $C = \{C_1, \dots, C_t\}$ conjunto de categorías ordenadas (C_1 es el peor, C_t es el mejor);
- $B = \{b_0, \dots, b_t\}$ conjunto de perfiles (acciones de referencia) que separan categorías consecutivas

Cada categoría C_i está limitada por dos acciones de referencia (perfiles): b_i es su límite superior y b_{i-1} su límite inferior, ver Figura 3.5.

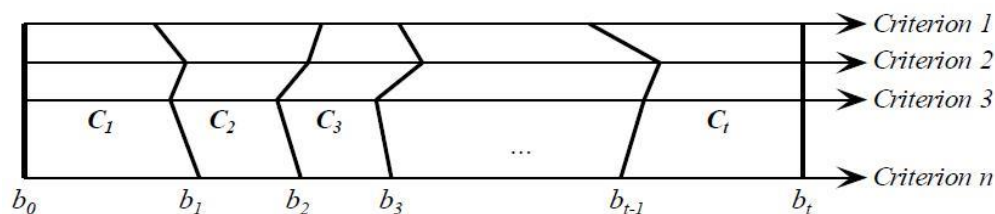


Fig.2. Estructuración método ELECTRE TRI [17]

La asignación de acciones a categorías se basa en el concepto de relación de superación en $A \times B$. Una acción $a_i \in A$ sobrepasa un perfil $b_h \in B$ (denotado $a_i S b_h$) si se puede considerar al menos tan buena como esta última (es decir, a_i no es peor que b_h), dadas las evaluaciones (actuaciones) de a_i y b_h en los n criterios. Si a_i no es peor que b_h en cada criterio, entonces es obvio que $a_i S b_h$. Sin embargo, si hay algunos criterios donde a_i es peor que b_h , entonces a_i puede superar b_h o no, dependiendo de la

importancia relativa de esos criterios y de las diferencias en las evaluaciones (se pueden ignorar pequeñas diferencias, mientras que las grandes diferencias pueden oponerse a una Veto a la superación).

4. Resultados y discusión

4.1 Selección de las Alternativas

En el Ecuador el uso de energías renovables aún no se potencia su aprovechamiento, si consideramos la Fig.6, podemos apreciar que las fuentes que más energía proveen es la energía térmica y la energía hídrica, las cuales representan un alto porcentaje (94.7%) respecto de los otros tipos de energía, la energía solar y eólica apenas representan un 0.39% del total de energía producida[11].

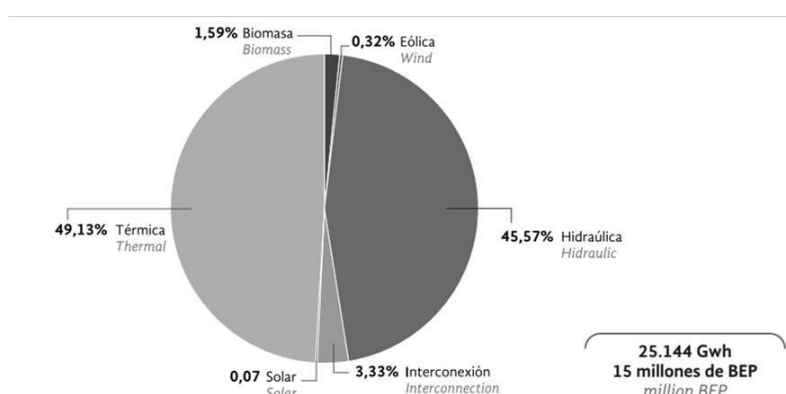


Fig. 5. Estructura de generación de electricidad [11]

Para considerar alternativas con energías solar y eólica los valores mínimos aceptables son: insolación media anual mayor a 3 Kwh/m²/día, o una velocidad promedio mínima de viento mayor a 5m/s [3]–[6].

En los que casos que no considere el recurso eólico, la matriz de evaluación daría lugar a la presentada en la Tabla 4.

Tabla 4. Alternativas propuestas en caso de no considerar fiable el recurso eólico.

CODIGO	ALTERNATIVAS	CRITERIOS								
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
DDG1	SPV y baterías en cada vivienda									
CDG1	SPV MICRO-GRID y baterías									
CDG2	SPV MICRO-GRID, extension de red y baterías									
CG	Extension de la red publica									
DDG	Generacion descentralizada dispersa									
CDG	Generacion descentralizada compacta									
CG	Generacion Centralizada									

4.2 Selección de criterios

Para la determinación de los criterios de selección debemos tomar como referencia estudios similares realizados en planificación energética rural y analizar cuáles son los que pueden ser considerados para la modelización del problema, estos dependerán del lugar de estudio.

4.3 Selección del método de decisión multicriterio

Con el análisis de los métodos existentes se consideró cuál de ellos se adapta a la problemática planteada, con el método escogido se puede tener resultados en donde las alternativas estarán ordenadas de acuerdo a categorías pre-definidas desde la “peor” hasta la “mejor”, teniendo en cuenta que en muchos casos la “mejor” alternativa no siempre será la que menor costo de inversión tenga, todo dependerá de los criterios de evaluación que están vinculados directamente con las preferencias del decisor.

5. Conclusiones

- Para la modelización y planteamiento del conjunto de las alternativas en función de los criterios de selección y en base a la descripción de los métodos de sobre clasificación, el Método ELECTRE con su versión ELECTRE TRI sería un candidato idóneo para modelar el problema de decisión para la planificación de electrificación de zonas rurales.
- Los recursos energéticos locales son determinantes al momento de seleccionar las alternativas.
- Otros MCDM pueden ser aplicados sin embargo se requiere del análisis de otras variables como por ejemplo dar pesos relativos a los criterios de selección como en el caso AHP, donde las preferencias del decisor pueden afectar a la selección de la alternativa.
- El método multicriterio ELECTRE TRI tiene como objetivo clasificar un conjunto de alternativas de acuerdo con clases ordenadas y delimitadas por acciones de referencia.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido desarrollado gracias al apoyo brindado por la SENESCYT, la Universidad de Cuenca y por el Insituto Politecnico de Leiria.

Referencias

- [1] Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, “ELECTRIFICACIÓN RURAL CON ENERGÍAS RENOVABLES,” <http://www.energia.gob.ec>, 2014. [Online]. Available: <http://www.energia.gob.ec/electrificacion-rural-con-energias-renovables/>.
- [2] J. C. Rojas-Zerpa and J. M. Yusta, “Methodologies, technologies and applications for electric supply planning in rural remote areas,” *Energy Sustain. Dev.*, vol. 20, pp. 66–76, Jun. 2014.
- [3] B. Domenech Léga, “Metodología para el diseño de sistemas de electrificación autónomos para comunidades rurales,” Universitat Politècnica de Catalunya, Catalunya, 2013.
- [4] J. Peralta Jaramillo, “Estudio de viabilidad de un sistema energético,” Universidadde de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, 2011.
- [5] L. V. Benitez Leyva, “Procedimiento Multicriterio-Multiobjetivo e planificación energética a comunidades rurales aisladas,” Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España, 2015.
- [6] J. L. Ochoa Ramon, “Criterios de evaluación y análisis de alternativas para el diseño de proyectos de electrificación rural con energía eólica y solar en países en desarrollo,” Universitat Politècnica de Catalunya, 2009.

- [7] J. C. Rojas-Zerpa and J. M. Yusta, “Application of multicriteria decision methods for electric supply planning in rural and remote areas,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 52, pp. 557–571, Dec. 2015.
- [8] R. L. Keeney, “Value-focused thinking: Identifying decision opportunities and creating alternatives,” *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 92, no. 3, pp. 537–549, 1996.
- [9] B. Roy, *Méthodologie multicritère d’aide à la décision*,. Paris, 1985.
- [10] J.-P. Brans and P. Vincke, “A Preference Ranking Organisation Method: (The PROMETHEE Method for Multiple Criteria Decision-Making),” *Manag. Sci.*, vol. 31, no. 6, pp. 647–656, 1985.
- [11] M. Ministerio coordinador de sectores estrategicos, “Balance Energético Nacional 2015 parte 1,”
Ministerio coordinador de sectores estrategicos, 2015.
- [12] C. Romero, *Publicación de ingeniería de sistemas: análisis de las decisiones multicriterio*.
Madrid: Isdefe, 1996.

Diseño y construcción de un prototipo de electrocardiógrafo de bajo costo.

Astudillo Galo Daniel, Villota Pablo Esteban 1 Medina Rubén

1 Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería, Escuela de Electrónica y Telecomunicaciones, Av. 12 de Octubre y Av. Loja, Cuenca, Ecuador. Danielastudilloheras@gmail.com

2 Universidad de los Andes, Departamento de ingeniería eléctrica, Mérida 5101, Venezuela

Palabras Claves: Electrocardiógrafo, dispositivo de bajo costo, procesamiento digital de señales, filtros digitales, ECG

Resumen

En este documento se presenta el diseño de un electrocardiógrafo de bajo costo con elementos fáciles de encontrar en nuestro medio. La señal obtenida con electrodos es amplificada, muestreada, filtrada y finalmente visualizada en un ordenador. Se describen todas las etapas con detalle junto con los circuitos y elementos utilizados para su elaboración.

Introducción

El electrocardiograma (ECG) es un examen realizado rutinariamente, ya que permite diagnosticar diversas patologías o anomalías en el sistema cardiovascular, observando las variaciones de la señal del corazón con respecto a una señal considerada adecuada o dentro de los patrones normales [1]. Las señales cardiacas provenientes de un electrocardiógrafo pueden dar al médico información importante al punto de incluso predecir un posible ataque cardiaco o proveer de parámetros útiles para analizar el desarrollo de deportistas de alto rendimiento.

Existiendo así una demanda considerable para la utilización de un electrocardiógrafo, en muchas ocasiones el costo es un limitante. En nuestro país los electrocardiógrafos usados por clínicas y hospitales son equipos tanto analógicos como digitales con precios elevados que van desde los 1200 hasta los 3000 dólares, pero que justifican su precio por su robustez y confiabilidad.

Desde el punto de vista de la ingeniería, este es un problema de adquisición de pequeñas señales, y su procesamiento para su adecuación y visualización. Es necesario usar tanto filtros que remuevan las frecuencias de la red [6][9] así como también otros que ayuden a mitigar los efectos del ruido [4] [8].

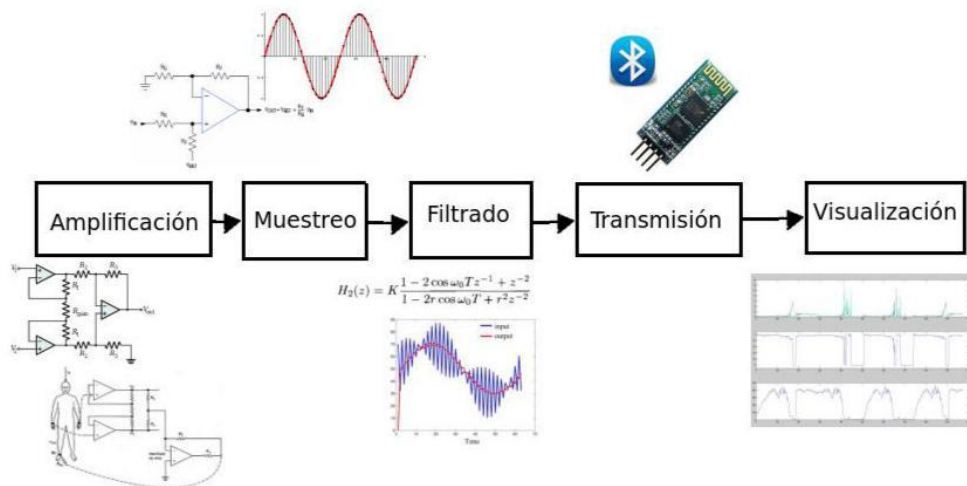
En nuestro medio, son pocos los médicos que pueden costearse sus propios equipos profesionales, por lo que empiezan a surgir en el mercado dispositivos más sencillos de conexión al PC [3] o portables con precios que oscilan entre los 100 y 600 dólares pero que cuentan con ciertas desventajas tanto en hardware como en software [6].

Tomando todo esto en cuenta, en este artículo se describe el diseño de un electrocardiógrafo en cinco etapas, empezando desde la amplificación, el muestreo, el filtrado y finalmente la visualización de la señal. Se utilizan filtros digitales para reducir circuitería al máximo y solucionar cada etapa de construcción de manera que sea económicamente viable pero que de igual manera pueda capturar una señal comparable con los electrocardiógrafos del mercado.

Métodos

El diseño del electrocardiógrafo comprende de 5 etapas: amplificación, muestreo, filtrado, transmisión y visualización tal como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Diagrama de bloques con las etapas del proyecto



A. Etapa de Amplificación

Para la etapa de amplificación, se construyó un amplificador de instrumentación (Figura 2). En esta etapa, el objetivo es aumentar la magnitud de la señal para poder muestrearla con el microcontrolador. La amplificación es importante porque los voltajes de la señal para el ECG son del orden de los mV, por lo que se utilizó una ganancia de 21. Se utilizó una configuración con rechazo en modo común (CMRR) junto con un circuito de conducción de pierna derecha (driven right leg) (Figura 3).

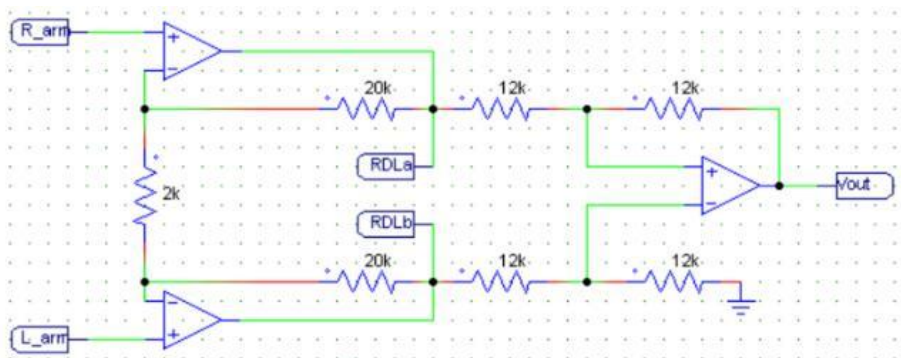


Figura 2. Circuito de amplificación

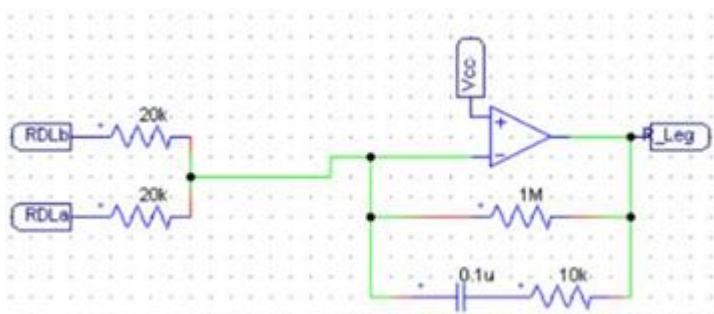


Figura 3. Circuito de conducción de pierna derecha

B. Etapa de Muestreo

Para el muestreo utilizamos un microcontrolador pic16F886 a una frecuencia de muestreo de 600Hz. Después de pruebas de funcionamiento, consideramos que la cantidad de operaciones matemáticas que se va a realizar para el filtrado requiere que el microcontrolador utilice un cristal de 20 MHz. Para poder muestrear la señal utilizamos un circuito de offset (Figura 4) para no permitir que voltajes negativos entren al microcontrolador.

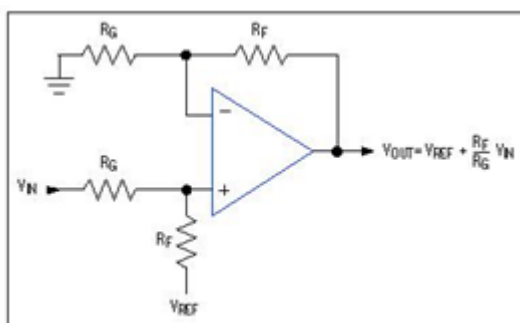


Figura 4. Circuito de Offset

c. Etapa de Filtrado

Para el filtrado tenemos dos elementos: un filtro notch y un filtro de promediado móvil.

i. Filtro Notch

El filtro digital tipo notch con estructura IIR para FIR se construye usando la ecuación (1). Se pretende eliminar el ruido ocasionado por la red de las líneas de distribución de energía (60 Hz). En la ecuación 1, es el radio del polo complejo conjugado localizado en 0 , y 0 es la frecuencia normalizada a la mitad de la frecuencia de muestreo. En este caso el valor normalizado es de 0.2. es el factor de escalamiento, que en este caso es igual a , y $r=0.9911$.

$$() = * \frac{1 - 2 \cos(\omega_0) z^{-1} + z^{-2}}{1 - 2r \cos(\omega_0) z^{-1} + r^2 z^{-2}} \quad (\quad \text{ó } 1)$$

ii. Filtro de promediado móvil

En el filtro de promediado móvil se utilizó ventanas deslizantes de ocho muestras. En la figura 5 se aprecia como el promediado móvil realiza un suavizado de la señal disminuyendo la magnitud de ciertos picos indeseables.

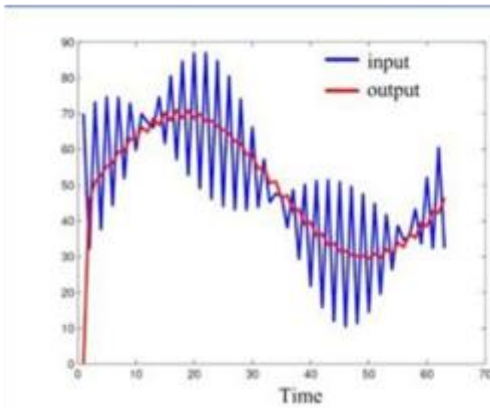


Figura 5. Ejemplo del uso de filtro de promediado móvil.

D. Etapa de transmisión

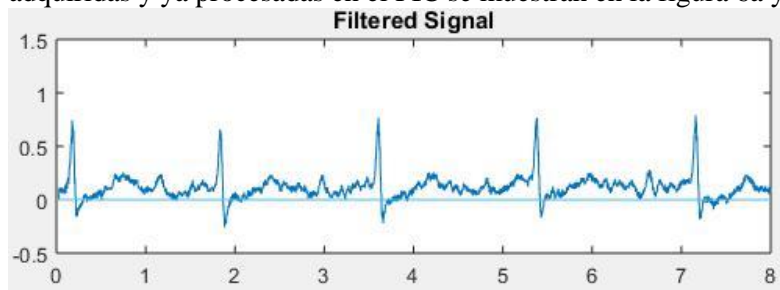
Para la transmisión se utilizó la comunicación serial desde el microcontrolador hacia la computadora utilizando un módulo Bluetooth HC-06 con una frecuencia de transmisión de 38400 bps. Se ha considerado esta velocidad para poder enviar dos bytes entre cada interrupción de 600 Hz.

Etapa de Visualización

Para la visualización se utilizará una interfaz en Matlab para graficar los valores obtenidos y procesarlos. Esta gráfica está en tiempo real.

Resultados y discusión

Se realizaron 2 mediciones en una persona durante 1 minuto luego de un periodo de 5 minutos tras haberle colocado los electrodos para que el sistema se estabilice. Los resultados de las señales adquiridas y ya procesadas en el PIC se muestran en la figura 6a y 6b.



a)

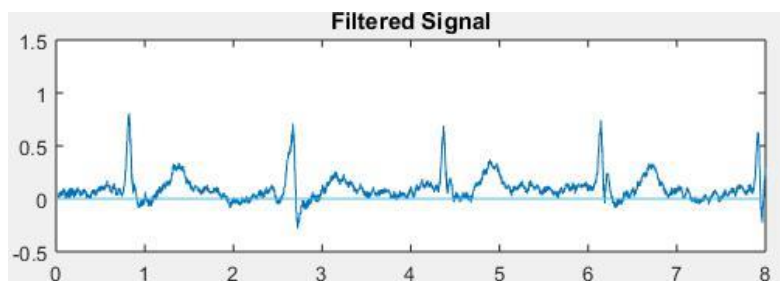


Figura 6. Señales adquiridas y procesadas

Las señales visualizadas mediante Matlab muestran un resultado bastante aceptable, sin embargo, en ambas se pueden apreciar ciertos trazos que no corresponderían a una señal normal de ECG como se lo señala en la figura.

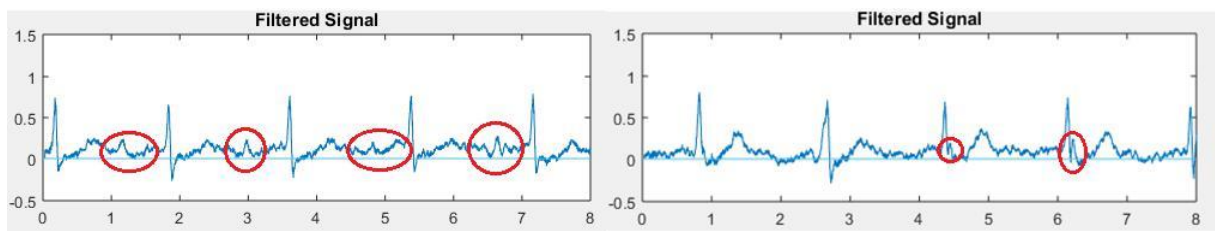


Figura 7. Anomalías en las señales resultantes

Estas anomalías no son muy notorias, sin embargo, revelan algún problema ya sea en los filtros digitales usados, en el filtro anti alias o en la forma de la adquisición con el circuito de conducción de pierna derecha, estos problemas deberán ser resueltos para trabajos posteriores.

Conclusiones

Aunque los señales ECG producidas por el prototipo diseñado no son perfectas, son un resultado bastante bueno que puede ser pulido para obtener un ECG completamente limpio en la que no aparezcan señales ajenas. Esto demuestra la factibilidad de construir un electrocardiógrafo de bajo costo (aproximadamente \$60) que satisfaga la necesidad que hay en nuestro medio de dotar a los profesionales médicos herramientas para cumplir de mejor manera su trabajo.

Referencias

- [1] Choosing Wisely Canada, ECG (Electrocardiogram): When you need it—and when you don't (2014, Abril). Recuperado de: <http://www.choosingwiselycanada.org/materials/ecg-electrocardiogram-when-you-need-it-and-when-you-dont/>
- [2] Acharya, A., Lambe, R. M., Zodge, S., & Chaudhari, J. (2014). Implementation of Digital Filters for ECG analysis. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 5(1), 181–183.
- [3] Ashley EA, Raxwal V, Froelicher. (2001). An evidence-based review of the resting electrocardiogram as a screening technique for heart disease
- [4] Hampton, J. R. (2011). *The ECG made easy*. Edinburgh; New York: Elsevier/Churchill Livingstone.
- [5] Jingwei, D., & Wenwen, J. (2015). Design of Digital Filter on ECG Signal Processing (pp. 1272–1275). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IMCCC.2015.273>
- [6] James W Grier. (2008) Comparison of three handheld 1-lead ECG / EKG recorders
- [7] Laakso, T. I., Ranta, J., & Ovaska, S. J. (1994). Design and implementation of efficient IIR notch filters with quantization error feedback. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 43(3), 449–456.
- [8] Nayak, S., Soni, M. K., Bansal, D., & others. (2012). Filtering techniques for ECG signal processing. *Ijreas*, 2(2), 2249–3905.
- [9] Parák, J., & Havlík, J. (2011). ECG signal processing and heart rate frequency detection methods. *Proceedings of Technical Computing Prague*, 8, 2011.

Actividad adulticida y composición química del aceite esencial de hojas de *Lantana camara* sobre *Drosophila melanogaster*

Valdez, Adrián T., Delgado, Ernesto F., Ramirez, Jorge R.

1 Departamento de Biotecnología, Grupo de investigación INBIAM, Laboratorios Ciencias de la Vida, Universidad Politécnica Salesiana, Calle Vieja 12-30 y Elia Liut, 010102, Cuenca, Ecuador.

2 Departamento de Química Básica y Aplicada. Universidad Particular de Loja, San Cayetano Alto, Calle París,

Loja, Ecuador.

biotingen@gmail.com

Palabras clave: L. camara, Aceite esencial, CG-MS, CL 50 -CL 95, Bioensayo, Insecticida

Resumen

Antecedentes y objetivos: El uso indiscriminado de diversos plaguicidas sintéticos en el control de plagas y enfermedades que afectan a los cultivos, las afectaciones a la salud humana, contaminación ambiental, resistencia por parte de insectos y presencia de residuos tóxicos en alimentos han generado la necesidad de desarrollar enfoques alternativos para el control de especies plaga. En el presente estudio se ha investigado la actividad insecticida del aceite esencial de hojas de *Lantana camara* sobre el insecto modelo *Drosophila melanogaster*.

Métodos: Se aisló aceite esencial de las hojas de *L. camara* utilizando el método de hidrodestilación. La prueba de Bioensayo se realizó por el método de la OMS para determinación de actividad adulticida contra mosquitos y artrópodos. Diferentes compuestos fueron identificados por análisis de cromatografía de gases-espectrometría de masas.

Resultados: El valor de la CL 50 del aceite fue 0,56 mg/cm² mientras que el valor de la CL 95 fue 0,96 mg/cm² sobre *Drosophila melanogaster*. El rendimiento de aceite esencial de hojas obtenido por hidrodestilación fue 0,22 % w/w. El análisis por cromatografía de gases-espectrometría de masas del aceite esencial mostro 66 picos, donde Germacren D (19,29%), B-Cariofileno (14,55%), alpha-Humuleno (9,51%), Bicyclogermacren (8,94%), Germacren B (7,26 %) y Terpineno (5,62 %) estuvieron presentes en mayores cantidades y contribuyeron con el 56,21% del total de los constituyentes.

Interpretación y conclusión: El aceite esencial de las hojas de *L. camara* posee actividad adulticida sobre la especie de mosca *Drosophila melanogaster* y podría ser utilizado para el desarrollo de insecticidas a base de aceite como complementario a los insecticidas sintéticos para el control de moscas con importancia económica más amplia.

Introducción

Las moscas de la fruta representan un grupo de plagas muy importantes para muchos países debido a su potencial de causar daños en frutas y restringir el acceso a los mercados internacionales de productos vegetales que pueden hospedar moscas de la fruta [1]. Lo que ha generado que los plaguicidas se hayan convertido en parte regular de nuestras vidas. El rendimiento de la producción anual de los cultivos depende de la aplicación de plaguicidas [2]. Sin embargo, las aplicaciones frecuentes de plaguicidas han dado lugar a

serios problemas [3]. Por ejemplo, los residuos de muchos plaguicidas pueden ser detectados en alimentos en concentraciones por encima del límite recomendado con efectos negativos en la salud humana [4,5]. Además, el efecto de los plaguicidas sobre los organismos que no son objeto del control son importantes [6]. También cabe destacar que el desarrollo de poblaciones de insectos resistentes a la ingesta de plaguicidas sintéticos como el DDT, Deltametrina e incluso a biopesticidas como *Bacillus thurengensis* [7,8] han creado la necesidad de desarrollar enfoques alternativos para su control. Los compuestos vegetales están emergiendo como una fuente potencial en el control de moscas y entre ellos los aceites esenciales tienen un interés especial debido a sus propiedades insecticidas [9, 10]

Lantana es un género de plantas herbáceas y arbustos que contienen cerca de 150 especies y pertenece a la familia Verbenaceae [11]. *Lantana camara* Linn (*Verbenaceae*) es un arbusto aromático de hoja perenne del género *Lantana* y es considerado una planta medicinal en todo el mundo [12]. Puede crecer de 2-4 m de altura en condiciones normales, pero tiene la capacidad de escalar hasta 15 m de altura con el apoyo de la vegetación circundante [13]. *L. camara* es originaria de las regiones tropicales de América y África, pero ahora se ha introducido como una planta ornamental en la mayoría de los países de todo el mundo incluyendo Ecuador y ha sido completamente naturalizado en la mayoría de las regiones tropicales y subtropicales, ya que puede crecer y sobrevivir fácilmente a una variedad de condiciones agroclimáticas [14]. *L. camara* ha sido ampliamente utilizado en la medicina tradicional para el tratamiento de la malaria, úlceras, cáncer, presión arterial alta, tétanos, tumores, eczema, cortes, infección catarral, varicela, sarampión, reumatismo, asma y fiebres [13, 15, 16, 17]. Es una excelente productora de varias clases de productos naturales bioactivos, incluyendo triterpenoides, flavonoides, esteroides, glucósidos cricoides, oligosacáridos, glucósidos fenilpropanoides y naftoquinonas [18, 19]. En estudios realizados se ha demostrado que las hojas de *Lantana camara* poseen una marcada actividad insecticida [20, 21, 22, 23, 24] y estudios preliminares indicaron que las hojas de *Lantana camara* son una rica fuente de moléculas bioactivas [25].

En el presente estudio se ha investigado la actividad adulticida del aceite esencial extraído de hojas de *L. camara* contra el modelo insecto *Drosophila melanogaster*. A pesar de no ser considerada típicamente una especie plaga, es altamente susceptible a la detección a gran escala de insecticidas; es fisiológica, bioquímica y genéticamente similar a mosquitos y moscas de importancia médica, además posee una genética bien detallada que proporciona pruebas sobre las cepas con antecedentes bien definidos [26]. Las cepas de *Drosophila* están disponibles para la comunidad de investigadores, en donde presentan caracteres con mutaciones definidas que confieren distintos tipos de resistencia fisiológica, como el aumento del metabolismo de insecticidas [26, 27] y la sensibilidad del sistema nervioso a un determinado insecticida [28, 29]. Por lo tanto, *Drosophila* proporciona un excelente sistema modelo con el que podemos evaluar los biopesticidas fumigantes experimentales, para su uso potencial en el control manejo y resistencia de insecticidas, frente a diversas especies dípteras de orden económicamente importante.

Materiales y métodos

Material vegetal

Las partes aéreas de *L. camara* en foliación se recogieron en condiciones ambientales en Cuenca Provincia del Azuay, Ecuador, a 2470 m sobre el nivel del mar (a.s.l.), S°55'04.4"S 78°59'59.7"W. El material vegetal fue recolectado diez veces, en los meses de Mayo-Noviembre de 2016, que fueron codificadas como LC1, LC2, LC3, LC4, LC5,

LC6, LC7, LC8, LC9, LC10. Un espécimen (LCV-up-02) se depositó en el herbario de la Universidad Politécnica Salesiana.

Aislamiento de aceites esenciales

Los aceites esenciales se aislaron a partir de 2000 g de partes aéreas frescas (hojas) [30], por hidrodestilación utilizando un aparato tipo Clavenger durante tres horas [31]. Los aceites esenciales recogidos se secaron sobre sulfato sódico y se almacenaron en viales ámbar sellados y protegidos de la luz a 4 °C hasta su análisis [32].

Propiedades físicas

La densidad y el índice de refracción de los aceites se determinaron según la norma AFNOR NF T 75-111 y AFNOR NF T 75-112 respectivamente. Para densidad, un picnómetro (1 ml) y una balanza analítica (modelo METTLER AC 100 ± 0,0001), mientras que para el índice refracción se utilizó un refractómetro (modelo ABBE). Los procedimientos se repitieron tres veces y todas las mediciones se hicieron a 20 °C. [32].

Cromatografía de gases (GC-FID)

Los análisis de la composición química los aceites esenciales se realizaron en un Cromatógrafo de gases Agilent (modelo 6890N) acoplado a un detector de ionización de llama (FID). Se utilizaron dos columnas capilares de polaridad diferente: una polar HP-INNOWAX (polietilenglicol) 30 m x 0,25 mm, espesor 0,25 µm (Agilent 19091N- 133) y una DB - 5MS no polar (fenilmetilpolioxano al 5%), 30 m x 0,25 mm, espesor 0,25 µm (Agilent 122 - 5532). Un inyector automático (serie 7683) en modo de división. 10 µl de muestra de aceite esencial se diluyeron (1: 100) en diclorometano y se inyectó con una relación 1:50. Se utilizó helio como gas portador a 0,9 ml/min en modo de flujo constante. La temperatura inicial del horno se mantuvo a 50 °C durante 3 min posterior fue calentado a 210 °C con una rampa de 2,5 °C/min, y al final se mantuvo la temperatura durante 3 min. Las temperaturas del inyector y del detector fueron de 210 °C y 250 °C; respectivamente. Se determinó el índice de retención de los compuestos basado en el homólogo de la norma de hidrocarburos alifáticos TPH-6RPM de CHEM SERVICIO C10-C25, que se inyectaron después de los aceites en las mismas condiciones. [32].

Cromatografía de gases-Espectrometría de masas (GC - MS)

Los análisis de GC-MS se realizaron usando un cromatógrafo Agilent acoplado a un espectrómetro detector de masas (modelo Agilent serie 5973 inerte); El espectrómetro fue operado a 70 eV, electrón multiplicador 1600 eV, velocidad de escaneo: 2 scan/s y rango de masa: 40-350 m/z. Esto se proporcionó con un sistema computarizado MSD-Chemstation D.01.00 SP1. Se utilizaron las mismas columnas descritas en GC-FID. La temperatura de la fuente de iones fue fijada en 250 °C. La identificación de los componentes se basó en la biblioteca de datos Wiley MS 7n D. 04.00, seguida de una comparación con los datos de EM en la literatura [32,33, 34].

Actividad Insecticida

Material Biológico

Los ejemplares de *D. melanogaster* fueron mantenidos a una temperatura promedio de 20°C, humedad relativa media de 80 % y un fotoperiodo de 12 horas [35] Las poblaciones de individuos de *D. melanogaster* con las cuales se experimentó, se obtuvieron a partir de la homogeneización genética de la cepa, a través del cruce de 20 parejas “parentales” (P), para obtener una primera generación (F1), una vez obtenida la progenie se eliminaron los padres dejando sólo la F1 para cruzamientos. Para obtener (F2) se tomaron diez parejas de (F1), en donde nuevamente los padres

fueron eliminados antes que emergieran los adultos de la nueva generación, con la finalidad de evitar que se crucen individuos de dos generaciones diferentes. Así se obtiene (*F3*), para finalizar se tomaron diez parejas de (*F3*), en donde nuevamente los padres fueron eliminados antes que emergieran los adultos, así se obtiene (*F4*) que es la progenie con la que se experimentará. Cada generación esta forma se pudo asegurar que la mortalidad obtenida será únicamente producto de la toxicidad del tratamiento evaluado [36].

Bioensayo adulticida

El bioensayo se realizó por el método de la OMS [37], en donde concentraciones apropiadas de aceite esencial de *L. camara* fueron disueltas en 2,5 ml de acetona y aplicadas sobre papel filtro Whatman N.1 (tamaño 12 x 15 cm), los papeles control se trataron solo con acetona. La actividad adulticida del aceite se avaluó en once concentraciones 0,01-0,03-0,07-0,20-0,27-0,37-0,50-0,75-1-1,25 mg/cm². La mortalidad final se determinó a las 24 horas después de los bioensayos. El porcentaje de mortalidad observado se corrigió mediante el uso de la fórmula de Abott [37].

$$\% \text{ mortalidad} = \frac{\% \text{ mortalidad en los expuestos} - \% \text{ mortalidad en los testigos}}{100 - \% \text{ mortalidad en los testigos}} \times 100$$

Índices de Toxicidad (CL₅₀ – CL₉₅)

La CL₅₀ – CL₉₅ se realizó por el método probit [38]. Los resultados de toxicidad en base a la CL₅₀ se obtuvieron a través de las plataformas informáticas StatGraphics Centurión 16 e IBM SPSS Statistis 20.

Resultados y discusión

Este estudio describe por primera vez la caracterización detallada de los constituyentes de aceites esenciales derivados de hojas de *L. camara* que crecen en Cuenca, Ecuador. Los rendimientos basados en peso fresco del material vegetal, densidad e índice de refracción del aceite esencial se muestran en Tabla 1. La destilación al vapor de hojas de *L. camara* produjo un rendimiento de 0,022% de aceite de color amarillo con olor aromático propio de la especie. Khan *et al.* [25], informaron un 0,06 % de rendimiento para aceite esencial de *L. camara* de Arabia Saudita. Otros estudios mostraron valores de 0,4 % - 0,2% de rendimiento respectivamente para esta especie [20, 24].

Tabla 11 Rendimiento del material vegetal fresco y propiedades físicas de los aceites esenciales de *L. camara*

Especie	R (%)	d ²⁰	n ²⁰
<i>L. camara</i>	0,022 ± 0,002	0,845 ± 0,001	1,423 ± 0,029

R: Rendimiento w/w (%)

d²⁰: densidad relativa a 20°C

n²⁰: Índice de refracción a 20°C

Sesenta y seis compuestos volátiles fueron identificados en los aceites esenciales de *L. camara*, correspondientes a 94,37% del total de los aceites (Tabla 2), los componentes mayoritarios estuvieron dominados por sesquiterpenos. La composición química expresada en porcentajes, se obtuvo en FID calculando el factor de corrección GC para

cada clase de compuesto volátil que se produce en los aceites. Los aceites esenciales eran ricos en Germacren D (19,29%), β -Cariofileno (14,55%), α -Humulene (9,51%), Bicyclgermacren (8,94%), Germacren B (7,26 %), Terpineno < γ > (5,62 %).

Con respecto a investigaciones anteriores los componentes principales de muestras de aceite esencial de *L. camara* recogidas en el distrito de Haridwar en India fueron: Cariofileno (16.37%), eucaliptol (10.75%), α -humeleno (8.22%), y Germacren-D (7.41%) [20]. El aceite esencial de hojas de *L. camara* en Riyadh, región central de Arabia Saudita estuvo dominada por *cis*-3-hexenol-1-ol (11.3%), 1-octen-3-ol (8.7%), spathulenol (8.6%), oxido de cariofileno (7.5%) y 1-hexanol (5.8%) [25]. Según Oliveira *et al.* [39] el componente Germacren-D (28.6%), fue el principal constituyente del aceite esencial de hojas recolectadas en los bosques montañosos de **Pernambuco al Noreste de Brasil** seguido por Germacren D (19.9%), β -**Caryofileno** (16.2%) y Bicyclgermacren con un (14.5%) [39]. Estudios llevados a cabo por Padalia *et al.* [40], en la localidad de Kumaun región de los Himalayas mostraron que los aceites esenciales de hojas estaban gobernados por Germacren-D (27.9%), Germacren-B (16.3%), β -**cariofileno** (9.6%) y α -humuleno (5.8%). Las variaciones en las condiciones ecológicas, factores genéticos y ambientales, entre los cuales temperatura, humedad, el suelo, el período de cosecha, posición geográfica, variaciones estacionales y el ciclo vegetativo, podría contribuir a las diferencias en composición de aceite entre plantas de diferentes localidades de recolección [41].

Tabla 12 Composición porcentual de los aceites esenciales de partes aéreas de *L. camara*

No.	Compuesto	<i>L. camara</i>	RT	RIC	RIT	Método de Identificación
1	Thujene < α >	0,35	3,7466	907	924	MS, RI
2	Pinene < α >	1,41	3,8884	912	939	MS, RI
3	Camphene	0,86	4,2302	923	946	MS, RI
4	Sabinene	0,68	4,7937	941	969	MS, RI
5	Pinene < β >	0,74	4,91	945	974	MS, RI
6	Myrcene	0,83	5,299	957	988	MS, RI
7	Phellandrene < α >	0,75	5,7826	973	1002	MS, RI
8	Carene < δ -3>	2,79	5,8553	975	1008	MS, RI
9	Terpinene < α >	0,56	6,1316	984	1014	MS, RI
10	Cymene	1,58	6,397	993	1020	MS, RI
11	Limonene	1,06	6,5533	998	1024	MS, RI
12	Cineole <1,8>	0,57	6,6297	1000	1026	MS, RI
13	Ocimene <(Z)- β >	0,29	6,8805	1006	1032	MS, RI
14	Ocimene<E- β >	0,50	7,2586	1015	1044	MS, RI
15	Terpinene<γ>	5,62	7,6585	1024	1054	MS, RI
16	Terpinolene	0,19	8,6692	1048	1086	MS, RI
17	Linalool	0,12	9,4182	1065	1095	MS, RI
18	Methyl-butyl isovalerate <2->	0,03	9,5781	1069	1103	MS, RI
19	Camphor	0,11	11,116	1104	1141	MS, RI
20	Borneol	0,04	12,2757	1130	1165	MS, RI
21	Bornyl acetate	0,21	17,3255	1240	1284	MS, RI
22	Elemene <d->	0,16	19,4996	1288	1335	MS, RI

23	Cubebene <a->	0,06	19,9831	1298	1348	MS, RI
24	Terpinyl acetate <->	0,07	20,0922	1301	1346	MS, RI
25	Cyclosativene	0,04	20,7284	1315	1369	MS, RI
26	Ylangene <a->	0,07	20,8193	1317	1373	MS, RI
27	Copaene <a->	1,13	21,0993	1324	1374	MS, RI
28	Bourbonene <b->	0,11	21,3683	1330	1387	MS, RI
29	Cubebene <b->	0,66	21,6809	1337	1387	MS, RI
30	Elemene <b->	0,39	21,7864	1340	1389	MS, RI
31	Gurjunene <a->	0,05	22,3535	1353	1409	MS, RI
32	Trans Caryophyllene	14,55	22,8952	1365	1417	MS, RI
33	Cubebene <b->	2,18	23,2988	1375	1387	MS, RI
34	Elemene <y->	0,04	23,4478	1378	1434	MS, RI
35	Guaiene <a->	0,28	23,6333	1382	1437	MS, RI
36	Isoledene	0,06	23,8623	1388	1374	MS, RI
37	Aromadendrene	0,18	24,1168	1394	1439	MS, RI
38	Humulene <a->	9,51	24,3313	1399	1452	MS, RI
39	Aromadendrene	0,35	24,444	1401	1439	MS, RI
40	Caryophyllene <(E)->	0,06	24,753	1409	1417	MS, RI
41	Longifolene	0,11	25,1093	1417	1407	MS, RI
42	Germacrene D	19,29	25,462	1426	1480	MS, RI
43	Selinene <b->	0,58	25,6437	1430	1489	MS, RI
44	Copaene <b->	0,19	25,7455	1433	1430	MS, RI
45	Bicyclogermacrene	8,94	26	1439	1500	MS, RI
46	Murolene <a->	1,34	26,2363	1445	1500	MS, RI
47	Elemene <b->	3,55	26,3963	1449	1389	MS, RI
48	Cadinene <y->	0,16	26,698	1456	1513	MS, RI
49	Cadinene <d->	2,16	26,8289	1459	1522	MS, RI
50	Cadinene <d->	1,35	26,9998	1463	1522	MS, RI
51	Terpinene <a->	1,77	27,0943	1466	1014	MS, RI
52	Cadinene <a->	0,07	27,6251	1479	1537	MS, RI
53	Cadinene <d->	0,12	28,1595	1492	1522	MS, RI
54	Germacrene B	7,26	28,3486	1496	1559	MS, RI
55	Nerolidol <(E)->	0,10	28,923	1511	1561	MS, RI
56	Epizonarene	0,37	29,0975	1515	1501	MS, RI
57	Caryophyllene oxide	0,21	29,1521	1517	1582	MS, RI
58	Gurjunene <y->	0,07	29,3629	1522	1475	MS, RI
59	Gurjunene <b->	0,35	29,5665	1527	1431	MS, RI
60	Cadinol <a->	0,22	30,2246	1544	1652	MS, RI
61	Ylangene <a->	0,43	30,5663	1553	1373	MS, RI
62	Cadinene <d->	0,43	30,7663	1558	1522	MS, RI
63	Spathulenol	0,06	31,1007	1567	1577	MS, RI
64	Cadinene <d->	0,40	31,5988	1580	1522	MS, RI
65	Copaene <a->	0,11	31,7842	1584	1374	MS, RI
66	Cadinol <a->	0,11	32,0569	1591	1652	MS, RI

Total identificado 94,37%

Los componentes se enumeran en su orden de elución de la columna (DB5-MS); RIC, RIT representan los índices de retención calculado y tabulado en las columna, polar (DB5-MS) y columna apolar (HP-INNOWAX); RT, tiempo de retención de identificación MS, por comparación del espectro de masa en las bibliotecas Wiley, Adams [33] y NIST 05 [34]. Los compuestos superiores al 5,0% se destacan con negrita; t = traza (<0,05%)

Las propiedades insecticidas de los aceites esenciales contra poblaciones adultas de mosquitos han sido reportadas por varios investigadores [7, 42, 43]. Se sabe que *Lantana camara* posee actividad contra plagas que atacan granos almacenados, plagas de cultivos vegetales, mosquitos y larvas, así como también presentan actividad anti fúngica y repelente [44, 45]. En el presente estudio se evaluó el aceite esencial extraído de hojas de *Lantana camara* sobre poblaciones adultas de *Drosophila melanogaster* pertenecientes a la ciudad de Cuenca, Azuay, bajo condiciones de laboratorio. Los Índices de toxicidad en fusión de la CL₅₀ (Tabla 3) de las poblaciones evaluadas colocan a esta especie como sensible al aceite esencial de *L. camara*.

Estudios realizados por Dua *et al.* [20] (Método OMS) sobre actividad adulticida del aceite esencial de *Lantana camara* sobre especies de mosquitos *Ae. Aegypti*, *Cx. Quinquifasciatus*, *An. Culicifacies*, *An. Fluviatilis*, *An. stephensi* de la India obtuvo valores de CL₅₀= 0.06, 0.05, 0.05, 0.05, 0.06 respectivamente, donde se puede apreciar una marcada diferencia con respecto a la CL₅₀ que presenta *D. melanogaster*, siendo este último género menos sensible al aceite esencial. de *L. camara*. Rajashekar y colaboradores *et al.* [22], han evaluado la actividad insecticida del extracto de hojas de *L. camara* sobre especies que atacan granos en almacenamiento como son *S. oryzae*, *C. chinensis* y *T. castaneum*, donde obtuvo valores de CL₅₀ de 0.158, 0.140 y 0.208 mg/cm² respectivamente, pudiéndose observar una sensibilidad que difiere para cada especie, mostrando ser artrópodos más sensibles a dicho aceite esencial con respecto a *D. melanogaster*. El presente hallazgo puede ser utilizado para el desarrollo de plaguicidas a base de plantas para el control de plagas con importancia económica más amplia, y como complemento a los insecticidas sintéticos tradicionales.

Tabla 13 Índices de Toxicidad CL₅₀-CL₉₅ del aceite esencial de *L. camara* sobre adultos de *Drosophila melanogaster*

Población adulta <i>Drosophila melanogaster</i>				
Índice toxicidad 24h	Concentración			
	mg/cm ²	ul/cm ²	Confianza 95%	
CL ₅₀	0,564	0,66	0,537 – 0,953	0,63 – 1,12
CL ₉₅	0,967	1,14	0,915 - 1,028	1,08 – 1,21

Conclusiones

β - Cariofileno, y Germanen-D, son sesquiterpenos bicíclicos naturales que se ha encontrado en todos los aceites de *L. camara* estudiados hasta ahora, también se ha detectado como componentes principales en el presente estudio, lo que indica que β –

Cariofileo y Germacren-D podrían ser utilizados como marcadores químicos para los aceites esenciales de *Lantana camara*. Los aceites esenciales son generalmente seguros para el medio ambiente y los seres humanos, se espera que los insecticidas de origen vegetal al ser selectivos y biodegradables conduzcan a menos efectos nocivos en el ser humano y otros animales, los aceites esenciales son ambientalmente seguros en comparación con los compuestos sintéticos, además representan un papel importante para la detección de nuevas moléculas que puedan coadyuvar la acción de los pesticidas tradicionales, disminuyendo el grado de resistencia desarrollada por diversas especies de insectos plaga, frente a compuestos químicos usados en su control.

Agradecimientos

Este proyecto fue apoyado por la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, departamento de Biotecnología. Un agradecimiento afectuoso al Centro de Estudios Ambientales (CEA) de la Universidad de Cuenca, también queremos expresar nuestra entera gratitud al departamento de Limnología de la Universidad del Azuay.

Bibliografía

- [1] Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria; CIPF. (2006) Italia: Roma, 2006, pp. 329-342
- [2] M.B. Isman; Pest Manag Sci. 71 (2015). 1587–1590.
- [3] M.N. Naqqash; Parasitol. Res. 115 (2016) 1363–1373
- [4] J. Beard; Environ. Health Perspect. 111 (2003) 724– 730.
- [5] C. Mei; Pediatrics 136 (2015) 719–729
- [6] D. Goulson; Appl. Ecol. 50 (2013) 977–987
- [7] P. Yang, MA Yajun, Z Shuiqing. *J Pestic Sci* (2005); 30: 84-9.
- [8] BE. Tabashnik. *Anu Rev Entomol* (1994); 39: 47-79.
- [9] SS. Cheng, HT. Chang, ST. Chang, KH. Tsai, WJ. Chen. *Biores Technol* (2003); 89: 99-102.
- [10] K. Sukumar, MJ. Perich, LR. Boobar. *J Am Mosq Control Assoc* (1991); 7: 210-37.
- [11] Ghisalberti, 2000. Fitoterapia, 71 (2000), págs. 467 – 48
- [12] OP. Sharma, UA. Singh, S. Sharma. Fitoterapia, 71(2000), págs. 487- 491
- [13] M. Day, CJ Wiley, J. Playford, Monografía ACIAR, 102 (2003), p. 14
- [14] OP Sharma. Clin. Toxicol. , 18 (1981), págs. 1077 - 1094
- [15] EL Ghisalberti Fitoterapia, 71 (2000), págs. 467 - 486
- [16] S. Lenika, S. Rajesh, O. Sudarshan. BMC Complement Altern. Medicina. , 5 (2005), págs. 1 - 6
- [17] R. Sathish, B. Vyawahare, K. Natarajan. J. Ethnopharmacol. , 134 (2011), págs. 195 - 197
- [18] S. Begum, A. Ayub, SQ Zehra, BS Siddiqui, MI Choudhary. Biodiver. , 11 (2014), págs. 709 – 718
- [19] Sousa, TS Almeida, IRA Menezes, FFG Rodrigues, AR Campos, SG Lima, Rec. Nata. Pinchar. 6 (2012), págs. 144 - 150
- [20] V.K. Dua, A.C. Pande, A.P. Dash; Indian J MedRes 131(2010) 434 – 439.
- [21] Y. Rajashekar, K.V. Ravindra, N. Bakthavatsalam, J. Food Sci. Technol. (2012c) 1-6, <http://dx.doi.org/10.1007/s13197-012-0884-8>.
- [22] Y. Rajashekar, A. Raghavendra, N. Bakthavatsalam; BioMed Research International, Article (2014) ID: 187019.
- [23] Y. Rajashekar, H. V Kumar, K. V. Ravindra. N. Bakthavatsalam; Industrial Crops and Products v. 51 (2013) 224-228
- [24] S. Dharmagadda Vidya, M. Tandonb, V. Padma; Journal of scientific & Industriak reserch. Vol 64 (2014) 53-56.
- [25] M. Khan, M., A. Mahmood, HZ. Alkhathlan; Arabian Journal of Chemistry, 9 (6) (2016) 764-774.
- [26] R.H fFrench-Constant, P.J. Daborn, G. Le Goff; Trends Genet 20 (2004) 163–170.
- [27] JHF. Pedra, LM. McIntyre, ME. Scharf, BR. Pittendrigh BR; Proc Natl Acad Sci USA 101 (2004)7034–7039.
- [28] RH. Ffrench-Constant, TA. Rocheleau, JC. Steichen, AE. Chalmers; Nature (London) 363 (1993) 451–453.
- [29] RL. Martin, BR. Pittendrigh, R. Reenan, RH. Ffrench-Constant, DA. Hanck; Insect Biochem Mol Biol 30 (2000) 105–109

- [30]. F. Abdollahnejad, F. Kobarfard, M. Kamalinejad, H. Mehrgan, & M. Babaeian. (2016). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 19(3), 574-581.
- [31]. Bektas, E., Serdar, G., Sokmen, M., & Sokmen, A. (2016). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 19(2), 444-453.
- [32]. Eduardo Valarezo, Anabel Arias, Luis Cartuche, Miguel Meneses, Santiago Ojeda-Riascos & Vladimir Morocho. (2016). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, Vol. 19, Iss. 2
- [33]. NIST 05 (2005). Mass Spectral Library (NIST/EPA/NIH). National Institute of Standards and Technology. Gaithersburg. MD
- [34]. Adams, R.P. (2009). Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry. 4th Edition (4th edn). Allured Business Media. Carol Stream. IL. USA.
- [35]. H. Granados (2001). *Afinidad*. Vol. 58 p. 44-48
- [36]. G. Suazo, F. González, A. Urbina, E. Pastene, K. Sáez, H. Serri, & R. Chávez (2012). *Gayana. Botánica*, 69(2), 256-266.
- [37]. World Health Organization; WHO. (1981) WHO/VBC/81.807.
- [38]. Dj. Finney; Probit analysis. Cambridge University Press (1971)
- [39]. J. C., Oliveira, Neves, I. A., da Camara, C. A., & MO. Schwartz. (2008). *Journal of Essential Oil Research*, 20(6), 530-532.
- [40]. R.C. Padalia, R.S. Verma, V. Rec. Nat. Prod., 4 (2010), pp. 109-114
- [41]. E. Valarezo, M. Rosillo, L. Cartuche, O. Malagón, M. Meneses, M. and V Morocho. (2013). *J. Essent. Oil Res.* 25: 233-238.
- [42]. SA. Mansour, SS. Messeha, SE. Gengaihi. (2000). Boatanical biocides. *J Nat Toxins*; 9: 49-62.
- [43]. Ma. Panella, MC. Dolan, JJ. Karchesy, Y. Xiong, J. Peralta-cruz, M. Khaswneh. (2005). *J Med Entomol*; 42: 352-8.
- [44]. OP. Sharma, HPS. Makkar, RK. Dawara. *Toxicon* (1988); 26: 975-87.
- [45]. VK. Dua, AC. Pandey, R. Singh, VP. Sharma, SK. Subbarao. *J Appl Entmol* (2003). 127: 509-11.

Caracterización de arcillas naturales del cantón Catamayo, y su uso potencial tecnológico.

Carrión Mogrovejo Javier Fernando*, Guarderas Ortiz María Fernanda

*Universidad Técnica Particular de Loja/Departamento de Química/Sección Fisicoquímica y Matemáticas/Departamento de Geología y Minas/San Cayetano Alto/11-01- 608/Loja/Ecuador
jfcarrion1@utpl.edu.ec*

Palabras Claves: Arcillas naturales, DRX, illita, montmorillonita, caolinita

Resumen

El presente trabajo aborda el estudio de arcillas naturales localizados al sur del Ecuador, puntualmente en la parte centro-norte de la provincia de Loja. El sitio escogido para este estudio fue el cantón Catamayo ubicado a 60 minutos de la ciudad de Loja.

Esta investigación partió de una primera fase que incluyó; un trabajo de campo mediante el cual se identificó las zonas que fueron objeto de estudios prospectivos preliminares, y la recolección de muestras in situ. Una segunda fase que consistió en la preparación de las muestras que llegaron desde el campo (previo a la caracterización). Una tercera fase, el estudio fisicoquímico y mineralógico mediante: fluorescencia de rayos X (FRX) y difracción de rayos X (DFX) de las arcillas existentes.

Introducción

La región Sur del Ecuador es una zona rica en yacimientos mineros metálicos y no metálicos, cuya explotación históricamente se remonta desde antes de la conquista y después de ella con períodos largos e intermitentes de bonanza, que fueron los responsables del origen de ciertos pueblos a lo largo de los tiempos como es el caso de: Purunuma, Zumba, Valladolid, Nambija, Paquisha, Malacatos, Zaruma, Portovelo, Paquisha, hoy por hoy pueblos que en su gran mayoría siguen desarrollando su actividad original y otros que han caído en el olvido y abatimiento.

Geológicamente los terrenos del Ecuador y muy especialmente los terrenos litotectónicos del Sur del Ecuador como menciona *Aspen*, (1994) son zonas ricas e idóneas para el desarrollo de recursos metálicos y no metálicos, de ahí que el desarrollo de estas zonas se ha centrado en la explotación de minerales semipreciosos, preciosos y no metálicos. Actualmente la explotación minera se circunscribe en las áreas mineras localizadas en las provincias de El Oro, antiguos territorios de la Provincia de Loja y Zamora Chinchipe, y algunos recursos no metálicos que se desarrollan y explotan rudimentariamente como yeso y arcillas en el Cantón Loja, sílice en el cantón Nangaritza y Yanzatza; recursos que son explotados sin ningún manejo adecuado de exploración y explotación como tampoco de comercialización.

Siendo el caso, tenemos la explotación de arcillas que han sido extraídas como materia prima para la fabricación de ladrillo y material ornamental [1] especialmente en el cantón Catamayo y la parroquia de Malacatos del catón Loja, actividad que contribuye a la generación de empleo y sostenibilidad de la débil economía de los habitantes de esta zona geográfica.

La producción de cerámica a nivel artesanal y pequeña industria ha tenido un desarrollo significativo a lo largo de los tiempos, sin embargo no han alcanzado el nivel industrial en parte por la cosmovisión de los artesanos que desempeñan la actividad de explotación y fabricación como el poco o nada conocimiento técnico de la potencialidad de los materiales, puesto que no

han tenido estudios adecuados, que permitan conocer sus propiedades como recurso industrial que podrían tener réditos económicos.

La falta de análisis e investigación en la composición de los materiales extraídos ha conllevado a pérdidas significativas al artesano, tal es el caso de las arcillas empleadas para la elaboración de teja y ladrillo de forma rudimentaria, en los cuales se observó algunos cambios no esperados después de su cocción, posiblemente este cambio anómalo estaría relacionado por la presencia de materia carbonática en la composición de la arcilla empleada para la fabricación del ladrillo, propio de su naturaleza de formación de ambiente de transición marino somero lo que permite formar arcillas secundarias, sin embargo no es igual para el material sedimentario extraído en las canchales del Cantón Catamayo (zona del presente estudio) puesto que en su gran mayoría son arcillas producto de la meteorización de material volcánico sedimentario de arco continental depositado en las cuencas, lo que permitió la formación de arcillas primarias un ejemplo de ello es el caolín.

Por lo que resulta imprescindible investigar y caracterizar las arcillas de las cuencas intermontanas del Sur del Ecuador a través de análisis químico, empleando Fluorescencia para determinar la cantidad y tipo de óxidos en las muestras y Difracción de rayos X para identificar elementos mayoritarios que componen las arcillas.

El estudio finalmente busca contribuir a mejorar la explotación y procesamiento artesanal e industrial como el uso de los materiales no metálicos según sus características naturales o genéticas. . [2,3,4]

Métodos

FASE DE CAMPO:

La metodología de prospección en campo será resumida con fines prácticos ya que no es motivo de exposición en este documento. Consistió en un proceso sistemático aleatorio, identificando zonas que exploten o que resulten atractivas para la explotación y aprovechamiento de arcillas, el proceso de campo ocupó la mayor parte del tiempo de la investigación en la cual se describió el tipo de litología, sus procesos sedimentarios (ambientes de formación) que permitieron la deposición de los materiales arcillosos. Las muestras se codificaron in situ y se registró la información en fichas técnicas que permitieron armar una base de datos georeferenciadas,. Es así que en el presente estudio se analizaron muestras que fueron prospectadas en el cantón Catamayo, e identificadas bajo el código PACL-00#-Nombre del Prospecto, registros que han sido minuciosamente conservados en físico y digital para posteriores investigaciones.

FASE DE LABORATORIO

1. Preparación de la muestra.

Las muestras que se obtuvieron fueron en un inicio sometidos a diferentes procesos físicos: inicialmente los especímenes fueron fraccionados y llevados a secar a una temperatura de 105 °C por 24 horas, seguidamente se procedió a cuartear las muestras para luego llevarlas a un proceso de trituración y pulverización. Con esta preparación previa, las muestras se sometieron a eliminación de arenas y limos [5]. Con el material ya más homogéneo, se procedió a tamizar por la malla 200ASTM. Esta fracción arcillosa, se sometió a una nueva trituración utilizando un mortero de ágata. Finalmente, se procedió a eliminar materia orgánica mediante sucesivos lavados con agua oxigenada al 30%.

2. Análisis por FRX

Para las mediciones de FRX se utilizó un espectrómetro portátil. Para este proceso fueron suficientes 5 gramos de cada muestra.

3. Análisis por DRX

Para este estudio se utilizó un Difractómetro, fueron necesarios alrededor de 5 gramos de polvo y se tomó un rango de 5° a 65° de medición de ángulo. Para identificación mineralógica se utilizó el programa Eva y para la cuantificación el programa Topaz.

Resultados y discusión

De acuerdo al reporte de FRX (Tabla 1) se obtuvo una cuantificación de los diferentes elementos como: Silicio (Si), Aluminio (Al), Magnesio (Mg), Potasio (K), Calcio (Ca), Hierro (Fe). Asimismo sin ser un elemento abundante se puede notar una cantidad interesante de Titanio (Ti) en todas las muestras, este elemento (Ti) abre una posibilidad a su extracción y tratamiento, por ser un material de baja densidad, alta resistencia a la corrosión, buenas propiedades mecánicas, muy apto para aplicaciones biomédicas.

Tabla 1: Algunos resultados de la FRX de las muestras del cantón Catamayo

MUESTRA	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	CaO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂
PACL-005	78.8	15.1	0.177	1.61	2.02	1.47	0.139
PACL-006	77	15.5	...	3.26	2.24	1.5	0.137
PACL-007	59.1	21.4	...	1.71	9.09	6.07	0.949
PACL-008	48.3	15.3	7.93	0.663	13.7	10.7	1.14
PACL-009	54.2	17.7	8.43	0.658	7.43	9.24	0.779

En cuanto a la DRX (Tabla 2) existe una concentración importante de Illita cuyo sistema cristalino es monoclinica y su composición química $(K,H_3O)(Al, Mg, Fe)_2(Si, Al)_4O_{10}$. Este material procesado es utilizado en la industria cerámica refractaria y alfarería principalmente alcanzando temperaturas de 1100°C [7]. En el cantón Catamayo también se pudo observar un porcentaje interesante de Montmorillonita, perteneciente al grupo de las micas, que por su capacidad molecular de absorción es usado para remover contaminantes como el fenol, anilina, presentes en la industria y la industria minera [8] [9]. Además también existen buenos ejemplares con altos contenido en caolín producto de la meteorización de rocas volcánicas sedimentaria ricas en plagioclasa y feldespatos su uso es muy amplio desde la fabricación de papel hasta impermeabilizantes y cauchos empleados en estos últimos para aumentar su resistencia.

Tabla 2: Algunos resultados de la DRX de las muestras del cantón Catamayo

MUESTRA	Cuarzo	Illita	Montmorillonita	Kaolinita	Vermiculita
PACL-004	14,01	60,88	9,31	14.06	...
PACL-005	5,78	85,59	...	...	8,63
PACL-006	22,37	41,99	...	...	...
PACL-007	31,98	58,26	...	...	9,76

Conclusiones

Las muestras estudiadas dieron como resultado importantes porcentajes de materiales que además de ser utilizados en la cerámica (ladrillos, alfarería, etc.), podrían ser utilizadas en la industria de nuevas tecnologías (ciencias biomédicas, electrónica, etc.).

Los análisis tanto de FRX y de DRX permitieron conocer la composición mineralógica de los sectores en estudio, determinando así que las zonas territoriales analizadas poseen un subsuelo con gran potencial a ser explorado y aprovechado industrialmente.

Agradecimientos

Especial agradecimiento al grupo GEMA de la UTPL, al Departamento de Geología y Minas e Ingeniería Civil de la UTPL, **Ing. Karina Peña**, Ing. Carmen Ortiz, Ing. Cristián Loaiza, e Ing. Francisco Enríquez, prospectores.

Referencias

- [1] R.Quille, A. Bustamante, “Caracterización de arcillas de la provincia de Morropon por técnicas físicas y químicas”, *Revista de Investigación de Física*, (2006) Vol.9, N°2:53-60
- [2] H. Murray, “Applied clay mineralogy today and tomorrow. Department of Geological”, Sciences, Indiana University, Bloomington, USA, 1997.
- [3] D. Moore, R. Reynolds, “X-Ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay”, Minerals, USA, 1999.
- [4] A.Awwad, “Nano-structured kaolin clay and its Industrial Applications”, Royal Scientific Society, Amman, Jordan, 2011
- [5] A.Justo, E.Morillo, “Técnicas de difracción de rayos X para la identificación cuantitativa y cualitativa de minerales de la arcilla”. Instituto de ciencias de materiales de Sevilla-Spain, (1999):77-87.
- [6] A.Carrillo, C.Urruchurto, J.Carriazo, S. Moreno, R.Molina, “Structural and textural characterization of a Colombian halloysite”, *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, (2014) Vol. 13, No. 2: 563-571.
- [7] Segemar, “Minería”, *Revista Cerámica y cristal* (2006) No. 138: 72-77, Obtenido el 14 de Octubre de 2016 sitio web: <http://www.ceramicaycristal.com/cc138pdf/mineria.pdf>
- [8] A. Osorio, D. Bazan, G. Zárate, “Aplicación de la Montmorillonita en la contaminación de afluentes mineros” *Revista Sociedad Química Perú*, (2001) , No1, 2001 :8-26.
- [9] Y.Vargas, V.Gómez, “Caracterización espectroscópica, química y morfológica y propiedades superficiales de una montmorillonita mexicana” *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, (2008) Vol. 25, No.1:135-144.

In silico study of binding affinities of the main methylxanthines in cocoa (*Theobroma cacao*) to human adenosine receptor

Mosquera, Byron F. , Méndez, Miguel A. , Flores, Francisco J.

1 Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura / Grupo de Biología Sintética, Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, Av. General Rumiñahui s/n, Sangolquí, Ecuador

2 Grupo de Química Computacional y Teórica (QCTUSFQ), Universidad San Francisco de Quito, Diego de Robles s/n y Vía Interoceánica, 17-1200- 841, Quito, Ecuador

* corresponding author: bfmosquera1@espe.edu.ec

Keywords: molecular docking, virtual screening, receptor occupancy

Abstract

Quantification of caffeine and theobromine concentrations is key for identifying fine flavor cocoa. For this end, high performance liquid chromatography (HPLC) is commonly used; however, it is an expensive and non-portable technology. Specific biosensors represent a viable alternative that circumvents the issues posed by HPLC analysis. As a first step to develop a biosensor that can be used to quantify theobromine in a cocoa sample, we employed molecular docking and virtual screening visualization to evaluate the binding affinities of the main methylxanthines in cocoa, which are antagonists of the adenosine A_{2A} receptor. Our experiments revealed that I274 is a critical residue for caffeine binding and its mutation to I274F or I274M causes a higher binding free energy difference in favor of theobromine ($\Delta\Delta G = -0.5$ kcal/mol). We also performed a mathematical model based in receptor occupancy when both, methylxanthines and adenosine, compete for the binding site.

Introduction

Theobroma cacao is a tropical tree originated in South America and presumably cultivated for first time in Mesoamerica; currently it is cultivated in West Africa, Asia, Oceania and Latin America^[1,2]. Even though Ecuador is not among the largest producers of bulk cocoa in the world, the country produces about 60% of the global demand of fine flavor cocoa, a type of cocoa that is used for the production of premium quality chocolate. Fine flavor cocoas contains 0,30%-0,60% and 2,85%-3,43% of caffeine (1,3,7-trimethylxanthine) and theobromine (3,7-dimethylxanthine), respectively^[2]. The theobromine/caffeine ratio can be used to differentiate between bulk and fine flavor cocoa^[3]. Typically, a high performance liquid chromatography analysis is employed to measure the concentrations of these two molecules and determine if a cocoa sample belongs to the fine flavor category^[4].

The aim of this research was to evaluate the binding affinity of the main methylxanthines in cacao to the binding site of human A_{2A} AR mutants by using *in silico* molecular docking. In addition, we studied the receptor occupancy to evaluate the possibility of using a mutated A_{2A} AR as a biosensor for both caffeine and theobromine, based on kinetics.

Methods

2 AR and ligand preparation

For the protein receptor we used the A_{2A} AR bound to an engineered G protein (PDB ID, 5G53) from which we selected chain A (5G53_A) and removed all bound ligands. The four ligands tested, adenosine (CID: 6083), caffeine (CID: 2519), theobromine (CID: 5429) and theophylline (CID: 2153), were obtained from PUBCHEM.

Library of mutants

A Python script was written to automatically generate the single mutants without considering rotamers. The script was run in the console of PyMOL version 1.8.6.0^[5]. First, we used alanine scanning mutagenesis to determine the contribution of each amino acid involved in A_{2A} AR-caffeine interaction. Then, the important residues were replaced with the remaining amino acids.

The stability of the mutants was analyzed by using the Site Director Mutagenesis online server^[6].

Molecular docking

The molecular docking was done with AutoDock Vina^[7]. The grid box was determined based on the thermostabilised A_{2A} AR in complex with caffeine (PDB ID, 3RFM); the size was 18 × 16 × 20, centered at -3.0, -47.0, 21.0 in x, y, z respectively with a spacing of 1Å. All docking parameters were set at the default values.

The binding modes resulting from molecular docking were analyzed using Discovery Studio Visualizer version 16.1.015350 (Dassault Systèmes BIOVIA, 2016)^[8].

Results and discussion

Molecular docking

The 2D diagram revealed the same interacting amino acids of the PDB file 3RFM including L85 and I66 with weak interactions (Figure 1) into a hydrophobic binding pocket (Figure 2). I274 has been identified to be inside the A_{2A} AR antagonist binding pocket^[9]. So F168, L249, N253, I274, L85, M177, M270 were considered for generating the library of mutants.

The receptor stability analysis showed a slight destabilizing, neutral or stabilizing effect of F168A, L249A, I274A, M 270A (data not shown).

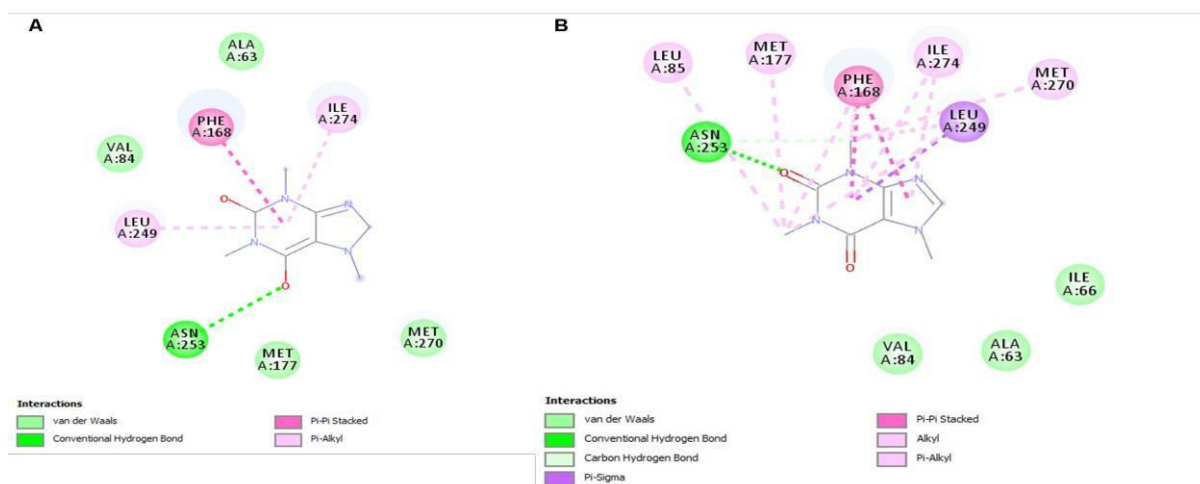


Figure 1. 2D ligand interaction diagram of: (A) thermostabilised AR with caffeine (PDB ID, 3RFM); (B) 5G53_A docked with caffeine.

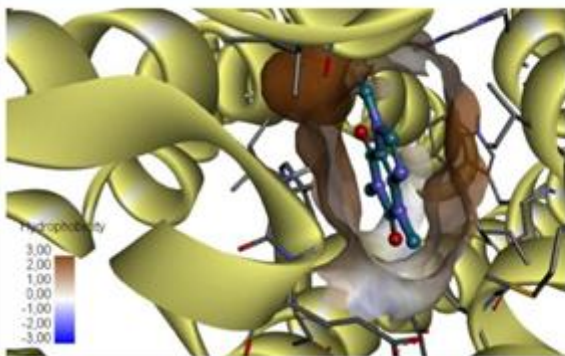


Figure 2. The hydrophobic binding pocket of 5G53_A docked with caffeine.

Since there are only traces of theophylline in cocoa, we focused in mutants with better affinity for theobromine or caffeine. The ΔG output of molecular docking revealed that only the Ile174A mutant had a higher affinity for theobromine ($\Delta G = -6.1$ kcal/mol) than caffeine ($\Delta G = -5.9$ kcal/mol). On the other hand; in comparison to the wild type, the M270A mutant had a small increase in the affinity difference between caffeine ($\Delta G = -6.1$ kcal/mol) and theobromine ($\Delta G = -5.7$ kcal/mol) (Figure 3A).

Having defined I274 and M270 as the most important residues, we evaluated the receptor stability of each possible single mutant in those positions. In the first case, only ten mutants (Figure 3B) were found with slightly destabilizing, neutral or stabilizing effect from which I274F and I274M had the same effect with a theobromine dissociation constant/caffeine dissociation constant (K_T/K_C) ratio equal to 0.43. In unlike manner, M270I, M270L, M270V had a similar K_T/K_C ratio to M270A (Figure 3C; Table1).

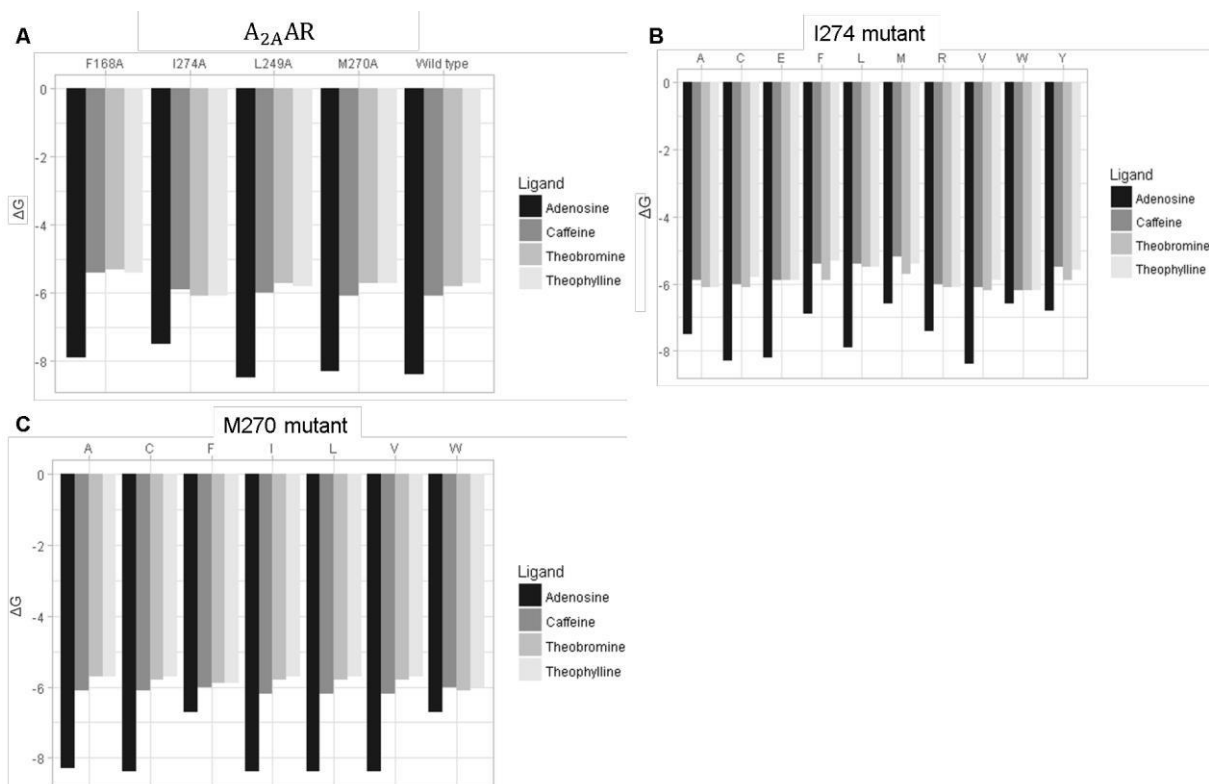


Figure 3. Binding free energy (ΔG) of: (A) stable mutants of binding site; (B) stable I274 mutants; (C) stable M270 mutants.

Mathematical model

According to the law of mass action:

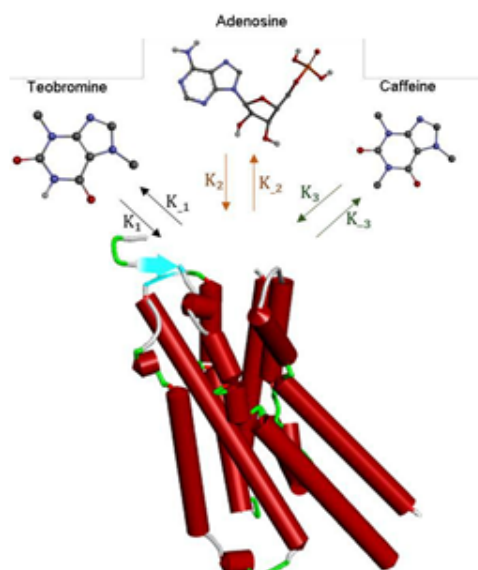


Figure 4. Competitive inhibition of A_{2A} AR by caffeine and theobromine.

$$\begin{aligned} \frac{d[R]}{dt} &= k_1[R][T] - k_{-1}[RT] \\ \frac{d[RA]}{dt} &= k_2[R][A] - k_{-2}[RA] \\ \frac{d[RC]}{dt} &= k_3[R][C] - k_{-3}[RC] \end{aligned} \quad (1)$$

In the steady state:

$$[RA] = \frac{[R][A]}{K_2} \quad (2)$$

$$[RC] = \frac{[R][C]}{K_3} \quad (3)$$

$$[RT] = \frac{[R][T]}{K_1}$$

The equation (5) describes the fraction of receptor occupied by the agonist (adenosine) when it competes with caffeine and theobromine.

Conclusions

The molecular docking of A_{2A} AR stable mutants at the methylxanthines binding site and virtual screening revealed that I274 is the most important residue for caffeine binding. Furthermore, the kinetic constants, derived from docking, are linked to the mathematic model of receptor occupancy which may help to design a biosensor based on kinetics of both antagonists in order to offer an alternative to the expensive HPLC analysis.

Acknowledgements

The Python script was assisted by Christian Peña Pontón.

References

- [1] C. Cumo in Foods that changed history: how foods shaped civilization from the ancient world to the present. ABC-CLIO, LLC (2015) 75-78.
- [2] A. Aprotosoaie, S. Luca, A. Miron; Comp Rev Food Sci Food Saf. 15(2016)73-91.
- [3] F. Davrieux, S. Assemat, D. Sukha, E. Portillo, R. Boulanger, D. Bastianelli, E. Cros in 12th International Conference on Near Infrared Spectroscopy. Auckland, New Zealand (2005) 382-386.
- [4] R. Nazaruddin, M. Ayub, S. Mamot, C. Heng; Malaysian J. Anal. Sci. 7(2001) 377-386.
- [5] The PyMOL Molecular Graphics System, Version 1.8.6.0 Schrödinger, LLC.
- [6] C. Worth, R. Preissner, T. Blundell; Nucleic Acids Research 39 (2011) 215-222.
- [7] O. Trott, A. Olson; J. Compu Chem. 31(2015) 455-461.
- [8] Dassault Systèmes BIOVIA. (2016). Discovery Studio Modeling Environment, Release 2017, San Diego: Dassault Systèmes

[9] A. Zhukov, S. Andrews, J. Errey, N. Robertson, B. Tehan, J. Mason, F. Marshall, M. Weir, M. Congreve; J Med Chem. 54 (2011) 4312–4323.

“Comparación de la variabilidad genética de tres regiones de ADN cloroplástico y una nuclear en el Ishpingo (*Ocotea quixos*), proveniente de 5 provincias de la Amazonía ecuatoriana”

Salazar, Paula E., Rivas, Patricio I., Karolys, Germania M.

Universidad Politécnica Salesiana, Facultad Ciencias de la Vida, Av. 12 de Octubre 2422 y Wilson, Quito, Ecuador. psalazarc@est.ups.edu.ec

Palabras Claves: *Ocotea quixos*, variabilidad genética, matK, rbcLa, psbA-trnH, ITS

Resumen

Ocotea quixos es un árbol de los bosques húmedos sudamericanos (310-1200 msnm), se utiliza como medicina por las propiedades farmacológicas de sus aceites esenciales. En Ecuador, las poblaciones silvestres son reducidas. Este estudio comparó la variabilidad genética de tres regiones de ADN cloroplástico (matK, rbcLa y psbA-trnH) y una nuclear ITS de Ishpingo, mediante el coeficiente de variabilidad nucleotídica de Nei (π). La variabilidad nucleotídica de las regiones matK, rbcLa y psbA-trnH fueron bajas ($\pi \leq 0.005$), por su alto grado de conservación. La región ITS presentó una variabilidad superior ($\pi = 0.11$). Los resultados de la región ITS pueden estar afectados por la homoplasia.

Introducción

Ocotea quixos (Lam.) Kosterm. (Ishpingo, Ishpink o Canela Amazónica), es un árbol perenne de 2 a 25 m de altura (Cazorla, 2013; Palacios, 2016b). Se encuentra distribuido en el bosque húmedo tropical de la región amazónica de Colombia, Ecuador, Perú y Brasil (310-1200 msnm) (Ríos, et al., 2007; Cárdenas, Castaño, Sua y Quintero, 2015).

En el 2007, *Ocotea quixos* se encontró en veda total durante seis meses, debido a la reducción significativa de sus poblaciones silvestres (Grijalva, Checa, Ramos y Barrera, 2012). En el Acuerdo Ministerial No. 167, publicado en el Registro Oficial No. 18 del 8 de febrero del 2007. Las principales causas de la reducción poblacional de *Ocotea quixos* son la ampliación de la red vial, la transformación de ecosistemas, la deforestación y el cultivo de clones de la especie (MAE, 2010). La falta de estudios de genética de poblaciones de *Ocotea quixos* del Ecuador, sugieren que la variabilidad genética del Ishpingo puede estar disminuyendo. El objetivo del presente estudio es comparar la variabilidad genética de tres regiones de ADN cloroplástico (matK, rbcLa, psbA-trnH) y una región de ADN nuclear ITS en *Ocotea quixos*; para establecer posibles regiones para estudios futuros de genética de poblaciones en Ishpingo.

Métodos

Recolección de muestras

Se recolectó muestras botánicas y tejido foliar de 38 individuos de la especie Ishpingo (*Ocotea quixos*). Las muestras se obtuvieron de 11 localidades de 5 provincias de la Amazonía ecuatoriana, donde se cultiva tradicionalmente el Ishpingo. Las muestras botánicas fueron identificadas morfológicamente en el Herbario de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Extracción de ADN

Se realizaron lavados previos propuestos en el protocolo de separación de polifenoles y polisacáridos de Porebski, Bailey y Baum (1997). Posterior al lavado, se realizó el protocolo de extracción simple de ADN foliar de Doyle y Doyle (1987). Para determinar la presencia de ADN se realizó una electroforesis horizontal en gel de agarosa al 1%.

Amplificación de regiones de ADN

Las regiones de ADN cloroplástico *matK*, *rbcLa*, *psbA-trnH* y la región nuclear ITS, definidas para el Sistema Barcode se amplificaron mediante cebadores específicos.

Tabla 1. Primers para la amplificación de regiones de ADN

Primers	Secuencia (5'→3')	Referencias
<i>matK</i> - 1RKIM (F)	ACCCAGTCCATCTGGAAATCTTGGTTC	(Lahaye <i>et al.</i> , 2008)
<i>matK</i> - 3FKIM (R)	CGTACAGTACTTTTGTGTTTACGAG	
<i>rbcLa</i> (F)	ATGTCACCACAAACAGAGACTAAAGC	(CBOL Plant <i>et al.</i> , 2009)
<i>rbcLa</i> (R)	GTAAAATCAAGTCCACCRG	(Levin <i>et al.</i> , 2003)
<i>psbA</i> (F)	GTTATGCATGAACGTAATGCTC	(Kress y Erickson, 2007)
<i>trnH</i> (R)	CGCGCATGGTGGATTACAAATCC	
<i>ITS leu1</i> (F)	GTCCACTGAACCTTATCATTTAG	(Bolson, Smidt, Brotto y Silva-Pereira, 2015)
<i>ITS 4</i> (R)	TCCTCCGCTTATTGATATGC	(White <i>et al.</i> , 1990)

Nota: (F) Secuencia Forward y (R) Secuencia Reverse

Secuenciación de regiones de ADN

El secuenciamiento y purificación de las muestras se realizó en la empresa MacroGen (Corea del Sur) utilizando el método de secuenciación simple de Sanger.

Análisis de secuencias

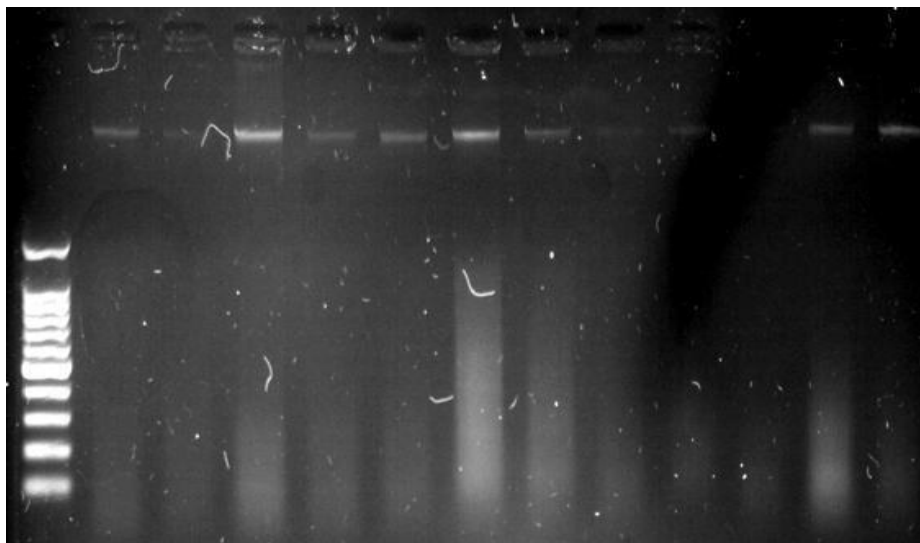
Se realizó el análisis en el programa MEGA7. Para alinear las secuencias se utilizó el algoritmo MUSCLE y para la realización de la filogenia se utilizaron los árboles de Máxima Verosimilitud, se realizó el método de Bootstrap con 1000 réplicas. Las sustituciones evaluadas fueron de tipo nucleotídicas y el modelo de sustituciones fue de Jukes-Cantor (1969). Los árboles fueron enraizados siguiendo el criterio de grupos externos u “outgroups”, se utilizaron las especies *Ocotea veraguensis* y *Ocotea porosa*. La variabilidad genética se analizó con el coeficiente de conservación y el coeficiente de variabilidad nucleotídica de Nei determinado por el “análisis de estimación de diversidad con el modelo de datos específicos” y se estimó con el modelo de Tamura-Nei.

Resultados y discusión

Extracción de ADN

Se obtuvo el ADN de 35 muestras (Figura 1) después de los lavados realizados propuestos en el protocolo de separación de polifenoles y polisacáridos de Porebski, Bailey y Baum (1997). El ADN obtenido se encontró sin degradación y libre de contaminación, la banda obtenida correspondía al tamaño esperado: >2000 pb con una concentración de 40-100 ng/ µL aproximadamente (Gómez *et al.*, 2012; Fraga, Nodarse, Rodríguez, Fuentes, Castex y Fernández-Calienes, 2004).

Gel electroforético de extracción de ADN



Pb

>2000 

1500 

1000 

500 

100 

Figura 1. Extracción de ADN con lavados previos protocolo de Porebski, Bailey y Baum (1997) y el protocolo de extracción simple de ADN foliar Doyle y Doyle (1987) Gel de agarosa 1%.

Nota: Primer pocillo marcador molecular, muestras 3204- 3215 (+), muestra 3213 (-).

Comparación de variabilidad nucleotídica entre las regiones matK, rbcLa, psbA-trnH e ITS

Los coeficientes de variabilidad genética obtenidos para la región matK y rbcLa fueron de $\pi = 0.0003$. En el género *Ocotea* las regiones matK y rbcLa se encuentran conservadas debido a que son regiones de genes constitutivos o housekeeping, los cuales se expresan constantemente en la célula y su tasa de variación nucleotídica es baja (Gruzdev et al., 2016; Liu et al., 2012).

La región psbA-trnH posee un coeficiente de variabilidad de $\pi = 0.0051$ mayor que las regiones matK y rbcLa. Esta región posee repeticiones mononucleotídicas lo que aumenta su variabilidad (Kress y Erickson, 2007). Pese a este aumento el coeficiente de variabilidad nucleotídica es bajo $< 0,1$ como lo menciona (Jakobsson, Edge y Rosenberg,

2013) y no proporciona altas tasas de sustitución nucleotídica debido a su corta longitud en el género *Ocotea*, por lo que su variabilidad nucleotídica es baja (Liu et al., 2012).

La región ITS presentó el mayor coeficiente de variabilidad ($\pi = 0.1137$) entre las cuatro regiones. Una de las principales razones de este aumento de variabilidad genética se debe al problema de homología de las secuencias que posee esta región, es decir, la aparición de copias divergentes dentro de los individuos, lo que puede conducir a un aumento de variabilidad genética (Hollingsworth et al., 2011).

Conclusiones

Las regiones de ADN matK, rbcLa y psbA-trnH en *Ocotea quixos* se encuentran muy conservadas (coeficiente de variación nucleotídica $\pi \leq 0.005$) para el estudio de variabilidad genética en esta población. La región ITS presenta altas tasas de sustitución en los nucleótidos ($\pi = 0.1137$) dentro de las secuencias de *Ocotea quixos*. Esta variabilidad está asociada a la cantidad de indeles dentro de la secuencia de ADN que aumenta la variabilidad nucleotídica. El coeficiente de la variabilidad genética obtenido en las regiones de ADN de *Ocotea quixos* es bajo ($\pi = 0-0.1137$), lo que sugiere que la variabilidad genética de la especie se encuentra amenazada por la deforestación y el cultivo de clones.

Referencias

Las referencias bibliográficas incluidas en el texto serán numeradas en orden correlativo usando números arábigos encerrados entre corchetes. Para artículos en revistas seguir el ejemplo [1]; para libros, el ejemplo [2]; y para trabajos en actas de congresos, el ejemplo [3]. Las referencias se escribirán usando Times New Roman, tamaño 10.

[1]Álvarez, I., & Wendel, J. F. (2003). Ribosomal ITS sequences and plant phylogenetic inference. Recuperado el 23 de enero de 2017, a partir de <http://www.rjb.csic.es/jardinbotanico/ficheros/documentos/pdf/pubinv/IAF/17.pdf>

[3]Álvarez, V. (2008). Estudio multidisciplinar de la variabilidad del ADN mitocondrial en poblaciones humanas. Univ Santiago de Compostela.

[3]Amaru, R., Peñaloza, R., Miguez, H., Torres, G., & Cuevas, H. (2008). UMSAgen, método para la extracción simultánea de RNA y DNA para diagnóstico molecular. Cuadernos Hospital de Clínicas, 38.

[1]Aranguren, Y., Machado, E., & Montes, V. D. (2013). Principales herramientas moleculares empleadas en la ciencia animal. Revista Colombiana de Ciencia Animal, 5(2), 480–496.

[1]Assis, L. C. S., & de Mello-Silva, R. (2009). Three new species of *Ocotea* (Lauraceae) from the Brazilian Atlantic Forest. Rodriguésia, 60(3), 641–649.

[2]Bahadur, B., Rajam, M. V., Sahijram, L., & Krishnamurthy, K. V. (2015). Plant Biology and Biotechnology: Volume I: Plant Diversity, Organization, Function and Improvement. Springer.

Barbadilla, A. (2012). La genética de poblaciones. Recuperado a partir de <http://bioinformatica.uab.es/divulgacio/la%20genetica%20de%20poblaciones.pdf>

[2]Baser, K. H. C., & Buchbauer, G. (2015). Handbook of Essential Oils: Science, Technology, and Applications, Second Edition. CRC Press.

[2]Berdonces, J. (1998). Gran Enciclopedia de las Plantas Medicinales (Teo Gómez). Editorial Oceano.

[1]Bhamra, S., Heinrich, M., Howard, C., Johnson, M., & Slater, A. (2015). DNA authentication of tulsi (*Ocimum tenuiflorum*) using the nuclear ribosomal internal transcribed spacer (ITS) and the chloroplast intergenic spacer trnH-psbA. Planta Medica, 81(16), PW_20. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1565644>

[1]Bolson, M., Smidt, E. de C., Brotto, M. L., & Silva-Pereira, V. (2015). ITS and trnH-psbA as Efficient DNA Barcodes to Identify Threatened Commercial Woody Angiosperms from Southern Brazilian Atlantic Rainforests. PLOS ONE, 10(12), e0143049. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143049>

- [2]Boundless. (2016). Genetic Variation (Versión Segunda). Estados Unidos: Boundless. Recuperado
- [46] partir de /biology/textbooks/boundless-biology-textbook/the-evolution-of-populations-19/population-genetics-131/genetic-variation-530-12943/
- [1]Bruni, I., Mattia, F. D., Martellos, S., Galimberti, A., Savadori, P., Casiraghi, M., ... Labra, M. (2012). DNA Barcoding as an Effective Tool in Improving a Digital Plant Identification System: A Case Study for the Area of Mt. Valerio, Trieste (NE Italy). *PLOS ONE*, 7(9), e43256. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0043256>
- [1]Cadavid, I., Rosero, D., & Uribe, S. (2013). Comparación de dos métodos de extracción de ADN a partir de plantas del género *Solanum*, subgénero *Leptostemum*. Recuperado el 11 de marzo de 2017, a partir de <http://www.scielo.org.co/pdf/biote/v15n2/v15n2a21.pdf>
- [3]Cárdenas, D., Castaño, N., Sua, S., & Quintero, L. (2015). Planes de Manejo_Digital.indd - Planes_Manejo_Arboles_Amenazados.pdf. Recuperado el 2 de enero de 2017, a partir de http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Programas-para-la-gestion-de-fauna-y-flora/Planes_Manejo_Arboles_Amenazados.pdf
- [3]Cazorla, M. (2013). Actividad Fotoprotectora; *Passiflora Edulis* (Maracuyá); *Ishpingo* (*Ocotea quixos*): *Ocotea quixos* (*Ishpingo*); protectores solares. Recuperado a partir de dspace.espoeh.edu.ec/handle/123456789/2556
- [1]CBOL Plant, Hollingsworth, P. M., Forrest, L. L., Spouge, J. L., Hajibabaei, M., Ratnasingham, S.,
- [26] Little, D. P. (2009). A DNA barcode for land plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(31), 12794–12797. <https://doi.org/10.1073/pnas.0905845106>
- [1]Chen, S., Yao, H., Han, J., Liu, C., Song, J., Shi, L., & Zhu, Y. (2010). Validation of the ITS2 Region as a Novel DNA Barcode for Identifying Medicinal Plant Species. *PLOS ONE*, 5(1), e8613. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0008613>
- [1]Cheng, T., Chao, X., & Li, L. (2015). Barcoding the kingdom Plantae: new PCR primers for ITS regions of plants with improved universality and specificity. Recuperado el 7 de mayo de 2017, a partir de <http://onlinelibrary.wiley.com/sci-hub.cc/doi/10.1111/1755-0998.12438/full>
- [2]Contreras, A., Cuevas, C., Goyonechea, I., & Iturbe, U. (2007). La sistemática, base del conocimiento de la biodiversidad (1a ed., Vol. 1). México: UAEH.
- [1]CPBOL, C. P. B. (2011). Comparative analysis of a large dataset indicates that internal transcribed spacer (ITS) should be incorporated into the core barcode for seed plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(49), 19641–19646. <https://doi.org/10.1073/pnas.1104551108>
- [1]Cruz, M. V. de la, Hernández, Y., Vázquez, A., & González, L. (2013). Diversidad genética de especies silvestres del Género *Nicotiana* II: Caracterización molecular mediante marcadores RAPD. *Revista de Protección Vegetal*, 25(3), 166.
- [1]Dong, W., Liu, J., Yu, J., Wang, L., & Zhou, S. (2012). Highly Variable Chloroplast Markers for Evaluating Plant Phylogeny at Low Taxonomic Levels and for DNA Barcoding. *PLOS ONE*, 7(4), e35071. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0035071>
- [2]Donoso, C., Premoli, A., Gallo, L., & Ipinza, R. (2004). Variación intraespecífica en las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Editorial Universitaria.
- [1]Doyle, J., & Doyle. (1987). A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochem Bull*, 19, 11–15.
- [1]Eguiarte, L., Aguirre, J., Jardón, L., Aguirre, E., & Souza, V. (2013). Genómica de Poblaciones: Nada en evolución va a tener sentido si no es a la luz de la Genómica, y nada en Genómica tendrá sentido si no es a la luz de la evolución. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 16(1), 42–56. [1]Eisen, J. A., & Fraser, C. M. (2003). Phylogenomics: intersection of evolution and genomics. *Science (New York, N.Y.)*, 300(5626), 1706–1707. <https://doi.org/10.1126/science.1086292>
- Ellegren, H., & Galtier, N. (2016). Determinants of genetic diversity. *Nature Reviews Genetics*, 17(7), 422–433. <https://doi.org/10.1038/nrg.2016.58>
- [3]Eng, K., & Hayhurst, R. (2016, noviembre 11). What is genetic diversity? - Biosciences for Farming in Africa. Recuperado el 27 de diciembre de 2016, a partir de <http://b4fa.org/bioscience-in-brief/plantbreeding/genetic-diversity/>
- [1]Felsenstein, J. (1981). Evolutionary trees from DNA sequences: A maximum likelihood approach. *Journal of Molecular Evolution*, 17(6), 368–376. <https://doi.org/10.1007/BF01734359>
- [3]Ferrada, P. (2011). Determinación de polimorfismo e identificación de haplotipos en *Gevuina avellana* y *Embothrium coccineum* (Magnoliópsida : Proteaceae), especies nativas de Chile, utilizando marcadores moleculares en cpDNA (Tesis de Grado). Universidad Austral de Chile, Valdivia.

- [1]Fraga Nodarse, J., Rodríguez, J., Fuentes, O., Castex, M., & Fernández-Calienes, A. (2004). Comparación entre 5 métodos para la extracción de ADN de Triatomíneos: su utilización en la técnica de ADN polimórfico amplificado al azar (RAPD). *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 56(3), 203–207.
- [1]Freeland, J. (2005). The evolution of population biology: past, present and future. *Journal of Biogeography*, 32(11), 2039–2040. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2005.01363.x>
- Fuentes, A. (2016). La evolución es importante, pero podría no ser lo que pensamos. *Cuicuilco*, 23(65), 271–292.
- [3]Galián, A. (2014). Estudio de la evolución del espaciador ribosomal intergénico 45S (IGS45S) y otras familias de ADN repetido en plantas, mediante técnicas moleculares y citogenéticas. Proyecto de investigación: Recuperado a partir de <https://digitum.um.es/xmlui/handle/10201/39233>
- [1]Gallo, L. A., Marchelli, P., Azpilicueta, M. M., & Crego, P. (2006). El uso de marcadores genéticos en el género *Nothofagus* con especial referencia a raulí y roble. *Bosque (Valdivia)*, 27(1), 3–15. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002006000100001>
- [1]Gao, T., Yao, H., & Song, J. (2010). Evaluating the feasibility of using candidate DNA barcodes in discrimination species of the large Asteraceae family. Recuperado el 26 de enero de 2017, a partir de http://download.springer.com/static/pdf/962/art%253A10.1186%252F1471-2148-10-324.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Fbmcevolbiol.biomedcentral.com%2Farticle%2F10.1186%2F1471-2148-10-324&token2=exp=1485439006~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F962%2Fart%25253A10.1186%25252F1471-2148-10-324.pdf*~hmac=de1032c75641dc8a2f24e44b34a07f2fb5d281a0969c4dc19756f60f8b73742a
- [3]García, M. (2014). Variación genética de tres especies silvestres del género *Hylocereus* (Berger) Britton & Rose (Cactaceae) en México con base en secuencias de matK, rbcL, psbA, trnL-F e ITS. Recuperado a partir de <http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/handle/10521/2417>
- [1]García-Sancho, M. (2010). A New Insight into Sanger's Development of Sequencing: From Proteins to DNA, 1943–1977. *Journal of the History of Biology*, 43(2), 265–323. <https://doi.org/10.1007/s10739-009-9184-1>
- [1]Gardes, M., & Bruns, T. D. (1993). ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes - application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Molecular Ecology*, 2(2), 113–118. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.1993.tb00005.x>
- [1]Giovambattista, G., Ripoli, M. V., Lirón, J. P., Castagnasso, E. V., Peral-García, P., & Lojo, M. M. (2001). DNA Typing in a Cattle Stealing Case. *Journal of Forensic Science*, 46(6), 1484–1486. <https://doi.org/10.1520/JFS15176J>
- [1]Giraldo, P. H. A., Uribe, S. S. I., & López, R. A. (2011). Análisis de secuencias de ADN mitocondrial (Cytb y ND1) en *Lucilia eximia* (Diptera: Calliphoridae)/Analysis of mitochondrial DNA sequences (Cytb and ND1) in *Lucilia eximia* (Diptera: Calliphoridae). *Revista Colombiana de Entomología*, 37(2), 273.
- [1]Gómez, J. C. C., Ruiz, M. C., Saavedra, R. R., & Correa, S. I. (2012). AISLAMIENTO DE ADN GENÓMICO DE *Myrciaria dubia* (HBK) “CAMU CAMU” APROPIADO PARA ANÁLISIS MOLECULARES. *Ciencia Amazónica (Iquitos)*, 2(1), 7–16.
- [1]Gonzalez, M. (2009). Identification of Amazonian Trees with DNA barcodes. Recuperado el 2 de enero de 2017, a partir de <http://chave.ups-tlse.fr/chave/gonzalez-plosone09.pdf>
- [2]Griffiths, A. J., Miller, J. H., Suzuki, D. T., Lewontin, R. C., & Gelbart, W. M. (2010). Sources of variation. Recuperado a partir de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK22012/>
- [3]Grijalva, J., Checa, R., Barrera, P., & Limongi, R. (2012). Situación de los Recursos Genéticos Forestales – Informe País Ecuador. (Informe País No. 1) (p. 95). Quito: INIAP. Recuperado a partir de http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/stories/descargas/informe_pas_rgf_ecuador_final_.pdf
- [1]Grudinski, M., Pannell, C. M., Chase, M. W., Ahmad, J. A., & Muellner-Riehl, A. N. (2014). An evaluation of taxonomic concepts of the widespread plant genus *Aglaia* and its allies across Wallace's Line (tribe Aglaieae, Meliaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 73, 65–76. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2014.01.025>
- [1]Gruzdev, E. V., Mardanov, A. V., Beletsky, A. V., Kochieva, E. Z., Ravin, N. V., & Skryabin, K. G. (2016). The complete chloroplast genome of parasitic flowering plant *Monotropa hypopitys*: extensive gene losses and size reduction. *Mitochondrial DNA Part B*, 1(1), 212–213. <https://doi.org/10.1080/23802359.2016.1155090>

- [3]Guevara Guerrero, G., Garza Ocañas, F., & Cázares González, E. (2004). Estudio del ITS nuclear en algunas especies del género *Cantharellus* de México. *Ciencia UANL*, 7(3). Recuperado a partir de <http://eprints.uanl.mx/1459/>
- [1]Guindon, S., & Gascuel, O. (2003). A Simple, Fast, and Accurate Algorithm to Estimate Large Phylogenies by Maximum Likelihood. *Systematic Biology*, 52(5), 696–704. <https://doi.org/10.1080/10635150390235520>
- [2]Harper, J. (2010). *Population Biology of Plants* (2 edición, Vol. 1). Blackburn Press.
- [2]Hasebe, M., Omori, T., Nakazawa, M., Sano, T., Kato, M., & Iwatsuki, K. (1994). rbcL gene sequences provide evidence for the evolutionary lineages of leptosporangiate ferns. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 91(12), 5730–5734.
- [2]Hastings, A. (2013). *Population Biology: Concepts and Models*. Springer Science & Business Media.
- [2]Hecker, K. H., & Roux, K. H. (1996). High and low annealing temperatures increase both specificity and yield in touchdown and stepdown PCR. *Biotechniques*, 20(3), 478–485.
- [1]Hernández, M. A., Rodríguez, L. A., Guevara, F., de los Ángeles Rosales-Esquianca, M., Pinto, R.,
- [14] Ortiz, R. (2017). Caracterización molecular de maíces locales de la reserva de la biosfera “La Sepultura”. México. *Agronomía Mesoamericana*, 28(1), 69–83.
- [1]Hernández, F. (2002). La familia Lauraceae en el sur de México: diversidad, distribución y estado de conservación. Recuperado el 31 de marzo de 2017, a partir de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57707104>
- [1]Hollingsworth, P. M. (2011). Refining the DNA barcode for land plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(49), 19451–19452. <https://doi.org/10.1073/pnas.1116812108>
- [1]Hollingsworth, P., Graham, S., & Little, D. (2011). Choosing and Using a Plant DNA Barcode. *PLOS ONE*, 6(5), e19254. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0019254>
- INEC. (2010). *Cifras de Biodiversidad en Ecuador*. Recuperado el 28 de noviembre de 2016, a partir de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Sitios/pagina%20ambientales/>
- [1]Jakobsson, M., Edge, M. D., & Rosenberg, N. A. (2013). The Relationship Between FST and the Frequency of the Most Frequent Allele. *Genetics*, 193(2), 515–528. <https://doi.org/10.1534/genetics.112.144758>
- [1]Kress, W. J., & Erickson, D. L. (2007). A Two-Locus Global DNA Barcode for Land Plants: The Coding rbcL Gene Complements the Non-Coding trnH-psbA Spacer Region. *PLOS ONE*, 2(6), e508. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000508>
- [1]Kumar, S., Stecher, G., & Tamura, K. (2016). MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 7.0 for Bigger Datasets. *Molecular Biology and Evolution*, msw054. <https://doi.org/10.1093/molbev/msw054>
- [1]Lade, B. D., Patil, A. S., & Paikrao, H. M. (2014). Efficient genomic DNA extraction protocol from medicinal rich *Passiflora foetida* containing high level of polysaccharide and polyphenol. *SpringerPlus*, 3(1), 457. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-457>
- [1]Lahaye, R., Bank, M. van der, Bogarin, D., Warner, J., Pupulin, F., Gigot, G., ... Savolainen, V. (2008). DNA barcoding the floras of biodiversity hotspots. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(8), 2923–2928. <https://doi.org/10.1073/pnas.0709936105>
- [3]León, W. (2001). Anatomía de la madera de 15 especies del género *Ocotea* (Lauraceae). *Acta Botánica Venezolánica*, 24(1), 13–36.
- [1]Li, J., Christophel, D. C., Conran, J. G., & Li, H.-W. (2004a). Phylogenetic relationships within the “core” Laureae (Litsea complex, Lauraceae) inferred from sequences of the chloroplast gene matK and nuclear ribosomal DNA ITS regions. *Plant Systematics and Evolution*, 246(1–2), 19–34. <https://doi.org/10.1007/s00606-003-0113-z>
- [1]Li, J., Christophel, D. C., Conran, J. G., & Li, H.-W. (2004b). Phylogenetic relationships within the “core” Laureae (Litsea complex, Lauraceae) inferred from sequences of the chloroplast gene matK and nuclear ribosomal DNA ITS regions. *Plant Systematics and Evolution*, 246(1–2), 19–34. <https://doi.org/10.1007/s00606-003-0113-z>
- Liu, Z., Chen, S.-L., Song, J.-Y., Zhang, S.-J., & Chen, K.-L. (2012). Application of deoxyribonucleic acid barcoding in Lauraceae plants. *Pharmacognosy Magazine*, 8(29), 4. <https://doi.org/10.4103/0973-1296.93301>

- [3]López, D. C., & Salinas, N. (2007). Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 4. Especies maderables amenazadas: Primera parte. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas "SINCHI".
- [3]MAE. (2010). Cuarto Informe Nacional para el Convenio sobre la Biodiversidad. (Ejecutivo No. 4) (pp. 1–287). Recuperado a partir de <https://www.cbd.int/doc/world/ec/ec-nr-04-es.pdf>
- [3]Martín, M. M. P., & Alvaro, I. I. (2001). Notas preliminares sobre las técnicas de amplificación y variación de la región ITS (Internal Transcribed Spacer) en el género *Encalypta* (Encalyptaceae, Bryophyta). *Botanica Complutensis*, 25, 233.
- [1]Martínez, C., & Adrián, M. (2011). Código de barras genético de algunas orquídeas veracruzanas bajo riesgo de extinción. (Thesis). Recuperado a partir de <http://cdigital.uv.mx/handle/123456789/29310>
- [3]Mejía, E., & Pacheco, P. (2011). Aprovechamiento forestal y mercados de la madera en la Amazonía Ecuatoriana. *CIFOR, SAMIRI*, 56(1), 525–530.
- [3]Moreno, V, Sifuentes, A, & Pereyra, B. (2009). Herramientas para el análisis de variación genética-molecular. Universidad Autónoma de Nuevo León, 12, 201–205.
- [1]Mort, M. E., & Crawford, D. J. (2004). The Continuing Search: Low-Copy Nuclear Sequences for Lower-Level Plant Molecular Phylogenetic Studies. *Taxon*, 53(2), 257–261. <https://doi.org/10.2307/4135604>
- [1]Nahavandi, R., Hafezamini, P., Moeini, H., Jahromi, M. Z., & Shamsudin, M. N. (2011). Population of bottleneck and microsatellite: An Analysis Based on genetic diversity of Wild Tiger Shrimp *Penaeus monodon* (Fabricius) in Malaysia. *African Journal of Biotechnology*, 10(74), 16715–16719. <https://doi.org/10.5897/AJB11.2216>
- [1]Naranjo, P., Kijjoa, A., Giesbrecht, A. M., & Gottlieb, O. R. (1981). *Ocotea quixos*, American cinnamon. *Journal of Ethnopharmacology*, 4(2), 233–236. [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(81\)90038-6](https://doi.org/10.1016/0378-8741(81)90038-6)
- [3]Nature Education. (2015). The Genetic Variation in a Population Is Caused by Multiple Factors. Recuperado el 29 de diciembre de 2016, a partir de <http://www.nature.com/scitable/topicpage/the-genetic-variation-in-a-population-is-6526354>
- [1]Navarro, A., Barbadilla, A., & Ruiz, A. (2010). Effect of Inversion Polymorphism on the Neutral Nucleotide Variability of Linked Chromosomal Regions in *Drosophila*. *Genetics*, 155(2), 685–698.
- Nei, M. (1988). Relative Roles of Mutation and Selection in the Maintenance of Genetic Variability. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 319(1196), 615–629. <https://doi.org/10.1098/rstb.1988.0069>
- [2]Nei, M., & Kumar, S. (2000). *Molecular Evolution and Phylogenetics*. Oxford University Press.
- [1]Neuhaus, H., & Link, G. (1987). The chloroplast tRNA^{Lys}(UUU) gene from mustard (*Sinapis alba*) contains a class II intron potentially coding for a maturase-related polypeptide. *Current Genetics*, 11(4), 251–257. <https://doi.org/10.1007/BF00355398>
- [1]Noriega, P., & Dacarro, C. (2008). Aceite foliar de *Ocotea quixos* (Lam.) Kosterm.: actividad antimicrobiana y antifúngica. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 7(1). Recuperado a partir de <http://revistas.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/514>

Diseño Metodológico para el Análisis Comparativo de Técnicas de Remediación Ex-Situ: Compostaje en Biopilas, Bioaumentación, y Bioestimulación aplicadas para la Degradación de Hidrocarburos en los Procesos de Remediación de Suelos que Ejecuta el Proyecto Amazonía Viva de Petroamazonas EP

Recalde, Cristina; Córdor, José

1. Petroamazonas E.P. Email: Cristina.Recalde@petroamazonas.ec

2. Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos, y Ambiente, Universidad Central del Ecuador
Calle Jerónimo Leiton y Av. La Gasca. Casilla 872A, Quito, Ecuador. Email: jacondorc@uce.edu.ec

Palabras Claves: remediación ambiental de suelos, compostaje en biopilas, bioaumentación, bioestimulación, degradación de hidrocarburos

Resumen

El estudio evaluó tres técnicas de remediación ex situ: compostaje en biopilas, bioaumentación y bioestimulación para la degradación de hidrocarburos totales de petróleo (TPH), producto de las actividades de remediación de suelos que ejecuta la gerencia del proyecto Amazonía Viva de Petroamazonas E.P.

En un suelo con una concentración inicial promedio de 8,274 mg/kg de TPH, se evaluaron cinco tratamientos, los mismos que tuvieron como objetivo determinar la influencia del agente acondicionante (compost 10%), nutrientes e inóculo bacteriano en la degradación del contaminante, durante ocho meses que duró el ensayo.

Del análisis de varianza se determinó que existen diferencias significativas entre los tratamientos, obteniéndose la mayor tasa de degradación del TPH con el tratamiento 3 (38%), seguido del tratamiento 1 (37%), tratamiento 4 (35%) y tratamiento 2 (34%).

Introducción

El Proyecto Amazonía Viva contempla la ejecución de la limpieza y rehabilitación de las áreas afectadas por fuentes de contaminación en las provincias de Sucumbíos y Orellana; y dentro de ellas los campos Lago Agrio, Libertador, Cuyabeno, Bermejo, Shushufindi, Auca y Sacha. Estas actividades comprenden la eliminación de aproximadamente 2550 fuentes de contaminación (piscinas, fosas y derrames), y la descontaminación de aproximadamente cinco millones de metros cúbicos de suelo [1].

Cuando los hidrocarburos son introducidos en el suelo, estos pueden estar sujetos a distintos fenómenos físicos, químicos y biológicos, que pueden dar lugar a su transformación, eliminación o transporte a otros compartimientos ambientales.

Los procesos a los cuales se enfrentan estos contaminantes incluyen la evaporación, dilución, precipitación, reacciones abióticas (hidrólisis, fotooxidación, oxidaciones químicas, etc.), biodegradación microbiana, bioacumulación y secuestro. En la mayoría de los casos estos fenómenos tienen como resultado una redistribución de los contaminantes, siendo la degradación microbiana, catalizada por bacterias, algas, hongos y levaduras, el proceso más importante que interviene en la eliminación total o parcial de los contaminantes mediante su mineralización o transformación [2].

Métodos

En la presente investigación se evaluaron cinco tratamientos, con el fin de determinar la influencia del agente acondicionante (compost 10%), nutrientes e inóculo bacteriano en la degradación de los Hidrocarburos Totales de Petróleo en relación al tiempo de tratamiento (ocho meses). El tratamiento 0 testigo) fue usado para evaluar la atenuación natural del contaminante, sin la adición de ningún otro elemento. El tratamiento 1 determinó la influencia del agente acondicionante (compost 10%). Con el tratamiento 2 se evaluó la incidencia del inóculo bacteriano en el suelo degradado. El tratamiento 3 fue utilizado para evaluar el funcionamiento de nutrientes sobre la mineralización del hidrocarburo y en el tratamiento 4 se combinaron los tratamientos 1, 2 y 3 para potenciar la tecnología de tratamiento.

Resultados y discusión

Variable Hidrocarburos Totales de Petróleo

En relación a los valores promedio y en respuesta a la aplicación de los cinco tratamientos, de forma general se evidenció un decremento de los valores de TPH en los ocho meses que duró el ensayo, incluido el testigo (T0) (Figura 1).

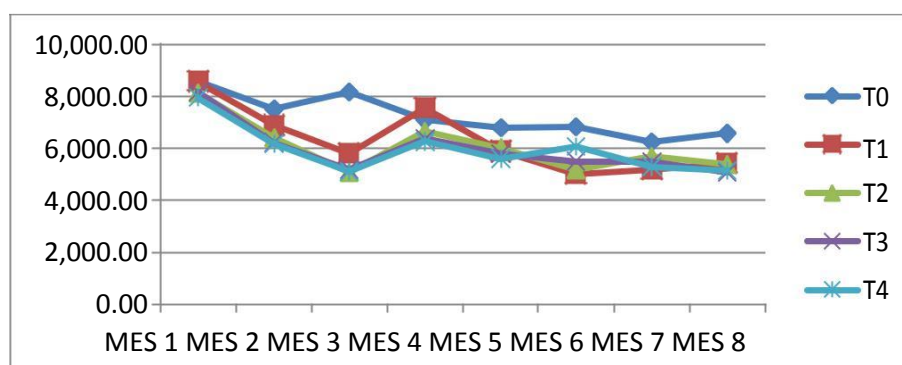


Figura 1: Resultados valores promedio TPH

Variable Decremento TPH

En relación a la degradación del TPH, se realizó el análisis de las concentraciones obtenidas en cada mes en donde se realizaron los monitoreos del suelo. La degradación se considera como el decremento del TPH con relación a la línea base (mes 1). Este análisis se realizó con el fin de determinar el mes en el cual se obtuvo una mayor tasa de degradación del contaminante y analizar las variables independientes (factores abióticos) que pudieron haber influido en dicho resultado.

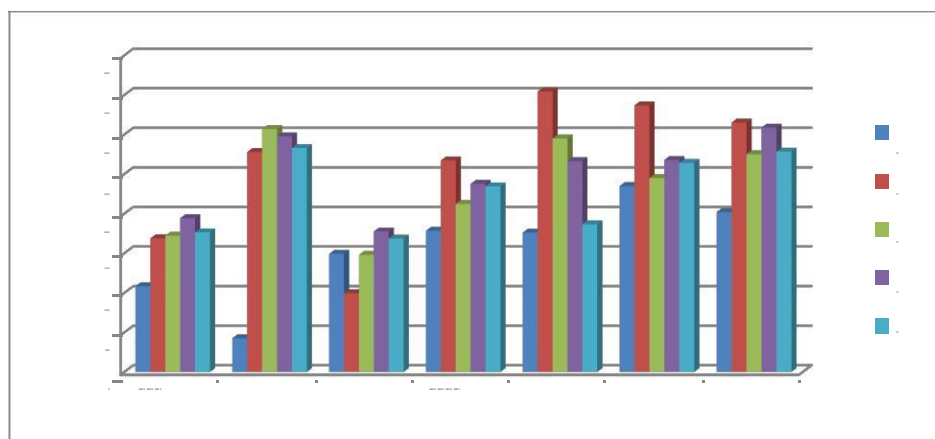


Figura 2. Promedio de los decrementos de la variable TPH durante el ensayo

Variable Heterótrofos Totales

Durante el ensayo se llevaron a cabo recuentos de las poblaciones de Heterótrofos Totales. En los resultados de línea base (mes 1) se obtuvo una población heterótrofa promedio de $4.57E+05$ UFC/ml (Tabla 2 y Figura 3). Estos resultados indican la existencia en el emplazamiento de una población de microorganismos propios del suelo en valores relativamente elevados, mismos que se fueron incrementando a lo largo del tiempo en este ensayo, lo que explicaría que en este suelo, la velocidad de degradación del hidrocarburo se encontraría limitada básicamente por la disponibilidad de nutrientes y oxígeno (bioestimulación) y más no por una falta de masa microbiana (bioaumentación).

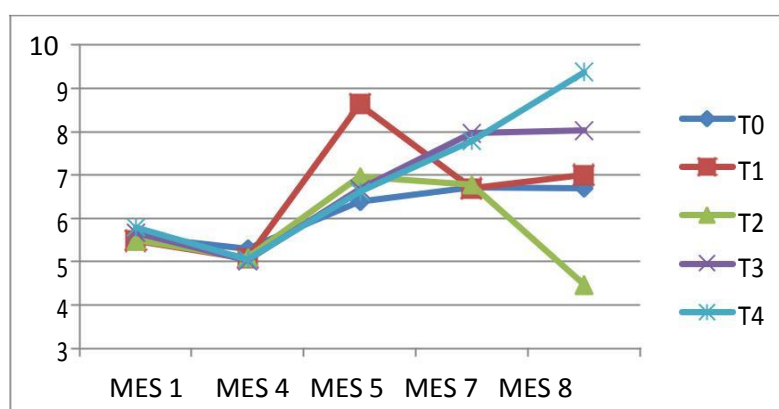


Figura 3. Resultados valores promedio Heterótrofos Totales

Conclusiones

Durante el tiempo del ensayo (240 días), se obtuvo una reducción del TPH hasta una concentración final promedio de 5,515.74 mg/kg, lo que significa una tasa de degradación del 33%, resultado que demuestra una lenta degradación del contaminante en relación al tiempo del ensayo.

En relación a los tratamientos evaluados, la mayor tasa de degradación del TPH se presentó con el tratamiento 3 (bioestimulación), obteniéndose una reducción del 38%; seguido del tratamiento 1 (compost 10%) con una tasa de degradación del 37%, tratamiento 4 (bioaumentación + bioestimulación) con una reducción del 35%; y, finalmente con el tratamiento con el que menor degradación del contaminante se obtuvo corresponde al tratamiento 2 (bioaumentación).

En relación a los decrementos de TPH analizados mensualmente, se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos en los meses 3, 6 y 8, atribuibles a la estimulación de la masa microbiana como consecuencia del esponjamiento y aireación del suelo durante la homogeneización por volteo, así como de la adición de nutrientes.

En relación a la aplicación de inóculos bacterianos nativos, en esta investigación se concluye que la bioaumentación (tratamiento 4) no influye significativamente en el proceso de biodegradación del contaminante, en comparación con la bioestimulación (tratamiento 3); mediante la cual se comprobó que la inclusión de úrea y Fosfato

Monoamónico en forma sólida en las biopilas fue efectivo y eficiente, lográndose la asimilación de los nutrientes en la microbiota presente, desembocando este hecho en la obtención de la mayor tasa de degradación de hidrocarburos en los tratamientos sometidos a este procedimiento [3].

Referencias

- [1] Petroamazonas E. P. (2016). Proyecto Amazonía Viva remediará 350.000 metros cúbicos de suelo en 12 meses. Página visitada en julio 2017 (www.petroamazonas.gob.ec/proyecto-amazonia-viva-remediara-350-000-metros-cubicos-de-suelo-en-12-meses/)
- [2] Izquierdo, A. (2013). Biodegradación de HAPs durante la biorremediación aeróbica de suelos contaminados con hidrocarburos de petróleo. Análisis de poblaciones bacterianas y genes funcionales. Tesis (Doctorado). Programa de doctorado Microbiología Ambiental y Biotecnología, Universidad de Barcelona, Barcelona, 265 pp.
- [3] Atagana, H. (2008). Compost bioremediation of hydrocarbon-contaminated soil inoculated with organic manure. African Journal of Biotechnology, vol. 7, 1516-1525.

Competencia del ovocito bovino obtenido por Ovum pick-up, valorado mediante el azul brillante de Cresilo

Jorge Xavier Samaniego Campoverde, Luis Eduardo Ayala Guanga, Pedro Emilio Nieto Escandón, Ermes Ramiro Rodas Carpio, Jorge Bolívar Dután Sanango, Guido Rigoberto Calle Ortiz, Yury Agapito Murillo Apolo, Yolanda Mercedes Aguilar Valladares, Manuel Teodoro Pesantez Campoverde, Juan Mesías Vázquez Mosquera, Daniel Ernesto Argudo Garzón, Fernando Pedro Perea Ganchou

1 Estudiante pregrado, Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Medicina Veterinaria, Cuenca, Ecuador, jorgereivax@hotmail.com

2 Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Medicina Veterinaria, Cuenca, Ecuador

Palabras Claves: COC's bovinos, morfología ovocitaria, BCB, G6PDH

Resumen

El objetivo del presente estudio fue valorar la prueba del azul brillante de Cresilo (BCB) como método indirecto para seleccionar ovocitos competentes para la producción *in vitro* de embriones (PIV). Los complejos cumulus ovocitos (COC's) fueron obtenidos de dos vaquillas Criollas sometidas a dos tratamientos; T1=COC's recuperados por OPU (Ovum pick-up) previa estimulación con FSH- LH; T2= COC's recuperados de animales no estimuladas (testigo). Las dos vaquillas fueron alternadas en dos tratamientos y cinco repeticiones. Los COC's recuperados fueron clasificados en Tipos A; B; C y D según la técnica descrita por Le Guienne, [1]. Luego se aplicó la prueba del BCB, a cada uno de los tipos de COC's para determinar BCB+ y BCB-. Para el análisis de los datos se utilizó un modelo lineal general a través del PROC GLM en el SAS v9.3. El tratamiento que recibió estimulación ovárica (T1), permitió recuperar 5.2 más COC's que el tratamiento sin estimulación (T2) ($P < 0.05$). Al aplicar la prueba del BCB se determinó que el 100% de los ovocitos de tipo A de T1 y T2 reaccionaron positivamente a la tinción (BCB+), es decir terminaron su crecimiento y se encontraban listos para iniciar el proceso de maduración *in vitro*; sin embargo, los COC's tipo B; C y D de T1 y T2 fueron BCB+ alrededor del 50%. Se concluye que la selección de COC's basado en las características morfológica es un método confiable únicamente para los de tipo A, y tiene un 50% de error para los COC's de tipo B; C y D, por lo cual, la aplicación de la prueba del BCB permite mejorar esta selección de forma no invasiva.

Introducción

La clasificación morfológica de los COC's (complejos cumulus ovocitos), junto a la determinación del diámetro folicular y ovocitario han sido los métodos más utilizados para la selección de gametas de óptima calidad previo a la producción *in vitro* de embriones (PIV) [2,3,4]. En un principio los COC's aptos para PIV fueron seleccionados por criterios morfológicos que proporcionaban pautas razonables para identificar el potencial de fertilización, tomando en cuenta el espesor (número de capas), la compactación del cumulus, homogeneidad y tonalidad del ooplasma [5]; lo cual en el bovino ha demostrado una alta variabilidad al momento de evaluar el citoplasma debido a su poca o nula traslucidez, situación que no sucede en otras especies en las cuales la

clasificación morfológica se correlaciona directamente con una buena capacidad de desarrollo [6]. Sin embargo, en los últimos años se ha comprobado que estos métodos son ineficientes, ya que apenas el 60% de los COC's seleccionados alcanzan la fase de blastocisto posterior a la fecundación [7].

Ensayos realizados han demostrado que COC's inmaduros sintetizan una variedad de proteínas durante su crecimiento, entre ellas la glucosa-6-fosfato-deshidrogenasa (G6PDH), la cual es sintetizada en la mitad de la primera fase (S) de crecimiento ovocitario y que disminuye conforme el ovocito termina su fase de crecimiento [8]. Autores como Ericsson *et al.*, [9] y Roca *et al.*, [10] describieron que la tinción con azul brillante de Cresilo permite seleccionar de una manera no invasiva y perturbadora a los COC's más homogéneos y competentes para la PIV; esto debido a que permite cuantificar la actividad de la enzima G6PDH, tomando como principio a ovocitos que retienen la tinción como aquellos que terminaron su crecimiento (BCB+; G6PDH inactiva) y ovocitos incoloros a aquellos que se encuentran en crecimiento (BCB-; G6PDH activa) [11].

Al ser considerada como una técnica relativamente nueva, existe poca documentación y mucha controversia en las diferentes especies de interés zootécnico; así autores como Mirshamsi *et al.*, [12] establecieron que un 54.3% de COC's bovinos morfológicamente compactos eran BCB+ y podría ser utilizado para PIV; esto es corroborado por Pujol *et al.*, [11] quienes encontraron un porcentaje mayor de COC's BCB+ en ovocitos de grado 1 (78.6%) a comparación de COC's grado 2 (66.2%) y COC's grado 3 (51.1). Sin embargo, en otras especies investigadores como Kątska-Książkiewicz *et al.*, [13] señalaron que no existe diferencia en la competencia de desarrollo entre ovocitos BCB+ y ovocitos clasificados como grado 1 (control) obtenidos de cabras.

El objetivo de la investigación fue utilizar la prueba del azul brillante de Cresilo como método indirecto para seleccionar ovocitos de mayor competencia para la PIV.

Métodos

Colección de los COC's

Se utilizó dos vaquillas de raza Criolla como donadoras de ovocitos, sometidas a un proceso de estimulación hormonal, propuesto por Ruiz *et al.*, [14] quienes administraron al día 0; GnRH (Conceptal®), dosis de 0,2 mg por vía IM; día 2, 500 U.I FSH-LH (Pluset®) y 48h después Ovum Pick- up (OPU), los COC's recuperados fueron transportados al laboratorio de biotecnología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca en PBS a 37°C y luego procesados.

Clasificación

Los COC's fueron clasificados morfológicamente según los criterios descritos por Le Guienne [1], en: A=ovocito de apariencia compacta, con >4 capas de células del cumulus, citoplasma granular uniforme y transparente; B=ovocito con 1 a 3 capas de células del cumulo que cubren la zona pelúcida, con citoplasma opaco, total o parcialmente homogéneo y finamente granulado; C=ovocitos totalmente desnudos, y/o citoplasma con zonas oscuras irregulares y D=ovocitos deformados con células de la granulosa que cubren parcial o totalmente la zona pelúcida o completamente expandidos con cumulo disperso y descolorido.

Prueba del Azul Brillante de Cresilo (BCB)

Todos los ovocitos seleccionados como A, B, C y D, fueron colocados en 26μM de BCB diluido en PBS de Dulbecco durante 90 minutos a 38°C y CO₂ al 5%. Posterior a la exposición cada grupo de ovocitos fue lavado tres veces en una solución atemperada de PBS y examinado bajo estereoscopia para determinar si habían terminado su crecimiento (BCB+) o no (BCB-), técnica descrita por Pujol *et al.*, [11].

Diseño Experimental

La investigación fue de tipo experimental, tuvo dos tratamientos y cinco repeticiones.

Tratamiento 1=COC's recuperados de vaquillas estimuladas

Tratamiento 2= COC's recuperados de vaquillas no estimuladas (testigo)

Análisis Estadístico

Para el análisis de los datos, se utilizó un modelo lineal general a través del PROC GLM en el SAS v9.3 [15]. Las diferencias entre medias se compararon mediante la prueba de Tukey-Kramer, [16].

Modelo utilizado: $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$

Dónde:

Y_{ij} = Observaciones

μ = efecto de una media general

T_i = efecto fijo del i-ésimo tratamiento (i=1 y 2)

e_{ij} = error aleatorio, debido a cada observación $NID \sim (0, s^2_e)$.

Resultados y discusión

La **Tabla 1** muestra la relación entre el número de folículos visualizados por ecografía y el número de COC's recuperados por OPU. Como era de esperarse, el tratamiento 1 (con estimulación) permitió recuperar 5.2 más COC's que el grupo testigo (sin estimulación) ($P < 0.05$). La tasa de recuperación en T1 fue 17.1 puntos porcentuales superior a T2 ($P < 0.05$). El porcentaje de recuperación en la presente investigación denota la eficiencia alcanzada en la técnica de OPU. La diferencia entre tratamientos, podría ser explicada por el protocolo de estimulación utilizado, mismo que permite obtener folículos más homogéneos que facilitan la punción ecoguiada, esta característica no se presenta en el tratamiento 2 (vaquillas sin estimulación ovárica) ya que en estas existe mayor diversidad de tamaño en los folículos presentes en el momento de la OPU [17,18,19].

Además, los resultados obtenidos concuerdan con Roover *et al.*, [18] quienes señalan que un animal estimulado hormonalmente antes de OPU aumenta significativamente el número de folículos visualizados y COC's recuperados con respecto a aquellos que no recibieron estimulación.

Tabla 1: Número de folículos visualizados y COC's recuperados por OPU en cada uno de los tratamientos (Media error estándar).

	Folículos visualizados N/(\bar{X} +EE)	COC's recuperados N/(\bar{X} +EE)	Recuperación %
Tratamiento1	112/(11,2±0,69 ^a)	90/(9,0±0,63 ^a)	80,4 ^a
Tratamiento2	72/(6,0±0,89 ^b)	12/(3,8±0,57 ^b)	63,3 ^b
Total	148/(16,2)	102/(12,8)	68,9

Valores con letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa (^{a, b} = $P < 0,05$); N=total; \bar{X} +EE=media y error estándar.

Tabla 2: Número de COC's, clasificados en base a su morfología (Tipo A; B; C; D), en cada tratamiento y su actividad al BCB.

Tipo COC's	A \bar{X} +EE/(%)	B \bar{X} +EE/(%)	C \bar{X} +EE/(%)	D \bar{X} +EE/(%)
Tratamiento1	2,4±0,38 ^a /(26,7)	3,1±0,55 ^a /(34,4)	1,9±0,44/(21,1)	1,6±0,30 ^a /(17,8)
Tratamiento2	0,5±0,35 ^b /(13,2)	0,9±0,50 ^b /(23,7)	1,8±0,40/(47,4)	0,5±0,27 ^b /(13,2)
BCB+				
Tratamiento1	2,4±0,38 ^a /(100)	1,7±0,37 ^a /(54,8)	1,3±0,36/(68,4)	0,9±0,26/(56,3)
Tratamiento2	0,5±0,35 ^b /(100)	0,5±0,34 ^b /(55,5)	1,0±0,33/(55,5)	0,3±0,24/(60,0)
BCB-				
Tratamiento1	0,0±0,00/(0)	1,4±0,54/(45,2)	0,6±0,34/(31,6)	0,7±0,23/(43,7)
Tratamiento2	0,0±0,00/(0)	0,3±0,49/(44,5)	0,9±0,31/(44,5)	0,1±0,21/(40,0)

^{ab}=letras diferentes en columna indican grupos diferentes; prueba de Tukey-Kramer. ($P < 0,05$)

En la **Tabla 2** se puede observar que del total de COC's recuperados (9.0±0.63) de animales estimulados hormonalmente; el 26.7% corresponden a tipo (A); 34.4% (B); 21.1% (C) y 17.8% (D); sin embargo, en el tratamiento 2 (sin estimulación) un 13.2% fueron clasificados como A; 23.7% tipo B; 47.4% C y 13.2% D, presentando una diferencia en los tipos A, B y D ($P < 0.05$) de los dos tratamientos.

Autores como Humblot *et al.*, [20], Ireland *et al.*, [21] y Kątska-Książkiewicz *et al.*, [12] consideran a ovocitos de categorías A y B como aptos para PIV y a C y D como no aptos para esta biotecnología, tomando esta agrupación como referencia podemos decir que un 61.1% de los ovocitos de esta investigación serían considerados como aptos y un 38.9% como no aptos en el tratamiento 1. Por otra parte, en T2 se obtuvo un 36.9% de aptos y un 60.6% de no aptos. Esto es corroborado por Restrepo *et al.*, [22] quienes

describen que este comportamiento se debe al efecto de la FSH y LH juntas, que no solo permitió el reclutamiento y crecimiento de un mayor número de folículos (efecto FSH) sino que, además, ejerció un efecto favorable sobre la calidad de los COC's recuperados (efecto LH); además, Blondin *et al.*, [23] señalaron que ovocitos provenientes de hembras no estimuladas hormonalmente tuvieron menor competencia que ovocitos de hembras estimuladas, lo cual concuerda con los resultados de esta investigación.

Al realizar la prueba del BCB, se determinó que el 100% de los ovocitos de tipo A tanto de los tratamientos 1 y 2, son BCB+, es decir terminaron su crecimiento y pueden continuar con su proceso de maduración. Este resultado es mayor al obtenido por Pujol *et al.*, [10] quienes obtuvieron un 78.6% de BCB+ en ovocitos de tipo 1; esta diferencia puede ser explicada por la procedencia de los ovocitos que en su investigación fueron de ovarios de matadero; pero, observaron la misma tendencia, mejor calidad morfológica mayor cantidad de ovocitos BCB+; lo cual autores como Rodríguez *et al.*, [24] y Alm *et al.*, [6] ratifican que la prueba de BCB se ve influenciada directamente por el grado morfológico de los ovocitos.

Además, alrededor del 50% de los ovocitos de tipo B son BCB+, esto permite argumentar de que no todos los ovocitos de tipo B, están listos para continuar con el proceso de maduración. Este comportamiento fue observado por Pujol *et al.*, [10] quienes demostraron que un 34% de los ovocitos seleccionados para PIV según criterios morfológicos (grados 1 al 3) no han terminado su crecimiento es decir eran BCB-; asimismo, se encontraron un porcentaje significativamente mayor de BCB+ en COC's de grado 1 que COC's grado 2, igual comportamiento fue observado entre COC's de grado 2 y 3.

Por otra parte, al analizar los ovocitos de tipo C y D no se observan diferencias entre tratamientos, pero se determinó que alrededor del 50% de los ovocitos tanto de T1 y T2 son BCB+. Ese 50% de COC's de tipo C (COC's desnudos), clasificados como BCB+ puede ser efecto indirecto de factores técnicos relacionados con la geometría de la aguja (diámetro, longitud, afilado, ángulo, etc.) o la presión de aspiración que produjo pérdida de las células del cúmulo (25,26); en cuanto a los ovocitos de tipo D, su comportamiento BCB+ se debe a que morfológicamente son maduros es decir terminaron su crecimiento, es por eso que investigadores como Pujol *et al.*, [10]; Alm *et al.*, [6]; Chaubal *et al.*, [27]; Ireland *et al.*, [21] y Ding *et al.*, [28] excluyen a ovocitos de dicha clasificación de la PIV al ser considerados como no aptos para esta Biotecnología. Por otra parte, se observa que alrededor del 50% de los ovocitos tipo D son BCB-, se considera que estos son ovocitos producto de folículos en fase de atresia.

Conclusiones

El proceso de estimulación ovárica con FSH-LH permite recuperar 5.2 más COC's que el tratamiento sin estimulación.

El 100% de los ovocitos de tipo A de ambos tratamientos reaccionaron positivamente a la tinción (BCB+), es decir terminaron su crecimiento y se encontraban listos para iniciar el proceso de maduración *in vitro*.

Se concluye que la selección de COC's basado en las características morfológica es un método confiable únicamente para los de tipo A, y tiene un 50% de error para los COC's de tipo B; C y D, por lo cual, la aplicación de la prueba del BCB permite mejorar esta selección de forma no invasiva.

Referencias

1. Le Guenne M. Atlas of the bovine oocyte. Diez ed.: AETE Newsletter; 1999.
2. Carrasco R. Uso de Azul Brillante de Cresilo en la seleccion de ovocitos bovinos: Implicancias en la maduración nuclear y citoplasmática in vitro. Universidad Austral de Chile. 2012;; p. 1-26.
3. Anguita B, Jimenez-Marcedo A, Izquierdo D, Mogas T, Paramio M. Effect of oocyte diameter on meiotic competence, embryo development. Theriogenology. 2007 February; 67(3): p. 526-536.
4. Marchal R, Vigneron C, Perreau C, Bali-Papp A, Mermillod P. Effect of follicular size on meiotic and developmental competence of porcine oocytes. Theriogenology. 2002 March; 57(5): p. 1523-1532.
5. Gordon I. Laboratory production of cattle embryos. Segunda ed. Press CU, editor. Cambridge: CAB International; 2003.
6. Goovaerts I, Leroy J, Jorssen E, Bols P. Non invasive bovine oocyte quality assessment: possibilities of a single oocyte culture. Theriogenology. 2010 December; 74(9): p. 1509-1520.
7. Alm H, Torner H, Lohrke B, Viergutz T, Ghoneim IM, Kanitz W. Bovine blastocyst development rate in vitro is influenced by selection of oocytes by brilliant cresyl blue staining before IVM as indicator for glucose-6-phosphate dehydrogenase activity. Theriogenology. 2005 May; 63(8): p. 2194-2205.
8. Wassarman M. The mammalian ovum. In Knobil E, Neil D, editors. The physiology of reproduction. New York: Raven Press; 1988. p. 69-102.
9. Ericsson SA, Boice ML, Funahashi H, Day BN. Assessment of porcine oocytes using brilliant cresyl blue. Theriogenology. 1993 January; 39(1): p. 214.
10. Roca J, Martínez E, Vázquez JM, Lucas X. Selection of immature pig oocytes for homologous in vitro penetration assays with the brilliant cresyl blue test. Reproduction, fertility , and development. 1998; 10(6): p. 479-485.
11. Pujol M, López-Bejar M, Paramio MT. Developmental competence of heifer oocytes selected using the brilliant cresyl blue (BCB) test. Theriogenology. 2004 February; 61(4): p. 735-744.
12. Mirshamsi SM, Karamishabankareh H, Ahmadi-Hamedani M, Soltani L, Hajarian H, Abdolmohammadi AR. Combination of oocyte and zygote selection by brilliant cresyl blue (BCB) test enhanced prediction of developmental potential to the blastocyst in cattle. Animal Reproduction Science. 2013 January; 136(4): p. 246-251.
13. Katska-Ksiazkiewicz L, Opiela J, Ryńska B. Effects of oocyte quality, semen donor and embryo co-culture system on the efficiency of blastocyst production in goats. Theriogenology. 2007 September; 68(5): p. 736-744.
14. Ruiz S, Romero J, Astiz S, Peinado B, Almela L, Poto A. Application of Reproductive biotechnology for the recovery of endangered breeds: birth of the first calf of Murciana-Levantina bovine breed derived by OPU, in vitro production and embryo vitrification. Reproduction in Domestic Animals. 2013 December; 48(6): p. e81-84.
15. SAS. SAS Users guide. Cary ; 2013.

16. Tukey-Kramer CY. Extension of multiple range tests to group means with Unequal numbers of replications. *Biometrics*. 1956;; p. 307.
17. Pieterse MC, Kappen KA, Kruip TA, Taverne MA. Aspiration of bovine oocytes during transvaginal ultrasound scanning of the ovaries. *Theriogenology*. 1988 October; 30(4): p. 751-762.
18. Roover R, Bolsb P, Genicota G, Hanzen C. Characterisation of low, medium and high responders following FSH stimulation prior to ultrasound-guided transvaginal oocyte retrieval in cows. *Theriogenology* 63. 2005 April; 63(7): p. 1902-1913.
19. Torres JdS, de F A Pires M, de Sá WF, de M Ferreira A, Viana JH, Camargo LS, et al. Effect of maternal heat-stress on follicular growth and oocyte competence in *Bos indicus* cattle. *Theriogenology*. 2008 January; 69(2): p. 155-166.
20. Humblot P, Holm P, Lonergan P, Wrenzycki C, Leguarré AS, Joly CG, et al. Effect of stage of follicular growth during superovulation on developmental competence of bovine oocytes. *Theriogenology*. 2005 March; 63(4): p. 1149-1166.
21. Ireland JJ, Ward F, Jimenez-Krassel F, Ireland JLH, Smith GW. Follicle numbers are highly repeatable within individual animals but are inversely correlated with FSH concentrations and the proportion of good-quality embryos after ovarian stimulation in cattle. *Human Reproduction*. 2007 April; 22(6): p. 1687-1695.
22. Restrepo G, Gomez J, Vasquez N. Evaluation of the ovarian superstimulation and quality of bovine oocytes obtained by ovum pick up. *Revista Politecnica*. 2011 Diciembre;(13): p. 16-21.
23. Blondin P, Vigneault C, Nivet AL, Sirard MA. Improving oocyte quality in cows and heifers - What have we learned so far? *Animal Reproduction*. 2012 September; 9(3): p. 281-289.
24. Rodriguez-González E, López-Béjar M, Velilla E, Paramio MT. Selection of prepubertal goat oocytes using the brilliant cresyl blue test. *Theriogenology*. 2002 March; 57(5): p. 1397-1409.
25. Ruiz S. Ovum Pick Up (OPU) en bovinos: Aplicaciones en Biotecnología de la reproducción. *Cría y Salud*. 2010.
26. Boni R. Ovum pick-up in cattle: a 25 yr retrospective analysis. *Animal Reproduction*. 2012 September;9(3): p. 362-369.
27. Chaubal SA, Molina JA, Ohlrichs CL, Ferre LB, Faber DC, Bols PE, et al. Comparison of different transvaginal ovum pick-up protocols to optimise oocyte retrieval and embryo production over a 10-week period in cows. *Theriogenology*. 2006 May; 65(8): p. 1631-1648.
28. Ding L, Tian H, Wang J, Chen J, Sha H, Chen J, et al. Different intervals of ovum pick-up affect the competence of oocytes to support the preimplantation development of cloned bovine embryos. *Molecular reproduction and development*. 2008 December; 75(12): p. 1710-1715.

Sostenibilidad de sistemas de producción hortícolas periurbanos estimada a partir de indicadores rápidos de campo

Sánchez, Diego; Chilpe, Jeimy; Cedillo, Hugo; Larriva, Walter; Zea, Pedro; Chica, Eduardo J.

Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Av. 12 de Octubre y Diego de Tapia, Cuenca, Ecuador. Eduardo.chica@ucuenca.edu.ec

Palabras Claves: sustentabilidad, eficiencia, productividad, intensificación, hortalizas

Resumen

La producción de hortalizas es una actividad tradicional y económicamente importante en el periurbano en muchas ciudades andinas. No obstante, hasta hoy la sostenibilidad de estos sistemas no ha sido estimada de manera integral o extensiva. En este estudio, evaluamos la sostenibilidad de unidades de producción hortícola ubicadas en el periurbano de Cuenca a partir de indicadores rápidos de campo. Ciento diecisiete unidades de producción fueron visitadas durante el año 2016 y sus indicadores de sostenibilidad estimados usando una metodología rápida y de fácil aplicación en campo. En general, la mayoría de las unidades de producción visitadas mostraron altos indicadores de sostenibilidad siendo los indicadores de suelo y la diversidad de cultivos en las fincas los índices que aportaron mayormente a la sostenibilidad de estos sistemas. A pesar de su facilidad de aplicación, varias limitaciones de la metodología exigen que los resultados sean validados usando otros métodos complementarios.

Introducción

En el periurbano de Cuenca, la producción de hortalizas ha sido una actividad tradicional en la que cerca del 95% de la producción es comercializada en mercados locales y regionales aportando a la economía de los productores [1]. La horticultura periurbana de Cuenca está concentrada principalmente en el oeste de la ciudad, en la parroquia San Joaquín, Baños y Sayausí [1]. Estos sistemas de producción no han sido integralmente caracterizados y actualmente se desconoce su nivel de sostenibilidad. La información disponible sobre las características de los sistemas de producción hortícola en esta zona proviene de un número limitado de trabajos desarrollados en base a pocas muestras y con metodologías no estandarizadas entre sí [1,2,3,4,5,6] lo cual dificulta su comparación y extrapolación a otras escalas de análisis. En este trabajo reportamos resultados de un análisis de sostenibilidad de unidades de producción hortícola en el periurbano de Cuenca usando una metodología de indicadores rápidos de campo basados en evaluaciones agroecológicas como parte de un proyecto mayor en el cual se realiza una evaluación de la sostenibilidad de estos sistemas usando varias metodologías.

Métodos

El estudio se desarrolló en el periurbano oeste de Cuenca durante el año 2016. En total se visitaron 117 fincas y se evaluaron 20 indicadores a partir de observación directa de la finca y entrevistas con los productores. Los indicadores evaluados se basaron en los

propuestos por Altieri y Nichols [7] adaptados para sistemas de producción hortícola. Los resultados obtenidos fueron analizados usando estadística descriptiva y análisis multivariante para determinar los principales factores relacionados con la variabilidad observada e identificar agrupamientos entre fincas.

Resultados y discusión

Las fincas visitadas fueron bastante similares en cuanto a los valores de sus indicadores de sostenibilidad relacionados al suelo y más heterogéneas en cuanto a sus indicadores de sostenibilidad de cultivo (Figura 1). Los indicadores de suelo presentaron valores promedio más altos que los indicadores de manejo de cultivo (Figura 2). En contraste, los indicadores de manejo de cultivo tuvieron valores promedio más variables y más bajos que los indicadores de suelo. Cuatro de los diez indicadores de cultivo presentaron valores en la zona de sostenibilidad crítica (<5). No obstante, mejoras en dos de estos cuatro indicadores están restringidas por limitaciones propias de la ubicación de estos sistemas de producción en el margen de la ciudad, mientras que los valores bajos en otro de estos cuatro indicadores es una consecuencia de sesgos teóricos que infundadamente consideran que la sostenibilidad de los sistemas orgánicos/agroecológicos debe ser superior a la de los sistemas convencionales. Utilizando el promedio de todos los indicadores evaluados, de las 117 fincas visitadas, 68 fincas (~59%) presentaron valores superiores a siete, mientras que el resto de las fincas obtuvo un índice promedio de sostenibilidad de entre cinco y siete (Figura 3). Es notable que ninguna de las fincas visitadas presentó un índice de sostenibilidad inferior a cinco. También es notable que las tres fincas que presentaron el mayor índice promedio de sostenibilidad (Fincas 4, 37 y 83) fueron fincas con manejo mixto que incluía el uso de insumos sintéticos y que fincas con manejo completamente agroecológico obtuvieron índices similares a otras fincas mixtas, indicando que el sistema de manejo no es el principal determinante de la sostenibilidad de los sistemas de producción.

Los resultados del análisis de componente principales indicaron que los dos primeros componentes explicaron ~57% de la variabilidad observada en el set de datos. La diversidad vegetal, la diversidad circundante y la cobertura del suelo fueron los indicadores con mayor incidencia en la variabilidad del set de datos y se observaron correlaciones entre la mayoría de las variables (Figura 4). Las fincas se pudieron clasificar en dos agrupamientos principales, cada uno a su vez con dos subgrupos (Figura 5). De forma interesante, tanto en el análisis de componente principal como en el agrupamiento jerárquico, se observó una segregación de fincas asociada al evaluador que levantó la información en cada finca. Esta segregación, a pesar de tener menor influencia relativa a la de los indicadores evaluados, es consistente y sugiere que la metodología, por el carácter subjetivo y rápido de la evaluación podría generar errores asociados al evaluador.

Conclusiones

La mayoría de las fincas hortícolas en el periurbano de Cuenca presentaron niveles de sostenibilidad altos. Si bien la metodología empleada es práctica y sencilla para implementar en campo, debido a sesgos teóricos y metodológicos, los resultados obtenidos usando esta metodología deben ser interpretados con cautela y contrastados con resultados de metodologías complementarias.

Agradecimientos

Agradecemos a la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca por el financiamiento de este proyecto y a los productores visitados por su colaboración.

Referencias

- [1] GADM Cuenca. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Cuenca. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Cuenca (2015).
- [2] W.R. Alvarado. Evaluación de la sustentabilidad del sistema de producción en la zona baja de la parroquia San Joaquín. Tesis de maestría, Universidad Politécnica Salesiana (2013)
- [3] J.A. Guamán, M.P. Tacuri; Estudio de la demanda de productos hortícolas en los hogares de la ciudad de Cuenca y su relación con la producción de la parroquia San Joaquín Bajo. Tesis de Ingeniería, Universidad Politécnica Salesiana (2014)
- [4] V.R. Mejía, V.R.; Evaluación del sistema hortícola intensivo en la parroquia San Joaquín Azuay – Ecuador. Tesis de maestría, Universidad Politécnica Salesiana (2014)
- [5] R.P. Sotamba, J.S Sánchez; Estudio de comercialización hortícola en la parroquia San Joaquín Bajo – Cuenca Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana. (2013)
- [6] R.M. Tapia; Prácticas y saberes ancestrales de los agricultores de San Joaquín. Tesis de maestría, Universidad Politécnica Salesiana (2014).
- [7] M.A. Altieri, C.I. Nicholls; Manejo Integrado de Plagas y Agroecología 64 (2002)17-24.

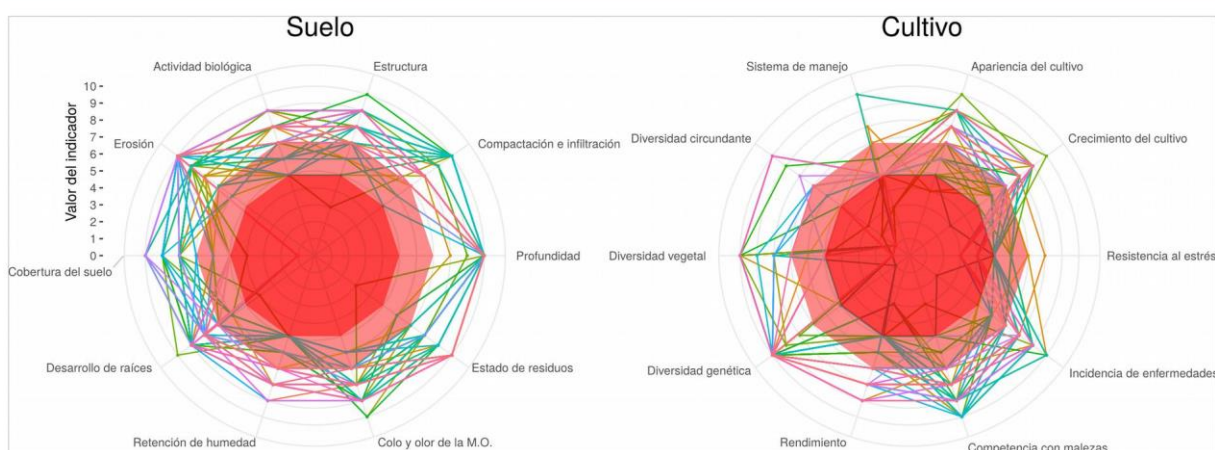


Figura 1. Indicadores de sostenibilidad de suelo y cultivo para 117 fincas en el periurbano de Cuenca. Las líneas de colores conectan indicadores de una misma finca. El polígono rojo oscuro sombrea la zona de valores críticos (<5) y el polígono rojo claro sombrea la zona de valores de transición (entre 5 y 7) y valores >7 representan la zona de sostenibilidad completa para cada indicador.

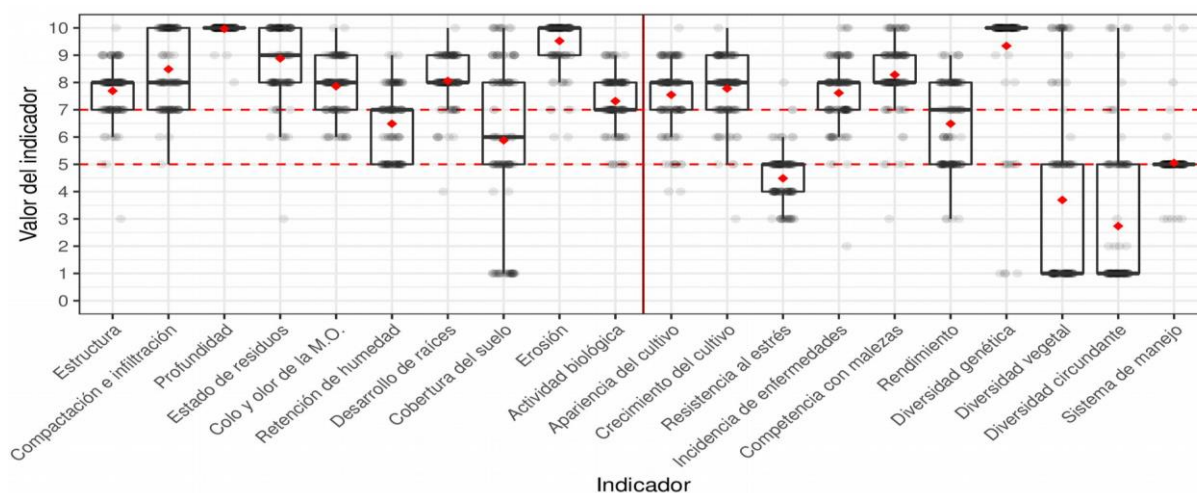


Figura 2. Diagrama de cajas de los valores de los 20 indicadores de sostenibilidad evaluados en cada finca. Los puntos grises representan los datos sin analizar para cada indicador (desplazados en el ancho de la caja para claridad). Mayor intensidad del color en los puntos grises indica superposición de datos. Los diamantes rojos representan la medias para cada indicador. La línea roja vertical separa los indicadores de suelo (izquierda) de los indicadores de cultivo (derecha) y las líneas rojas punteadas horizontales indican los valores umbral para la zona crítica (<5), de transición (5-7) y de sostenibilidad completa (>7).

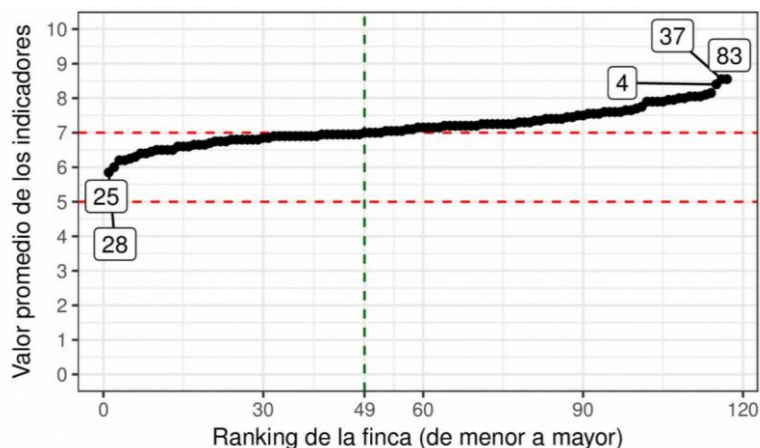


Figura 3. Ranking de las 120 unidades de producción visitadas en base al promedio de los 20 indicadores evaluados. Cada punto negro representa el promedio de los 20 indicadores para cada unidad de producción. las líneas rojas punteadas horizontales indican los valores umbral para la zona crítica (<5), de transición (5-7) y de sostenibilidad completa (>7). La línea verde punteada indica la posición en el ranking a partir del cual las fincas se ubican en la zona de sostenibilidad completa. Las etiquetas representan la identificación de las fincas con menor y mayor índice promedio de sostenibilidad.

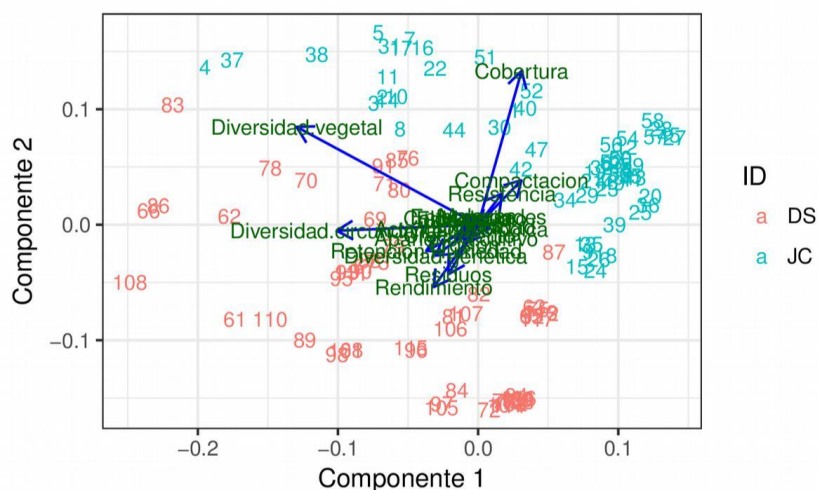


Figura 4. Biplot del análisis de componente principal de los 20 indicadores de sostenibilidad evaluados en las fincas visitadas. La clasificación cromática por ID indica unidades de producción evaluadas por diferentes personas.

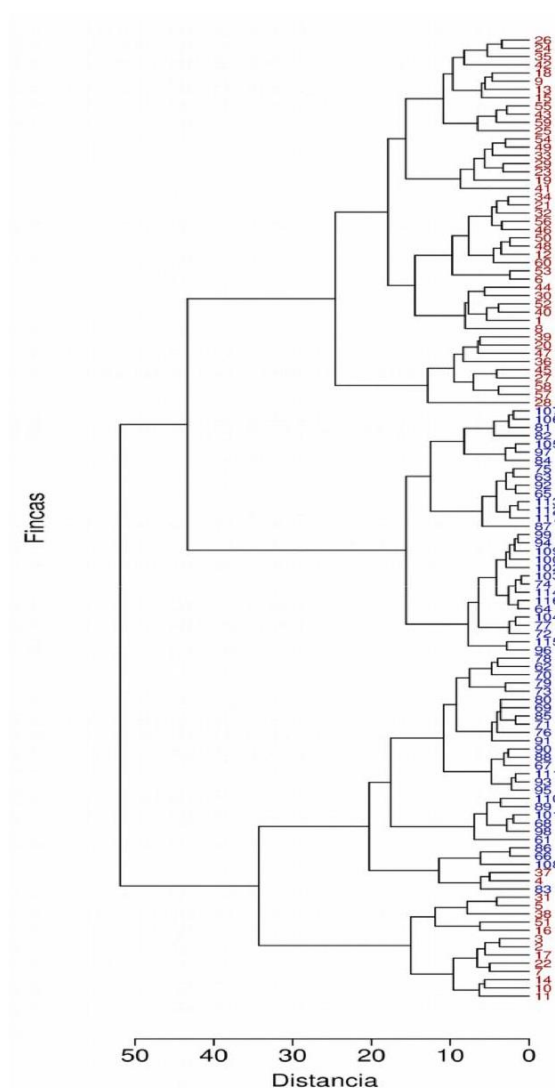


Figura 5. Dendrograma de agrupamiento jerárquico (Ward) de las fincas visitadas en base al promedio de los 20 índices de diversidad evaluados. El color de la identificación de cada finca indica unidades de producción evaluadas por diferentes personas.

Sensor de fibra óptica con pigmentos orgánicos para detección de niveles de radiación Ultravioleta

González, Jandry , Castillo, Darwin, Sánchez Aramis

1 Departamento de Química y Ciencias Exactas/ Sección de Fisicoquímica y Matemáticas/ Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL)/ San Cayetano Alto S/N, 1101608/ Loja/ Ecuador,

2 Titulación de Electrónica y Telecomunicaciones / Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL)/ SanCayetano Alto S/N, 1101608/ Loja, Ecuador

** dpcastillo@utpl.edu.ec*

Palabras Claves: sensor UV, fibra óptica, pigmentos, radiación ultravioleta

Resumen

La función de la capa de ozono es devolver gran parte de la radiación solar hacia afuera de la atmósfera terrestre, pero debido al desgaste sufrido en los últimos años, permite la recepción de altas dosis de radiación UV, esto principalmente en la zona ecuatorial, lugar en el que se encuentra ubicado el Ecuador geográficamente.

Por tanto; en este trabajo se presenta el diseño e implementación de un dispositivo económico y fiable que permita medir y alertar a la comunidad sobre los niveles de radiación solar UV; para dicho fin se ha utilizado fibra óptica dopada con el pigmento orgánico natural (cúrcuma longa). El pigmento actúa como detector de la radiación UV debido a su fluorescencia.

Introducción

La radiación ultravioleta es derivada de los rayos UV emitidos por el sol abarcan un rango de onda dentro del cual se considera tres clases, los rayos UV-A, UV-B, UV-C [1].

Los rayos UV -A y UV- B no son bloqueados totalmente por la capa de ozono y representan aproximadamente el 10% de la radiación que llegan a la tierra [1]. La función de la capa de ozono es devolver gran parte de la radiación solar hacia afuera de la atmósfera terrestre, pero debido al desgaste que ha sufrido en los últimos años, permite la recepción de altas dosis de radiación UV, lo cual causa problemas a la salud de las personas. La OMS determinó que el máximo puntaje de radiación UV para los seres humanos es de 11 puntos, pero en nuestro medio se llegan a niveles superiores, esto es, debido a la situación geográfica del Ecuador.

En el campo de la medicina la medición de la intensidad de radiación UV es importante para la prevención del cáncer de piel, así como también se ha detectado que en neonatología, especialmente en las salas de fototerapia, la radiación se ha establecido como causa potencial de la adquisición de cáncer pediátrico [2].

Por tanto; en este trabajo se presenta el diseño e implementación de un dispositivo económico y fiable que permita medir y alertar los niveles de radiación solar UV utilizando fibra óptica con pigmentos naturales

El pigmento natural a utilizar es derivado de la *cúrcuma longa*, debido a su capacidad de fluorescencia; actúa como detector de la radiación UV para así permitir la conversión de

la longitud de onda de los rayos UV en una longitud de onda dentro del espectro visible, misma que a su vez es receptada por un dispositivo electrónico capaz de procesar esta señal y a su vez establecer un criterio respecto de los niveles de radiación.

Métodos

Describir las técnicas, materiales, equipamientos, condiciones experimentales, metodologías, procedimientos, etc., según corresponda a la naturaleza del trabajo presentado.

Para el desarrollo del prototipo del dispositivo se ha seguido el siguiente esquema:

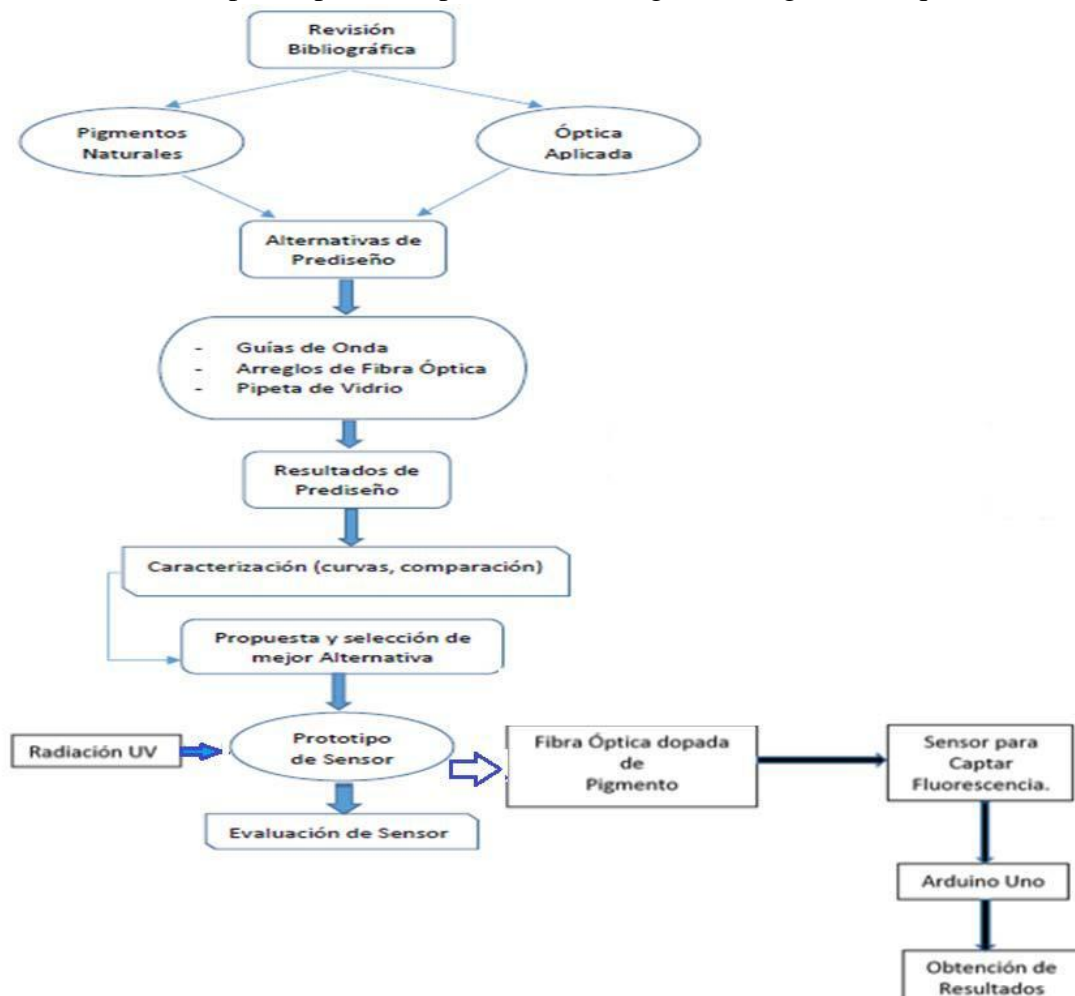


Figura 1. Esquema de metodología de sensor de radiación UV.

Resultados y discusión

Los resultados de esta investigación se centran la medición de la fluorescencia de diversos pigmentos [3], se ha utilizado pigmentos de frutos rojos y de plantas utilizadas para tintes, de estos el que mejor fluorescencia ha presentado que se adecue al objetivo final de esta investigación ha sido la “cúrcuma longa”.

El pigmento indicado ha sido utilizado para recubrir un filamento de fibra óptica para de esta forma captar y medir la fluorescencia producida por el pigmento cuando se ha expuesto el sistema de fibra-pigmento a la radiación, este método de medición de radiación UV está en concordancia al utilizado por Miluski, P., et al.[4], con la diferencia

de que este utiliza como material de recubrimiento una película de poliuretano dopado con un colorante orgánico; así también en el trabajo presentado por Joža, A. [5] y McCarthy, D *et al.* [6] se utiliza mercurio y fósforo como capa de recubrimiento.

La captación de la fluorescencia se realiza utilizando un circuito electrónico compuesto de un LDR y una tarjeta de procesamiento de datos analógicos a digitales; para de esta forma establecer la relación y niveles de radiación UV detectada [1].

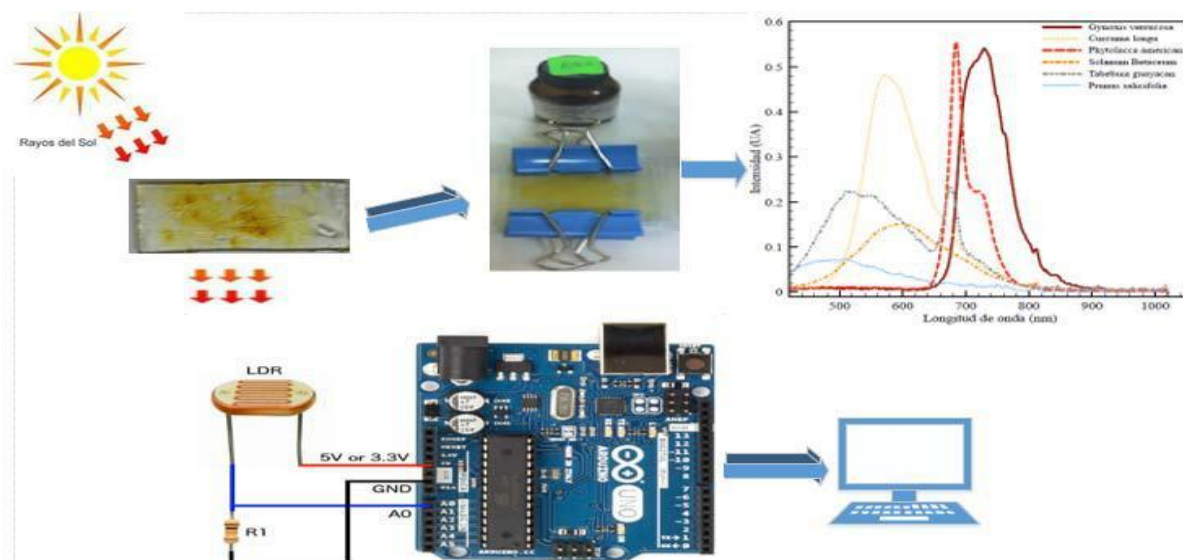


Figura 2. Diseño de prototipo de sensor de radiación UV a través de guías de onda plana.

De acuerdo con las alternativas de diseño se seleccionó el de guías de onda plana; de acuerdo al resultado y confiabilidad presentada en las pruebas, para que cumpla con los objetivos planteados.

Conclusiones

El diseño de guías de onda plana; de acuerdo con las pruebas realizadas presenta una mayor confiabilidad en la detección de la radiación UV, de esta forma se podrá alertar a la comunidad respecto a los niveles de radiación y así generar una cultura de prevención de enfermedades.

Agradecimientos

El presente proyecto ha sido realizado gracias al financiamiento de la Universidad Técnica Particular de Loja, bajo el proyecto Desarrollo de sensores de Fibra Óptica con pigmentos orgánicos naturales, con código PY1997.

Referencias

- [1] Hoblos, O. I.; Sheehan, M. W.; Laferriere, D. J., & Yu, C. H. Uvision: a lightweight portable UVR detection

system. In *MIT Undergraduate Research Technology Conference (URTC)*, IEEE (2015, November) pp. 1-4.

IEEE.

[2] Hackethal, V. ¿Aumenta la fototerapia el riesgo de cáncer en los pacientes pediátricos? – *Medscape* (2016, Junio 2).

[3] D. Castillo; A. Sánchez Juárez; S. Espinosa Tapia; A. Guaman and D. Obregón Calderón. Twenty natural organic pigments for application in dye sensitized solar cells, *Proc. SPIE 9942, Organic Photovoltaics XVII*, 99421B (September 26, 2016); doi:10.1117/12.2238395; <http://dx.doi.org/10.1117/12.2238395>.

[4] Miluski, P., Dorosz, D., Kochanowicz, M., Zmojda, J., & Dorosz, J. Luminescent optical fibre sensor for UV-A detection. In *Symposium on Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry and High-Energy Physics Experiments. International Society for Optics and Photonics*. (2014) pp. 92900G-92900G.

[5] Joža, A. V., Bajić, J. S., Stupar, D. Z., Slankamenac, M. P., Jelić, M., & Živanov, M. B. Simple and low-cost fiber-optic sensors for detection of UV radiation. *Telfor Journal*, (2012) 4(2), 133.

[6] McCarthy, D., O'Keeffe, S., Leen, G., & Lewis, E. Optical fibre radiation dosimetry for low dose applications. In *Sensors*, (2010) IEEE pp. 1663-1666.

Proyección espacio-temporal de la demanda eléctrica a través del método de simulación del uso del suelo aplicado en la empresa eléctrica CENTROSUR

Chumbi Wilson E. , Patiño César A. , Salgado Modesto E. , Zambrano Sergio P.,
*Universidad estatal de Cuenca, Dpto. de planificación de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.,
Facultad de Ingeniería, Cuenca, Ecuador. wilson.chumbiq@ucuenca.ec*

Palabras Claves: uso del suelo, mapa de preferencias, CENTROSUR, proyección espacial de la demanda, autómata celular.

IEE: II Congreso de Ingeniería Eléctrica & Electrónica

Resumen

Este trabajo presenta la aplicación de un modelo de proyección espacio-temporal de la demanda eléctrica sobre una base de cuadrículas o micro-áreas, aplicado en respuesta a un problema de planificación de corto, mediano y largo plazo en el sistema de distribución de CENTROSUR; lo cual comprende la estimación de energía, potencia y clientes, así como su ubicación espacio-temporal. Cuyos resultados constituyen un insumo primordial para la planificación de la expansión del sistema de distribución.

Inicia con una proyección global del sistema utilizando modelos de regresión univariantes de series de tiempo, luego se desagrega en grandes zonas de carga mediante un análisis de tendencia y finalmente se asigna el crecimiento en cuadrículas geográficas, con un método de simulación del uso del suelo y una técnica de asignación autómata celular. El componente temporal considera los horizontes de planificación, además de los cambios en el consumo per cápita de energía por tipo de cliente.

El método es aplicado a un sistema de distribución real de tamaño medio, ubicado en la zona sur del territorio ecuatoriano, los resultados son presentados a través de mapas temáticos y muestran la distribución espacial de carga con gran precisión con errores inferiores al 8%, evaluados a partir de las estimaciones de demanda.

Introducción

El paradigma del crecimiento de la demanda producto del desarrollo humano, cambios en el consumo per-cápita y la incorporación de nuevos tipos de carga involucra la necesidad de mejorar el actual planteamiento de proyección a través de la integración de tecnologías y herramientas modernas [1]. La proyección espacial es un tema de considerable trascendencia [2], en la cual se han presentado alternativas metodológicas con la integración de tecnologías modernas de la computación como lógica difusa [3], multiagentes [4] y análisis de decisión multicriterio [5].

Determinar el momento y el lugar dónde se desarrollará la carga proporcionando completa visibilidad del crecimiento horizontal y vertical es el resultado final de este trabajo, el cual será insumo esencial para la planificación de la expansión del sistema eléctrico de distribución, determinando la mejor ubicación y capacidad de equipos, así como el tiempo en el cual deben entrar en servicio y de esta forma obtener la mayor eficiencia del sistema, permitiendo a las empresas optimizar y direccionar las futuras inversiones de manera óptima, brindando el suministro eléctrico a sus actuales y futuros

clientes en las mejores condiciones de calidad, confiabilidad y seguridad. Por lo tanto establecer un procedimiento consecuente que permita determinar con suficiente precisión el crecimiento de la demanda con herramientas y recursos accesibles será necesario, para lo cual se determinará un mapa de preferencias utilizando métodos analíticos, factores geográficos y un modelo de simulación espacio temporal con el apoyo de herramientas computacionales SIG.

Metodología

El modelo de proyección, simula el crecimiento espacial de la carga en función de patrones de uso del suelo en base a factores espaciales: locales, de proximidad y entorno; para lo cual, el área de concesión de CENTROSUR será dividida en cuadrículas geográficas homogéneas a alta resolución [2] cuyas dimensiones son determinadas por la calidad de la información disponible, precisión del resultado deseado y la eficiencia de las herramientas durante el geo procesamiento, esto es 50x50m en el área urbana de Cuenca y 100x100m para el resto del área de concesión.

La metodología presentada contempla dos módulos: la proyección global y proyección espacio-temporal, los cuales dan como resultado la proyección de la demanda por micro-áreas (Figura 1).

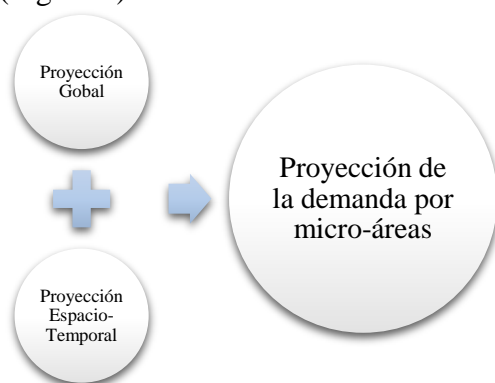


Figura 10. Módulos del método de proyección.

El primer módulo proyecta la cantidad de demanda y clientes de manera global, es decir por grandes zonas geográficas de carga aplicando el modelo Winter y el modelo de tendencia Exponencial-Estacional de 12 meses. Para el caso de CENTROSUR al ser una empresa regional, se tienen los subsistemas de Azuay-Cañar, Morona Santiago y La Troncal, cada una con un comportamiento de demanda caracterizado por el clima y hábitos de consumo, donde los grandes consumidores y terceros se analizan por separado.

En el segundo módulo se emplea un modelo de simulación de uso del suelo, que tiene dos componentes. El primero corresponde al espacial, que determina la ubicación de los nuevos clientes en base a un análisis de variables espaciales y el segundo determina los cambios en el consumo per cápita de energía por grupo de consumo residencial, comercial, industrial y otros.

La proyección espacio-temporal inicia con la creación de mapas de densidad de demanda por grupo de consumo, los mismos que serán actualizados año a año; además se realiza un análisis estadístico multi-resolución de los factores espaciales en regiones específicas que sirvan de entrenamiento al modelo para posteriormente aplicar en toda el área de estudio a través de un análisis de decisión multicriterio [6] [7] dando como resultado un mapa de preferencias calibrado por un análisis de sensibilidad. La distribución de clientes

proporcionado por el módulo global sobre los mapas de preferencia se lo realiza mediante la técnica A.C. [3]; finalmente los nuevos clientes son convertidos en demanda eléctrica a través de un factor de conversión definido por un análisis local de carga [8].



Figura 2. Procedimiento metodológico para la proyección espacial de la demanda

Resultados y discusión

CENTROSUR es una compañía de servicios públicos encargada de la distribución y comercialización de la energía eléctrica, constituida por las provincias de Azuay, Cañar, Morona Santiago y La Troncal, con una cobertura de 30.234 km² y representa el 11.8% del territorio ecuatoriano. Está conformada por 15 subestaciones, en las cuales existen 21 transformadores de potencia con una capacidad instalada de 240/300.75 MVA (OA/FA), de estas, 14 son de distribución y una de seccionamiento.

En base a un amplio registro histórico la Figura 2 detalla el resultado obtenido de la proyección global, esto es la demanda de potencia para el sistema de distribución de CENTROSUR, donde el año horizonte es el 2028. Para el cuál se consideran tres escenarios de proyección, que incluyen la incursión de cocinas de inducción.

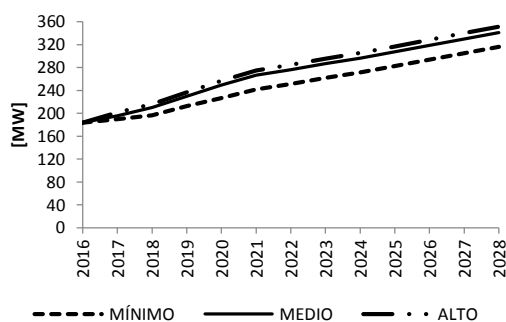


Figura 2. Proyección de la demanda de potencia del sistema de CENTROSUR, con tres escenarios de incursión de cocinas de inducción.

En la Tabla 1 se muestra algunas de las tasas de crecimiento promedio por subestación obtenidas a partir de un análisis de tendencia extrapolado hasta el año 2032.

Tabla 14: Tasa de crecimiento porcentual por subestación

Subestaciones	01	02	03	05	09	22	23	50
Tasa de crecimiento [%]	1,16	2,56	3,38	4,92	3,13	6,02	4,01	4,61

La Figura 3 muestra el mapa de preferencias obtenido para la asignación de los nuevos clientes de la clase residencial en el primer año de corte para el área urbana de Cuenca. En el desarrollo del trabajo se presentará el detalle complementario del procedimiento y los resultados de la proyección espacial [9].

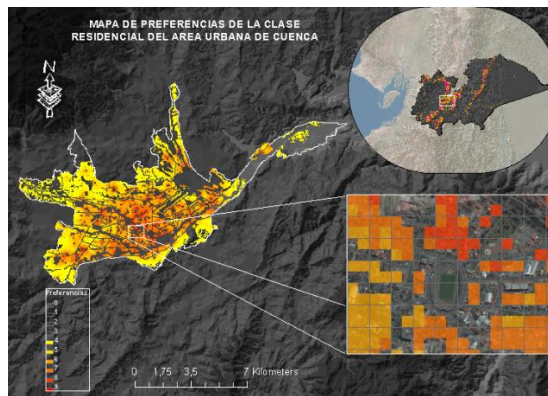


Figura 3. Mapa de preferencias para la clase residencial.

La proyección de la demanda para el año horizonte 2028 (Figura 4) muestra un importante crecimiento en la periferia del área urbana de la ciudad de Cuenca, en las parroquias de San Joaquín, Ricaurte, en los sectores de Chaullabamba, Capulispamba, en las partes céntricas de los cantones Paute, Gualaceo, La Troncal, Morona (Macas), Sucúa.

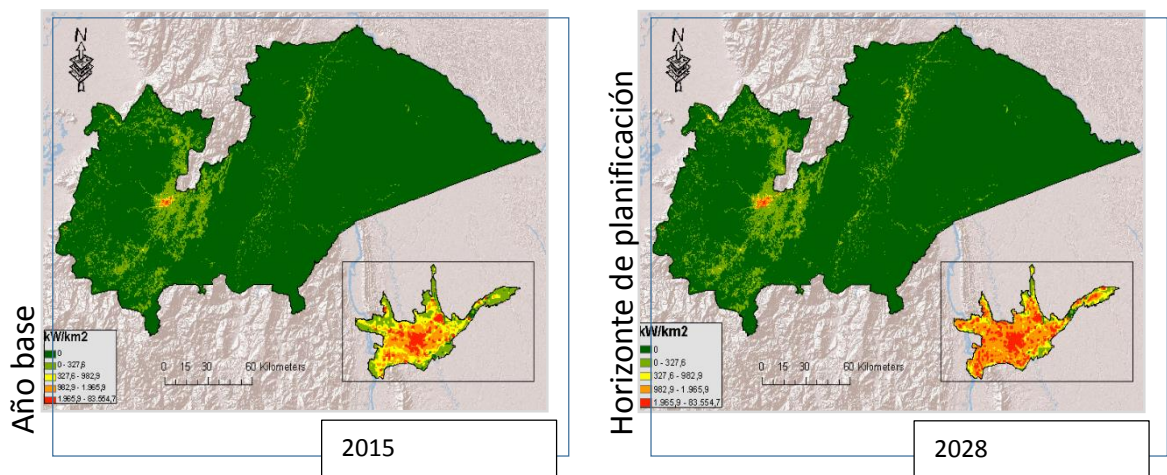


Figura 4. Mapa de densidad de demanda por micro-áreas para un escenario de crecimiento medio

Conclusiones

El método de simulación presentado permite estimar el crecimiento horizontal y vertical de la demanda a nivel de usuario, para captarla en las estaciones de transformación optimizando las redes de distribución y definiendo con mayor precisión dónde y cuándo realizar las inversiones requeridas en la planificación de la expansión.

La metodología analiza factores espaciales para evaluar la idoneidad de los terrenos y hallar un mapa de preferencias y en combinación con una técnica de asignación automática celular determinar la ubicación de los nuevos clientes por grupo de consumo, desarrollados íntegramente en el entorno de ArcGis y Phytion.

El procedimiento adoptado es una combinación de distintas técnicas formales que ha permitido explotar la información, herramientas y recursos disponibles en la mayoría de empresas eléctricas de distribución, permitiéndoles obtener resultados de calidad y aplicabilidad, agregando valor a sus procesos de planificación.

El método presentado tiene suficiente flexibilidad para ser aplicable a diversos sistemas eléctricos de distribución, o al sistema eléctrico nacional dependiendo de la calidad de la información y herramientas disponibles, incluso puede ser aplicable a otras áreas de

estudio, por ejemplo, en los planes de desarrollo urbano y rural realizado por los GADs Municipales.

Agradecimientos

A la empresa eléctrica regional CENTROSUR y a la Universidad de Cuenca por permitir el desarrollo de este tipo de trabajos a través de la suscripción de convenios de cooperación.

Referencias

- [1] A. Sallam y O. Malik, Load demand forecasting, Electric distribution systems (Ed. 1), IEEE (2011)
- [2] H. L. Willis, Spatial electric load forecasting, Marcel Dekker (Ed. 2), New York (2002).
- [3] C. D. Martins Monteiro, Fuzzy spatial load forecasting, Tesis Doctoral, Universidad de Porto (Dic. 2002).
- [4] J. D. Melo, E. M. Carreno y A. P. Feltrin, Multi-agent simulation of urban social dynamics for spatial load forecasting, IEEE (Nov. 2012) Vol. 27: 1870-1878.
- [5] M. Chow, J. Zhu y H. Tram, Application of fuzzy multi-objective decision making in spatial load forecasting, IEEE Transaction on power systems (Ago 1998) Vol. 13: 1185-1190.
- [6] Y. Murayama, Progress in geospatial analysis, Springer, Japan (2012).
- [7] J. Malczewski y C. Rinner, Multicriteria decision analysis in geographic information science, Springer, New York (2015).
- [8] S. Zambrano y M. Molina, Investigación y caracterización de la carga: Muestreo aleatorio por estratos, Dirección de Planificación, CENTROSUR (Mar. 2016).
- [9] W. E. Chumbi Quito y C. A. Patiño Chitacapa, Proyección espacial de la demanda en la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. mediante el método de simulación espacio-temporal, Tesis de Ingeniero Eléctrico, Universidad de Cuenca (2017).

Efectos de radiación roja (625nm)y azul(463 nm) en el tiempo de detección de *Staphylococcus aureus*

Calderón-Rueda Norma Thalía*, Sanchez-Juarez Azuri Aramis*

San Cayetano Alto, Departamento de Química y Ciencias Exactas. Sección de Física Química y Matemáticas,

Universidad Técnica Particular de Loja, C.P: 110107, Loja-Ecuador. E-mail ntcalderon@utpl.edu.ec

Palabras Claves: bacterias, crecimiento, fibra óptica, focos led, *Staphylococcus aureus*.

Resumen

Staphylococcus aureus es una bacteria gram positiva, presente en el medio ambiente ocasionando infecciones cutáneas y de mucosas. El presente estudio consistió en el uso de dos tratamiento con luz Led roja a una longitud de onda de (625 nm) y azul (463 nm) así como de un control donde no hubo exposición de luz, en una caja petri de dimensiones 90x15mm y una de 60x15mm por tratamiento evaluando las primeras 16 horas posteriores a la incubación. En el tratamiento control se obtuvo 0,10 unidades de intensidad por hora (u/h), mientras que a 625 nm se obtuvo 0,26 u/h, finalmente en luz azul (463) nm se incrementa 0,12 u/h, así comprobamos que los efectos de la radiación a diferentes longitudes de onda sobre el crecimiento de *S. aureus* es positivo, permitiendo así disminuir el lapso de detección a diferencia de los métodos convencionales permitiendo una eficaz toma de decisiones.

Introducción

Staphylococcus aureus es una bacteria gram positiva aerobia y anaerobia (de 0,8-1,0 mm de diámetro) que se dividen en más de un plano, por lo que se agrupan irregularmente en racimos. Son inmóviles y no forman esporas, del género *Staphylococcus* y *Micrococcus* son catalasa positivos conformado de 35 especies que constituyen significativos agentes etiológicos en la transmisión de enfermedades (Zendejas-Manzo, 2014). *S. aureus* es la especie más contagiosa nociva de diversas patologías para el ser humano desde infecciones cutáneas y de las mucosas, se presenta de un color amarillo dorado particular (Cervantes-Gracia, 2014). Esta puede encontrarse en el medio ambiente(polvo y agua residual), alimentos de elevado contenido proteico como la leche y sus derivados lácteos así como también en (jamón, mayonesa), personas y animales los cuales son los principales depósitos de este microorganismo (Fuentes, 2005). Pues su mecanismo de transferencia más frecuente es a través de las manos contaminadas es decir por contacto directo así como también por gotas (Antai, 1987).

La identificación de esta se puede realizar por medio de un agar de Salt manitol el cual contiene una concentración de cloruro sódico (7.5%), el cual es un agente activo del medio e inhibe parcial o completamente a los organismos bacterianos diferentes de los estafilococos (Forsythe, 2000), este reconocimiento toma alrededor de 24 horas para los estafilococos coagulasa (+) (Chapman, 1945).

Los Led son diodos semiconductores que emiten luz de tipo cuasimonocromatica escogimos leds de rojo y azul debido a que están localizados a los extremos del espectro electromagnético consideramos relevante realizar un estudio de crecimiento de *S. aureus* con inducción de luz artificial de roja (625nm) y azul (463 nm), suponemos que la luz acelerara el crecimiento de las bacterias de *Staphylococcus aureus* y facilitara así su pronta detección.

Tomando como referencia publicaciones realizadas de estudios de campos magnéticos en el lapso de detección de microorganismos patógenos tenemos: “Influencia del campo magnético sobre el crecimiento de microorganismos patógenos ambientales aislados en el Archivo Nacional de la República de Cuba” (Anaya et al., 2015), “Comparison of the low-frequency magnetic field effects on bacteria *Escherichia coli*, *Leclercia adecarboxylata* and *Staphylococcus aureus*” (Fojt, 2004), Acción de un campo magnético sobre un cultivo aireado de *Saccharomyces cerevisiae* (Zapata, 2005).

Nos han permitido conocer qué impactos tiene la radiación en el aumento de microorganismos patógenos. Percatándonos de la carencia de investigaciones sobre los Efectos de radiación roja y azul en el crecimiento de *Staphylococcus aureus* debido a su importancia consideramos primordial realizar un estudio enfocado en determinar qué Efectos tiene la radiación roja (625nm) y azul (463 nm) en el tiempo de detección de *S. aureus*.

Métodos y Materiales

Microorganismo y preparación de inóculo

Se utilizó una gota de leche en 10 ml de caldo de tripticasa de soya y se incubó a 37°C por el lapso de 24 horas a continuación se almacenó a -25°C durante 48 horas, posteriormente se aisló en placa de Agar Salt Mannitol durante 72 horas..

Preparación del medio Agar Salt Mannitol

Se siguió el protocolo establecido por (Wachsman, 2012), se suspendió 111 g de medio deshidratado en un litro de agua destilada, se mezcló vigorosamente; seguidamente calentamos agitando frecuentemente hasta llegar al punto de ebullición durante 1 minuto para disolver completamente los ingredientes. Esterilizamos el medio a 121°C durante 45 minutos, se enfrió hasta alcanzar una temperatura entre 40-45°C se vertió en placas estériles y se dejó solidificar a temperatura ambiente antes de su utilización. Los aislados se incubaron a 37 ° C y se inoculó las placas por el método de estría. Estas fueron incubadas con un mínimo de 24 y un máximo de 48 horas a 35-37 °C siguiendo el protocolo establecido por Durán et al., (2004), este tiempo depende del desarrollo de las colonias en las placas.

Tratamiento

Se condiciono la iluminación inalienable dentro de la incubadora para los distintos tratamientos donde se evaluó tanto en una caja petri de dimensiones de 90x15mm y una de 60x15mm para luz roja (625nm) luz azul (463 nm) y de igual manera para el tratamiento control . Se evaluaron las 16 primeras horas de la siembra de *S. aureus*.

Análisis

Se midió cada hora del desarrollo de *S. aureus* a través fibra óptica dividiendo la muestra en tres puntos aleatorios en cada tratamiento para así determinar cómo influía la radiación. Los datos obtenidos fueron almacenados y analizados con el software OriginPro. Las cajas de control no estuvieron expuestas a ninguna radiación de luz estas se cubrieron y se guardaron dentro de la incubadora siguiendo el protocolo establecido (Dávila, 2016).

Resultados y discusión

Nuestro objetivo principal fue determinar qué efectos tiene la radiación roja (625nm) y azul (463 nm) en el tiempo de desarrollo para abreviar el tiempo de detección de *S. aureus*. En la Figura 1 se presentan los cambios de intensidad del espectro de transmisión a 560 nm de la luz led roja y azul sobre las muestras expuestas a esta radiación. En el tratamiento control se obtuvo 0,10 unidades de intensidad por hora en una longitud de onda de 560 nm. Por otra parte la luz roja de 625 nm acelera el periodo de detección de *S. aureus* en 0,26 unidades de intensidad por hora en una longitud de onda de 560 nm, mientras que la luz azul de 463 nm se incrementa 0,12 unidades de intensidad por hora en una longitud de onda de 560 nm, así comprobamos que el impacto que tuvo la radiación sobre el crecimiento de *S. aureus* es positivo.

Esta diferencia obtenida nos demuestra que el uso de luz led a diferentes longitudes de onda (625 y 463 nm) influyen en el desarrollo de *S. aureus*, efectos similares fueron encontrados por Scenihhr (2012), donde encontró que el efecto de la luz sobre las células depende de la radiación, de su longitud de onda y del tipo de célula, así como también de las moléculas contenidas que absorban la luz y de la reacción química producida.

Otra posible explicación es la adaptación del microorganismo a la presencia de las diferentes longitudes de onda después de un cierto tiempo de exposición, quizás por una mayor presión selectiva, resultados similares fueron obtenidos por Zapata, et al., 2005 donde al aplicar dosis de Campos electromagnéticos en diferentes intensidades y tiempos de exposición, el crecimiento del cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* fue positivo.

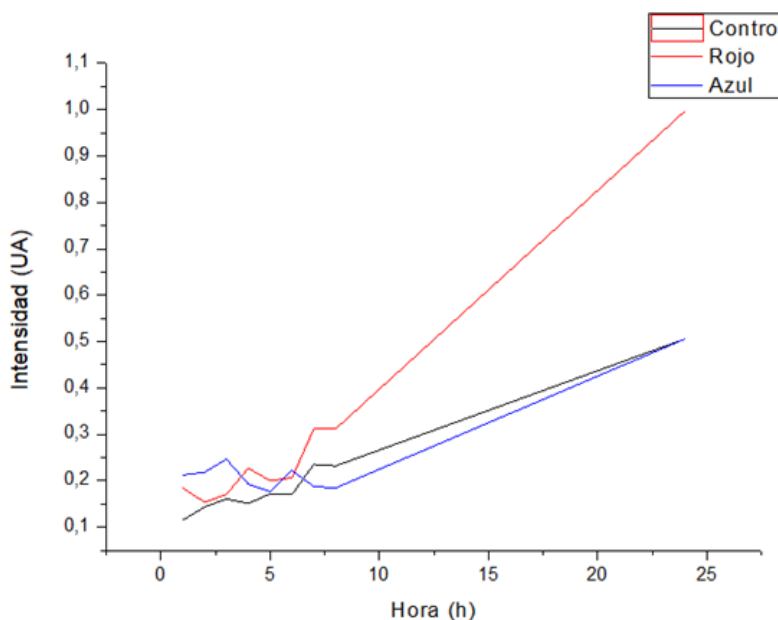


Figura 1. Cambios de intensidad del espectro de transmisión a 560nm.

Conclusiones

Con base en los resultados presentados sobre el crecimiento de *S. aureus* en presencia de diferentes intensidades de longitud de onda, se puede concluir; que el efecto de la luz LED roja 625 nm y azul 463 nm aceleró el desarrollo de *S. aureus* por lo tanto permite

disminuir el lapso de detección a diferencia de los métodos convencionales donde el tiempo de detección estándar juega un rol vital en la toma de decisiones para un tratamiento eficaz.

Por la complejidad de la interacción del uso de luz Led con los organismos vivos, se requiere adelantar estudios que examinen el fenómeno en cuanto al metabolismo celular, para evaluar si existen proteínas ya sea actuando como sistemas enzimáticos o como proteínas transportadoras, que se vean afectadas por la presencia luz Led influyendo directamente en el crecimiento de las mismas.

Agradecimientos

Expresamos nuestro profundo agradecimiento al Departamento de Química y Ciencias Exactas a la Universidad Técnica Particular de Loja por el apoyo logístico brindado en el desarrollo de este estudio.

Referencias

- [1] G. S. Zendejas-Manzo, H. Avalos-Flores & M. Y. Soto-Padilla, Microbiología general de *Staphylococcus aureus*: Generalidades, patogenicidad y métodos de identificación. *Revista Biomédica*, (2014).25 (3), 129-143.
- [2] E. Cervantes-García, R. García-González, & P. M. Salazar-Schettino, Características generales del *Staphylococcus aureus*. *Revista Latinoamericana de Patología Clínica y Medicina de Laboratorio*, (2014) 61(1), 28-40.
- [3] A. Félix-Fuentes, O. N. Campas-Baypoli, & M. Meza-Montenegro, Calidad sanitaria de alimentos disponibles al público de ciudad Obregón, Sonora, México. *Respyn*, (2005) 6(3), 1-14.
- [4] S. P. Antai, Incidence of *Staphylococcus aureus*, coliforms and antibiotic- resistant strains of *Escherichia coli* in rural water supplies in Port Harcourt. *Journal of Applied Microbiology*, (1987), 62(4), 371-375.
- [5] S. J. Forsythe., Alimentos seguros: Microbiología. Zaragoza, España. Editorial ACRIBIA S. A. (2000).
- [6] Chapman, GH. The significance of sodium chloride in studies of staphylococci. *J Bacteriol*. 1945 mar; 50(2): 201-203.
- [7] M. Anaya., E. Barbará, J. Padrón, S. F. Borrego, O. Valdés & A. Molina, Influence of magnetic field on the growth of pathogen microorganisms isolated from the indoor environment at the Archivo Nacional de la República de Cuba. *Biomédica*, (2015). 35(3), 325-336.
- [8] L., Fojt, L., Strašák, Vetterl, & J. Šmarda, Comparison of the low-frequency magnetic field effects on bacteria *Escherichia coli*, *Leclercia adecarboxylata* and *Staphylococcus aureus*. *Bioelectrochemistry*, (2004), 63(1), 337-341.
- [9] J. E. Zapata Montoya, M. Hoyos Ramírez, & G. Moreno Ospina, Acción de un campo magnético sobre un cultivo aireado de *Saccharomyces cerevisiae*. *Interciencia*, (2005), 30(7).
- [10] M. B. Wachsman, & M. C., Degrossi, Microbiología 2-Guía de trabajos prácticos de laboratorio (2012).
- [11] A. Durán Vila, R. Zhurbenko, & D. R. Viera Oramas, Propuesta de una modificación en la formulación del medio agar manitol salado utilizado en el aislamiento de estafilococos de importancia clínica. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, (2004), 56(3), 172-177.
- [12] F. Dávila, & M. Ermel, *Determinación de la prevalencia de mastitis subclínica e identificación de Staphylococcus aureus, en las ganaderías bovinas de la parroquia Nambacola, del cantón Gonzanamá* (Bachelor's thesis, Loja: Universidad Nacional de Loja) (2016).
- [13] Scenihhr, Health effects of artificial light, 3.4.1 Optical radiation and 3.4.2 Radiant energy absorption, pp. 22-31 19 March (2012).

Riego deficitario en papa: Hacia la obtención de un límite de restricciones hídricas para obtener rendimientos comerciales en los Andes

Ilbay Yupa Mercy Lucial^{1,2*}

García Mora Victor Mario²

Freddy Gavilánez¹

1. Universidad Agraria del Ecuador

2. Universidad Nacional Agraria La Molina

Riobamba, Sistema de posgrado SIPUAE, Universidad Agraria del Ecuador, Av. 25 de Julio y Pio Jaramillo, Guayaquil. merckyu@hotmail.com.

Palabras Claves: Riego deficitario, cultivo de papa, rendimiento y eficiencia del uso del agua

Resumen

La ampliación e implementación de la frontera agrícola en zonas alto-Andinas ha incrementado la demanda de agua poniendo en riesgo el abastecimiento de este recurso para otras actividades productivas. Es por esto que se han desarrollado diversos métodos de riego entre los que destaca el riego deficitario como una herramienta importante para las actividades agrícolas productivas. En este estudio se analizó los efectos de la producción (número de tubérculos por planta y su peso) en relación a diferentes restricciones hídricas y la eficiencia del uso del agua (WUE) en el cultivo de papa. Los tratamientos aplicados en este estudio fueron láminas al 100% Evapotranspiración del cultivo (ET_c) sin restricciones (testigo) y cuatro niveles de restricciones de agua (10, 20, 30 y 40% ET_c), aplicadas durante todo el ciclo del cultivo bajo riego localizado. Las restricciones hídricas afectaron el rendimiento de la papa mediante la modificación del peso del tubérculo (categoría). Existiendo una correlación lineal directa entre el rendimiento y la evapotranspiración del cultivo, no obstante un riego de alta frecuencia, bajo una programación del 80% de la demanda del cultivo, permite mayor WUE de riego y minimización de pérdidas en el rendimiento de papas comerciales.

Introducción

El Ecuador al ser un país andino la mayor parte de la agricultura se desarrolla en ecosistemas de altura, es así que la producción agrícola se encuentra limitada a la oferta actual del recurso hídrico. Las áreas productivas sufren procesos de variabilidad climática por lo cual la oferta hídrica se ve disminuida, afectando directamente a los cultivos que se pueden establecer en estas áreas. (Espinosa, 2016). Determinando la disponibilidad de agua de riego para los distintos sectores productivos, como son los pequeños y medianos agricultores de la zona (USFQ et al., 2011). En el contexto de mejorar la eficiencia del uso del agua, existe un creciente interés por el riego deficitario; considerada como una práctica de riego donde se reduce el suministro de agua por debajo de los niveles óptimos, permitiendo el estrés de la planta con mínimos efectos sobre el rendimiento (Payero et al. Al., 2000, 2004; Aujla et al., 2005; Liu et al., 2015).

En condiciones de escasas de agua y sequía, el riego deficitario puede mejorar el rendimiento por unidad de agua, asociado al área regable (Abdullah et al., 2005). Este

método se utiliza cuando el cultivo es expuesto a un cierto nivel de estrés hídrico durante etapas específicas o todo el ciclo productivo. Varios investigadores (Shock et al., 1998; Abdullah et al., 2005; Payero et al., 2006; Geerts y Raes, 2009; Karam et al., 2014) consideran que el riego deficitario es un medio para reducir el consumo de agua y minimizar los efectos adversos sobre el rendimiento de cultivos.

La papa (*Solanum tuberosum*) es uno de los principales cultivos en el Ecuador a nivel de consumo y producción, cultivada en la cordillera de los andes centrales en un rango de altura desde los 2000 – 3500msnm (Pumisacho y Sherwood, 2002). La papa constituye una fuente de alimentación e ingresos para la familia campesina (INEC, 2010), en la provincia de Chimborazo representa el 30% de la producción de los cultivos transitorios cuyas producción se ve amenazada por la sequía, trayendo pérdidas de hasta el 7,32% de la cosechas (INEC, 2010). El rendimiento y la calidad de la papa dependen tanto de la variedad y las prácticas culturales como de las condiciones ambientales, incluyendo la lluvia, la temperatura, la luz y el CO₂ (Kooman et al., 1996a, b, Costa et al., 1997, Miglietta et al., 1998). Su requerimiento hídrico asciende a un estimado de 3500-6500 m³ha⁻¹ (Sood y Singh, 2003).

El efecto de la aplicación del método de restricción de agua sobre este cultivo de papa depende de su tiempo, intensidad, duración y su combinación (Jefferies, 1995). Severas restricción de agua puede afectar negativamente el rendimiento de los tubérculos si se produce justo antes o durante el inicio de la tuberización (Mackerron y Jefferies, 1986, Monneveux et al., 2013). El estrés hídrico al comienzo y durante la tuberización disminuye el rendimientos, mientras que al final de la tuberización y hasta la madurez no afecta a los mismos (Jana, 1989) mientras otro autores estiman que la producción puede disminuir entre un 20 al 65% (Trebejo et al., 1990; Minhas, 1991, Ali et al., 2007). Aunque el riego deficitario y sus efectos en el cultivo de papas están documentados (Kifle y Gebretsadikan, 2016), este método no ha sido estudiado en la zonas altura ni se conoce el límite de restricción hídricas para obtener categorías de papas comerciales. El objetivo de este estudio fue analizar el rendimiento en relación a diferentes restricciones hídricas y de eficiencia del uso del agua (WUE) en las diferentes categorías papa en la provincia de Chimborazo.

Métodos

Descripción del área de estudio

El experimento se realizó en el campo experimental de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), de noviembre 2014 a marzo 2015. La ESPOCH, se encuentra en la provincia de Chimborazo, región interandina del Ecuador (1°39.3'S, 78°40.7'O y 2828 m.s.n.m). La precipitación media anual es de 543.2 mm año⁻¹ y temperatura media del aire de 13.6±0.8°C, con temperatura máxima (25±2°C) y mínima (7±3.2°C) mensual durante agosto y abril, respectivamente (2006-2014, estación agrometeorológica ESPOCH). Durante el ensayo la heliofanía, tensión de vapor, velocidad del viento, humedad relativa y temperatura media del aire, fueron 5.1±1.7 h, 1.1±0.2 kPa, 2.16±0.56 ms⁻¹, 64.9±8.64% y 14±2°C respectivamente (tabla 1). El sitio experimental presenta suelos de tipo inceptisol, origen volcánico (IEE, 2013), textura franco arenosa; densidad aparente de 1.6 g cm⁻³ y conductividad eléctrica 0.214 dS m⁻¹. Nutricionalmente son suelos pobres, con bajo contenido de materia orgánica (0.6%), K (132.6 ppm), Ca (1042 ppm) y Na (161 ppm); contenido medio

de Mg (437.5 ppm) y alto en P (45.3 ppm) (análisis de suelo, laboratorio del Departamento de Suelos-ESPOCH) y una profundidad efectiva de 35 cm. El agua de riego presentó pH ligeramente alcalino (7.6), conductividad eléctrica de 1.28 dS m⁻¹, dureza de 16.3 y relación absorción de sodio (SAR) de 0.83 (análisis de agua, laboratorio del Departamento de Suelos-ESPOCH).

Tabla 1: Condiciones ambientales durante el período de experimenta 2014-2015. Los valores promedios diarios \pm error estándar y promedios mensuales de precipitación.

	No	Dic	En	Fe	Marzo	vie	ie	ero	bre
	mb	mb							
	re	re							
Temperatura mínima (°C)	9.1 \pm 0.3	2.8 \pm 0.4	9.5 \pm 1.6	9.6 \pm 0.2	10.4 \pm 0.16				
Temperatura máxima (°C)	22.9 \pm 0.2	25.0 \pm 0.3	20.4 \pm 0.4	22.6 \pm 0.4	20.5 \pm 0.4				
Temperatura media (°C)	14.4 \pm 0.2	13.6 \pm 0.1	13.3 \pm 0.1	14.4 \pm 0.1	13.8 \pm 0.1				
Humedad Relativa (%)	58.3 \pm 1.4	73.6 \pm 1.3	72.6 \pm 0.9	68.9 \pm 1.1	75.8 \pm 0.8				
Heliofanía (h)	5.7 \pm 0.4	5.7 \pm 0.5	4.9 \pm 0.4	5.8 \pm 0.5	3.4 \pm 0.4				
Velocidad del viento (m s ⁻¹)	1.9 \pm 0.1	2.1 \pm 0.1	2.3 \pm 0.1	2.4 \pm 0.2	2.1 \pm 0.2				
Tensión de vapor (kPa)	1.1 \pm 0.2	1.1 \pm 0.15	1.12 \pm 0.2	1.1 \pm 0.1	1.2 \pm 0.13				
Precipitación mensual	28.4	38.8	34.2	29.3	113				

Fuente: Estación Agrometeorología ESPOCH

Variedad del cultivo y diseño experimental

La papa variedad INIAP-victoria fue seleccionada por ser un material precoz, con resistencia moderada a lancha (*Phytophthora infestans*) y alto rendimiento (INIAP, 2011). El experimento se estableció en un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con 5 tratamientos repartidos en 4 bloques. Los tratamientos consistieron en 4 niveles de restricciones de agua los cuales fueron definidos en base a la reducción del agua irrigada mediante el cálculo de la evapotranspiración (ver apartado de Necesidades hídricas del cultivo), distribuidos en parcelas (6 m x 5 m), con cinco camas (6, 0.7, 0.3 m de largo, ancho y profundidad respectivamente). En cada cama se sembraron 20 tubérculos, con una separación y profundidad de 0.3 m. La evaluación se realizó dentro de las sub-parcelas (4 m x 3 m), formadas por 4 plantas en cada una de las tres camas centrales, para un total de 12 plantas.

Manejo del cultivo

En la siembra se aplicó un abonado de base con 22-21-18 kg ha⁻¹ de K-Mg-S proveniente de K₂SO₄.2MgSO₄ granulado, junto con 2000 kg ha⁻¹ de humus. Se complementó la fertilización con 244-97-331 kg ha⁻¹ de N-P-K procedente de la urea y fosfato mono potásico, suministrados por fertirriego. La fertilización se distribuyó porcentualmente en cada una de sus etapas: inicial (10%N-40%P -5%K), desarrollo (45%N-40%P-20%K), tuberización (35%N-15%P-30%K) y llenado de tubérculos (10%N-5%P-45%K). El cultivo fue irrigado a través de riego por goteo, que consistía en dos cintas de polietileno por cama (a 0.15 m de distancia de las plantas), con emisores espaciados a 0.2 m, caudal de 2 l h⁻¹ y 0.048MPa de presión. A la entrada del experimento se ubicó un manómetro para monitorear la presión de funcionamiento, además cada parcela disponía de una válvula para controlar los niveles de restricciones de agua.

Necesidades hídricas del cultivo

El suministro de agua en el riego fue basado en la ET_c, calculada a partir de la evapotranspiración de referencia (ET_o) en mm día⁻¹ y el coeficiente de cultivo (K_c) adimensional, usando la ecuación (1). Para el K_c de la papa se asumió un valor de 0.5, 1.15 y 0.75 para la etapa inicial, media y final respectivamente. (Allen et al., 1998). La ET_o se calculó usando la ecuación de Penman - Monteith (FAO, 2006).

(1)

El riego para los tratamientos bajo restricciones hídricas, se basó en la ET_c pero modificada por un coeficiente de estrés hídrico (K_s), el cual describe el efecto del estrés hídrico en la transpiración del cultivo. Cuando se producen limitaciones debido a la disponibilidad de agua en el suelo el K_s es menor a 1, mientras que K_s igual a 1 representa situaciones óptimas hídricas para el cultivo (FAO, 2006). Los K_s utilizados fueron: 0.9, 0.8, 0.7 y 0.6, mediante la siguiente ecuación:

(2)

El requerimiento hídrico del cultivo (CWR) se calculó en base a la precipitación efectiva (P_e) y la ET_c (K_s=1) o ET_c en el caso de las restricciones de agua. (Ecuación 3). La precipitación efectiva es la fracción de la precipitación total utilizada para satisfacer las necesidades de agua del cultivo; que excluye la infiltración profunda, la escorrentía superficial y la evaporación de la superficie del suelo (FAO, 1992). La P_e se calculó por la ecuación del Soil Conservation Service (SCS), para precipitaciones menores de 250 mm al mes, para mayor detalle ver el método de la USDA (1965).

(3)

La aplicación del riego en el cultivo de papa se realizó desde la siembra hasta que el follaje empezó a amarillarse, esto fue a los 109, 113, 115, 117 y 120 días después de la siembra para los tratamientos con restricción al 10, 20, 30, 40% y sin restricción, respectivamente. El intervalo de riego fue de 1.1 días en promedio para todos los tratamientos.

Rendimiento y eficiencia del uso del agua

Se evaluó el número de tubérculos por planta, peso del tubérculo en base a tres categorías: papa comercial de primera (> 60 g), papa comercial de segunda “semilla” (30-60 g) y papa de desecho (< 30 g). Así como el rendimiento total, expresado en kg ha^{-1} .

La WUE en el cultivo se calculó como la proporción del rendimiento (Y) y la total estimada en todo el período (Oweiss y Zhang, 1998; Zhang et al., 1998).

(4)

Análisis estadístico

El efecto de los tratamientos de riego en el rendimiento del cultivo se realizó mediante el análisis de varianza (ANOVA), utilizando el software estadístico Infostat v.2014 (Grupo InfoStat, Córdoba, Argentina). Las medias de los tratamientos se compararon mediante la prueba HSD (Honestly-significant-difference) de Tukey ($P < 0.01$). Para evaluar la relación entre las variables de respuesta se realizó el análisis de correlación de Spearman, y la regresión lineal utilizando estadístico Infostat v.2014 (Grupo InfoStat, Córdoba, Argentina).

Subtítulos

Resultados y discusión

Necesidades hídricas del cultivo

El requerimiento hídrico del cultivo varió desde 187.2 a 324.9 mm (Tabla 2) durante el ciclo del cultivo, con requerimiento diario desde 0.1 mm día⁻¹ (restricción al 40%) durante la etapa inicial hasta 5.2 mm día⁻¹ (sin restricción) en la etapa de máximo requerimiento.

Tabla 2: Necesidades de agua del cultivo de papa durante todo el ciclo del cultivo en mm.

	Sin restricción	Restricción 10%	Restricción 20%	Restricción 30%	Restricción 40%
IWR					
Riego	191.4	166.4	135.1	105.2	84.8
Pe	133.4	122.3	119.7	115.9	102.4
Total	324.9	288.7	254.8	221.2	187.2

Pe=precipitación efectiva, IWR =necesidad de agua del cultivo

Rendimiento y eficiencia del uso del agua

El rendimiento fue significativamente ($p < 0.01$) afectado por las restricciones de agua (Tabla 3). El mayor y menor rendimiento se encontró en los tratamientos sin restricciones (34.92 ± 2.42 t ha⁻¹) y al 40% de restricción hídrica (20.28 ± 0.31 t ha⁻¹) respectivamente. (Fig. 1). El peso del tubérculo para la categoría I y III mostró diferencias significativas ($p < 0.01$), no así para la categoría II (Tabla 3). Donde los tratamientos de 10%, 20% y sin restricción presentaron el mayor porcentaje de categoría I. Sin embargo, los tratamientos

del 30 y 40 % mostraron el mayor porcentaje de categoría III (Fig. 2). No se detectaron diferencias significativas ($p < 0.01$) entre los tratamientos y el número de tubérculos por planta (Tabla 3). Las restricciones hasta el 20% determinaron producciones mayores al 55, 35 y 8% para la categoría I, II y III respectivamente. Es decir que la mayor producción se centra en pesos de tubérculos > 30 gramos.

La WUE respondió significativamente ($p < 0.05$) a los tratamientos. Siendo el tratamiento del 20% de restricción el de mayor WUE y el tratamiento al 40% el menos eficiente (Fig. 3).

Tabla 3. F-valores de ANOVA al comparar los tratamientos para el número de tubérculos, rendimiento total, rendimiento por categorías (I, II, III)

Variable	Tratamiento
Rendimiento	60.66 **
Peso del tubérculo - categoría I	31.09 **
Peso del tubérculo - categoría II	2.71 Ns
Peso del tubérculo - categoría III	30.51 **
Número de tubérculos por planta	0.82 Ns
WUE	4.71 *

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, n.s. $p > 0.05$, WUE= eficiencia del uso del agua, Categoría I, II y III= tubérculos > 60 g, 30-60 g y < 30 g respectivamente

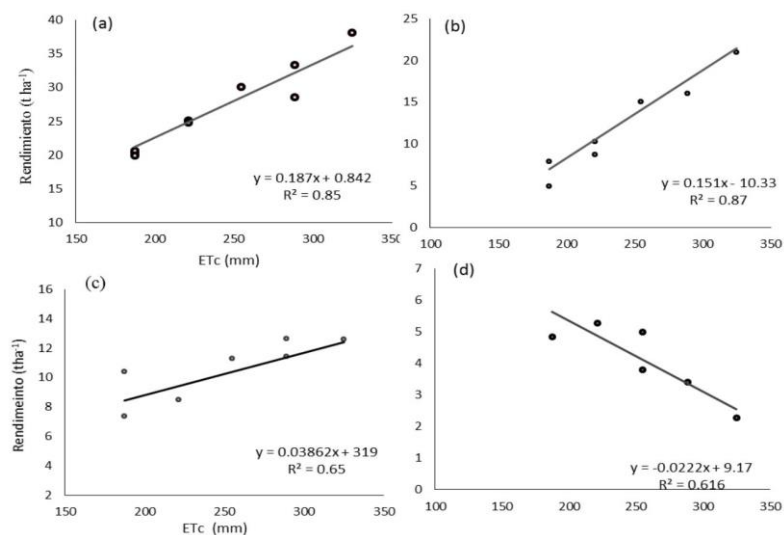


Figura 1: Rendimiento ($t\ ha^{-1}$) para los tratamientos sin restricción y con restricciones (10, 20, 30 y 40%). Letras diferentes indican diferencias significativas en ANOVA ($p < 0.01$).

Figura 2. Peso del tubérculo en porcentaje para las categorías I (tubérculos > 60 g), II (tubérculos 60 - 30 g), III (tubérculos < 30 g). La letras diferentes indican diferencias significativas en ANOVA ($p < 0.01$).

Figura 3. Eficiencia del uso del agua (WUE) media en relación a los tratamientos con y sin restricción hídrica. Letras diferentes representan diferencias significativas en ANOVA ($p < 0.05$).

Figura. 4.- Función lineal entre del rendimiento y evapotranspiración del cultivo (ETc) al 99% de nivel de significancia. (a) Rendimiento total, (b) Rendimiento por categorías (c) Rendimiento por categorías II y (d) Rendimiento por categorías III

Los mayores rendimientos de papa se obtuvieron para los tratamientos sin restricción, al 10 y 20% de restricción, evidenciándose que rendimientos superiores a 21 t ha⁻¹ (Fig. 1) se asocia a láminas superior a 250 mm (Tabla 1). De igual manera el mayor porcentaje de papa para la categoría I y II se ubicó en láminas superiores a 250 mm. Restricciones hídricas mayores al 20% afectan el rendimiento significativamente mediante modificación del peso del tubérculo.

La función lineal entre rendimiento por categorías y las distintas restricciones coincide con otros trabajos (Bélanger et al., 2002; Yuan et al., 2003; Ferreira y Carr, 2002; Zhang et al., 2004; Geets y Raes, 2007; Kiflea y Gebretsadikan, 2016) en el cultivo de papa. La correlación observada fue lineal (Fig. 4 c) y la relación que existe entre la ETc y la categoría III, es explicada por un menor consumo de agua lo que influye en el desarrollo del tubérculo (Geets y Raes, 2007).

Conclusiones

En conclusión las restricción hídrica afectaron principalmente el peso medio del tubérculo, no obstante un riego de alta frecuencia, bajo una programación del 80% de la demanda del cultivo, permite un ahorro importante de agua (70.1 mm) y minimización de pérdidas en el rendimiento del 11.22%.

Bajo restricciones hídricas mayores al 30%, la producción de papa se centra en la categoría III, (<30 g) este peso del tubérculo no es comercial. Las restricción hídricas hasta el 20% constituye una alternativa para producción de papas comerciales y optimización de riego en situaciones de déficit hídrico.

Referencias

- Abdullah, K., Tuylua, G., Yusuf, U., Cakmak, B., 2005. Crop water use of onion (*Allium cepa* L.) in Turkey. *Agric. Water Manage.* 72, 59–62.
- Aujla, M.S., Thind, H.S., Buttar, G.S., 2005. Cotton yield and water use efficiency at various levels of water and N through drip irrigation under two methods of planting. *Agric. Water Manage.* 71, 169–172.
- Ali, M.H., Hoqu, M.R., Hassan, A., Khair, A., 2007. Effect of deficit irrigation on yield, water productivity, and economic returns of wheat. *Agric. Water Manage.* 92(3), 151–161.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements. In: *Irrigation and Drainage Paper No. 56*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy
- IEE, Instituto Espacial Ecuatoriano. 2013. Proyecto Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional, escala 1:25.000, para la Provincia de Pichincha

(cartografía digital). <http://www.institutoespacial.gob.ec/geoportal/descarga-de-geoinformacion-a-nivel-nacional/>.

Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC. 2010. VII Censo de población y VI de vivienda. Estadística agropecuaria (<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuaria>).

Espinosa, J., Rivera, D. 2016. Vulnerabilidad hídrica del páramo frente al cambio de uso de suelo, Editorial Académica Española (septiembre). 15-18.

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), 2011. Plegable: INIAP-Victoria, Nueva variedad con resistencia moderada a lancha, Programa Nacional de Raíces y Tubérculos-papa, Plegable No. 374

FAO, 1992. Cropwat. Programa de ordenador para planificar y manejar el riego. FAO. Estudios Riegos y Drenajes n° 46. 23, 24.

Ferreira, T.C., Carr, M.K.V., 2002. Responses of potatoes (*Solanumtuberosum* L.) to irrigation and nitrogen in a hot, dry climate. I. Water use. Field Crops Res. 78,51–64.

Geerts, S., Raes, D., 2009. Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize cropwater productivity in dry areas. Agric. Water Manage. 96 (9), 1275–1284.

Karam, F., N. Amacha, S. Fahed, T. EL Asmar, and A. Domínguez. 2014. “Response of Potato to Full and Deficit Irrigation under Semiarid Climate: Agronomic and Economic Implications.” Agricultural Water Management 142 (August): 144–51. doi:10.1016/j.agwat.2014.05.007.

Kifle, Mulubrehan, and T.G. Gebretsadikan. 2016. Yield and Water Use Efficiency of Furrow Irrigated Potato under Regulated Deficit Irrigation, Atsibi-Wemberta, North Ethiopia. Agricultural Water Management 170 (May): 133–39. doi:10.1016/j.agwat.2016.01.003.

Liu C., H. Rubæk G., Liu ., N. Andersen M. Effect of partial root zone drying and deficit irrigation on nitrogen and phosphorus uptake in potato. Agricultural Water Management 159(2015)66–76

Minhas 1991. Secado Parcial de Raíces: Una Promisoria Técnica de Riego en Papa (*SolanumTuberosum* .) HortScience .Vol 33(4)

Payero, J.O., Melvin, S.R., Irmak, S., Tarkalson, D., 2006. Yield response of corn to deficit irrigation in a semiarid climate. Agric. Water Manage. 84, 101–112.

Pumisacho. M. y Sherwood. S. 2002. El cultivo de la papa en el Ecuador. Investigación del INIAP-CIP. Quito. 24.

Trebejo, I. y Midmore, D.J. (1990). Effect of water stress on potato growth, yield and water use in a hot and a cool tropical climate. J. Agric. Sci. Camb. Lima Peru. 114 (3), 321-334.

Universidad San Francisco de Quito (USFQ) y Fundación Carolina., 2011. Porcentaje de variación de la precipitación en las provincias de la sierra año 2020. Editorial. USFQ. Quito. 34-42.

Shock, C. C., E. B. G. Feibert, and L. D. Saunders. 1998. “Potato Yield and Quality Response to Deficit Irrigation.” HortScience 33 (4): 655–59.

Zhang, Y., Kendy, E., Qiang, Y., Changming, L., 2004. Effect of soil water deficit on evapotranspiration, crop yield, and water use efficiency in the North China plain. Agric. Water Manage. 64 (2), 107–122.

Validation of the Experimental Procedure used to Determine Bedload Transport Rates in Steep Channels with Coarse Sediment

Carrillo Serano, Verónica M., Pacheco Tobar, Esteban A., Astudillo Matute Washington S., Padilla Guarnizo, Carlos R .

1 Laboratorio de Hidráulica y Dinámica de Fluidos/Departamento de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de Cuenca, Av. 12 de Abril y Av. Loja, Apartado: 01.01.168, Cuenca, Ecuador.

veronica.carrillo@ucuenca.edu.ec .

Key Words: bedload, steep channel, transport rates, experimental methodology, ICivil.

Abstract

The current study presents an experimental procedure to determine bedload sediment transport rates in channels with steep slope and coarse sediment. The simulations were performed in a laboratory tilting flume. From the experimental results a mathematical bedload transport model were obtained through multiple linear regression. The experimental model transport rates are compared with some equations presented in literature that has been obtained under similar conditions. Based on the comparison, it is stated that the experimental model is closely similar to a model developed for gravel bed rivers. Therefore, it can be concluded that the experimental model developed in this study is validated for rivers with steep slopes and coarse sediment particles.

Introduction

Sediment transport defines river morphology [1] and has influence on water quality [2]. Together with the river's flow hydraulics sediment transport are processes that determine a river behavior [3]. Sediment transport has been studied in detail by [4], [5], [6], [7], among others. However, these studies have been performed mainly with fine sediment ($1.56 < d_{50}(\text{mm}) < 28.6$) and mild slopes (0 -1.2 %) [8], [9]. On the other hand, steep rough-bedded channels constitute the main component of mountainous drainage systems. The study of sediment transport in steeper channels with coarser material is a complex process [10]–[16]. Some equations have been proposed to account for bedload transport rates, movement thresholds, and channel roughness of steep channels with coarse sediment. Nevertheless, it is concluded that there are more formulae that consistent data to verify them [17]–[21]. Therefore, to develop a mechanism to include the high variability the present in natural rivers, this work presents a validation of an experimental methodology. Simulations of bedload sediment transport will be performed in a tilting flume with slopes ranging from 3% to 5%. Initially uniform diameter and shape will be considered and finally a diameter distribution of spherical particles will be used.

Background

Bed load sediment transport is defined as the through which streams rivers or artificial channels bed material is transported [22]. [23] defined the bed load transport as the transport that occurs in continuous contact with the bed surface and it is just driven by gravity. On the other hand, [6], [24] defined bedload transport as the transport that occurs sliding, rolling and jumping over the bed surface (saltation). Sediment will be transported when the acting boundary shear stress exceeds a denominated critical value. This means when the acting forces, overcome the resisting forces [2].

From the variety of equations proposed to determine bedload transport rates the most representative of steep channels with coarse sediment have been chosen to perform a

comparative analysis to determine the validity of the experimental procedure proposed. In Table 1 the selected equations and their applicability ranges are presented.

Table 15: Equations to determine bedload transport rate

Author	Equation	Range
Meyer-Peter (1949-1951)[25], [26]	$\frac{q_s}{\sqrt{(s-1)gd_s^3}} = \left(\frac{4\tau_o}{p(s-1)gd_s} - 0.188 \right)^{3/2}$	$1.25 < s < 4.2$ $d_s = d_{50}$
Einstein (1942) [6]	$\frac{q_s}{\sqrt{(s-1)gd_s^3}} = 2.1 \exp\left(-0.391 \frac{\rho(s-1)gd_s}{\tau_o}\right)$	$1.25 < s < 4.25$ $0.315 < d_s < 28.6 \text{ mm}$ $\frac{q_s}{\sqrt{(s-1)gd_s^3}} < 0.4$ $d_s \approx d_{35} \text{ a } d_{45}$
Wong and Parker (2006) [27]	$\frac{q_s}{\sqrt{(s-1)gd_s^3}} = 4.93(\tau_* - 0.047)^{1.6}$ $\frac{q_s}{\sqrt{(s-1)gd_s^3}} = 3.97(\tau_* - 0.0495)^{3/2}$	$s = 2.55$
Ashida and Michiue (1972) [28]	$q_s = 17(\tau_* - \tau_{*c})(\sqrt{\tau_*} - \sqrt{\tau_{*c}})$	$\tau_{*c} = 0.05$
Meyer-Peter and Müller (1948) [7]	$\frac{q_s}{\sqrt{(s-1)gd_s^3}} = 8(\tau_* - \tau_{*c})^{3/2}$	$\tau_{*c} = 0.047$
Yalin (1963) [29]	$q_s = 0.635s\tau_*^{\frac{1}{2}} \left(1 - \frac{\ln(1-as)}{as} \right)^{\frac{3}{2}} T$ $a = 2.45(R+1)^{0.4}\tau_{*c}^{0.5}$ $s = \frac{\tau_* - \tau_{*c}}{\tau_{*c}}$	$0.8 \text{ mm} < d_s < 28.6 \text{ mm}$
Parker (1979) [30]	$\frac{q_s}{\sqrt{(s-1)gd_s^3}} = 11.2 \frac{(\tau_* - 0.03)^{4.5}}{\tau_*^3}$	Shield's numbers occurring in gavel bed rivers
Cheng (2002) [31]	$\frac{q_s}{\sqrt{(s-1)gd_s^3}} = 13\tau_*^{3/2} \exp\left(-\frac{0.05}{\tau_*^{3/2}}\right)$	$s = 2.69 - 2.53$ $Q = 0.093 - 1.119 \text{ ft}^3/\text{s}$ $S_0 = 0.73 - 1.2 \%$ $d_s = 0.068 - 0.27 \text{ ft}$
Nielsen simplified (1992) [32]	$q_s = C_s \delta_s V_s$ $C_s = 0.65$ $\frac{V_s}{V_*} = 4.8$ $\frac{d_s}{\delta_s} = 2.5(\tau_* - \tau_c)$	

Simulations were performed in a rectangular steel-glass channel (bottom and walls respectively). It has a base of 30 cm and walls of 45 cm. Simulations were grouped in 4 cases: Case A, Case B, Case C, and Case D based on the sediment characteristics. Case A corresponds to the experiments performed with spheres of a uniform diameter of 0.01m. Case B was developed with spheres of 0.015 m and Case C with spheres of 0.025 m. Case D was performed with a typical mountainous river granulometric distribution (Figure 1). With the simulated transport rates a mathematical model is determined through multiple linear regression. The theoretical results will be compared with the experimental model rates.

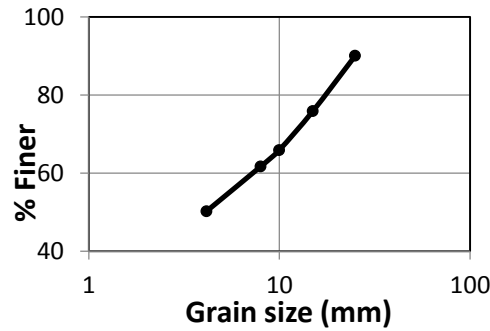


Figure 1. Granulimetric distribution for Case D

Results

The liquid discharge, Q_t , at which sediment movement begins and its corresponding flow depth, Y_t , were determined for the movement threshold. In Figure 2 the threshold conditions are presented graphically.

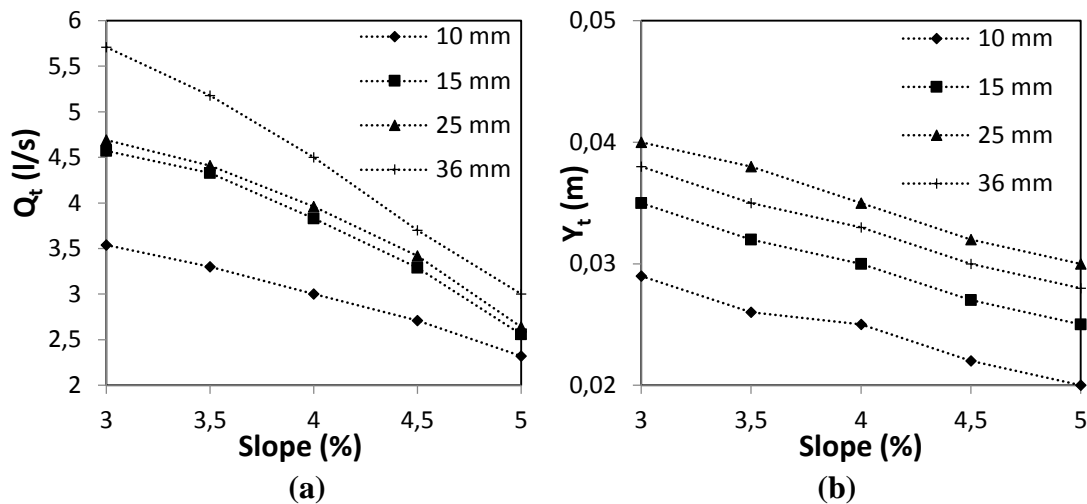


Figure 2. Movement threshold condition (a) Discharge, (b) Flow depth

The following equations were obtained from the threshold analysis.

$$Q_t = \frac{7.07\phi^{0.26}}{m^{1.06}}$$

$$Y_t = \frac{0.035\phi^{0.25}}{m^{0.64}}$$

A correlation analysis was performed between dependent variable bedload transport rate and each of the important sediment transport parameters. The multiple correlation analysis were performed for each of the simulation cases defined. All of the models determined for each simulation case have appropriate goodness of fit. However, since Case D represents a more realistic condition this model is defined as the proper model to describe the process of bedload transport in steep channels with coarse sediment. Consequently, the mathematical model is defined as follows.

$$q_s = \frac{0.0001V_*^{5.16}\delta_s^{0.47}}{m^{4.43}}$$

Considering the experimental model (Case D) as the comparison parameter the percentage of similitude of the other models was determined. In Figure 3 this comparison is presented.

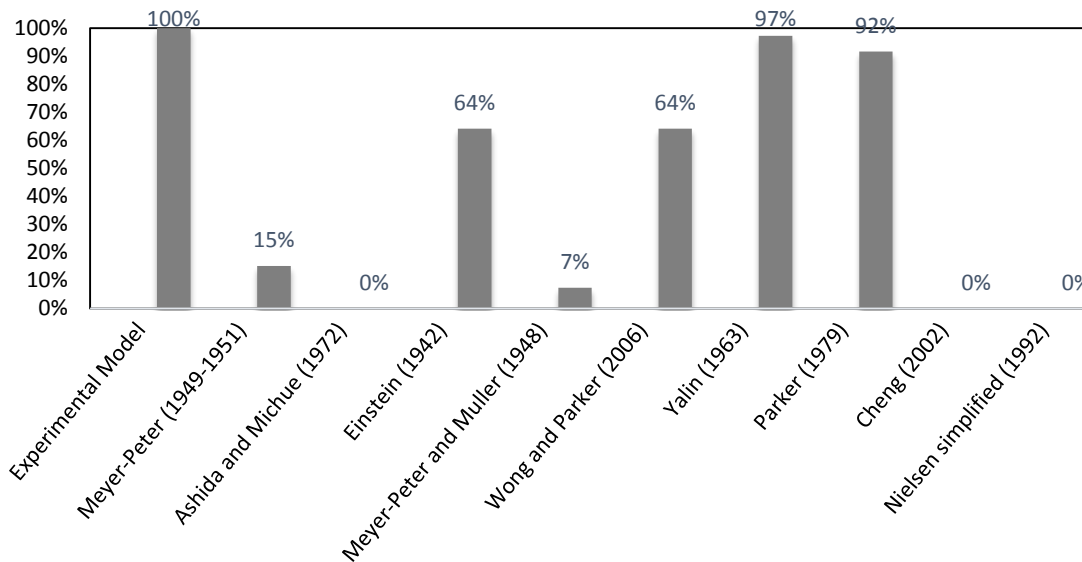


Figure 3. Percentage of similarity between models

Conclusions

With a correlation coefficient of 0.97 the mathematical model that used a gravel-bed river granulometric distribution was selected as the most representative of the steep slope rivers with coarse sediment particles. The experimental model was compared with widely used equations to determine sediment transport. The most similar model are Yalin (1963) and Parker (1979) with percentages of similitude of 97 and 92 respectively. Parker's model was developed for gravel bed rivers. It can be concluded that the experimental model developed in this study is able to replicate the bedload transport process in steep slope rivers with coarse material. Therefore, the present methodology can be validated to analyze bedload sediment transport in channels, rivers or streams with characteristics similar to those applied in this study.

References

- [1] R. López, D. Vericat, and R. J. Batalla, "Evaluation of bed load transport formulae in a large regulated gravel bed river: The lower Ebro (NE Iberian Peninsula)," *J. Hydrol.*, vol. 510, pp. 164–181, Mar. 2014.
- [2] P. Y. Julien, *Erosion and sedimentation*, 2nd ed. Cambridge ; New York: Cambridge University Press, 2010.
- [3] Y. Hassanzadeh, "Hydraulics of Sediment Transport," in *Hydrodynamics - Theory and Model*, J.-H. Zheng, Ed. InTech, 2012.

- [4] M. P. DuBoys, “Etudes du regime du Rhone et de l’action exercee par les eaux sur un lit a fond de graviers indefiniment affouillable,” *Ann. Ponts Chaussees*, vol. 18, pp. 141–195, 1879.
- [5] Shields, “Application of similarity principles and turbulence research to bed-load movement,” California Institute of Technology, Pasadena, CA, 1936.
- [6] H. A. Einstein, “Formulas for the transportation of bed load,” *Trans ASCE*, vol. 107, pp. 561–573, 1942.
- [7] E. Meyer-Peter and R. Müller, “Formulas for bed-load transport,” 1948.
- [8] N.-S. Cheng and X. Chen, “Slope Correction for Calculation of Bedload Sediment Transport Rates in Steep Channels,” *J. Hydraul. Eng.*, vol. 140, no. 6, p. 04014018, Jun. 2014.
- [9] M. P. Lamb, W. E. Dietrich, and J. G. Venditti, “Is the critical Shields stress for incipient sediment motion dependent on channel-bed slope?,” *J. Geophys. Res.*, vol. 113, no. F2, May 2008.
- [10] P. A. Carling and N. A. Reader, “Structure, composition and bulk properties of upland stream gravels,” *Earth Surf. Process. Landf.*, vol. 7, no. 4, pp. 349–365, Jul. 1982.
- [11] A. N. Papanicolaou, A. Bdour, and E. Wicklein, “One-dimensional hydrodynamic/sediment transport model applicable to steep mountain streams,” *J. Hydraul. Res.*, vol. 42, no. 4, pp. 357–375, Jan. 2004.
- [12] T. Ghilardi, M. Franca, and A. Schleiss, “Sediment transport in steep channels with large roughness elements,” in *River Flow 2014*, A. Schleiss, G. de Cesare, M. Franca, and M. Pfister, Eds. CRC Press, 2014, pp. 899–907.
- [13] J. C. Bathurst, “Effect of Coarse Surface Layer on Bed-Load Transport,” *J. Hydraul. Eng.*, vol. 133, no. 11, pp. 1192–1205, Nov. 2007.
- [14] B. Gomez and M. Church, “An assessment of bed load sediment transport formulae for gravel bed rivers,” *Water Resour. Res.*, vol. 25, no. 6, pp. 1161–1186, Jun. 1989.
- [15] A. N. Papanicolaou, P. Diplas, C. L. Dancey, and M. Balakrishnan, “Surface Roughness Effects in Near-Bed Turbulence: Implications to Sediment Entrainment,” *J. Eng. Mech.*, vol. 127, no. 3, pp. 211–218, Mar. 2001.
- [16] A. C. Wilcox and E. E. Wohl, “Field measurements of three-dimensional hydraulics in a step-pool channel,” *Geomorphology*, vol. 83, no. 3–4, pp. 215–231, Jan. 2007.
- [17] B. Gomez and M. Church, “An assessment of bed load sediment transport formulae for gravel bed rivers,” *Water Resour. Res.*, vol. 25, no. 6, pp. 1161–1186, Jun. 1989.
- [18] H. M. Habersack and J. B. Laronne, “Evaluation and Improvement of Bed Load Discharge Formulas based on Helley–Smith Sampling in an Alpine Gravel Bed River,” *J. Hydraul. Eng.*, vol. 128, no. 5, pp. 484–499, May 2002.
- [19] Y. Martin, “Evaluation of bed load transport formulae using field evidence from the Vedder River, British Columbia,” *Geomorphology*, vol. 53, no. 1–2, pp. 75–95, Jul. 2003.
- [20] E. M. Yager, J. W. Kirchner, and W. E. Dietrich, “Calculating bed load transport in steep boulder bed channels: SEDIMENT TRANSPORT IN STEEP CHANNELS,” *Water Resour. Res.*, vol. 43, no. 7, p. n/a–n/a, Jul. 2007.
- [21] E. M. Yager, W. E. Dietrich, J. W. Kirchner, and B. W. McArdeall, “Prediction of sediment transport in step-pool channels,” *Water Resour. Res.*, vol. 48, no. 1, Jan. 2012.

- [22] M. Garcia, Ed., *Sedimentation Engineering: Processes, Measurements, Modeling, and Practice*. Reston, VA: American Society of Civil Engineers, 2008.
- [23] R. A. Bagnold, "The Flow of Cohesionless Grains in Fluids," *Philos. Trans. R. Soc. Math. Phys. Eng. Sci.*, vol. 249, no. 964, pp. 235–297, Dec. 1956.
- [24] H. A. Einstein, "The Bed-Load Function for Sediment Transportation in Open Channel Flows," U.S.D.A., Soil Conservation Service, Technical Bulletin 1026, Sep. 1950.
- [25] E. Meyer-Peter, "QUELQUES PROBLÈMES CONCERNANT LE CHARRIAGE DES MATIÈRES SOLIDES DANS LES RIVIÈRES ALPINES ET SUBALPINES," *Houille Blanche*, pp. 688–706, 1949.
- [26] E. Meyer-Peter, *Transport des matières solides en général et problème spéciaux*. Bull. Génie Civil d'Hydraulique Fluviale, 1951.
- [27] M. Wong and G. Parker, "One-dimensional modeling of bed evolution in a gravel bed river subject to a cycled flood hydrograph: BED EVOLUTION WITH FLOOD HYDROGRAPH," *J. Geophys. Res. Earth Surf.*, vol. 111, no. F3, p. n/a–n/a, Sep. 2006.
- [28] K. Ashida and M. Michiue, "Study on hydraulic resistance and bedload transport rate in alluvial streams," *Trans. Jpn. Soc. Civ. Eng.*, vol. 206, pp. 59–64, 1972.
- [29] M. S. Yalin, "An Expression for Bed-Load Transportation," *J. Hydraul. Div.*, vol. 89, no. 3, pp. 221–250, 1963.
- [30] G. Parker, "Hydraulic Geometry of Active Gravel Rivers," *J. Hydraul. Div.*, vol. 105, no. 9, pp. 1185–1201, 1979.
- [31] N.-S. Cheng, "Exponential Formula for Bedload Transport," *J. Hydraul. Eng.*, vol. 128, no. 10, pp. 942–946, Oct. 2002.
- [32] P. Nielsen, *Coastal bottom boundary layers and sediment transport*. Singapore ; River Edge, N.J.: World Scientific, 1992.

Germany) as co-solvent was used at 5 mL/min flow rate for 10 cycles of 2 min dynamic extraction followed by 1 min static phase. Collected extracts were dissolved in dichloromethane and aliquots transferred to glass vials, dried under reduced pressure in a Labconco rapidvap (Labconco, Missouri, USA) and kept at -20°C until analysis.

Antimicrobial assay

Tested organisms were: methicillin resistant *Staphylococcus aureus* subsp. *aureus* (ATCC® BAA-44), methicillin resistant *Staphylococcus aureus* subsp. *aureus* (ATCC® BAA-977™) expressing inducible clindamycin resistance, and two strains of clinical methicillin resistant *Staphylococcus aureus* obtained from a local hospital. Strains purity was verified according to the methods reported in the Performance standards for antimicrobial susceptibility testing (Patel and Clinical and Laboratory Standards Institute, 2017), and stored at -80°C in trypticase soy broth with 10% glycerol.

The antibacterial potential of plant extracts was tested using a modification of the micro-dilution technique of Eloff (1998). Microtiter plates were read after resazurin addition in a microplate reader at 550 nm (excitation) and 590 nm (emission) (Synergy H1, Biotek).

Cytotoxicity: Toxilight™ bioassay kit (Lonza, Nottingham, UK) was used for cell cytotoxicity evaluation using MCF-7 cell line. Cell integrity was assessed under varying concentrations (50, 5, and 0.5 µg/mL) of plant extracts. The plate was read in a luminometer (temperature set at 22°C).

Extracts fractioning: TLC and PLC silica gel 60 F254 plates (250µm, 20 x 20 cm Merck, Darmstadt, Germany) were used for plant extracts fractioning having ethyl-acetate:methanol:water (100:13.5:10; v:v:v) as mobile phase. To prepare fractions for HPLC analysis, bands were scratched out from plates and eluted with methanol:water (85:15) and pure methanol.

HPLC: the solvent system consisted in: water with 0.1% of acetic acid (solvent A), and acetonitrile with 0.1% acetic acid (solvent B). The flow rate was set at 1.00 mL/min in a gradient of solvent A, 60% from time 0 to 2 min; 15% from 2 to 25 min; 0% from min 25 to 40; 60% from 40 to 42 min; with a final re-equilibrating period from min 42 to 55.

MS: The collected fraction reconstituted with a solution of 10.1% of formic acid in acetonitrile was directly infused at 20 µl/min into a quadrupole-time-of-flight mass spectrometer (XEVO G2-XS QToF, Waters, Milford, USA). A full scan spectrum in sensitive negative mode was acquired within a mass range of 100–800 m/z. The MS parameters were: 3 kV capillary voltage, 30 V cone voltage, 100 °C source temperature, 450°C desolvation temperature, 100 L/h cone gas flow and 600 L/h desolvation gas flow.

Results and Discussion

Twenty *Peperomia galioides* samples collected from 4 different locations resulted active against the four bacterial strains, whose average per location values are shown in Table 1. When a full two-way ANOVA model was performed for IC50 (concentration that inhibits 50% of bacteria) as response versus location and bacterial strains as factors, only

location resulted significant ($p = 0.0015$), implying that there is difference between locations on the IC₅₀ activity. Adding to this results, Toxilight™ test showed no cytotoxicity to MCF-7 cell line. Fractioning through TLC allowed the isolation of 21 fractions, where band 20 produced IC₅₀s less than 9.3 µg/mL for all bacterial strains. Grifolic acid was identified by MS from the mentioned fraction.

Antibacterial activity of *Peperomia galioides* against *S. aureus* using methanol and dichloromethane extracts has been reported (Langfield et al., 2004; Jerves-Andrade et al., 2014) being grifolin and grifolic acid the main responsible compounds. There are no mentions of its activity against ATCC and clinical MRSA strains, and neither have they been tested with extracts obtained through a clean technique like SFE, which constitutes two remarkable scientific contributions. The IC₅₀s variability detected among the several samples between locations highlight the importance of some hits (concentrations below 10 µg/mL) (Cos et al., 2006), and enable deeper understanding of the compounds amount and predicted activity. Additionally, methanol extracts of *Peperomia* genus have been reported as cytotoxic (Cheng et al., 2003; Jerves-Andrade et al., 2014) whereas the SFE extracts yielded no toxicity which points to a safer alternative.

Table 1. Activity expressed as average IC₅₀ (µg/mL)

Location	MRSA1 IC-50	MRSA2 IC-50	MRSA ATCC® BAA-44 IC-50	MRSA ATCC® BAA-977™ IC-50
Guapán	9.0	5.5	27.4	11.4
Girón	5.9	7.1	4.8	4.5
Ñamarín	13.8	10.7	6.1	4.8
San Joaquín	19.1	17.5	9.7	31.9

References

Cheng, M.-J., Lee, S.-J., Chang, Y.-Y., Wu, S.-H., Tsai, I.-L., Jayaprakasam, B., Chen, I.-S., 2003. Chemical and cytotoxic constituents from *Peperomia sui*. *Phytochemistry* 63, 603–608.

Cos, P., Maes, L., Sindambiwe, J.B., Vlietinck, A.J., Berghe, D.V., 2006. Bioassays for antibacterial and antifungal activities, in: *Biological Screening of Plant Constituents: Training manual/Gupta, Mahabir P.[edit.]. pp. 19–28.*

Eloff, J.N., 1998. A Sensitive and Quick Microplate Method to Determine the Minimal Inhibitory Concentration of Plant Extracts for Bacteria. *Planta Med.* 64, 711–713. doi:10.1055/s-2006-957563

Huygens, F., Nimmo, G.R., Schooneveldt, J., Munckhof, W.J., Giffard, P.M., 2002. Genotyping of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* by Assaying for the Presence of Variable Elements Associated with *mecA*. *J. Clin. Microbiol.* 40, 3093–3097. doi:10.1128/JCM.40.8.3093-3097.2002

Jerves-Andrade, L., Cuzco, N., Tobar, V., Ansaloni, R., Maes, L., Wilches, I., 2014. Medicinal plants used in South Ecuador for gastrointestinal problems: An evaluation of their antibacterial potential. *J. Med. Plants Res.* 8, 1310–1320.

Kluytmans, J., Van Belkum, A., Verbrugh, H., 1997. Nasal carriage of *Staphylococcus aureus*: epidemiology, underlying mechanisms, and associated risks. *Clin. Microbiol. Rev.* 10, 505–520.

Langfield, R.D., Scarano, F.J., Heitzman, M.E., Kondo, M., Hammond, G.B., Neto, C.C., 2004. Use of a modified microplate bioassay method to investigate antibacterial activity in the Peruvian medicinal plant *Peperomia galioides*. *J. Ethnopharmacol.* 94, 279–281.
doi:10.1016/j.jep.2004.06.013

OPS/OMS, O.P. de la S. (OPS), 2014. Informe Anual de la Red de Monitoreo: Vigilancia de la Resistencia a los Antibióticos. *Rev. Patol. Trop.* 43.

Patel, J.B., Clinical and Laboratory Standards Institute, 2017. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing.

Wertheim, H.F., Melles, D.C., Vos, M.C., van Leeuwen, W., van Belkum, A., Verbrugh, H.A., Nouwen, J.L., 2005. The role of nasal carriage in *Staphylococcus aureus* infections. *Lancet Infect. Dis.* 5, 751–762.

Development of a Hydrogeological Model for Managing Deep-Seated Landslides in Guarumales – Ecuador

Urgilez Vinueza, Alexandra Rocío.¹

Newcastle University, School of Civil Engineering and Geosciences, NE1 7RU, Newcastle Upon Tyne, United Kingdom.

alexa_100190@hotmail.com.

Key words: Hydrogeology, slope hydrology, groundwater modelling.

Abstract

This project comprises the study of Guarumales, a landslide-prone area in the Amazonian Andes of Ecuador on which the determination of a groundwater model in order to study the influence of rainfall and groundwater levels in landslide activities is needed.

In order to accomplish this objective, potential mechanisms for the landslide movements will be identified, as well as recharge mechanisms. Two analyses are going to be carried out to support this study. First, a statistical analysis of the rainfall, groundwater levels and movement is going to be performed and modelled. Furthermore, a groundwater model is going to be used to determine groundwater levels in the study area.

The statistical analysis presented a relationship between rainfall and groundwater levels, which showed time-lags that correspond to deep-seated processes. Moreover, the hazardous areas that are defined by steep slopes have a considerable amount of groundwater, which can be taken into account for mitigation measures.

Introduction

Over the past few decades, landslides in Ecuador have been studied since they represent a continuous hazard to the population and economic growth of zones that are directly affected by them. In Guarumales, which is located in the Amazonian Andes of Ecuador, landslides are common due to diverse factors such as volcanic activity, anthropogenic activities and heavy precipitation which geologically weaken the study area [1].

Some studies have investigated Guarumales zone, its landslide occurrence and possible triggering and enhancement factors [1-3]. They have analysed rainfall occurrence and soil mechanics of the area in order to have a better understanding of the movement that occurs on the site.

However, Guarumales macro landslide has received little attention as a deep-seated process that could be responsive to long-term hydrological factors that directly affect the landslide area such as rainfall, groundwater flow, recharge, and discharge from the groundwater system, which can give more insight to possible landslide triggers.

Like some studies suggest, deep-seated landslides can be triggered by numerous factors such as the raising of groundwater levels which increases the pore water pressure, rainfall that seep into the system and fractures that weaken the soil structure [4-5].

The purpose of this study is to perform a statistical analysis in order to relate rainfall, groundwater behaviour and slope movement [6]. It is also required to develop a hydrogeological model of Guarumales in order to determine groundwater levels, so as to identify hazardous areas on the slope and potential future susceptibility zones from the hydrogeological point of view.

Methods

In order to accomplish the objectives, field data that is obtained from the Electrical Company of Ecuador, “Hidropaute” Business central (CELEC-EP).

The analysis initiates with the location and geological description of Paute River Basin as well as Guarumales. Thereafter, statistical analysis, the development of a conceptual model and its application to the groundwater model “GMS” will be performed.

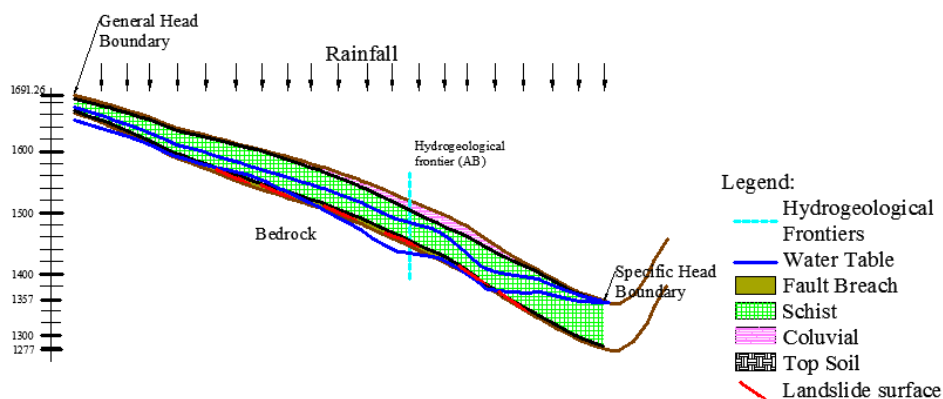
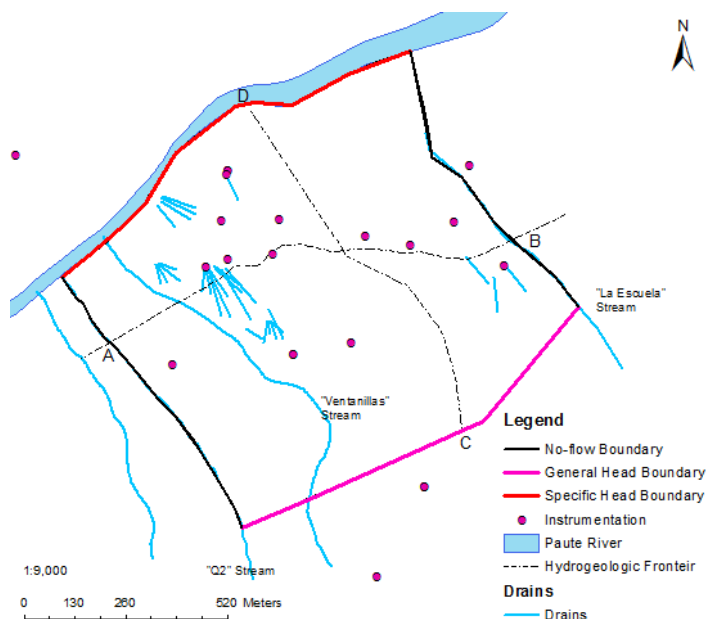


Figure 1: Interpretation of the conceptual model of the site

The purpose of this study is to establish a relationship between rainfall, piezometric levels and slope movement [6]. As Piccini et.al, suggest in their study, the relationship between these 3 parameters exists, but the quantification of the recharge into the system is still hard to determine. This is why for this study, statistical analyses were carried out and long-term patterns were taken, in order to evaluate behaviour in a longer time frame since movements related to deep-seated mechanisms tend to respond to accumulated previous conditions rather than flash-daily rainfall events.

Secondly, after considering the sliding mechanisms such as the amount of water getting into the system, the fault breach located above the bedrock acting as a sliding surface and erosion; the conceptual model of the site could be defined (Figure 1).

The recharge in the area is primarily due to rainfall. Moreover, the soils that comprise the study area are weathered indicating the presence of fractures and preferential pathways. Due to the lack of further studies and in order to determine the soil properties, they were



calibrated to fit data that was found in the literature, allowing a considerable error when modelling.

Furthermore, boundary conditions were established for the area. In Figure 1 a schematic profile showing the boundary conditions can be seen. These boundary conditions were made to fit certain assumptions of the site and is complemented by **¡Error! No se encuentra el rigen de la referencia..** The limits of the study area were defined taking into account data availability and terrain features

such as the Paute River defining the north limit as Specific Head boundary.

The limits that are represented by rivers are defined as specified head arcs, which is widely used in groundwater modelling, but it hardly expresses reality [7].

Small streams that go perpendicular to the contours are taken as No-Flow Boundaries, and on the south of the study area, a General Head boundary is representing the average groundwater level coming from upslope. Finally, the hydrogeological frontier AB is going to be used as a Barrier, given that it is acting as a permeable barrier, which is dividing the study area into two portions where hydraulic conductivity seems to be different on each one of them [1]. The hydrogeological frontier CD is not going to be used in the model, due to its direction follows the groundwater movement, which makes the frontier has little effect on the groundwater flow.

Thereafter, the data was used as an input for the groundwater model, which had two stages. The steady state model calculates the groundwater elevations for one point in time and the transient model calculates groundwater levels that vary all year long.

Results and Discussion.

The statistical analysis showed a relationship between rainfall, groundwater levels and slope movement. Since the piezometric data does not seem to have a direct connection with rainfall, a cross-correlation function was used in order to assess the time lags that exist between these three sets of data. This process revealed that the rainfall data and piezometric data have 9 to 10 months of time lag, meaning that the response of groundwater to rainfall events takes from 9 to 10 months (Figure 2).

On the other hand, the time lag between groundwater variations and movement showed two types of behaviour. One of them give a response time lag of approximate 5 months, meanwhile, the other one tend to have an immediate response to groundwater variations. This evidence could lead to establishing a direct relationship between monthly rainfall occurrence and movement.

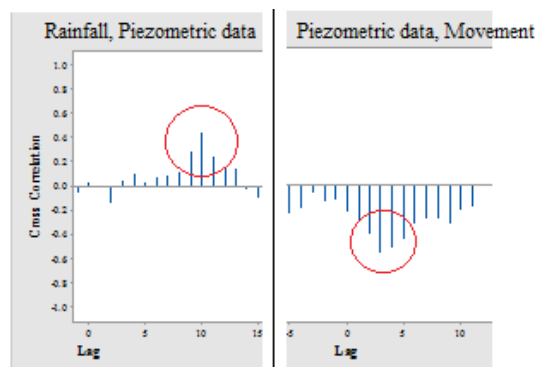
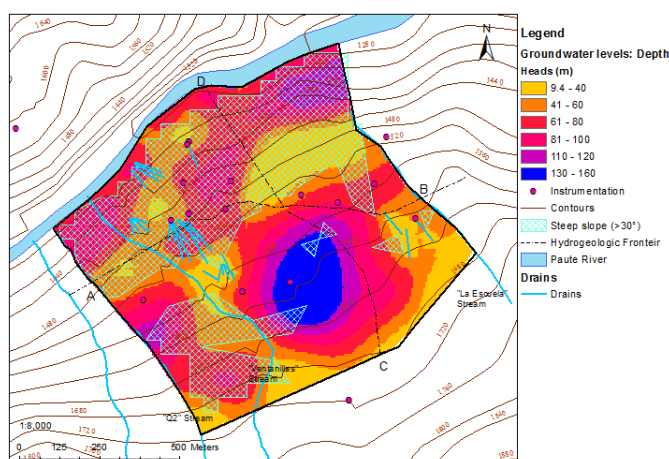


Figure 2: Cross-correlation function for PI-2 (Rainfall, Piezometric data; Piezometric data, Movement)



evacuated [6]. Moreover, it is clear that this system needs to be improved due to the slipping activity of the area.

Figure 3: Simulation results for the study area

The movement of the soil could not be modelled, but the results from the groundwater model can be complemented with the results from the statistical analysis so as to predict the slope movement using only groundwater levels.

The combination of groundwater levels and steepest slope gives an insight of the areas where mitigation measures need to be taken.

Conclusion

Taking the two time lags altogether, a total time lag between precipitation into the system and significant slope movement could be identified.

In the northern portion of the hydrogeological frontier AB, mitigation measures need to be prioritised where hazardous areas were identified. These results combined with the statistical analysis, give the time frame from which movement can be predicted from rainfall events.

More reliable data is needed in order to predict these results more accurately, such as soil tests and up to date rainfall data, and geological data, which can make a better approximation to the reality of the site, throughout the statistical analysis and the groundwater model.

After running the model, in Figure 3 the groundwater levels are shown on the month where they are the highest (July), coupled with the areas where the slope is greater than 30° . The effects of the already existing drainages is notable, due to the fact that the water levels are lower where the drainages are.

The use of this kind of system is more recommended when groundwater is needed to be

Acknowledgements

I acknowledge the contribution of CELEC-EP, Newcastle University and SENESCYT.

References

- [1] F. E. Vásconez, "Análisis de la Peligrosidad de Grandes Deslizamientos en la República del Ecuador con el caso-ejemplo Guarumales," Doctorate, Institute of Geosciences, Johannes Gutenberg University of Mainz, Mainz, Rhineland Palatinate, Germany, 2000.
- [2] B. Nicole, "Analysis of Slope Stability by Back-Calculation Along the Paute River Valley: Application to Construction of the Mazar Hydroelectric Project—Ecuador," in *Engineering Geology for Society and Territory - Volume 2: Landslide Processes*, G. Lollino, D. Giordan, B. G. Crosta, J. Corominas, R. Azzam, J. Wasowski, et al., Eds., ed Cham: Springer International Publishing, 2015, pp. 301-306.
- [3] L. S. Cevallos, "Análisis de la estabilidad y diagnóstico del talud de la zona no.2 en Guarumales," *Magister en Geología Aplicada y Geotecnia*, Facultad de Ingeniería, Universidad de Cuenca, Cuenca, 2010.
- [4] T. W. J. Van Asch, J. Buma, and L. P. H. Van Beek, "A view on some hydrological triggering systems in landslides," *ELSEVIER SCIENCE*, vol. 30, pp. 25-32, 1999.
- [5] A. Vallet, C. Bertrand, O. Fabbri, and J. Mudry, "An efficient workflow to accurately compute groundwater recharge for the study of rainfall-triggered deep-seated landslides, application to the Séchilienne unstable slope (western Alps)," *Hydrology and Earth System Sciences*, vol. 19, pp. 427-449, 2015.
- [6] L. Piccinini, M. Berti, A. Simoni, A. R. Bernardi, M. Ghirotti, and A. Gargini, "Slope stability and groundwater flow system in the area of Lizzano in Belvedere (Northern Apennines, Italy)," *Engineering Geology*, vol. 183, pp. 276-289, 2014.
- [7] P. L. Younger. (2009). *Groundwater in the Environment : An Introduction*. Available: <http://NCL.ebib.com/patron/FullRecord.aspx?p=428089>

Determinación del Costo Intrínseco de la Calidad Ambiental en Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica

Schweickardt, Gutavo*

CONICET-Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional CdU. Grupo de Investigación sobre Economía Computacional de Regulación de Redes y Energías Renovables. Ing. Pereira, Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina. E-mail: gustavoschweickardt@conicet.gov.ar.

Palabras Claves: Energía, Sistemas de Distribución, Calidad Ambiental, Emisiones en Equivalente de CO₂, Costo Intrínseco

Resumen

En el presente trabajo se propone un Modelode Optimización Posibilística aplicado a la determinación dinámica del Costo de la Calidad Ambiental, CA, para un Sistema de Redes en Distribución Eléctrica (SDEE). Uno de los problemas observables en los Sistemas de Abastecimiento Energético, estriba en la valoración económica de variables que, por sus características subjetivas e incertidumbres de valor inherentes, no pueden ser monetizadas para definir sus costos. El Modelo propuesto es aplicado para la Planificación de la Expansión de un SDEE, incorporando un Índice que pondera las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, en equivalente de CO₂, producidas por la inyección de Potencia en las redes al emplear generación cuya fuente primaria de energía es fósil. A partir del mismo, puede definirse operacionalmente el concepto de Costo Intrínseco asociado a la CA del SDEE. Se presenta una aplicación sobre un SDEE real y se discuten los resultados obtenidos.

Introducción

Uno de los problemas que se observa en los Sistemas de Abastecimiento Energético, estriba en la valoración económica de variables que, por sus características subjetivas, incertidumbres de valor inherentes, y ausencia de un mercado que defina precios unitarios de equilibrio, no pueden ser monetizadas para, por ejemplo, definir sus costos. Este es el caso de una variable ambiental, asociada a cierto aspecto que represente un impacto sobre el medioambiente. Sin pérdida de generalidad, se considera un SDEE y, con base en trabajos previos del autor, se mejoran las propuestas previas en ellos vertidas, considerando un Índice que pondera las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, en equivalente de CO₂, producidas por las Pérdidas en las redes al emplear generación cuya fuente primaria de energía es fósil. En los desarrollos siguientes, son presentadas las etapas que integran al Modelo Posibilístico hasta arribar al concepto de Costo Intrínseco y su definición operacional aplicada a cualquier variable no monetizable en forma directa. Luego se compone un Índice asociado a la CA del SDEE empleando Conjuntos Difusos, al igual que para el resto de las variables solidarias a cada Criterio de Optimización del SDEE en el Mediano/Corto Plazo, con un horizonte temporal coincidente con el Período de Control Tarifario en Argentina (quinquenal). Este período se adopta como referencia para el horizonte temporal referido, en oportunidad de las revisiones tarifarias que tienen lugar al comienzo del mismo, en el cual se reconocen los Costos Propios de Distribución (CPD), trasladables luego a los esquemas tarifarios, a los efectos de que el monopolista que explota el Servicio de Redes pueda recuperar las inversiones realizadas mediante la aplicación de los mismos.

La hipótesis básica inherente al contexto de trabajo, es que existe una separación contable entre los Servicios de Red y de Venta de Energía establecida regulatoriamente. Esto es: el incumbente que opera el SDEE presta específicamente el Servicio de Redes, y puede prestar, como Comercializador no Especializado, el Servicio de Energía, en competencia con Comercializadores Especializados, quienes pueden ser intermediarios (*brokers*) entre el incumbente y el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), o bien con este mismo mercado (se preserva, sin pérdida de generalidad, la palabra mayorista porque así es referido en Argentina, pero es claro que en este contexto también se comporta como minorista).

Adicionalmente, se incorporan en este contexto los Generadores Distribuidos (GD) como comercializadores. En rigor, existen dos tipos de modelos o paradigmas de Generación Distribuida: la que se emplaza en diferentes puntos del sistema de redes bajo la forma de plantas o centrales de producción a mediana o pequeña escala (GD), y la denominada Micro Generación Distribuida (Micro-GD). Esta última, se refiere a pequeñas instalaciones de auto-consumo, conectadas a la red de baja tensión, pertenecientes a usuarios que pueden inyectar sus excedentes a la red, a cambio de una contraprestación. Las instalaciones de micro-generación, deben sustentarse en energías primarias renovables (preferentemente, y por las experiencias acopiadas, solar fotovoltaica y, en menor grado, mini o micro-eólica). El instrumento regulatorio para remunerar tales excedentes al usuario micro-generador, se asume como *Feed-In-Tariffs*, el cual supone un precio de excedentes de energía autogenerada mayor que el de compra al sistema. De modo que se requiere subsidiar los pagos de los mismos para recuperar los costos de las instalaciones micro-generadoras a lo largo de su vida útil (una instalación de solar fotovoltaica de auto-abastecimiento, tiene un vida útil de 25-30 años), garantizando, a su vez) que el incumbente que explota el SDEE también recupere su CPD.

El objetivo, entre otros, de poder valorizar la CA del SDEE, estriba en permitir la definición de un marco teórico/metodológicamente fundado, para establecer tales subsidios ponderando el beneficio ambiental que las instalaciones de micro-generación producen, incentivando con ello una mayor penetración de fuentes primarias renovables. Asimismo, estos incentivos podrían ser trasladados a las instalaciones de GD basada en estas fuentes, para permitir la recuperación de sus costos de inversión.

Métodos

Síntesis Metodológica del Modelo de Optimización Posibilístico Propuesto

El Modelo Posibilístico propuesto, recurre a un esquema de tres etapas.

En la Etapa I, se parte de la información sobre las preferencias que el planificador confiere a los distintos criterios considerados en la optimización del SDEE, y que serán comparados tomados de a pares. Se desarrolla un enfoque metodológico para lograr el conjunto de valores de preferencias más consistente y, finalmente, obtener el Vector de Prioridades [1], VP, sobre las mismas, que resulte representativo de la importancia de cada criterio. Este vector servirá para ponderarlos, según se integran en la Etapa siguiente. Si bien el Vector de Prioridades proviene de las ideas vertidas en [1], válidas para variables determinísticas, es necesario plantear un enfoque para captar las incertidumbres de valor inherentes a las preferencias entre criterios, pues la técnica de Saaty[1] colapsa frente a esta capacidad de representación. De modo que, como aporte del presente trabajo, se desarrolla un enfoque alternativo, con extensión al dominio de los Números Difusos

(Conjuntos Difusos Normalizados y Convexos) para valorar dichas preferencias en tal dominio, captando operacionalmente sus incertidumbres de valor, y así obtener el VP necesario.

La Etapa II, aborda la planificación en el Mediano/Corto plazo del SDEE, en el marco propiciado por las técnicas de Programación Dinámica Difusa [2] y [3], y de los desarrollos aplicables en la Etapa I. Para cada criterio, son contempladas sus incertidumbres de valor, en tanto el grado de satisfacción que el mismo alcanza en cierto estado. También se ha optado modelar tales incertidumbres mediante Conjuntos Difusos. Los criterios resultarán, entonces, Distribuciones de Posibilidades, habida cuenta de la equivalencia entre las mismas y los Conjuntos Difusos del tipo empleado [4] y [5].

La Optimización Dinámica Difusa (ODD) arrojará un conjunto de trayectorias posibles de evolución del sistema, a las que se les confiere el carácter de satisfactorio, por encima de cierto umbral de riesgo que el planificador está dispuesto a enfrentar. Si las preferencias obtenidas en la Etapa I son invariantes, existirá una Trayectoria Más Satisfactoria, TMS, como resultado. Al modificar las preferencias entre criterios, se modificará, consecuentemente, la TMS. Por ello se habla de conjunto de TMS's.

La Etapa III, se enfoca en el Cálculo del Costo Intrínseco asociado a la CA, sobre la TMS resultante en la Etapa II. Se concibe, de tal modo, que el valor económico asociado al Impacto Ambiental es el resultado de las preferencias establecidas sobre el sistema de redes, y de su evolución en el horizonte temporal analizado. Éste coincide, como se dijo, con el período de Control Regulatorio en una planificación de Mediano/Corto plazo para el SDEE bajo estudio. Por resultar tal costo dependiente de las propiedades del sistema y su evolución, se lo refiere como intrínseco. Al considerar incertidumbres, siempre existirá un riesgo de insatisfacción en la trayectoria seleccionada, consecuencia de que el sistema de redes pueda evolucionar por una trayectoria diferente. Por ello, todo costo tendrá asociado un riesgo, también intrínseco. Así visto, se hablará en los resultados obtenidos del Costo Intrínseco de la Calidad Ambiental del Sistema de Redes, a determinado Nivel de Riesgo (Intrínseco).

Etapa I

El VP obtenido desde las preferencias entre criterios de optimización mediante el Método de Saaty, es válido sólo en dominio determinístico. Se desarrollará, entonces, un procedimiento de cálculo que permita arribar al VP que represente mejor a las preferencias establecidas, bajo condiciones de incertidumbre de valor. Para ello se considera una Matriz de Preferencias Difusas, proporcionando al Modelo un enfoque realista sobre las preferencias entre los criterios de optimización que requiere considerar sus *incertidumbres de valor*. Su modelación es realizada mediante Números Difusos (ND). Un ND puede ser definido mediante el acoplamiento de un Segmento de Confianza y un Nivel de Certidumbre (variable α o α -corte) [5], indicando con los subíndices 1 y 2 los extremos *inferior* y *superior*, respectivamente, de tal segmento. Es decir, **pref** es un ND, expresado como:

$$\forall \alpha \in [0,1], \text{ pref} = [\text{pref}_1(\alpha), \text{pref}_2(\alpha)] \quad (1)$$

Considérese una preferencia entre los criterios de optimización i y j , valuada mediante un Número Difuso Triangular (NDT), **pref_{ij}**, la Matriz de Preferencias Difusas vendrá dada por la expresión:

$$MP_A: \forall \alpha \in [0,1] \rightarrow$$

$$\begin{pmatrix} 1 & pref_{12} & \dots & pref_{1n} \\ 1/pref_{12} & 1 & \dots & pref_{2n} \\ \dots & \dots & \ddots & \dots \\ 1/pref_{1n} & 1/pref_{2n} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

(2)

En la Figura 1 se representa una preferencia difusa $pref_{ij}$, entre los criterios de optimización i y j , cuya incertidumbre de valor (no estocástica), es captada mediante un *NDT*. Se observa que para cierto α -corte, se genera un *segmento de confianza* $[pref_{Izq_{ij}}(\alpha); pref_{Der_{ij}}(\alpha)]$, y que existe un *valor central* o de *máxima posibilidad*, $pref_{MP_{ij}}$. Estos dos elementos son los que orientan el desarrollo para obtener el Vector de Prioridades entre criterios de optimización, VP, objetivo de esta Etapa en el Modelo propuesto.

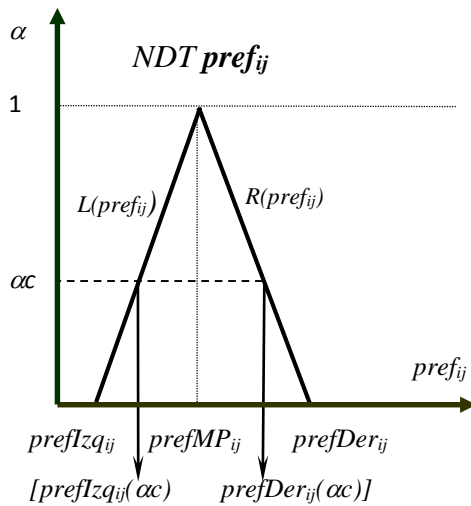


Figura 1: Una Preferencia Valuada mediante un *NDT* y su Segmento de Confianza para un Nivel de Certidumbre $\alpha = \alpha$.

Por una parte, el *valor central* o de *máxima posibilidad*, $pref_{MP_{ij}}$, es el más representativo del *ND*. Pero también, desde la Teoría de Números Difusos, el valor representativo (considerando que los mismos son una función), se denomina *colapso* [3]. El *colapso* de un *ND* es una reducción del mismo a un *número determinístico*. Este proceso, en lógica difusa recibe el nombre de *desborrosificación*. Se preserva la denominación para el mismo como *colapso*, porque así ha sido definido por el autor del presente trabajo, en publicaciones referidas a la Toma de Decisión bajo Incertidumbres no Estocásticas, tal como lo es este caso (obtener el VP más representativo para el conjunto de criterios de optimización seleccionado). Existen varios métodos para calcular el colapso de *ND*. Aquí se ha seguido el denominado *Removal*, R_v , dado por la expresión:

$$R_v[pref] = pref_{MP} + \frac{1}{2} \times [IDer - IIzq]$$

(3)

donde:

$$IDer = \int_{pref_{MP}}^{pref_{Der}} R(pref) dpref \quad e \quad IIZq = \int_{pref_{IZq}}^{pref_{MP}} L(pref) dpref \quad (4)$$

Si la función de pertenencia triangular del *NDT* resulta en un triángulo isósceles, entonces $pref_{MP} = Rv[pref]$ como caso particular. Y si sólo se limita, como será el caso en esta Etapa, a integrales (4) considerando los límites del *segmento de confianza*, entonces $Rv = Rv(\alpha c)$. El valor αc es externamente fijado por el tomador de decisiones, y dependerá de su propensión/aversión al riesgo.

Una vez obtenidos $pref_{MP}$ y $Rv[pref(\alpha c)]$ el cálculo del VP requiere de cuatro programas lineales acoplados, cuya formulación y restricciones se presentarán en el artículo completo. Estos programas persiguen dos objetivos: a) que cada $pref_{ij}(\alpha c)$ se aparte lo menos posible del valor $pref_{MP}$ y b) que cada $pref_{ij}(\alpha c)$ se aparte lo menos posible del valor $Rv[pref_{ij}(\alpha c)]$, cumpliendo la restricción básica de pertenencia (en el mayor grado posible) al segmento de confianza $[pref_{IZqij}(\alpha c); pref_{Derij}(\alpha c)]$.

El cuarto programa lineal, es el que determina, a partir de las preferencias colapsadas que satisfacen las restricciones anteriores, $pref_{ij}(\alpha c)$, el VP más representativo entre los n criterios de optimización seleccionados. Para $i = 1 \dots n$, sus componentes se referirán como $vp_i(\alpha c)$. Luego, estas componentes son normalizadas mediante la expresión:

$$vp_i^{[N]}(\alpha c) = vp_i(\alpha c) / \sum_{i=1}^n vp_i(\alpha c) \quad (5)$$

Las componentes normalizadas $vp_i^{[N]}(\alpha c)$ son *ponderadores lineales* entre los criterios (los que en rigor permitirían calcular un *promedio ponderado* sobre cierto conjunto de valores correspondiente a los mismos). Como el Modelo de Optimización propuesto es Posibilístico, lo cual implica que tales criterios son representados mediante Conjuntos Difusos normales y convexos, se requiere obtener *ponderadores exponenciales* [6]. Esto se logra mediante la expresión:

$$vp_i^{[E]}(\alpha c) = n \times vp_i^{[N]}(\alpha c) \quad (6)$$

Estos ponderadores exponenciales, solidarios a cada criterio i -ésimo de optimización, definen la importancia que su Conjunto Difuso tiene en la Dinámica Posibilística de la Etapa II del presente Modelo: si $vp_i^{[E]}(\alpha c) > 1$, el correspondiente Conjunto Difuso se *contrae* (mayor importancia del criterio i -ésimo), y si: si $vp_i^{[E]}(\alpha c) < 1$, el correspondiente Conjunto Difuso se *dilata* (menor importancia del criterio i -ésimo).

Etapa II

Para abordar la Optimización Dinámica Posibilística o Difusa (ODD) se requiere, como primer paso, definir los Conjuntos Difusos solidarios a cada criterio de optimización. Para cierto Criterio C_i , cuya variable asociada asume el valor vc_i , se define una *variable de apartamiento*, u_i , respecto de cierto *valor de referencia*, indicado como vc_i^{Ref} , mediante la expresión:

$$u_i = |vc_i - vc_i^{Ref}| / vc_i^{Ref} \quad (7)$$

donde vc_i^{Ref} , valor de referencia, es el que el tomador de decisiones/planificador juzga como de plena satisfacción. Los apartamientos, u_i , se consideran en valor absoluto, puesto que interesa saber cuánto se “aparta”, en cualquier sentido, vc_i respecto de vc_i^{Ref} , para juzgar el mérito de una solución.

Para la *toma de decisión estática difusa* [2] se introduce el concepto de Conjunto Difuso de Decisión. Si se consideran n Conjuntos Difusos, queda definido mediante la expresión:

$$\{D\} = \{C_1\} <opC> \{C_2\} <opC> \dots <opC> \{C_{n-1}\} <opC> \{C_n\} \quad (8)$$

donde $<opC>$ es un *operador* entre *Conjuntos Difusos* que recibe el nombre de *confluencia*. La *confluencia* más empleada, es la *intersección*. Asociado al *operador* $<opC>$ entre los *Conjuntos Difusos*, existe un *operador matemático*, opC , aplicable a sus *funciones de pertenencia*, que genera, desde (8), el *valor de pertenencia* del Conjunto Difuso de Decisión. Es decir:

$$\mu\{D\} = \mu\{C_1\} opC \dots opC \mu\{C_{n-1}\} opC \mu\{C_n\} \quad (9)$$

El *operador* opC , recibe el nombre general de *t-norma*. Por ejemplo, si la *confluencia* fuese la *intersección*, $<opC> \equiv \cap$ y opC resulta la *t-norma Min*: el *mínimo valor*, para cierta instancia de las variables de decisión, en el conjunto de funciones de pertenencia del segundo miembro de la expresión (9). Luego, se define como Decisión Maximizante de Bellman y Zadeh para cierto conjunto de alternativas, $[A]$, sobre los criterios C_i con i en $[1..n]$, al valor de la *función de pertenencia* en el Conjunto Difuso de Decisión, dado por:

$$\mu\{D\}_{Max} = MAX_{[A]} \{ Min \{ \mu\{C_1\}, \mu\{C_2\}, \dots, \mu\{C_{n-1}\}, \mu\{C_n\} \} \} \quad (10)$$

Debe considerarse que cada Conjunto Difuso tiene asociado un *ponderador exponencial* $vp_i^{[E]}(ac)$ que afectará su importancia en la *confluencia*, operando como exponente de su respectiva *función de pertenencia*. Si, por simplicidad, se refiere $vp_i^{[E]}(ac) = pY\{C_i\}$, entonces la Decisión Estática Maximizante, queda expresada como:

$$\mu\{D\}_{Max} = MAX_{[A]} \{ Min \{ \mu\{C_1\}^{pY\{C_1\}}, \mu\{C_2\}^{pY\{C_2\}}, \dots, \mu\{C_{n-1}\}^{pY\{C_{n-1}\}}, \mu\{C_n\}^{pY\{C_n\}} \} \} \quad (11)$$

Para la *toma de decisión dinámica difusa*, ODD, se presenta el Principio de Optimalidad de Bellman-Zadeh, el cual soporta la Programación Dinámica Difusa. El mismo es formulado en términos de la *decisión estática difusa* dada por (11), a la que se adiciona, en la *confluencia intersección*, el *vínculo dinámico con la etapa previa*, valor *más satisfactorio* alcanzado en la misma (*decisión maximizante*). Es decir, entre dos etapas de evolución hacia adelante, $k-1$ y k de las m en que se ha dividido el problema, son considerados todos los estados i de la etapa $k-1$ y todos los estados j de la etapa k :

$$\forall i \text{ en } k-1, j \text{ en } k \text{ con } k \text{ en } [1 \dots m]:$$

$$\mu\{D\}^*(j, k) = \text{MAX}_{(i, k-1)} \{ \text{Min } \{ \mu\{C_1\}^{pY\{C_1\}}, \dots, \dots, \mu\{C_{n-1}\}^{pY\{C_{n-1}\}}, \mu\{C_n\}^{pY\{C_n\}}, \mu\{D\}^*(k-1) \} \} \quad (12)$$

$\mu\{D\}^*(k-1)$ es el vínculo dinámico entre k y $k-1$. En el único estado que se tendrá en la etapa $k = m$, se obtendrá la Decisión Maximizante Dinámica (valor de su *función de pertenencia*), $\mu\{D\}^*$ para la Trayectoria Más Satisfactoria, *TMS*, de evolución. Volviendo sobre la Etapa I del Modelo propuesto, $TMS = TMS(\alpha)$.

Etapas III

Una vez obtenida la $TMS(\alpha)$, sobre cualquier etapa k en $[1..m]$, puede procederse al cálculo del Costo Intrínseco de cualquier variable asociada a un criterio de optimización, cuyos valores no pueden ser monetizados en forma directa. En este resumen extendido, se mencionarán los pasos a seguir como parte del Modelo, dejando los desarrollos para el artículo completo.

A efectos de analizar *los cambios diferenciales que se producen en el nivel de satisfacción* de cierta etapa k perteneciente a la $TMS(\alpha)$, $\mu(k)^*$, cuando se produce un cambio diferencial en alguna de las variables u_i y, por consiguiente, en su $\mu\{C_i\}(u_i)$ asociada, se requiere que la *t-norma opC* empleada genere una *función continua y derivable* respecto u_i . La *t-norma* que ha resultado más apropiada para la finalidad buscada, *un nivel de satisfacción estático*, recibe el nombre de Producto de Einstein, *tPE* [3]. Se define como sigue. Sean x y y dos *funciones de pertenencia* genéricas, entonces:

$$tPE(x, y) = \frac{x \times y}{2 - (x + y - x \times y)} \quad (13)$$

Si se tuviese un tercer criterio, con su correspondiente Conjunto Difuso solidario a su variable de apartamento, cuya función de pertenencia fuera z , el Producto de Einstein se calcularía de modo siguiente:

$$tPE(x, y, z) = \frac{tPE(x, y) \times z}{2 - (tPE(x, y) + z - tPE(x, y) \times z)} \quad (14)$$

y así siguiendo.

Supóngase, entonces, que se tienen cinco criterios de optimización para el SDEE considerado. Dos de ellos son a) los Costos Anuales de Inversión en Equipamiento más los Costos de Operación y Mantenimiento (adoptados como un porcentaje de los primeros), uCI , y b) el Costo de la Calidad Ambiental, asociado a cierta variable de impacto y ponderado a través de un índice pertinente, $uICA$. Los tres restantes serán referidos a través de las *funciones de pertenencia* correspondientes a sus Conjuntos Difusos solidarios: μ_1, μ_2, μ_3 (estos criterios podrían ser: Pérdidas Globales de sistema, Calidad del Producto Técnico – Tensión de Suministro-, y Calidad del Servicio Técnico –Energía No Suministrada por fallas-). Se omiten, por simplicidad, los ponderadores que afectan exponencialmente a las funciones de pertenencia, calculados en la Etapa I (es decir que son funciones ponderadas).

De manera que, en cierta etapa k de la $TMS(\alpha)$:

$$\mu(k)^* = tPE(\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu(uCI), \mu(uICA)) \quad (15)$$

Luego:

$$tPE^1 = tPE(\mu_1, \mu_2)(k)^* = \frac{\mu_1 \times \mu_2}{2 - (\mu_1 + \mu_2 - \mu_1 \times \mu_2)} \quad (16)$$

$$tPE^2 = tPE(\mu_1, \mu_2, \mu_3)(k)^* = \frac{tPE^1 \times \mu_3}{2 - (tPE^1 + \mu_3 - tPE^1 \times \mu_3)} \quad (17)$$

y en este punto del cálculo, a los efectos de que las dos variables $\mu(uCI)$, $\mu(uICA)$ queden explícitas, se logra la siguiente expresión:

$$\mu(k)^* = \frac{tPE(\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu(uCI), \mu(uICA))}{\mu(uCI) \times \mu(uICA) \times tPE^2} = \frac{\left\{ \begin{array}{l} 2 \times [2 - (\mu(uCI) + tPE^2 - \mu(uCI) \times tPE^2)] - \\ \mu(uICA) \times [2 - (\mu(uCI) + tPE^2 - \mu(uCI) \times tPE^2)] - \\ \mu(uCI) \times tPE^2 + \mu(uICA) \times \mu(uCI) \times tPE^2 \end{array} \right\}}{\quad} \quad (18)$$

Se observa que:

$$\mu(CI) = f(\mu(ICA)) \quad (19)$$

Y considerando la definición de *variable de apartamiento* establecida para la Etapa II, y que f es continua y derivable:

$$CI = \mu^{-1}_{CI}(f(\mu(ICA))) \quad (20)$$

Finalmente:

$$\frac{dCI}{dICA} = \left(\frac{d\mu^{-1}(CI)}{df} \right) \times \left(\frac{\partial f}{\partial \mu(ICA)} \right) \times \left(\frac{d\mu(ICA)}{dICA} \right) \quad (21)$$

La expresión (21) resulta *negativa*, porque $\left(\frac{\partial f}{\partial \mu(ICA)} \right)$ lo será. Tiene, la forma de un *costo marginal asociado a la variable genérica ICA*. Entonces Puede interpretarse como *el incremento de costo de la última unidad de calidad ambiental producida*. Si se adopta la *no calidad producida* como *referencia* o *penalización*, entonces *cambia el signo*, definiéndose *positivo*. Por otro lado, este costo *no es fijado externamente*, sino que *dependerá de la estructura datos-representación del modelo propuesto*. Desde aquí que se lo designará como *Costo Intrínseco de la Calidad Ambiental del SDEE, por unidad de impacto* (supra-índice u), y su forma operacional será:

$$C^u_{ICA} = \left| \frac{dCI}{dICA} \right| \quad (22)$$

El Índice de Impacto para ponderar la Calidad Ambiental por las Emisiones en Equivalente de CO2

Este índice, que se designará ICA , asume que el SDEE está interconectado y recibe, desde uno o más puntos de compra o inyección, energía proveniente de Generación Centralizada cuya fuente primaria de es fósil. Tal hipótesis no supone pérdida de generalidad alguna, pues siempre es posible determinar, si así correspondiese, que parte de la energía total proviene de fuentes primarias renovables. Mide las toneladas de gases

equivalentes en CO₂ emitidas por tal GC fósil respecto de cada MWh inyectado al SDEE [tCO₂/MWh].

El desarrollo completo de este ICA se abordará en el artículo completo. Aquí se presentan los pasos para la construcción del Conjunto Difuso solidario que se empleará en los cálculos correspondiente a las Etapas II y III del Modelo de Optimización propuesto, siguiendo la definición de *variable de apartamento* dada en por expresión (7).

El primer paso, consiste en adoptar un valor de referencia o mínimo, [tCO₂/MWh], fijado por autoridad regulatoria como aceptable (al igual que todos los valores *inferiores* al mismo), $ICARef \equiv ICAMin$. Luego, en función de este valor, se establece un valor máximo inaceptable (al igual que todos los valores superiores al mismo), $ICAMax$.

El segundo paso, consiste en proponer la variable de apartamento y su Conjunto Difuso. Se empleará un *NDT*, por simplicidad, que resultará *contraído* o *dilatado* según resulte el valor del ponderador exponencial obtenido para este criterio (pYICA), en la Etapa I del Modelo propuesto.

A partir de estas consideraciones, se tendrá un Conjunto Difuso solidario al criterio CA, dado por las expresiones:

$$\mu(ICA) = 1; \text{ si: } ICA \leq ICAMin \quad (23)$$

$$\mu(ICA) = \left[\frac{(ICA - ICAMin)}{(ICAMax - ICAMin)} \right]^{pYICA}; \text{ si: } ICAMin \leq ICA \leq ICAMax \quad (24)$$

$$\mu(ICA) = 0; \text{ si: } ICA \geq ICAMax \quad (25)$$

Cabe destacar que la construcción de los Conjuntos Difusos para el resto de los criterios de optimización considerados, sigue los mismos pasos.

Efecto del Costo Intrínseco de la Calidad Ambiental por las Emisiones en Equivalente de CO₂ en el Costo Nivelado de Energía en Micro-GD instalada para Autoconsumo

Más allá de que el Modelo aquí propuesto pretende brindar un soporte metodológico para valorizar la Calidad Ambiental (y de cualquier criterio de optimización del SDEE cuya variable no es monetizable en forma directa), el establecimiento del Costo Intrínseco del ICA, persigue un objetivo adicional en el contexto de la Micro-GD.

Cualquier tipo de instalación, basada en fuentes primarias renovables o no, bajo la forma de GC, GD o Micro-GD, tiene asociado un costo denominado Costo Nivelado de Energía o de Electricidad, para el caso (abreviado como LCOE por sus siglas en inglés - *Levelized Cost of Electricity* -).

Se trata de una medida para calcular el costo promedio de la energía eléctrica que determinada fuente primaria de energía eléctrica (su instalación) puede entregar a lo largo de su vida útil. Sus desarrollos y fórmulas se detallarán en el artículo completo.

Lo que se observa en la práctica, es que este costo, para un Micro-Generador que puede inyectar sus excedentes de auto-consumo de energía a la red de baja tensión, resulta mucho mayor que el costo de compra de energía a la propia red. De modo que no tiene incentivos para afrontar los costos de su instalación para Micro-Generación, en base a fuentes primarias renovables de energía (predominantemente solar fotovoltaica).

Por ello, de los instrumentos regulatorios que propician la Micro-Generación, se considera básicamente el denominado *Feed-In-Tariffs*, que supone un subsidio para el Micro-Generador, basado en precios de venta de sus excedentes de auto-consumo mayor al de compra, o bien subsidiando parte de su instalación.

La metodología empleada para definir tales subsidios, no es clara ni fundamentada.

Por ello, atendiendo a los beneficios ambientales que implica la penetración de fuentes primarias de energías renovables en la matriz de abastecimiento eléctrico, como medida de mitigación de las emisiones de CO₂, el Costo Intrínseco de la CA, visto como beneficio, puede aportar a disminuir el LCOE, en su comparación con el costo de compra a la red. Es decir que al instalar Micro-GD, se tendría un beneficio por no emitir gases equivalentes en CO₂, valorizando tales emisiones al Costo Intrínseco de la CA:

$$LCOE - CI(ICA) \quad (26)$$

Resultados y discusión

De lo expuesto, se realizarán y discutirán en el artículo completo, simulaciones sobre un SDEE real.

Conclusiones

Se presenta en este trabajo, un Modelo de Optimización Posibilística para determinar el Costo Intrínseco de la Calidad Ambiental, en un Sistema de Distribución de Energía Eléctrica (SDEE). Se detallan sus desarrollos para una aplicación de la Planificación de la expansión en el Mediano/Corto Plazo del SDEE, horizonte temporal coincidente con el Período de Control Regulatori (quinquenal e Argentina). Luego se presenta como tal Costo Intrínseco, aplicado a un índice que pondera las inyecciones de gases equivalentes en CO₂, [tCO₂/MWh], puede ser utilizado metodológicamente para afectar, disminuyéndolo, el Costo Nivelado de Energía en Micro-GD. No se descarta que el método pueda ser aplicado a plantas GD, creando un incentivo para su instalación.

Referencias

- [1] T. Saaty, A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures". Journal of Mathematical Psychology, 15, 234-281. 1977
- [2] Bellman, R., L. Zadeh, Decision-Making in a Fuzzy Environment. Management Science, 17, pgs. 141-164. 1970.
- [3] G. Schweickardt , V. Miranda , A Two-Stage Planning and Control Model Toward Economically Adapted Power Distribution Systems using Analytical Hierarchy Processes and Fuzzy Optimization". International Journal of Electrical Power & Energy Systems. ELSEVIER. Vol. 31, issue 6 pp. 277-284. 2009.
- [4] D. Dubois, H. Prade, Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications". New York, London, Toronto Press. 1980.
- [5] A. Kaufmann, M. Gupta, Introduction to Fuzzy Arithmetic. Theory and Applications". Van Nostrand Reinhold Electrical/Computer Science and Engineering Series. 1985.
- [6] R. Yager, Multiple Objective Decision Making using Fuzzy Sets". Intl. J. Man-Machine Studies. 9, 53-64. 1977.

Correlaciones numéricas para el cálculo de propiedades termodinámicas en saturación de refrigerantes para su uso en microcontroladores

García del Valle, Javier

Área de Energía, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato, Avd. Los Chasquis y Río Payamino s/n, Campus Huachi, 180206, Ambato, Ecuador. E-mail: jav.garcia@uta.edu.ec

Palabras Claves: refrigerante; microcontrolador; saturación; propiedad termodinámica; lenguaje C

Resumen

Actualmente las librerías para cálculo de propiedades termodinámicas se basan en la ecuación de la energía de Helmholtz, cuya implementación informática sobrepasa los requerimientos de memoria de la mayoría de microcontroladores, estando además escritas en lenguajes de alto nivel. El propósito de la presente investigación es desarrollar ecuaciones sencillas, directamente programables en lenguaje C, para el cálculo de propiedades termodinámicas en saturación para su uso en microcontroladores. Partiendo de las propiedades obtenidas por la librería de referencia REFPROP, se realizarán ajustes por mínimos cuadrados de distintas propiedades termodinámicas en base a un número de ecuaciones propuestas. Tanto una discusión de la mejor función para cada propiedad, así como los coeficientes e incertidumbres medias han sido reportados para un número de refrigerantes comunes.

Introducción

El uso de microcontroladores para el control térmico en electrodomésticos y pequeña maquinaria industrial relacionada con aplicaciones frigoríficas es cada día más común. Desde refrigeradoras hasta analizadores de gas [1] y válvulas de expansión termostáticas [2], su funcionamiento pasa por el uso de un microcontrolador. En estos casos, el uso de propiedades termodinámicas es necesario para relacionar la presión con la temperatura para un refrigerante en saturación. Otros parámetros como entalpías y calores específicos pueden ser también de utilidad. Los controladores comerciales implementan código cerrado, el cual no está disponible para su implementación en plataformas abiertas de desarrollo, tipo Arduino y sus derivados. Dado además que existen restricciones en cuanto a memoria en las citadas plataformas, la implementación directa de librerías de referencia para cálculos termodinámicos como REFPROP [3] o el proyecto de código abierto CoolProp [4], se convierten en alternativas inviables.

El estado del arte en la determinación de propiedades termodinámicas se basa en proposición y posterior ajuste de ecuaciones multiparamétricas para la energía de Helmholtz en función de la temperatura y densidad del fluido [5]. A partir de dicha expresión y mediante termodinámica diferencial, el resto de propiedades pueden ser calculadas. A pesar del consenso y uso extensivo de funciones de estado basadas en la energía de Helmholtz [6], ecuaciones de estado no analíticas basadas en la ecuación de

Benedict-Web-Rubbin o Martin-Hou son todavía empleadas en literatura técnica [7]. Formulaciones más simples basadas en la ecuación virial [8], están en desuso excepto en aplicaciones especializadas [9]. Para las ecuaciones de estado anteriores, independientemente de su morfología, aparecen formulaciones implícitas que requieren soluciones numéricas de ecuaciones no lineales. Dichas soluciones no son sólo exigentes para un microcontrolador, sino que además se hace necesario la programación de algoritmos robustos con manejo de errores y excepciones automáticas. Además, la precisión simple en operaciones de coma flotante encontradas en microcontroladores de 8 bit pueden introducir errores máquina apreciables en soluciones iterativas de ecuaciones.

Una solución simple a este problema es la construcción de una base de datos estructurada e interpolación para la propiedad termodinámica deseada. Tanto interpolaciones lineales como métodos mejorados de interpolación como splines cúbicas han sido propuestos en la literatura [10] con altos grados de representatividad en relación a las propiedades exactas. Esta aproximación al problema se traduce en rutinas rápidas y robustas de cálculo con la contrapartida de una base de datos que puede ser de tamaño moderado en función de la región y el número de propiedades termodinámicas que se quieran cubrir. Si además, como es el caso en la presente investigación, se quiere cubrir un número extenso de refrigerantes, se puede incurrir de nuevo en restricciones de memoria Flash del microcontrolador. Otro método propuesto en la literatura se basa en la construcción de un sistema de ecuaciones implícitas para una cierta región con una formulación más simple que la ecuación original de Helmholtz, [11]. Aunque el método produce buenos resultados, se tienen de nuevo los problemas mencionados con anterioridad en relación a los esquemas numéricos para resolver sistemas no lineales. Para microcontroladores, sería preferible una formulación explícita del problema. Expresiones polinómicas han sido propuestas, [12] y [13], sin embargo, un número reducido de propiedades o refrigerantes han sido cubiertos en dichos estudios. Ecuaciones más complejas basadas en funciones exponenciales y/o logarítmicas también ha sido sugeridas para la presión de saturación [14] o para describir distintas propiedades de un único refrigerante [15].

En el presente estudio se persigue obtener formulaciones explícitas óptimas y con error conocido para 14 refrigerantes comunes para 7 propiedades termodinámicas en saturación como: presión, densidades de líquido y vapor, entalpías de líquido y vapor y calores específicos de líquido y vapor en función de la temperatura de saturación.

Métodos

La obtención de propiedades termodinámicas se ha realizado empleando la base de datos termodinámicos de referencia REFPROP, del National Institute of Standards (NIST) [3], disponible en línea. Para los refrigerantes considerados en la Tabla 1, se

obtuvieron las distintas propiedades termodinámicas en saturación en intervalos de 0.1 °C, desde el máximo entre el punto triple y - 60 °C hasta el mínimo entre el punto crítico y 80 °C. Se considera que el rango [-60 °C, 80 °C] es lo suficientemente extenso para cubrir las aplicaciones convencionales de climatización y refrigeración.

Tabla 1: Refrigerantes estudiados junto con el rango de temperatura considerado.

	Refrigerante	T min [°C]	T max [°C]		Refrigerante	T min [°C]	T max [°C]
1	R717	-60	80	8	R22	-60	80
2	R600	-60	80	9	R32	-60	80
3	R744	-60	80	10	R404A	-60	80
4	R600a	-60	80	11	R407C	-60	80
5	R1234YF	-60	80	12	R410A	-60	80
6	R12	-60	80	13	R507A	-60	80
7	R134a	-60	80	14	R718	-60	80

Se han propuesto un total de 13 prototipos de funciones para el ajuste de las propiedades termodinámicas consideradas, según se muestra en la Tabla 2, que engloban expresiones polinómicas, exponenciales y logarítmicas hasta con un máximo de 6 incógnitas. En base a los datos obtenidos anteriormente, se ha realizado el ajuste por mínimos cuadrados de los coeficientes de las distintas funciones empleando para ello la librería de cálculo numérico GNU GSL [16] en C++.

Tabla 2: Funciones propuestas para representar las distintas propiedades termodinámicas en función de la temperatura de saturación.

	Función	N.º parámetros
1	$f_1(T) = A + B \cdot T + C \cdot T^2$	3
2	$f_2(T) = A + B \cdot T + C \cdot T^2 + D \cdot T^3$	4
3	$f_3(T) = A + B \cdot T + C \cdot T^2 + D \cdot T^3 + E \cdot T^4$	5
4	$f_4(T) = A + B \cdot T + C \cdot T^2 + D \cdot T^3 + E \cdot T^4 + F \cdot T^5$	6
5	$f_5(T) = A + B \cdot T + C \cdot T^2 + D \cdot T^3 + F_1^E + F_2^E$	6
6	$f_6(T) = A + B \cdot T + C \cdot T^2 + D_1 \cdot T^E + F_2^E + F_3^E$	6
7		4
8	$f_7(T) = (A + B \cdot T) \cdot e^{(C + D \cdot T)}$	5
9	$f_8(T) = (A + B \cdot T + C \cdot T^2) \cdot e^{(D + E \cdot T)}$	5
10	$f_9(T) = (A + B \cdot T) \cdot e^{(C + D \cdot T + E \cdot T^2)}$	6
11	$\frac{E}{(C + D \cdot T + T^2)} + F \cdot \ln(T)$	6
12	$f_{10}(T) = (A + B \cdot T) \cdot e^{\frac{A}{T} + C \cdot \ln(T) + D \cdot T + E \cdot \frac{F}{T^2}}$	6
13		6
	$f_{11}(T) = e^{\frac{T}{E} + 2 \cdot \ln(T)}$	
	$f_{12}(T) = A + B \cdot T^{(C+1)} + D \cdot T^{(C+2)} + E \cdot T^{(C+3)} + F \cdot T^{(C+4)}$	
	$f_{13}(T) = (A + B \cdot T) \cdot e^{(C + D \cdot T + \frac{E}{T} + F \cdot T)}$	

Resultados

Dada la cantidad de combinaciones existentes en la formulación del problema, 14 refrigerantes, 7 propiedades termodinámicas y 13 funciones, que hace un total de 1274 casos, es imposible mostrar los resultados para cada uno de ellos. Es por ello que en primer lugar se analizan las mejores funciones para cada propiedad termodinámica y posteriormente se reportan y analizan los resultados para esta única función.

Agradecimientos

Se agradece a la "Dirección de Investigación y Desarrollo-UTA" por proporcionar financiamiento para el desarrollo de la presente investigación a través del proyecto 2441-CU-P-2015 .

Referencias

- [1] YellowJacket, cargador/analizadores de gas, recuperado de <http://yellowjacket.com/product/refrigeration-system-analyzer/>
- [2] Carel, válvulas de expansión, recuperado de www.carel.es/electronic-expansion-valve
- [3] REFPROP. Retrieved from <https://www.nist.gov/srd/refprop>
- [4] I. H. Bell, J. Wronski, S. Quoilin, V. Lemort; Ind. Eng. Chem. Res: Pure and Pseudo-pure Fluid Thermophysical Property Evaluation and the Open-Source Thermophysical Property Library CoolProp 53-6 (2014) 2498-2508.
- [5] R. Span en Multiparameter equations of state, an accurate source of thermodynamic property data, Springer, Bochum, Alemania, (2000).
- [6] W. Wolfgang, H. J. Kretzschmar en International Steam Tables Properties of Water and Steam Based on the Industrial Formulation IAPWS-IF97 IAPWS Steam properties, Springer, Berlin, Alemania, (2008)
- [7] DuPont TM Suva®, Thermodynamic Properties of HFC-134a (1,1,1,2-tetrafluoroethane), Boletín técnico, recuperado de https://www.chemours.com/Refrigerants/en_US/products/Freon/Freon-134a.html
- [8] B.E. Poling, J.M. Prausnitz, J. P. O'Connell, The properties of gases and liquids, 5th Ed., McGrawHill, Nueva York, Estados Unidos de América, (2001).
- [9] J. S. Brown, Predicting performance of refrigerants using the Peng-Robinson Equation of State, Int. J. of Ref., 30 (2007) 1319-1328.
- [10] H. Atalay, M. T. Coban, Modeling of Thermodynamic Properties for Pure Refrigerants and Refrigerant Mixtures by Using the Helmholtz Equation of State and Cubic Spline Curve Fitting Method, U. J. of Mech. Eng. 3-6 (2015) 229-251.
- [11] D. Zhao, G. Ding, Z. Wu, Extension of the implicit curve-fitting method for fast calculation of thermodynamic properties of refrigerants in supercritical region, Int. J. of Ref. , 32 (2009) 1615-1625.
- [12] A. C. Cleland, Polynomial curve-fits for refrigerant thermodynamic properties: extension to include R134a, Int. J. of Ref., 17-4 (1994) 245–249.
- [13] A. Vikrant, R. Radermacher, Standardized Polynomials for Fast Evaluation of Refrigerant Thermophysical Properties, Int. Ref. and Air Cond. Conference (2014) 1499
- [14] G. A. Iglesias-Silva, R. C. Miller, A. D. Ceballos, K. R. Hall, J. C. Holste, Accurate vapor pressure equation for refrigerants, Fluid Phase Equil., 111 (1995) 203-212.
- [15] M. Affandia, N. Mamat, S. N. Kanafiah, N. S. Khalid, Simplified Equations for Saturated Steam Properties for Simulation Purpose, Proc. Eng., 53 (2013) 722-726.
- [16] M. Galassi, J. Davies, J. Theiler, B. Gough, G. Jungman, P. Alken, M. Booth, F. Rossi (2010) GNU Scientific Library (2010), recuperado de <http://gnu.org/gsl>

Implementación de sensores tipo MEMS bajo software libre para el monitoreo de vibraciones. Aplicación a la influencia del tipo de anclaje en la amortiguación de vibraciones en motores asíncronos.

García del Valle, Javier^{1*} y Torres Pérez, Jonathan S.²

1. Área de Energía, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato, Avd. Los Chasquis y Río Payamino s/n, Campus Huachi, 180206, Ambato, Ecuador. E-mail: jav.garcia@uta.edu.ec

2. Área de Energía, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato, Avd. Los Chasquis y Río Payamino s/n, Campus Huachi, 180206, Ambato, Ecuador. E-mail: jtorres1552@uta.edu.ec

Palabras Claves: sensor MEMS; vibración; Fourier; modelo matemático; lenguaje C++

Resumen

El uso de sensores micro electro-mecánicos (MEMS) para el monitoreo de severidad de vibraciones en ambientes industriales caracterizados por la norma ISO 2372 ha sido investigado en este trabajo. En una primera etapa se ha desarrollado una interfaz hombre-máquina basada en Qt tanto para la adquisición y análisis de datos mediante la transformada de Fourier provenientes de una placa de desarrollo que interactúa con un sensor de aceleración tipo MEMS. En una segunda etapa se ha aplicado dicho sistema a la cuantificación de la influencia del tipo de anclaje en la vibración de un motor asíncrono con cargas excéntricas. El objetivo de dicho estudio es identificar el mejor anclaje para diferentes grados de excentricidad de carga. En una tercera etapa, se ha desarrollado un modelo matemático en dos dimensiones para poder comparar con los datos medidos, encontrándose buena relación entre ambos. Globalmente, se ha comprobado que los sensores tipo MEMS dotados de una herramienta informática de visualización y análisis adecuada son una alternativa viable para monitoreo de severidad de vibraciones.

Introducción

El estudio de aceleraciones en sistemas mecánicos es una herramienta útil para el análisis de fallas desde un punto de vista del mantenimiento tanto preventivo como predictivo. A tal efecto, la norma ISO 2372 [1] es la referencia base para la determinación de la severidad de vibración en máquinas rotativas. En primer lugar, las máquinas se clasifican en cuatro clases de acuerdo a su potencia y en segundo lugar, existen cuatro grados de severidad de vibración en función de la velocidad RMS de las vibraciones según la siguiente escala, A (Aceptable), B (Satisfactorio), C (Insatisfactorio) y D (Inaceptable).

Independientemente de la clasificación de una máquina en relación a la norma ISO 2372, el patrón de las aceleraciones existentes en el sistema puede ser un indicativo de un fallo tipo. Los patrones de vibración de fallos tipo han sido caracterizados en la literatura para rodamientos, engranajes y desbalanceos de bombas y turbinas [2]. Las técnicas matemáticas empleadas para este tipo de análisis se basan en el dominio del tiempo (interpretación de la señal directamente leída) y el dominio de la frecuencia (interpretación de la transformada de Fourier de la señal) [3]. La teoría matemática existente detrás de la transformada de Fourier, bien sea discreta o rápida, ha sido

extensamente desarrollada en la literatura [4] . El análisis de la forma de onda es la principal técnica existente para en el dominio del tiempo [5]. Para el dominio de la frecuencia, el estudio tanto de las frecuencias pico o características de vibración, el estudio de desfases entre dos vibraciones, así como el análisis de señales moduladas de menor frecuencia que la señal pico han sido exploradas en la literatura para la caracterización de fallas [6] y [7]. De hecho, la norma ISO 2372 está incluida en esta familia de técnicas, pues se basa en primer lugar en realizar la transformada de Fourier, en segundo lugar se integra la señal resultante y en tercer lugar se identifica la frecuencia pico junto con su módulo.

Tradicionalmente los sensores tipo piezoeléctricos han sido empleados como transductores de aceleración [8], sin embargo, el desarrollo de los sensores tipo MEMS que incluyen en un mismo chip integrado una combinación de sistemas mecánicos y electrónicos ha cambiado esta tendencia. Físicamente un acelerómetro tipo MEMS tiene una micromasa suspendida elásticamente. Dicha masa puede considerarse como el dielectro de un condensador que produce cambios en la capacidad del mismo en su movimiento. La medida de dicha capacidad es función de la posición de la masa, que mediante análisis de un sistema masa-resorte, puede ser traducida a una aceleración [9]. El uso de este tipo de sensores ha sido investigado satisfactoriamente en la literatura para su uso en el monitoreo de vibraciones de máquinas industriales [10]

Existen en el mercado distintos fabricantes que ofrecen soluciones hardware-software privativas con poca o nula capacidad de modificación por parte del usuario [11], tanto basados en acelerómetros tipo MEMS como piezoeléctricos. La existencia de plataformas abiertas para el monitoreo industrial de vibraciones es nula. La idea del presente trabajo es dotar a un sensor MEMS disponible comercialmente, modelo ST LIS3DH, de la robusted necesaria para su empleo en ambientes industriales, el uso de una placa de desarrollo abierta para la comunicación en tiempo real con un ordenador, y la creación de una interfaz para la visualización tanto en el dominio del tiempo como de la frecuencia de la señal medida, así como la determinación de la velocidad de vibración pico para el diagnóstico en tiempo real de la severidad de vibración de acuerdo a la norma ISO 2372. Dicho sistema ha sido empleado para el diagnóstico del mejor tipo de anclaje (rígido, muelles, gomas elásticas) de motores asíncronos sometidos a cargas excéntricas, tema que ha recibido escasa atención en la literatura. Además, los valores medidos han sido contrastados con un modelo matemático en dos dimensiones resultados de la resolución del sistema de ecuaciones diferenciales resultantes del análisis dinámico del sistema.

Agradecimientos

Se agradece a la "Dirección de Investigación y Desarrollo-UTA" por proporcionar financiamiento para el desarrollo de la presente investigación a través del proyecto 2441-CU-P-2015 .

Referencias

- [1] ISO 2372-1974 Vibración mecánica de máquinas con velocidades de operación entre 10 y 200 rev/s. Bases para la especificación de estándares de evaluación.
- [2] E. P. Marín, Elementos de Medición y Análisis de Vibraciones en Máquinas Rotatorias, Quinta ed., La Habana (2007).

Modelización hidrológica integral de una cuenca de tamaño medio

Brito, Josue ^{1*} Vázquez, Raúl F. ^{1,2} Birkinshaw, Stephen J. ³

1 Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería, Av. 12 de Abril y Av. Loja, Cuenca, Ecuador. E-mail: josuebritos@msn.com

2 Laboratorio de Ecología Acuática (LEA), Departamento de Recursos Hídricos y Ciencias Ambientales, Universidad de Cuenca, Dirección de Investigación, Av. 12 de Abril y Av. Loja, Cuenca, Ecuador.

3 School of Civil Engineering and Geosciences, Newcastle University, Claremont Road, Newcastle upon Tyne NE1 7RU, United Kingdom.

Palabras Claves: modelación hidrológica, MIKE SHE, SHETRAN, código distribuido, evaluación.

Resumen

El presente estudio busca modelar la dinámica hidrológica de una cuenca de tamaño medio (600 km²), localizada en Bélgica, mediante los modelos distribuidos de bases físicas MIKE SHE (licencia comercial) y SHETRAN (licencia libre) con la intención de evaluar la similitud de sus respectivas predicciones. En este contexto, se reporta la primera parte del estudio que tiene que ver con la aplicación del modelo MIKE SHE, el mismo que se calibró y validó en función de las observaciones de caudal diario y de niveles piezométricos, mediante el empleo de métodos visuales de evaluación y el uso de índices de calidad de las predicciones. El estudio sugiere que la calidad de las predicciones es aceptable a pesar de haberse considerado una resolución grosera de 600x600 m². El presente estudio reporta además el avance que se ha logrado hasta el momento en relación a la aplicación del código SHETRAN.

Introducción

El enfoque de la investigación en hidrología ha avanzado constantemente y ha pasado de la simple predicción de las inundaciones a una gestión integral de los recursos hídricos [1]. Los modelos de cuencas basadas en computadoras pueden ahorrar tiempo y dinero debido a su capacidad para realizar simulaciones a largo plazo de los efectos de los procesos de cuencas hidrográficas y actividades de manejo sobre la calidad del agua y la cantidad de agua [2]. Cuando se aplican de manera adecuada, los modelos hidrológicos son un apoyo en programas de remediación y proporcionan información para la toma de decisiones, ya que suministran información útil sobre los procesos de flujo y transporte de agua [3].

El Sistema Hidrológico Europeo (SHE), y sus versiones más recientes MIKE SHE Y SHETRAN [4], constituye un buen ejemplo de este tipo de modelos. A diferencia de otros modelos hidrológicos, el modelo MIKE SHE puede expresar mejor la heterogeneidad espacial del ecosistema y es capaz de representar los procesos hidrológicos completos de superficie y subsuelo en base física [1]. Debido a su compleja naturaleza distribuida, con varias entradas (datos) y varias salidas (predicciones), la evaluación adecuada de su desempeño requiere pruebas multi-criterio que combinen técnicas cualitativas (gráficas), así como análisis cuantitativos estadísticos [5], y es importante llevar a cabo un proceso de parametrización adecuado para evitar inconvenientes en las fases de calibración y validación del modelo [6]. Por otro lado, la utilización de este tipo de modelos, generalmente muy complejos, requiere información suficiente y de calidad adecuada [3],

lo cual limita en cierto modo su aplicación más generalizada en sitios en donde el monitoreo no es avanzado.

En este contexto, el presente documento describe la configuración, calibración y validación del modelo MIKE SHE aplicado a una cuenca de tamaño medio (600 km²). Este estudio forma parte de uno más general que busca comparar la similitud de las predicciones del modelo MIKE SHE (licencia comercial) con las del modelo SHETRAN (licencia libre). Así, este documento también reporta los avances logrados hasta el momento en relación a la aplicación de SHETRAN a la cuenca de estudio.

Materiales

La zona de estudio (Fig. 1) es la cuenca del río Gete (586 km²), situada al este de Bruselas, en la región franco-arenosa de Bélgica. Comprende las subcuencas de los ríos Grote Gete (326 km²) y Kleine Gete (260 km²). El uso de la tierra es principalmente agrícola, tanto de pastos como de campos cultivados, con algunas áreas forestales locales.

En relación a la información disponible, se contó con datos sobre la topografía, las características del suelo, la geología de la cuenca, el uso del suelo, la distribución espacial de red fluvial, etc. Además, se contó con registros históricos de 7 estaciones pluviométricas y de 2 estaciones meteorológicas para la caracterización meteorológica de la zona de estudio, así como de caudales, y niveles piezométricos para evaluar la calidad de predicción del modelo respectivo.

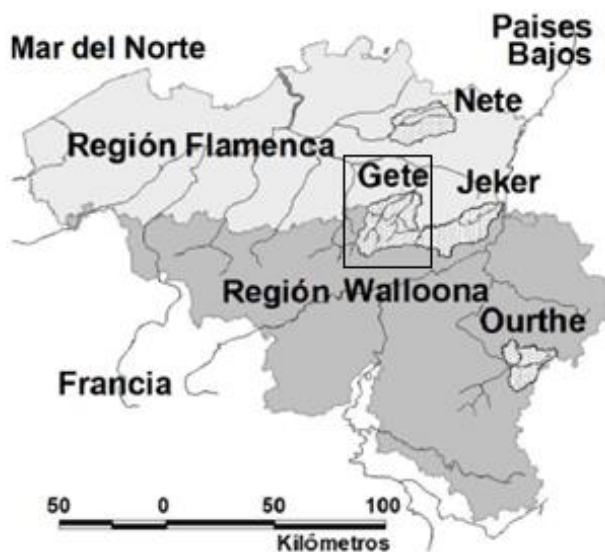


Figura 1: Ubicación de la cuenca del Gete, Bélgica (Vázquez et al., 2008).

El código hidrológico MIKE SHE

El código hidrológico MIKE SHE [7] es un sistema de simulación espacialmente distribuido, de base física, que considera de manera integral los procesos hidrológicos que integra toda la fase terrestre del ciclo hidrológico (Fig. 2): interceptación, evapotranspiración, escorrentía, flujo en canales, flujo en la zona no saturada, flujo en la zona saturada e intercambio entre acuíferos y ríos [8].

El código hidrológico SHETRAN

Al igual que MIKE SHE, éste es un sistema de simulación espacialmente distribuido de base física. Proviene del mismo modelo fuente (SHE) y, como tal, comparte una misma estructura base [9].

Métodos

Calibración y validación del modelo hidrológico

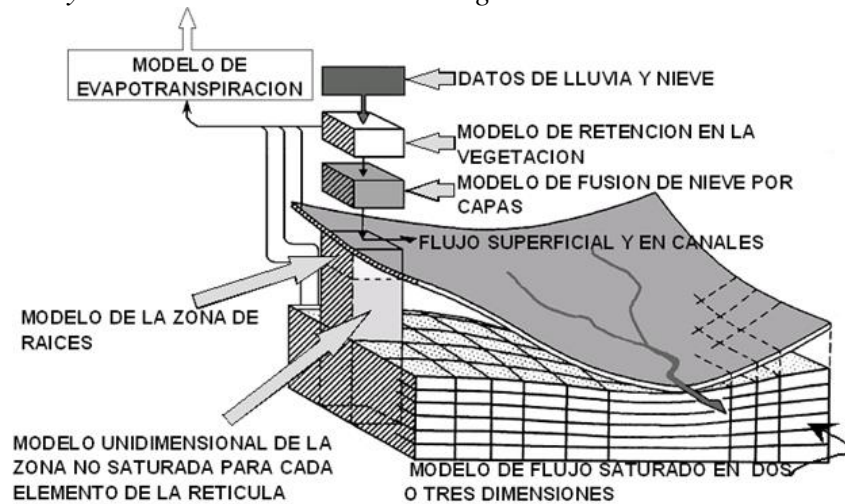


Figura 2: Esquema de la estructura principal de flujo del modelo MIKE SHE (Vázquez y Feyen, 2004).

Para definir el protocolo de modelización, se tomó como base varios trabajos anteriores, tales como [10] y [7]. El protocolo considerado incluye los procesos de establecimiento del modelo, calibración y validación. Con respecto a la evaluación de la calidad de las predicciones del modelo, se efectuó la comparación gráfica entre caudales y niveles piezométricos simulados y observados y se evaluaron medidas estadísticas de rendimiento [11], tales como el Coeficiente de Eficiencia de Nash-Sutcliffe (NSE) [3]:

$$NSE = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i^{Obs} - Y_i^{Sim})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i^{Obs} - Y_i^{mean})^2} \right] \quad (1)$$

, en donde, Y_i^{Obs} es la i-ésima observación, Y_i^{Sim} el i-ésimo valor simulado que está siendo evaluado, Y_i^{mean} es la media de los datos observados, y n es el número total de observaciones. NSE oscila entre $-\infty$ y 1,0, siendo $NSE = 1$ el valor óptimo [3][2]. En particular, este coeficiente fue empleado para evaluar la calidad de predicción de los caudales superficiales.

Para la calibración de los modelos hidrológicos se consideró el criterio de reducir al mínimo los errores (o residuos) entre los valores observados y los simulados de las variables calibradas (caudal y niveles piezométricos). La calibración se basó en una prueba por tanteos mediante la cual se procedió al ajuste de los valores de los parámetros principales relacionados a la escorrentía de flujo superficial y al escurrimiento subterráneo considerando los datos históricos disponibles [12].

El período de calibración se determinó en función de la disponibilidad y continuidad de los datos: [1 de agosto de 1984 - 31 de diciembre de 1986]. Los primeros seis meses de este período se utilizaron como período de calentamiento. El período de validación está comprendido entre [1 de enero de 1987-31 de diciembre 1988].

Los niveles piezométricos se evaluaron en doce pozos de observación durante la etapa de calibración y en la de validación.

Resultados obtenidos y esperados

En relación a la simulación de los caudales en la estación de salida de la cuenca modelada, el estudio sugiere que el flujo base se ha sobreestimado y que los picos más altos se han subestimado. Sin embargo de lo cual, se puede decir que, en vista de la resolución grosera empleada, el modelo calibrado simula de manera aceptable el caudal de la cuenca bajo estudio; esto se puede extender también para el caso de la simulación piezométrica. En el período de validación la simulación de caudales en la estación de salida de la cuenca presentó mejores predicciones con respecto al período de calibración. En el caso de la simulación de niveles piezométricos, en el período de validación se registraron resultados comparables a los observados en el período de calibración.

Es importante señalar que los resultados que aquí se reportan tienen el carácter de preliminar ya que el estudio está en desarrollo y no se descarta una re-calibración del modelo aquí descrito, etc.

Cabe indicar además que se empleará el mismo procedimiento para la implementación del modelo hidrológico de la cuenca de estudio utilizando SHETRAN y que se procederá a una evaluación similar a la efectuada en el caso del uso de MIKE SHE.

Conclusiones y trabajo futuro

Se puede decir que los resultados preliminares hasta ahora obtenidos mediante el empleo del código MIKE SHE para modelar la cuenca de estudio con una resolución grosera de 600x600 m² son moderadamente aceptables tanto para caudales como para los niveles piezométricos. En este sentido, el estudio global del cual el presente forma parte, continuará en el futuro mediante la aplicación del código SHETRAN en la cuenca de estudio con la intención de llevar a cabo un análisis comparativo en relación a la calidad de las predicciones de ambos modelos hidrológicos. Así, los dos modelos distribuidos se someterán a los mismos procesos de modelización tales como calibración, validación y simulación de uno o dos escenarios de gestión y/o de cambio climático.

Agradecimientos

El presente documento se relaciona a los resultados iniciales de la tesis de Maestría del primer autor (Maestría en Ciencias de la Ingeniería para la Gestión de los Recursos Hídricos), codirigida por el segundo y tercer autores; y de las diversas investigaciones efectuadas por el segundo autor tales como el proyecto "Establecimiento de modelos numéricos para casos selectos de la gestión de recursos hídricos", financiado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca (DIUC). Los autores agradecen a todas las instituciones que aportaron con la información necesaria para llevar adelante el presente estudio.

Referencias

- [1] L. Ma, C. He, H. Bian, y L. Sheng, “MIKE SHE modeling of ecohydrological processes: Merits, applications, and challenges”, *Ecol. Eng.*, vol. 96, pp. 137–149, nov. 2016.
- [2] D. N. Moriasi, J. G. Arnold, M. W. Van Liew, R. L. Bingner, R. D. Harmel, y T. L. Veith, “Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations”, *Trans. ASABE*, 2007.
- [3] R. Vázquez, Assessment of the performance of physically based distributed codes simulating medium size hydrological systems. Tesis Doctoral. ISBN 90-5682-416-3, Department of Civil Engineering. K. U. Leuven, Bélgica, 335pp, 2003.
- [4] J. C. Refsgaard y M. B. Abbott, “The Role of Distributed Hydrological Modelling in Water Resources Management”, en *Distributed Hydrological Modelling*, Springer, Dordrecht, 1990, pp. 1–16.
- [5] R. F. Vázquez, K. Beven, y J. Feyen, “GLUE Based Assessment on the Overall Predictions of a MIKE SHE Application”, *Water Resour. Manag.*, vol. 23, núm. 7, pp. 1325–1349, may 2009.
- [6] L. Feyen, R. Vázquez, K. Christiaens, O. Sels, y J. Feyen, “Application of a distributed physically-based hydrological model to a medium size catchment”, *Hydrol Earth Syst Sci*, vol. 4, núm. 1, pp. 47–63, mar. 2000.
- [7] J. C. Refsgaard, “Terminology, Modelling Protocol And Classification of Hydrological Model Codes”, en *Distributed Hydrological Modelling*, Springer, Dordrecht, 1990, pp. 17–39.
- [8] R. F. Vázquez y J. Feyen, “Assessment of the effects of DEM gridding on the predictions of basin runoff using MIKE SHE and a modelling resolution of 600m”, *J. Hydrol.*, vol. 334, núm. 1, pp. 73–87, feb. 2007.
- [9] R. Zhang, “Integrated modelling for evaluation of climate change impacts on agricultural dominated basin”. Tesis Doctoral, 2015.
- [10] M. P. Anderson, W. W. Woessner, y R. J. Hunt, *Applied groundwater modeling: simulation of flow and advective transport*. 2015.
- [11] R. F. Vázquez, P. Willems, y J. Feyen, “Improving the predictions of a MIKE SHE catchment-scale application by using a multi-criteria approach”, *Hydrol. Process.*, vol. 22, núm. 13, pp. 2159–2179, jun. 2008.
- [12] H. V. Gupta, S. Sorooshian, y P. O. Yapo, “Toward improved calibration of hydrologic models: Multiple and noncommensurable measures of information”, *Water Resour. Res.*, vol. 34, núm. 4, pp. 751–763, abr. 1998.

Respuesta detallada a las observaciones efectuadas por los dos revisores del resumen “Modelización hidrológica integral de una cuenca de tamaño medio” por Brito Josué, Vázquez Raúl F. y Birkinshaw Stephen

Revisor 1

1. Es interesante para los lectores, estimula nuevas ideas y es útil en investigación: 3 (*mediano*).

2. La introducción describe correctamente el estudio y utiliza literatura reciente: 4 (*bueno*).

3. El tipo y alcance de investigación está correctamente definido, así como los métodos, técnicas y procedimientos aplicados al proceso de investigación y el/los autor/autores aplican la técnica estadística más apropiada para analizar los datos: 1 (*muy pobre*).

➤ **Los autores no están muy de acuerdo con esta evaluación por cuanto, tal como ya se ha señalado en el texto del resumen ampliado, se aplicará un protocolo de modelización adecuado para este tipo de modelización hidrológica distribuida, la misma que no es trivial. En este sentido, los autores tienen amplia experiencia no sólo en la aplicación de metodologías apropiadas, sino además en la propuesta de metodologías innovadoras que se han diseminado mediante publicaciones internacional de alto impacto.**

4. Resultados y discusión: Los resultados son coherentes con la metodología planteada. El autor/los autores confrontan sus resultados con los resultados publicados por otros autores en revistas internacionales de reciente fecha: 3 (*mediano*).

5. Verificar si las conclusiones son coherentes con los objetivos, hipótesis o preguntas directrices: 4 (*bueno*).

1. Es interesante para los lectores, estimula nuevas ideas y es útil en investigación. Comparaciones de modelos hidrológicos siempre serán útiles para la guía de los principales procesos hidrológicos y su uso en diferentes regiones.

➤ **Los autores agradecen las palabras del revisor y expresan su acuerdo con el comentario vertido.**

2. La introducción describe correctamente el estudio y utiliza literatura reciente. Tiene buena descripción y revisión de literatura.

➤ **Los autores agradecen las palabras del revisor.**

3. El tipo y alcance de investigación está correctamente definido, así como los métodos, técnicas y procedimientos aplicados al proceso de investigación y el/los autor/autores aplican la técnica estadística más apropiada para analizar los datos.

No se indica algún indicador para la comparación de los modelos. Sería interesante incluir una descripción de los indicadores que se utilizaron para llegar a los resultados y conclusiones mencionados.

- **Se evaluaron medidas estadísticas de rendimiento, tales como el Coeficiente de Eficiencia de Nash-Sutcliffe [1] [2]. Los cambios realizados se indica en la página 3 del documento (Resumen) en el apartado de Métodos.**

Bibliografía citada

[1] D. N. Moriasi, J. G. Arnold, M. W. Van Liew, R. L. Bingner, R. D. Harmel, y T. L. Veith, “Model Evaluation Guidelines for Systematic Quantification of Accuracy in Watershed Simulations”, *Trans. ASABE*, vol. 50, núm. 3, pp. 885–900, 2007.

[2] R. Vázquez, “Assessment of the performance of physically based distributed codes simulating medium size hydrological systems.”, *Tesis Dr. ISBN 90-5682-416-3 Dep. Civ. Eng. K U Leuven Bélgica 335pp*, 2003.

4. Resultados y discusión: Los resultados son coherentes con la metodología planteada. El autor/los autores confrontan sus resultados con los resultados publicados por otros autores en revistas internacionales de reciente fecha.

- **Los autores agradecen las palabras del revisor y expresan su acuerdo con el comentario vertido.**

5. Verificar si las conclusiones son coherentes con los objetivos, hipótesis o preguntas directrices.

Evaluación global

- Comentarios Generales:

El artículo es muy interesante, a pesar de indicar que aún no está del todo completo. Sin embargo, los resultados prometen ser de alto impacto para una debida evaluación de los modelos.

Sin embargo, se puede adelantar en la descripción de la metodología a ser utilizada para esa evaluación.

- **Se evaluarán las predicciones los dos modelos distribuidos bajo condiciones similares de simulación tanto en el ámbito de calibración y validación de los modelos así como de la simulación de escenarios de gestión y/o cambio climático. Se incluye la descripción en la página 4 del documento en el apartado conclusiones.**

Recomiendo su presentación como ponencia en el evento y en un futuro, con los resultados esperados, su potencial publicación en una revista científica.

- **Los autores agradecen las palabras del revisor y por el tiempo invertido en revisar nuestro resumen vertiendo comentarios y sugerencias muy constructivas.**

- Comentarios específicos:

En la página 3, último párrafo se indica "Como era de esperarse, en el período de validación la simulación de caudales en la estación de salida de la cuenca presentó mejores predicciones con respecto al período de calibración." Pensaría que lo más esperado es encontrar mejores indicadores en el período de calibración que en el de validación

➤ **Los autores concuerdan con el revisor; este fue un error involuntario que se ha remediado cancelando la expresión “Como era de esperarse”.**

Revisor 2

1. Es interesante para los lectores, estimula nuevas ideas y es útil en investigación: 3 (*mediano*).
2. La introducción describe correctamente el estudio y utiliza literatura reciente: 3 (*mediano*)
3. El tipo y alcance de investigación está correctamente definido, así como los métodos, técnicas y procedimientos aplicados al proceso de investigación y el/los autor/autores aplican la técnica estadística más apropiada para analizar los datos: 3 (*mediano*)
4. Resultados y discusión: Los resultados son coherentes con la metodología planteada. El autor/los autores confrontan sus resultados con los resultados publicados por otros autores en revistas internacionales de reciente fecha: 3 (*mediano*)
5. Verificar si las conclusiones son coherentes con los objetivos, hipótesis o preguntas directrices.: 3 (*mediano*).

Electrocoagulación en laboratorio mediante electrodos de carbono, aluminio y acero para realizar estudios comparativos del tratamiento de aguas lixiviadas del relleno sanitario “EL INGA”

Electrocoagulation in laboratory using carbon, aluminum and steel electrodes to perform comparative studies of the treatment of leached water of sanitary “EL INGA”

Alex Nicolai Cuesta Gordillo, Bolivar Leonardo Falcones Rodríguez, Wilson Omar Gallo Suárez, Gabriela Elizabeth Llumiquinga Guallichico & Michelle Elizabeth Solano Quinga
FACULTAD DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA, MINAS, PETRÓLEOS Y AMBIENTAL,
Universidad Central del Ecuador

ancuesta@uce.edu.ec , blfalcones@uce.edu.ec , wogallo@uce.edu.ec ,
gellumiquinga@uce.edu.ec & mesolano@uce.edu.ec

Resumen

En este proyecto se realizó la construcción de dos celdas electroquímicas, una con electrodos de aluminio y acero; y la otra con electrodos de aluminio y carbono (grafito); para el tratamiento de lixiviados obtenido del relleno sanitario “El Inga”, Quito-Ecuador, con el fin de disminuir la capacidad de contaminación de los lixiviados. Se presenta una comparación de la eficiencia que tienen el tratamiento de lixiviados por el proceso de electrocoagulación entre las dos celdas.

Se realizó caracterización físico-química del lixiviado antes y después del tratamiento para de este modo determinar el grado de descontaminación logrado por el proceso utilizado como tratamiento.

Se realizaron ensayos a escala de laboratorio para determinar la eficiencia de cada celda para el tratamiento, que presentan altos contenidos de contaminación lo que se puede determinar en parámetros como: DQO, sólidos suspendidos, alcalinidad, color real, turbidez, conductividad y oxígeno disuelto. Esta comparación de la eficiencia de cada celda se realizó evaluando los diferentes parámetros a considerar dentro del proceso de tratamiento.

En una disolución de la muestra del 50%(v/v) se obtuvo con los electrodos de aluminio/carbono una reducción de turbidez de 90,98%, conductividad de 95,92%, sólidos suspendidos de 84,48%, DQO de 98,14% y un aumento del pH de 10,81% y oxígeno disuelto de 1250%; con los electrodos de aluminio/acero una reducción de turbidez de 95%, conductividad de 96,01%, sólidos suspendidos de 91,03%, DQO de 93,86% y un aumento del pH de 11,67% y oxígeno disuelto de 1950%; y con una muestra de lixiviado puro 100%, con los electrodos de aluminio/acero se obtuvo una reducción de turbidez de 83,64%, conductividad de 91,08%, sólidos suspendidos de 44,48%, DQO de 84,14% y un aumento del pH de 0,12% y oxígeno disuelto de 1250%.

Se determinó que la celda con mejor eficiencia en una disolución de lixiviados del 50% (v/v), fue la de aluminio/acero para turbidez, conductividad, sólidos suspendidos y oxígeno disuelto; la de aluminio/carbono para DQO, pH; y fueron equivalentes para color real en el que no hubo variación. Entre las muestras de 50% y 100% en la celda con electrodos de aluminio/acero se puede determinar que en turbidez, conductividad, sólidos suspendidos, DQO se tiene una diferencia menor al 10%, el aumento de pH es menor en la muestra de 100%, los parámetros en los que hubo mayor diferencia es en oxígeno disuelto y sólidos suspendidos en que la muestra de 50% tiene una eficiencia muy superior, siendo esta menor al 50% de diferencia de cantidad de contaminantes entre cada muestra por lo que se concluye que se puede trabajar con una muestra de 100% por un mejoramiento mayor de los parámetros de calidad de agua en relación con la cantidad de contaminación de las muestras.

Palabras Claves— tratamiento de lixiviados; electrodos de carbono; electrólisis; electrocoagulación; celda electroquímica; lixiviados; calidad de agua.

Abstract

In this project the construction of two electrochemical cells was carried out, one with aluminum and steel electrodes; And the other with aluminum and carbon electrodes (graphite); For the treatment of leachate obtained from the "El Inga" landfill, in Quito-Ecuador, in order to reduce the leachate contamination capacity. A comparison of the efficiency of leachate treatment by the electrocoagulation process between the two cells is presented.

Physical-chemical characterization of the leachate before and after the treatment was carried out to determine the degree of decontamination achieved by the process used as treatment.

Laboratory-scale tests were performed to determine the efficiency of each cell for treatment, which have high contamination contents, which can be determined in parameters such as: COD, suspended solids, alkalinity, real color, turbidity, conductivity and dissolved oxygen. This comparison of the efficiency of each cell was performed by evaluating the different parameters to be considered within the treatment process.

A 50% (v / v) sample solution yielded a turbidity reduction of 90.98%, conductivity of 95.92%, suspended solids of 84.48%, COD of 98.14% and a pH increase of 10.81% and dissolved oxygen of 1250%; With aluminum / steel electrodes a 95% turbidity reduction, conductivity of 96.01%, suspended solids of 91.03%, COD of 93.86% and a pH increase of 11.67% and dissolved oxygen of 1950%; And with a 100% pure leachate sample, the aluminum / steel electrodes obtained a turbidity reduction of 83.64%, conductivity of 91.08%, suspended solids of 44.48%, COD of 84.14% And a pH increase of 0.12% and dissolved oxygen of 1250%.

It was determined that the cell with the best efficiency in a leach solution of 50% (v / v) was aluminum / steel for turbidity, conductivity, suspended solids and dissolved oxygen; Aluminum / carbon for COD, pH; And were equivalent for actual color in which there was no variation. Between samples of 50% and 100% in the cell with aluminum / steel electrodes it can be determined that in turbidity, conductivity, suspended solids, COD has a difference of less than 10%, the increase in pH is lower

in the sample of 100%, the parameters in which there was a greater difference is in dissolved oxygen and suspended solids in which the 50% sample has a much higher efficiency, being this less than 50% difference in the amount of contaminants between each sample, so that Concludes that we can work with a 100% sample for a better improvement of water quality parameters in relation to the amount of sample contamination.

Keywords treatment of leachate; carbon electrodes; electrolysis; electrocoagulation; electrochemical cell; leachate; water quality.

Análisis de la Solución Numérica de la Ecuación Diferencial de Flujo Espacialmente Variado con Caudal Creciente

Carrillo Serrano Verónica M.¹*, Pacheco Tobar Esteban A.¹, Mendoza Sigüenza Daniel E.¹
ILaboratorio de Hidráulica y Dinámica de Fluidos/Departamento de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de Cuenca, Av. 12 de Abril y Av. Loja, Apartado: 01.01.168, Cuenca, Ecuador.

Palabras Claves: Runge-Kutta- Fehlberg, flujo creciente, ecuación diferencial ordinaria, ICivil

Resumen

El presente trabajo presenta la aplicación de tres métodos numéricos para la determinación del perfil de flujo en un canal con flujo espacialmente variado. Un análisis comparativo se realiza con los resultados obtenidos para determinar la pertinencia de la aplicación de los métodos.

Introducción

El flujo espacialmente variado en canales abiertos está definido como un tipo de flujo estacionario con caudal variable [1], [2]. Con base en la conservación de momento o cantidad de movimiento (caudal creciente) y la cantidad decreciente (caudal decreciente) [3], las ecuaciones de gobierno de éste fenómeno son derivadas, como resultado se obtienen ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden no lineales [4], soluciones analíticas para dichas ecuaciones no se han planteado hasta la actualidad [5].

Chow [1] presenta la solución de las ecuaciones de gobierno para flujo espacialmente variado mediante el procedimiento de integración numérica, mismo que ha sido ampliamente utilizado a pesar de sus aspectos de convergencia, adicionalmente, existen varios métodos numéricos para la solución de éste tipo de ecuaciones que no se consideran comúnmente en este tipo de análisis. El objetivo del presente trabajo es realizar un análisis comparativo entre tres métodos numéricos de diferente orden de precisión para la solución de la ecuación para caudal creciente, con el fin de determinar la aplicabilidad de cada método.

Marco Teórico

Con base en el principio de conservación de la cantidad de movimiento la ecuación de flujo espacialmente variado con caudal creciente se obtiene:

$$\frac{\partial y}{\partial x} = \frac{S_0 - S_f - 2\alpha Q q_*/gA^2}{1 - \alpha Q^2/gA^2 D}$$

Donde:

$\frac{\partial y}{\partial x}$	Cambio de y con respecto a x
S_0	Pendiente longitudinal del canal
S_f	Pendiente de la línea de energía
α	Factor de corrección de la energía cinética
Q	Caudal

q*	Tasa de variación de caudal
g	Aceleración de la gravedad
A	Area de flujo
D	profundidad hidráulica

En el presente trabajo se comparan la solución de la ecuación mediante el método de integración numérica [1], el método clásico Runge-Kutta, y Runge-Kutta- Fehlberg [6].

Método de Integración Numérica

El método de integración numérica establece que la caída en la superficie libre de agua de un canal abierto con flujo espacialmente variado es [1]:

$$\Delta y' = \frac{\alpha Q_1 (V_1 + V_2)}{g(Q_1 + Q_2)} \left(\Delta V + \frac{V_2}{Q_1} \Delta Q \right) + S_f \Delta x$$

Método Runge-Kutta Clásico

El método fue desarrollado por los matemáticos alemanes Karl Runge y Wilhelm Kutta. Es un método de cuarto orden aplicado para resolver problemas de valor inicial mediante el cálculo de coeficientes auxiliares [7].

$$k_1 = \Delta x f(x_n, y_n)$$

$$k_2 = \Delta x f\left(x_n + \frac{1}{2}\Delta x, y_n + \frac{1}{2}k_1\right)$$

$$k_3 = \Delta x f\left(x_n + \frac{1}{2}\Delta x, y_n + \frac{1}{2}k_2\right)$$

$$k_4 = \Delta x f(x_n + \Delta x, y_n + k_3)$$

$$x_{n+1} = x_n + \Delta x$$

$$y_{n+1} = y_n + \frac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4)$$

Método Runge-Kutta-Fehlberg

Este método propuesto por Fehlberg [8] estima el error en la solución que es utilizado para el control del valor del intervalo (Δx) de la solución numérica, para éste propósito se utilizan dos métodos Runge-Kutta de distinto orden de precisión, el error es determinado mediante la diferencia de la solución de mayor orden y la solución de menor orden. En caso de que el error es mayor que un valor de tolerancia establecido se procede a disminuir el valor del intervalo.

Método Fehlberg de quinto-orden Runge-Kutta

$$y_{n+1} = y_n + \gamma_1 k_1 + \gamma_2 k_2 + \gamma_3 k_3 + \gamma_4 k_4 + \gamma_5 k_5 + \gamma_6 k_6$$

$$\gamma = [\gamma_1 \quad \gamma_2 \quad \gamma_3 \quad \gamma_4 \quad \gamma_5 \quad \gamma_6]$$

$$\gamma = \left[\frac{16}{135}, 0, \frac{6656}{12825}, \frac{28561}{56430}, -\frac{9}{50}, \frac{2}{55} \right]$$

Método Fehlberg de cuarto-orden Runge-Kutta

$$y_{n+1}^* = y_n + \gamma_1^* k_1 + \gamma_2^* k_2 + \gamma_3^* k_3 + \gamma_4^* k_4 + \gamma_5^* k_5$$

$$\gamma^* = [\gamma_1^* \quad \gamma_2^* \quad \gamma_3^* \quad \gamma_4^* \quad \gamma_5^*]$$

$$\gamma^* = \left[\frac{24}{216}, 0, \frac{1408}{2565}, \frac{2197}{4104}, -\frac{1}{5} \right]$$

Para ambos métodos

$$k_1 = \Delta x f(x_n, y_n)$$

$$k_2 = \Delta x f\left(x_n + \frac{1}{4}\Delta x, y_n + \frac{1}{4}k_1\right)$$

$$k_3 = \Delta x f\left(x_n + \frac{3}{8}\Delta x, y_n + \frac{3}{32}k_1 + \frac{9}{32}k_2\right)$$

$$k_4 = \Delta x f\left(x_n + \frac{12}{13}\Delta x, y_n + \frac{1932}{2197}k_1 - \frac{7200}{2197}k_2 + \frac{7296}{2197}k_3\right)$$

$$k_5 = \Delta x f\left(x_n + \Delta x, y_n + \frac{429}{216}k_1 - 8k_2 + \frac{3680}{513}k_3 - \frac{845}{4104}k_4\right)$$

$$k_6 = \Delta x f\left(x_n + \frac{1}{2}\Delta x, y_n - \frac{8}{27}k_1 + 2k_2 - \frac{3544}{2565}k_3 + \frac{1859}{4104}k_4 - \frac{11}{40}k_5\right)$$

$$\epsilon_{n+1} \approx y_{n+1} - y_{n+1}^* = \frac{1}{360}k_1 - \frac{128}{4275}k_3 - \frac{2197}{75240}k_4 + \frac{1}{50}k_5 + \frac{2}{55}k_6$$

Resultados y Discusión

Los métodos descritos se aplicaron para determinar el perfil de flujo de un canal con flujo gradualmente variado. La sección transversal del canal es de forma trapezoidal con un ancho en la base de 2.5 m, y pendiente de las paredes laterales de 0.5 (H/V), con un coeficiente de rugosidad de Manning de 0.015. El canal tiene una pendiente longitudinal igual a 0.1, la tasa de variación de caudal es de 2m³/s/m y tiene una longitud total de 125 m.

A continuación en la Tabla 1 se presentan los resultados de la aplicación de cada uno de los métodos al problema descrito.

	Integración Numérica	Runge-Kutta Clasico	Runge-Kutta-Fehlberg orden 4	Runge-Kutta-Fehlberg orden 5
x (m)	y (m)	y (m)	y (m)	y (m)
0	2.372	2.382	2.386	2.386

10	3.089	3.092	3.095	3.095
20	3.549	3.551	3.553	3.553
30	3.905	3.906	3.908	3.908
40	4.201	4.202	4.204	4.204
50	4.457	4.458	4.460	4.460
60	4.685	4.686	4.688	4.688
67.047	4.835	4.932	4.932	4.932
70	4.860	4.892	4.889	4.889
80	5.085	5.085	5.083	5.083
90	5.260	5.260	5.259	5.259
100	5.425	5.423	5.422	5.422
110	5.579	5.577	5.576	5.576
125	5.793	5.792	5.790	5.790

Los métodos Runge-Kutta-Fehlberg dan resultados iguales, el error calculado con la diferencia entre los dos métodos alcanza un valor máximo de 5×10^{-5} , precisión mucho mayor a la requerida en la aplicaciones de ingeniería, por lo que, no se requiere el cambio del intervalo Δx .

Considerando los resultados para el método Runge-Kutta-Fehlberg de 5^{to} orden como el parámetro de comparación, los mayores porcentajes de diferencia se presentan para el método de integración numérica con un porcentaje del 2%.

El método de integración numérica admite intervalos mayores, los métodos Runge-Kutta no convergen a una solución con el mismo intervalo utilizado en la integración numérica ($\Delta x = 5m$). Por lo tanto, se podría asumir que el método de integración numérica es el más adecuado ya que no requiere intervalos tan pequeños, sin embargo, el proceso para determinar la caída en el nivel de agua $\Delta y'$ es iterativo para cada intervalo de x , además, el método presenta dos soluciones, una para flujo subcrítico y otra para flujo supercrítico. Adicionalmente la convergencia de la solución para cada intervalo de x no es automática, requiere un proceso de prueba y error.

Conclusiones

Del análisis realizado se puede concluir que todos los métodos aplicados dan un nivel de precisión adecuado, los problemas de convergencia reportados para el método de integración numérica junto con la complejidad del cálculo de los coeficientes de los métodos Runge-Kutta_Fehlberg pueden direccionar la tendencia a la aplicación de un método intermedio como el método Runge-Kutta clásico que representa un balance entre precisión y complejidad del método.

Referencias

- [1] V. T. Chow, *Open-channel hydraulics*. Caldwell, NJ: Blackburn Press, 2009.
- [2] T. W. Sturm, *Open channel hydraulics*, 2nd ed. Dubuque, IA: McGraw-Hill, 2010.
- [3] B. C. Yen, H. G. Wenzel, and Y. N. Yoon, "Resistance Coefficients for Steady Spatially Varied Flow," *J. Hydraul. Div.*, vol. 98, no. 8, pp. 1395–1410, 1972.

- [4] P. Venkataraman, M. S. Nasser, and A. S. Ramamurthy, “Dynamic equations for steady spatially varied open channel flow: a critical review,” *Adv. Water Resour.*, vol. 5, no. 2, pp. 66–72, Jun. 1982.
- [5] M. R. Hashemi, M. J. Abedini, and M. Nasser, “Differential quadrature type solution for steady nonuniform flow in an open channel,” presented at the The Fifth Iranian Hydraulic Conference, 2006, pp. 927–934.
- [6] E. Kreyszig, H. Kreyszig, and E. J. Norminton, *Advanced engineering mathematics*, 10th ed. Hoboken, NJ: John Wiley, 2011.
- [7] R. Szymkiewicz, *Numerical Modeling in Open Channel Hydraulics*, vol. 83. Dordrecht: Springer Netherlands, 2010.
- [8] E. Fehlberg, “Klassische Runge-Kutta-Formeln vierter und niedrigerer Ordnung mit Schrittweiten-Kontrolle und ihre Anwendung auf Wärmeleitungsprobleme,” *Computing*, vol. 6, no. 1–2, pp. 61–71, Mar. 1970.

Caracterización SIG del uso de la tierra y geomorfología del Macizo del Cajas, Ecuador

Caldas Calle, Ana X. ^{1*} Vázquez Zambrano, Raúl F. ^{1,2} Mejía Coronel, Danilo ³ Hampel, Henrietta ^{3,2} Mosquera, Pablo ⁴

1 Facultad de Ingeniería, Universidad de Cuenca, Av. 12 de Abril s/n y Av. Loja, Cuenca, Ecuador

2 Laboratorio de Ecología Acuática (LEA), Departamento de Recursos Hídricos, Universidad de Cuenca.

3 Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Cuenca.

4 Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca (ETAPA EP), Sucre y Benigno Malo, Cuenca, Ecuador.

** E-mail: anice_842002@yahoo.com.mx*

Palabras Claves: herramientas SIG, imágenes multiespectrales, limnología, uso del suelo, tiempo de residencia.

Resumen

El Macizo del Cajas (MzC) está considerado como una zona inmensamente productiva y biodiversa que requiere una gestión sostenible de conservación biológica, que solo puede alcanzarse a través de la investigación científica sobre las estructuras y funcionamientos de los ecosistemas Andinos que lo componen. En esta línea, hoy en día las técnicas de teledetección permiten la gestión de gran cantidad e información bajo diversos formatos de manera rápida, integrada y eficaz. Así, el presente trabajo tiene como objetivo la utilización de estas herramientas en la caracterización física del MzC, esperando obtener como productos principales un mapa de uso de suelos, y parámetros geomorfológicos tales como la profundidad de algunos lagos de interés, insumos de gestión y de investigación que se complementarán con modelación hidrológica para una estimación congruente de los tiempos de residencia de los principales lagos del Parque Nacional Cajas (PNC), parte importante del MzC.

1. Introducción

El Macizo del Cajas (MzC) se encuentra dentro de la red mundial de reservas de Biosfera (UNESCO, 2013) que posee una particularidad con respecto a las 617 existentes en el mundo, y que tiene que ver con la transición de alturas de 0 m sobre el nivel medio del mar (s.n.m.) en las cercanías del Golfo de Guayaquil, creciendo de 1000 a 2800 m s.n.m. en los humedales y bosques montañosos y por último llegando a alcanzar una altitud de 4500 m snm. en el Parque Nacional Cajas (PNC), lo que hace que sus servicios y funciones concedan un gran potencial a la parte sur del Ecuador.

Dentro del área del MzC se localizan alrededor de 6000 cuerpos de agua (lagos y lagunas), de los cuales más del 50% se encuentran dentro del PNC, los mismos que forman una parte fundamental en la regulación hídrica de los ríos que sirven a asentamientos importantes tales como la ciudad de Cuenca y a otros, que drenan hacia las estribaciones occidentales y que son fuentes importantes de riego en las zonas bajas. Por otra parte, la importancia de estos cuerpos radica en que son las nacientes de los principales afluentes de los ríos Tomebamba, Mazán, Yanuncay y Migüir que son aportadores del complejo Hidroeléctrico Paute que provee de electricidad a gran parte de todo el Ecuador.

Por todo lo anterior, la investigación sobre el funcionamiento de estos elementos hídricos mejoraría la capacidad de gestión de los tomadores de decisiones involucrados en la gestión de estos importantes recursos naturales. Sin embargo, la investigación científica es escasa y en algunos ámbitos y zonas es nula [1], además que la información de la que se dispone actualmente en términos de la descripción básica de las propiedades físicas del MzC, tales como la distribución de las unidades principales de suelos o el uso del suelo, es bastante limitada en relación a su resolución y a la variación espacial de éstas propiedades (ETAPA EP, 2015).

Si se considera que esta información base es fundamental para un correcto manejo de los importantes recursos naturales del MzC, así como un instrumento básico de la planificación territorial, inventario de la cobertura o utilización de un determinado espacio geográfico, resulta clara la importancia de generar nueva información mucho más detallada y precisa de este tipo de propiedades.

Hoy en día, se han abierto nuevas posibilidades en cuanto al empleo de imágenes satelitales y Sistemas de Información Geográfica (SIG), asociados a la descripción de tipo y uso de coberturas de suelos, procesos ecológicos, modelación hidrológica, limnología etc., que permiten la gestión de la información actualizada a gran escala, y que además los resultados son altamente confiables [2], siendo ventajoso el ahorro de tiempo y, en mucho de los casos, se puede evitar la aplicación de metodologías clásicas que se tornan difíciles en superficies muy extensas [3].

En este contexto, el presente estudio busca elaborar un mapa de uso del suelo del MzC en base al tratamiento de imágenes satelitales y de la validación de la clasificación resultante considerando información disponible para el manejo del PNC.

Otra información de interés para la gestión apropiada de los importantes recursos naturales del MzC tiene que ver con la limnología de los lagos de esta región, en particular, con aspectos geomorfológicos tales como su profundidad máxima con la intención de distinguir entre lagos profundos y someros. Por consiguiente, el presente estudio inspeccionará la factibilidad de estimar las profundidades máximas de los lagos de manera indirecta en base a información relacionada tal como modelos digitales de elevación (MDE) de la zona de estudio y el empleo de herramientas de SIG. Adicionalmente, esta información derivada se complementará mediante el desarrollo de una modelación hidrológica con la cual se espera contribuir a una estimación congruente de los tiempos de residencia de los principales lagos del PNC.

2. Materiales

El MzC (Fig. 1) se encuentra en la cordillera de los Andes, sus estribaciones están cercanas al Océano Pacífico y el valle Interandino y Amazónico al oriente, comprende una extensión de 976.601 ha. Además está compuesto por diferentes ecosistemas, en su mayor parte por páramo, bosque húmedo montañoso y bosque de estribación occidental, planicie costera, manglar, etc.

Para el presente estudio se utilizarán diferentes tipos de datos, desde imágenes satelitales y ortofotos para el análisis de los patrones de cobertura de suelos y la determinación de las profundidades máximas de los lagos. A efectos de validación de las profundidades se dispone de una base de datos batimétricos de lagos y lagunas, que será suministrada por la Empresa de Telefonía, Agua Potable y alcantarillado (ETAPA EP).

Con respecto a la estimación de los tiempos de residencia de lagos y lagunas selectos, se dispone de información de parámetros hidro-metereológicos, que serán recopilados en diferentes instituciones entre estas Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), Instituto Nacional de Meteorología en Hidrología (INAMHI), ETAPA EP, Universidad de Cuenca (UC), etc



Figura 1. Ubicación y extensión geográfica Macizo del Cajas ([4]).

3. Métodos

3.1. Mapa de Uso de Suelos

La metodología para obtener el mapa del Uso del suelo para el MZC depende del nivel de la calidad de la información disponible [3] e incluye la clasificación de imágenes que empieza por el pre-procesamiento de datos satelitales, la clasificación del uso del suelo, y la integración de datos. Para la corrección atmosférica se han utilizado modelos que realicen la transformación de la radiancia a valores de reflectividad [5]. La corrección geométrica se la realizó en base a la cartografía existente y al sistema de referencia Universal Transversal Mercator (UTM).

Adicionalmente la metodología considerada incluye los procesos de geocodificación para la alineación de la información con la grilla de coordenadas, la corrección de sombras por topografía, filtros radiométricos [6], [7], etc.

En cuanto a la validación de la clasificación de imágenes, se las realizará con visitas a campo, actividad que será combinada con información generada por ETAPA EP para el PNC en base a aéreo-restitución fotogramétrica de tal forma que este mapa de uso de suelo del PNC sirva a su vez de información de entrenamiento para el mapa más general que se llevará a cabo para el MzC. De la misma manera, la validación del modelo de clasificación será el método de la matriz de confusión, a través del índice Kappa y el porcentaje de píxeles correctamente clasificados [8].

3.2. Profundidades máximas de lagos

Para este análisis se emplearán imágenes satelitales siguiendo las metodología expuestas en [9], [10] y [11] donde los modelos empíricos establecen una regresión lineal entre la profundidad y la radiancia de las aguas en las bandas del visible espectro electromagnético, que puede ser determinada bajo una función lineal del tipo de sustrato del fondo y por una función exponencial de la profundidad. También se analizará la posibilidad de inferir regresiones significativas entre propiedades del terreno inmediatamente adyacente a los lagos y las profundidades máximas medidas en campo antes del desarrollo del presente estudio.

3.3. Modelización hidrológica

Para el desarrollo del modelo hidrológico, y en general para todo el proceso de modelización numérica, se utilizará un protocolo determinístico (Vázquez, 2010, 2003). Sin embargo, la calibración del modelo estará condicionada a la disponibilidad de observaciones; en caso contrario, la modelización hidrológica se basará en aspectos del balance hídrico. La selección del código numérico dependerá de las condiciones de disponibilidad de información y las propias de los sistemas lacustres que se vayan a estudiar. En este sentido, cabe perfectamente la posibilidad de que se tenga que desarrollar algún código informático específico para el efecto.

4. Resultados

Dentro de los resultados más destacados obtenidos están (i) el mapa de uso del suelo del MzC; (ii) una aproximación metodológica para inferir profundidades máximas de lagos en base a medidas indirectas de sistemas remotos y/o análisis de información secundaria, como por ejemplo la topografía adyacente a los lagos, procesada mediante herramientas SIG; y (iii) un modelo hidrológico asociado a ciertos lagos de interés del PNC.

5. Conclusiones

En mención a lo que se ha descrito anteriormente, se observa que la metodología está en función de los objetivos finales que deseamos obtener, en este sentido la elección de la misma estará fundamentada sobre técnicas actuales que muestren excelentes desempeños sobre el procesamiento de imágenes satelitales.

El mapa de uso de suelos del MzC, generado por teledetección, si bien presentará un pequeño índice de error, proporcionará información que es realmente útil a la hora de gestionar los enormes recursos y servicios del MzC.

Desarrollar una metodología para el análisis indirecto de las máximas profundidades de lagos, en ecosistemas Andinos, como en el caso del MzC, representaría una herramienta útil para todas las entidades interesadas en la gestión sostenible de esta región.

Todos los análisis planteados en el presente trabajo son innovadores no solo a nivel local sino, inclusive, a nivel internacional (regional y mundial).

6. Agradecimientos

El presente documento se relaciona a los resultados iniciales de la tesis de Maestría de la primera autora (Maestría en Ciencias de la Ingeniería para la Gestión de los Recursos

Hídricos), codirigida por el segundo y tercer autores; y de las diversas investigaciones dirigidas y codirigidas por la cuarta y segundo autores, tales como el proyecto "Caracterización limnológica de los lagos y lagunas del Parque Nacional Cajas", financiado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca (DIUC) y ETAPA EP.

7. Referencias

- [1] H. Hampel, J. Cocha, y D. Vimos, «Incorporation of aquatic ecology to the hydrological investigation of ecosystems in the high Andes», *Maskana*, vol. 1, n.º 1, pp. 91-100, oct. 2015.
- [2] . C. Chuvieco, «Aportaciones de la Teledetección espacial a la cartografía de ocupación del suelo», *An. Geogr. Univ. Complut.*, n.º 5, pp. 29-48, 1985.
- [3] M. L. Guichón, M. E. Angelini, A. Benítez, y M. H. Cassini, «Caracterización ambiental de la cuenca del río Luján (Argentina) aplicando dos metodologías de procesamiento de información satelitaria (PDF Download Available)», *ResearchGate*, pp. 1-7, 1999.
- [4] S. Rodríguez, F. Rodas, A. Shubert, y S. Vasco, *BIOSFERA DEL MACIZO DEL CAJAS*. Cuenca, Ecuador: ETAPA EP, Municipio de Cuenca, Ministerio del Ambiente, SENPLADES, Ministerio de Relaciones Exteriores, Cooperación Alemana GIZ, Naturaleza y Cultura Internacional, 2014.
- [5] M.-R. Rujoiu-Mare y B.-A. Mihai, «Mapping land cover using remote sensing data and GIS techniques: A case study of Prahova Subcarpathians», *Procedia Environ. Sci.*, vol. 32, pp. 244–255, 2016.
- [6] S. Salgado, F. Betancourt, y F. Cuesta, «Caracterización de la cobertura vegetal y uso del suelo en la cuenca alta del río Mazar, Provincia Cañar–Ecuador.», *Unidad Ecol. Espac. Lab. SIG SR Ecociencia Quito Ecuad.*, 2007.
- [7] N. Del Toro Espín, F. Gomariz-Castillo, F. Cánovas-García, y F. Alonso-Sarría, «Comparación de métodos de clasificación de imágenes de satélite en la cuenca del río Argos (Región de Murcia)», *Bol. Asoc. Geógrafos Esp.*, vol. 67, pp. 327–347, 2015.
- [8] H. A. Gómez, «Clasificación de Imágenes Multispectrales Landsat TM por medio de Redes Neuronales no Supervisadas», Universidad Particular de Loja, Loja, Ecuador, 2006.
- [9] Degioanni, A., Reynero, M.A., Cisneros, J., y Cantero, A., «Batimetría de lagunas mediante teledetección: ajustes de un modelo empírico en el sureste de Córdoba, Argentina», *Rev. Teledetec.*, p. 17: 89-95, 2002.
- [10] D. R. LYZENGA, «Remote sensing of bottom reflectance and water attenuation parameters in shallow water using aircraft and Landsat data», *Int. J. Remote Sens.*, vol. 2, n.º 1, pp. 71-82, ene. 1981.
- [11] M. Zhang, K. Carder, F. E. Muller-Karger, Z. Lee, y D. B. Goldgof, «Noise Reduction and Atmospheric Correction for Coastal Applications of Landsat Thematic Mapper Imagery», *Remote Sens. Environ.*, vol. 70, n.º 2, pp. 167-180, nov. 1999.
- [12] M. Nolasco, E. A. Willington, y M. Bocco, «Clasificación del uso de suelo en agricultura a partir de series temporales de imágenes LANDSAT», en *XLIII Jornadas Argentinas de Informática e Investigación Operativa (43JAIIO)-VI Congreso Argentino de AgroInformática (CAI)(Buenos Aires, 2014)*, 2014.

Stochastic Rainfall Forecasting for High Tropical Andean Regions

Mendoza, Daniel E. ^{1*}; Samaniego, Esteban P. ²; Pacheco, Esteban A. ¹; Carrillo, Verónica M. ¹; Ochoa-Tocachi, Diego R. ³

1. Departament. of Civil Engineering, University of Cuenca, Av. 12 de Abril sn, CP:010112, Cuenca, Ecuador, daniel.mendoza@ucuenca.edu.ec

2. Departament of Water Resources and Enviromental Sciences, University of Cuenca, Av. 12 de Abril sn, CP:010112, Cuenca, Ecuador.

3. Departament of Mathematics, University of San Francisco of Quito, Av. Diego de Robles & Interoceánica, CP:170901, Quito-Ecuador

Key words: Non-stationary, SARIMA, DHR, random-walk, South-Ecuador

I Congreso de Manejo Integral de la Calidad de Agua

Abstract

High Tropical Andean systems play a fundamental role in rainfall water generation for the region. Therefore, management and decision making require more accurate quantification and forecasting. However, the latter is inherently difficult, due to the non-stationarity nature of climate series, and the differences in climate conditions. Nonetheless, stochastic models, such as the Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA, or an extension thereof with Seasonal terms SARIMA), and Dynamic Harmonic Regression (DHR), are very frequently used techniques for forecasting purposes. Interesting Differencing structures and Random Walk (RW) processes are embedded in ARIMA and DHR for handling non-stationarity. However, since in every particular application several RW processes and structures are suitable for DHR and ARIMA respectively, they have to be carefully chosen from all of them using appropriate statistical criteria (Identification). An applied study carried out over a South-Ecuadorian region reveals the following results: 1) According to Akaike Information Criteria (AIC), Autoregressive Moving Average (ARMA, which are simpler ARIMA models) perform best. 2) The best performing RW process embedded in DHR techniques is the simple well-known Autoregressive of order one (AR[1]). 3) After Identification process, DHR and ARMA models perform virtually equal according to the Coefficient of Determination (R²), Root Mean Square Error (RMSE); except for BIAS in which slight differences are shown, although both models underestimate and overestimate peaks and lows respectively.

Introduction

Many influential climate factors converge in the tropics. For instance, the *Hadley* (north-south) cell and the *Walker* (east-west) cell are the main circulation patterns present in these regions. Moreover, the migration of the *Intertropical Convergence Zone* (ITCZ) and *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) has a strong influence on climate, and consequently rainfall behavior in the mentioned area [1], [2].

For the High Andean Tropical systems, an additional introduction of complexity over climate patterns are given mainly by altitude and orographic features, which alters the flux patterns, with a strong climate variability as a consequence [3], [4]. Particularly, the South-Ecuadorian region shows strong spatial variability, with clear rainfall regimes present along the area [5], [6], [7], [8]. However, despite the inherent climate complexity, the regimes are indeed of strong seasonal nature.

The rainfall modeling in Tropical Andean systems has become a challenge. For instance, efforts of rainfall representations have been treated under complex models (GCMs), reporting inaccuracies mainly attributed to their inability for representing complex climate conditions with suitable parameterizations [9], [10]. Therefore, in order to obtain more accurate rainfall representations and predictions, simpler and suitable models must be used. Therefore, it seems reasonably to apply stochastic frameworks, with seasonal or periodical components, for areas with seasonal regimes of rainfall behavior [11].

For instance, the *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA, or its *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) extension), and the *Dynamic Harmonic Regressions* (DHR) are among of the most common tools for forecasting purposes in environmental sciences [12], [13], [14], [15]. To deal with the non-stationarity, DHR technique allows non-stationary forecasting using *Recursive Estimation* methods with embedded *Random Walk* processes [15], [16], while ARIMA or SARIMA models includes *Differencing* processes embedded in a stochastic structure (three parameters indicates the order and structure of the model as discussed later) [17]. Nonetheless, several *Random Walk* processes and a wide variety of ARIMA or SARIMA structures could be suitable for a specific time series forecasting. Therefore the identification of the best models within each methodology are also one of the most important challenges in Stochastic Time Series modelling [18].

Then, the general idea here is to identify, the most suitable ARIMA (or SARIMA) and DHR models, showing also its predictive capabilities within a complex climate Tropical Andean region. Moreover, a general statistical comparison will allow establishing a relative perspective of each other in order to unveil the strengths and weaknesses of these techniques in forecasting practices.

The work here developed has important engineering impacts due to the fundamental role that Tropical Andean systems play as life sustainers, and water providers -including Hydropower energy generation- [19].

Materials and Methods

Study Area

The “*Paute*” River Basin (**Fig.1**) is located in the south of Ecuador, in the inter-Andean valley depression which separates the Western and the Real Cordilleras [20]. The basin has an area of 6481 km², and its elevation ranges between 900 to 4200 m a.s.l. It supports several ecosystems, from which the Neotropical Alpine Wetland ecosystem is highlighted, as it is regarded as a water provider due to its hydrological features [19]. The biodiversity in the basin is rich. In fact, two national parks, namely, El “*Cajas*” and “*Sangay*”, are completely and partially within the basin limits, respectively. In addition, the basin is an important spot for hydropower generation in the Ecuadorian region, supplying nearly 1100 MWh of energy.

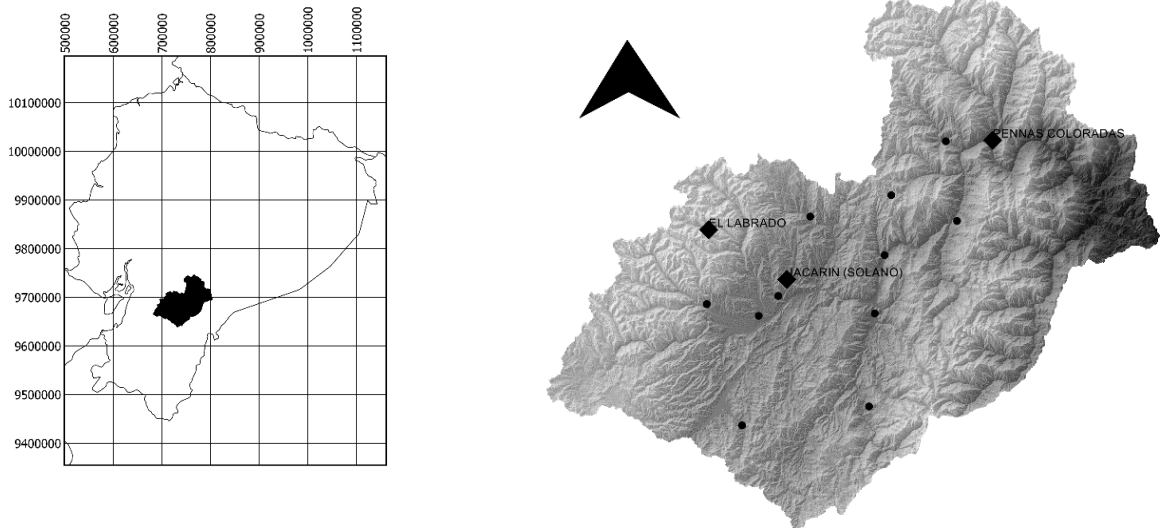


Figura 11. Location of the study area (Paute Basin)

Data

Daily accumulated rainfall values from the “Jacarin”, “Labrado”, and “Peñas Coloradas” stations (**Fig.1**) were aggregated to a monthly time scale. A fixed period of thirty years (January/1980-December/2010) was chosen for each rainfall time series, which ensures the maximum amount of continuous data. Monthly gaps were estimated using multiple linear regression with neighboring stations showing the highest correlation coefficients [13]. Those rainfall series represent the typical rainfall regimens previously described for the region [6].

Dynamic Harmonic Regression (DHR)

DHR (**Eq. [a],[b],[c],[d]**) is a well-known technique for signal extraction within the framework of *Time Series Analysis* theory. This stochastic technique uses spectral analysis, introducing the concept of *Time Variable Parameters* (TVP's), which allow time-evolving parameters in linear models to deal with non-stationarity time series. Time variation is described by *Random Walk* (RW) processes (**Eq. [c],[d]**) which are of different structures [16], [15], [21], [22]. The parameter evolution is achieved under optimal conditions by fitting modeled spectral signal (*Fourier Transform* over [a]) to empirical one (*Fourier Transform* applied over an autoregressive model representing the signal) obtained from the time series. The last process is known as (*hyper-parameter optimization*), and the autoregressive model over which *Fourier* is applied is identified by means of the AIC parameter [16],[18]. Since the motivation of this work lies on the application rather than on mathematical details, the authors refer the reader to the literature on DHR algorithms, the *Kalman Filter*, and the *Fixed Smoothing Algorithm* (KF/FIS) for time variable parameters, such as [16], [15]. The complete DHR and KF/FIS recursive algorithm are implemented in the MATLAB-CAPTAIN toolbox [23], which is freely available at <http://www.es.lancs.ac.uk/cres/captain/>.

$$a) \quad y_k = T_k + S_k + e_k \quad ; \quad e_k = N(0, \sigma^2) \quad \text{DHR model, Trend(T), Seasonal components(S), error(e)}$$

$$b) \quad S_k = \sum_{i=1}^{RS} \{a_{i,k} \cos(w_i k) + a_{1,i,k} \sin(w_i k)\} \quad \text{Periodical components; (a) parameters, (w) periodicities}$$

c) $\mathbf{a}_{i,k} = \mathbf{A}_i \mathbf{a}_{i,(k-1)} + \mathbf{D}_i \boldsymbol{\eta}_{i,(k-1)}$ _Generalized Random Walk models

d) $\mathbf{A}_i = \begin{bmatrix} \alpha & \beta \\ 0 & \gamma \end{bmatrix}; \mathbf{D}_i = \begin{bmatrix} \delta & 0 \\ 0 & \varepsilon \end{bmatrix}$ _ $(\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon)$ Hyperparameters. δ, ε are optimized by nvr ($\sigma^2_{\delta, \varepsilon} / \sigma^2$) values

Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) and Seasonal extensions (SARIMA)

The ARIMA is a stochastic technique within the Time Series Analysis theory, frequently used for prediction and forecasting purposes. The general mathematical description is denoted by *ARIMA* (p, q, d), in which (p) describes the autoregressive order of the model, while (q) denotes the moving average order. The (d) parameter denotes the number of *Differentiations* applied to the time series for removing non-stationarity (**Eq. [e],[f]**). The *ARIMA* ($p, q, 0$) is simply known as the *Autoregressive Moving Average Model* (ARMA), which works under stationarity assumptions. Further, the (**Eq. [g]**) represents the full Seasonal model (SARIMA), and the mathematical notation for these more complex structures is represented by *SARIMA*(p, q, d)(p', q', d')_s, in which the additional parameters indicates similar regressive operations applied over a seasonal (s) lag operator [14].

a) $(1 - \sum_{i=1}^p \phi_i L^i)(1 - L)^d y_k = (1 + \sum_{i=1}^q \theta_i L^i) e_k; e_k = N(0, \sigma^2)$ _ARIMA(p, q, d)

b) $e_k + e_{k-1} + e_{k-2} + e_{k-3} + \dots e_{k-q} = (1 + \sum_{i=1}^q \theta_i L^i) e_k$ _L is a lag operator

c) $(1 - \sum_{i=1}^p \phi_i L^i)(1 - \sum_{i=1}^{p'} \Phi_i (L^s)^i)(1 - L)^d (1 - L^s)^{d'} y_k = (1 + \sum_{i=1}^q \theta_i L^i)(1 +$

$\sum_{i=1}^{q'} \Theta_i (L^s)^i) e_k$ _SARIMA(p, q, d)(p', q', d')

Searching methodology for the best Random Walk DHR model and (S)ARIMA structure

Noticing that DHR modeling uses spectral properties in order to adjust RW parameters, is reasonable then to base the selection of such RW model by means of analyzing the adjusted and the empirical spectral signals. Therefore, a test of several parameter combinations following (**Eq. [c],[d]**) is carried out in order to identify the best set of parameters which handle the best performance in adjusted and empirical spectrum [16],[18]. Fortunately, this process could be simplified thorough MATLAB-CAPTAIN toolbox, which has embedded an optimization methodology based on a nonlinear objective function, which could be understood as a model adequacy measure. Therefore, after optimization, the set of parameters which show the minimal objective function will be considered as the best which handle the RW model [23].

On the other hand, since there are multiple models for representing a specific data set inside ARIMA or SARIMA methods, an identification of the best one is based on a limited set of statistics (*Akaike Information Criterion* (AIC), *Corrected AIC* (AICc), and *Bayesian Information Criterion* (BIC), which ensures *parsimony* under the *entropy* concept [11], [24], [25], [26]. The searching task of the best ARIMA or SARIMA model is achieved by the automatic “*forecast*” R package algorithm, which applies all possible

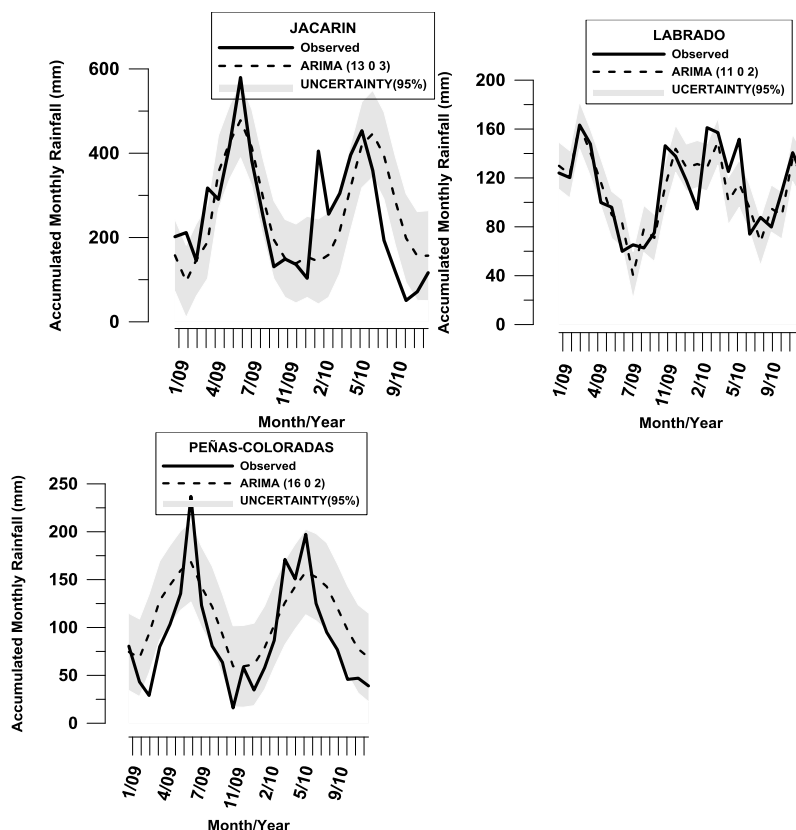
modeling combinations, and returns the structure of the one with the best AIC, AICc, and BIC parameters [27].

Results and Discussion

The results summarized in (**Tab. 1**) show that, from an extensive variety of SARIMA possible structures, the identification process according to AIC, AICc and BIC gives ARMA structures (excluding the *differencing* (*d*) process) as the most competent models for all the studied series. However, these ARMA models are highly ordered.

On the other hand, (**Tab. 2**) summarizes the best DHR model for each rainfall series. These models use *Autoregressive of order one* (AR(1)) RW structures for time parameter evolution for all the studied cases. These structures are one of the most simple RW models in which the parameters (β), (γ) and (ϵ) are zero, and only (α) and (δ) parameters showed in **Eq. (d)** are optimized for each seasonal component within a model.

The last two year's forecasting for all the rainfall stations is shown in (**Fig. 2**). The performance and uncertainty of these two models for such a period are virtually the same thorough each rainfall station. This is also supported by the statistic showed in (**Tab. 3**), in which except for BIAS, similar values for the Coefficient of Determination (R²) and the Root Mean Square Error (RMSE) are shown.



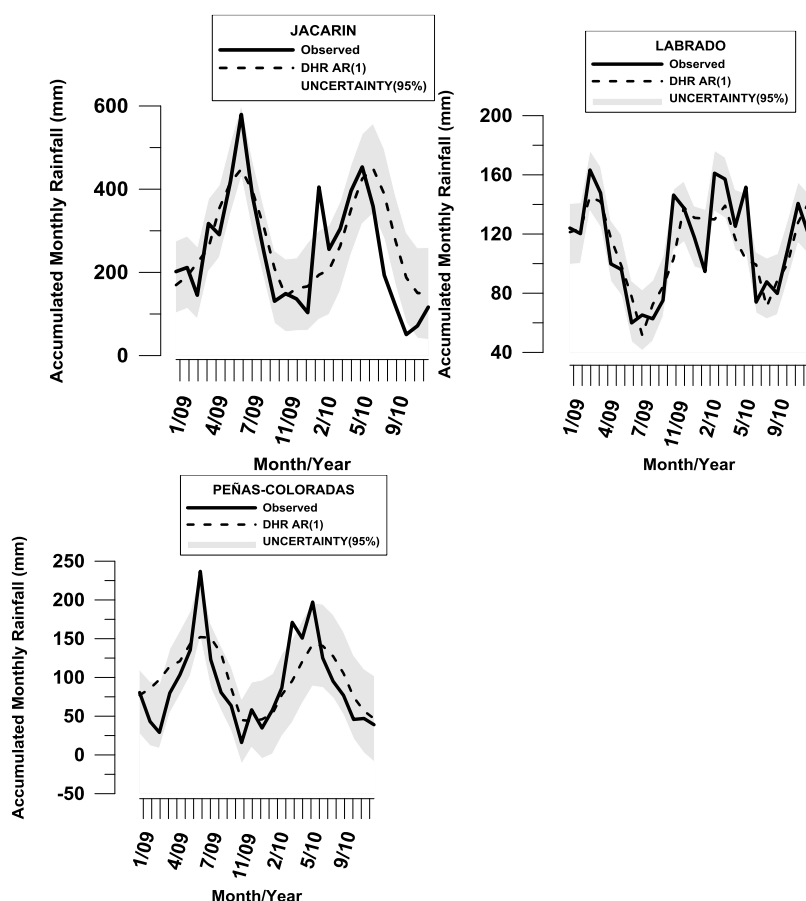


Figura 2. Two years ahead forecasting

Table 16: Best identified ARMA models

Rainfall Stations	AIC	AICc	BIC	Structure
Jacarin	4402.7	4404.7	4473.3	(13 0 3)
Labrado	3288.4	3289.7	3347.2	(11 0 2)
Peñas Coloradas	3842.1	3844.5	3920.5	(16 0 2)

*Akaike Information Criterion (AIC), Akaike Information Criterion corrected (AICc), Bayesian Information Criterion (BIC). All parameters are dimensionless.

Table 2: Best DHR models [AR (1) schemes]

Rainfall Stations	Trend_Component	12 month_ Component	6 month_ Component	4 month_ Component
Jacarin	(1)[0.0186]	(0.995)[0.0194]	(0.971)[0.0189]	(0.921)[0.0112]
Labrado	(1)[0.1093]	(0.988)[0.0373]	(0.979)[0.0173]	(0.945)[0.0208]
Peñas Coloradas	(1)[0.0311]	(0.985)[0.0368]	(0.859)[0.0527]	(0.864)[0.0461]

*inside () the α parameter is showed; while inside [] nvr parameter is showed according to Eq. [d]

Table 3: Statistics for DHR and ARMA models

Model	R2	RMSE	BIAS
Jacarin_ARMA(13,0,3)	0.6042	85.1074	0.0960
Jacarin_DHR AR(1)	0.5917	86.4476	0.2883
Labrado_ARMA(11,0,2)	0.5962	19.3477	-0.7802
Labrado_DHR AR(1)	0.5468	20.4927	-0.7100
Peñas-Coloradas_ARIMA(16,0,2)	0.4200	40.4159	-0.1612

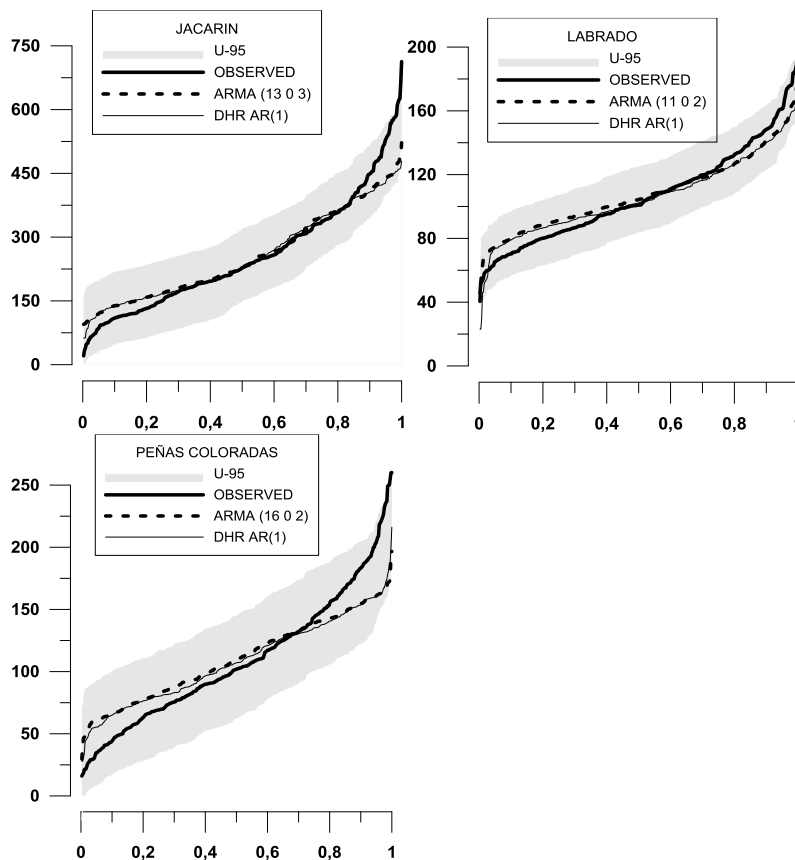


Figura 3. Duration curves

Finally, predictive skills of these models do not fit the low and high peaks, as is shown in (Fig 3). Nonetheless, a slight improvement of ARMA and DHR compared to each other are observed for high and low values respectively. The ARMA models are better for high peaks, while DHR modeling are better in low peaks in all the cases.

Conclusions

Despite the use of complex searching algorithms to identify ARIMA or SARIMA suitable models for rainfall Tropical Andean series, simpler ARMA (although highly ordered) models behave better. The same is interestingly observed for DHR models under different RW processes, in which the simpler AR(1) RW structure is the best one in all the cases for representing rainfall.

However, even when these models enable to capture the rainfall dynamics reasonably well, they are inaccurate for peaks and low flows for its own. Taking in mind that complex structures considered for handling non-stationary effects were discarded, then it might be that great part of the complexity that prevents the predictions lies in the properties of the climate region. Therefore more climate information embedded on this models should be proven in order to achieve improved predictions.

- [18] P. C. Young, *Recursive estimation and time-series analysis: an introduction*. Springer Science & Business Media, 2012.
- [19] R. Céleri and J. Feyen, "The hydrology of tropical Andean ecosystems: importance, knowledge status, and perspectives," *Mt. Res. Dev.*, vol. 29, no. 4, pp. 350–355, 2009.
- [20] M. Coltorti and C. D. Ollier, "Geomorphic and tectonic evolution of the Ecuadorian Andes," *Geomorphology*, vol. 32, no. 1, pp. 1–19, 2000.
- [21] A. E. Bryson, *Applied optimal control: optimization, estimation and control*. CRC Press, 1975.
- [22] P. C. Young, "Stochastic, dynamic modelling and signal processing: Time variable and state dependent parameter estimation," *Nonstationary Nonlinear Signal Process.*, pp. 74–114, 2000.
- [23] C. J. Taylor, D. J. Pedregal, P. C. Young, and W. Tych, "Environmental time series analysis and forecasting with the Captain toolbox," *Environ. Model. Softw.*, vol. 22, no. 6, pp. 797–814, 2007.
- [24] "On the Derivation of the Bayesian Information Criterion On the derivation of the Bayesian Information Criterion," no. March, 2015.
- [25] H. Akaike, "A new look at the statistical model identification," *IEEE Trans. Automat. Contr.*, vol. 19, no. 6, pp. 716–723, 1974.
- [26] J. E. Cavanaugh, "Unifying the derivations for the Akaike and corrected Akaike information criteria," *Stat. Probab. Lett.*, vol. 33, no. 2, pp. 201–208, 1997.
- [27] R. J. Hyndman and Y. Khandakar, "Automatic time series forecasting : the forecast package for R Automatic time series forecasting : the forecast package for R," *J. Stat. Softw.*, vol. 27, no. 3, pp. 1–22, 2008.

Este estudio se centra en El Barranco que está emplazado en el límite sur de la segunda terraza fluvial de Cuenca, separando el casco histórico de la ciudad contemporánea. En este contexto, es conveniente el uso de un método que logre combinar varios tipos de herramientas para la generación de modelos tridimensionales independientes que combinados generen uno solo general (El-Hakim et al., 2011). De esta manera, se valida una metodología para la identificación y análisis de transformaciones urbano-morfológicas en un sector histórico de la ciudad.

Métodos

Para el análisis se realizó innumerables capturas desde varios puntos cercanos al inmueble de estudio. Estas fotografías obedecen a un orden establecido según la tipología de la edificación. Para las edificaciones esquineras se utilizó como referencia una circunferencia en torno a la edificación y se realizó tomas cada 5 a 10° (Figura 1). Para los inmuebles con retiro frontal, como para los que no lo poseen, se desarrolló vuelos paralelos a las fachadas tomando en cuenta un traslape mínimo del 50% entra cada una de las fotografías, con el fin de no perder información.



Figura 1. Fotografías según tipo de implantación

Entre las herramientas utilizadas están las cámaras manuales, UAV's y escáner LIDAR. Entre estos artefactos están el Drone DJI Phantom 4, la cámara GoPro Hero+ Black Edition, la cámara Nikon D5300, el Iphone 7 y el escáner LIDAR FAROX130. Asimismo, se utilizó software especializado para el procesamiento de los datos como las plataformas Agisoft PhotoScan, Scene, CloudCompare y Autodesk Recap Pro2017.

Primero se empleó el programa Agisoft PhotoScan para generar modelos tridimensionales en formato nube de puntos, a partir de las fotografías capturadas. Para el proceso de datos LIDAR, fue factible usar las plataformas Scene y Recap, la cuales procesan y unifican cada una de las estaciones y generan un modelo tridimensional global. A fin de fusionar todos los prototipos reconstruidos, se utilizó la herramienta CloudCompare. Finalmente, mediante Autodesk Recap Pro 2017 se potenció la visualización y navegación en el modelo tridimensional (figura 2).

Al cabo de cuatro meses se realizó una nueva lectura de toda el área de estudio, con el fin de realizar análisis comparativos. Mediante el software CloudCompare se calcula las diferencias entre reconstrucciones en nubes de puntos de un mismo inmueble, generando datos cuantitativos de las alteraciones que se han suscitado en el sector analizado.



Figura 2. Modelo tridimensional global

Resultados y discusión

Como resultados de la investigación tenemos una nube de puntos actual del sector del Barranco de Cuenca que puede ser actualizada de manera periódica, mecanizando y acelerando los procesos de documentación patrimonial de la ciudad. Los productos

conseguidos del análisis comparativo revelaron dos alteraciones en las edificaciones del Barranco en el período de estudio (figura 3).

Gracias al análisis comparativo entre nubes de puntos y los múltiples datos conseguidos en la etapa de levantamiento, se genera una compleja y actualizada base de datos documentada, para el estudio de sitios históricos e investigaciones sobre ciudad. Esta resulta una metodología viable para una permanente gestión y control del patrimonio edificado.

En la investigación “Point Clouds as a Representative and Performative Format for Landscape Architecture”, de Ervine (2016), se identificaron y analizaron posibles escenarios de riesgo a lo largo del Río Ciliwung, Jakarta, en donde se utilizaron metodologías similares a las usadas en nuestro estudio, las cuales son una opción viable para establecer directrices en torno a la preservación, control y gestión de sectores específicos.

Conclusiones

Resulta interesante observar como los métodos de documentación han perdurado a lo largo del tiempo, pero generando la misma información, la cual se convierte en obsoleta fácilmente. Una metodología adecuada debería adaptarse al acelerado desarrollo tecnológico y traer consigo nuevas metodologías y técnicas que faciliten los procesos de investigación y su posterior repercusión en la gestión y control del patrimonio cultural. Con la metodología analizada y los resultados obtenidos, queda claro que, al aplicar la fotogrametría mediante las diferentes herramientas se abren nuevos horizontes para los organismos públicos y privados dedicados a la conservación del patrimonio cultural.

La ventaja del uso de estas herramientas radica en el hiperrealismo, la precisión y la modificabilidad del modelo, además de su aplicabilidad al momento de identificar y cuantificar transformaciones urbano-morfológicas suscitadas. Los desafíos se centran en la organización de los datos levantados, la compatibilidad de formatos y la accesibilidad de la herramienta y de los modelos tridimensionales, asuntos que deben quedar en manos de las instituciones públicas y privadas de la región.



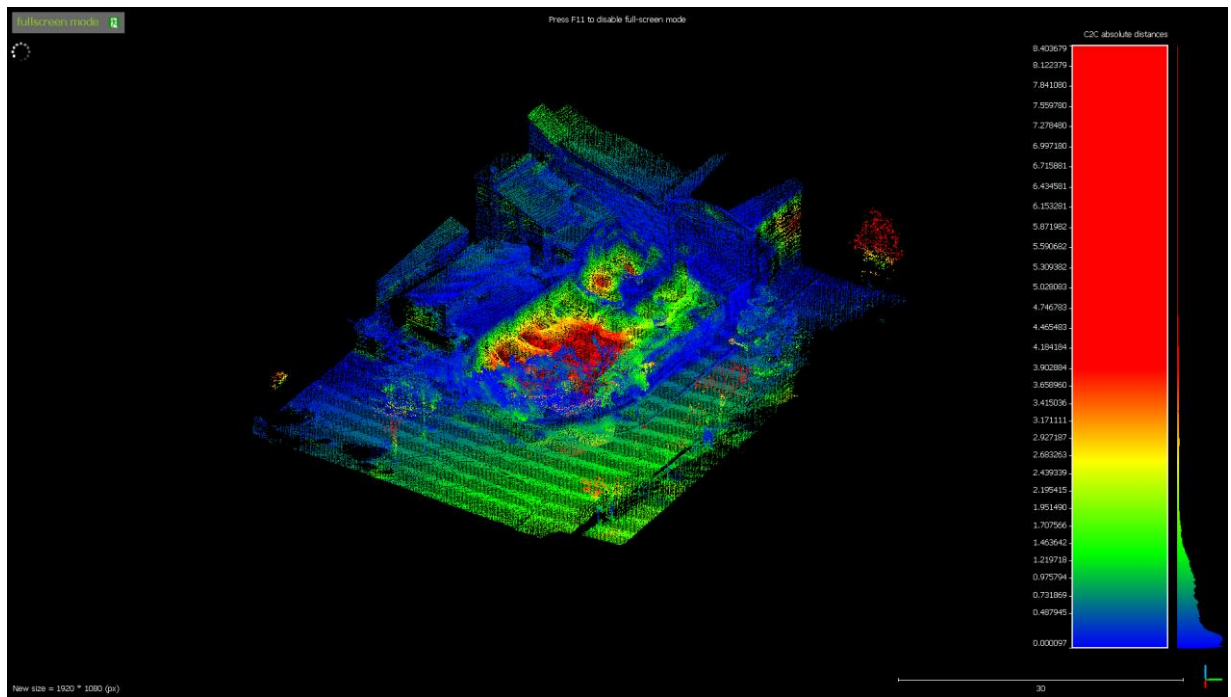


Figura 3. Comparación de nubes de puntos. Análisis de las transformaciones morfológicas

Agradecimientos

Expresamos nuestros sinceros agradecimientos al grupo de investigación Lactalab - Ciudades Sustentables por el apoyo incondicional para este trabajo de investigación.

Referencias

- [1] S. Perera en La ciudad entendida como un organismo vivo, PFC (Ed.). Universidad Francisco de Vitoria, Madrid (2015)
- [2] P. Gamboa: El sentido urbano del espacio público (2003) 13 – 18
- [3] M. Doherty, H.Nakanishi, X. Bai, J. Meyers en Relationships between form, morphology, density and energy (2009) 1-28.
- [4] C. Bacigalupo, L. Cessari en Survey techniques and virtual reality for the recovery plan (2017) 40-42.
- [5] M. Vidanovski Reality computing: what makes photos good for photogrammetry (2016)
- [6] S. El-Hakim, E. Whiting, L. Gonzo, S. Girardi, 3-d Reconstruction of complex architectures from multiple data (2011) 1-8
- [7] L. Ervine, Point Clouds as a Representative and Performative Format for Landscape Architecture - A Case Study of the Ciliwung River in Jakarta, Indonesia. Yakarta (2016).

Construyendo espacio público inclusivo. La importancia de los senderos naturales en las márgenes del río Tomebamba en Cuenca

Hermida Palacios M. Augusta ^{1*}, Peralta Díaz Mariela Alejandra ², Abad González María Paz ^{2 1}

Universidad de Cuenca, Departamento de Espacio y Población. LlactaLAB – Ciudades Sustentables, Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Av. 12 de Abril s/n, Cuenca, Ecuador.

augusta.hermida@ucuenca.edu.ec

2 Universidad de Cuenca, Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

Palabras Claves: Desire lines, Senderos naturales, Caminos peatonales, Márgenes de río, Río Tomebamba.

Resumen

Los senderos naturales son los trazados que se generan en superficies naturales debido a la erosión del suelo provocada por el paso constante de peatones. Su presencia es recurrente en todas las ciudades del mundo y a menudo son percibidos como la falta de inclusión del peatón en el diseño de caminos peatonales y veredas. Esta investigación tiene como objetivo observar, registrar y definir tipologías de los senderos naturales de las márgenes del Río Tomebamba en la ciudad de Cuenca en Ecuador y relacionarlos con el comportamiento y la percepción de sus usuarios con el fin de definir estrategias de diseño que contribuyan a la construcción de espacios públicos más inclusivos. En base al estudio realizado se pudo determinar que la aparición de senderos naturales refleja la falta de continuidad en el diseño de veredas y caminos peatonales y la carencia de inclusión del peatón en estos procesos.

Introducción

En América Latina no existen estudios relevantes sobre los senderos naturales, lo cual se traduce en la implementación de diseños que subestiman el comportamiento y la percepción de los usuarios. Por ello esta investigación se enfoca en el estudio de estos elementos, con el fin de determinar las verdaderas causas que los originan y si la calidad espacial que presenta el entorno juega o no un papel importante en su generación. En el caso de Cuenca en Ecuador, al contar con 133Km de red hídrica y por ende el doble de márgenes de ríos y quebradas, nos ha parecido importante observar, registrar y definir tipologías de los senderos naturales de su principal río, el Río Tomebamba, con el fin de definir estrategias de diseño que contribuyan a la construcción de espacios públicos más inclusivos.

Los senderos naturales o *desire lines*, son los trazados que se forman en zonas urbanizadas debido al paso frecuente de personas, provocando la erosión del suelo. El origen de los senderos es atribuido, generalmente, a la búsqueda de un atajo ya que es innato que el ser humano tome la ruta más corta, la cual siempre tenderá a ser en línea recta. El fotógrafo holandés Jan Dirk Van der Burg realizó una recopilación fotográfica de los senderos existentes en su país en el libro *Olifantenpaadjes* [1], traducido al español como “caminos de elefantes” en donde se encuentran diversas tipologías de senderos naturales que responden a variadas motivaciones.

Métodos

El trabajo se articuló en tres etapas. En la primera, se recorrió las márgenes y con el uso de GPS se identificó y mapeó, tanto los senderos naturales como los diseñados y construidos por la autoridad competente. Con esta información se construyó una base georeferenciada que sirvió para caracterizar los senderos naturales y definir cinco tipologías. En la segunda etapa, se realizó un estudio del comportamiento y la percepción de los usuarios de los senderos, para lo cual se utilizó un formulario de recolección de información, programado en el software Open Data Kit (ODK), además se contó el número de usuarios y se mapeó sus actividades. Se hizo un análisis de la conducta de los usuarios en cada uno de los senderos de acuerdo a las tipologías previamente definidas y se comparó con la vegetación existente y con la percepción de seguridad. Para ello, Jan Gehl (2011) en su libro *Life Between Buildings* [2] recomienda estudiar distintas características de los usuarios como género, edad, actividad; los mismos que, junto con los parámetros de nacionalidad y clima, fueron utilizados en esta investigación. Además, la recolección de información se realizó en tres horarios: 9h00, 12h00 y 16h00, con una duración de 10 minutos cada uno, durante dos días laborables y un fin de semana en el mes de abril [2]. Por último, se contrastó el comportamiento en senderos naturales en relación con los diseñados. En la tercera etapa, se correlacionó las diversas tipologías con los resultados del estudio de comportamiento y percepción y, en base a los resultados se propuso una serie de criterios de diseño e intervención.

Resultados y discusión

Para definir las tipologías se agrupó a los senderos naturales tomando en cuenta sus principales características de uso y función. A partir de este ejercicio se identificaron cinco tipologías (Figura 1): 1) Senderos Alternativos, que son rutas más interesantes y amigables que las rutas diseñadas por la autoridad local; 2) Senderos al Río, que son rutas que conectan los caminos tradicionales (vías, veredas, etc.) con la orilla, y resultan muy importantes pues permiten que los usuarios permanezcan más tiempo en el espacio público; 3) Senderos Necesarios, que son rutas que aparecen debido a la ausencia de infraestructura vial planificada o, en su defecto, debido a un mal diseño o pésimo estado de conservación; 4) Senderos para Acortar Camino, que son rutas que aparecen para reducir distancias, sin importar las características espaciales del entorno; y, 5) Senderos en lugar de Gradas, Barreras y Rupturas, que son rutas que se presentan como una opción para evitar barreras físicas, naturales o artificiales.



Figura 1: 1) Senderos Alternativos; 2) Senderos al Río; 3) Senderos Necesarios, 4) Senderos para Acortar Camino, 5) Senderos en lugar de Escaleras, Barreras y Rupturas

Múltiples fueron las conclusiones sobre tipos usuarios, género, edad, actividades, percepciones, que permitieron sacar conclusiones que se plasmaron en lineamientos de

diseño para cada una de las tipologías. Respecto a los Senderos Alternativos, en donde las características naturales son su principal particularidad pues ayuda a disminuir los malestares generados por el vehículo y proyecta sombra, se propone conservarlos sin alteración.

En relación con los Senderos al Río, se plantea dejar el entorno intacto ya que sus características naturales ayudan a la permanencia en las márgenes. Respecto a los Senderos Necesarios se sugiere que sean intervenidos debido a que su función principal es la de mejorar la continuidad en las márgenes, para ello se recomienda que la autoridad respete su trazado y que además se tome en cuenta el nuevo Plan de Movilidad y Espacios Públicos de Cuenca presentado en el año 2016 [3]. En relación a los Senderos para Acortar Camino, se sugiere darles un tratamiento similar a los senderos diseñados ya que se originan en base a esa misma función. Y, por último, respecto a los Senderos vs Escaleras, Barreras y Rupturas, se plantea suprimir las pendientes hasta igualar la cota de la margen y conseguir su continuidad.

Conclusiones

Con base en el estudio realizado se pudo determinar que la aparición de senderos naturales refleja la falta de continuidad en el diseño de veredas y caminos peatonales y muchas veces la carencia de inclusión del peatón en este proceso. La aparición de senderos no se da de forma aleatoria sino que responde a un comportamiento repetitivo y recurrente en los peatones, por lo que su presencia debería servir de base para el diseño y construcción de caminos peatonales por parte de la autoridad competente. De igual forma se observó que el uso de cada sendero natural está estrechamente relacionado con las características físicas del entorno espacial inmediato y la percepción que de éste tienen los usuarios, omitiendo la diferenciación existente entre las tipologías.

Agradecimientos

Expresamos nuestros sinceros agradecimientos al grupo de investigación Llactalab - Ciudades Sustentables por el apoyo incondicional para este trabajo de investigación.

Referencias

- [1] J. Van der Burg en Olifantenpaadjes. Amsterdam: Robstolk (2011).
- [2] J. Gehl & J. Koch. Life between buildings: Using public space. Washington, DC: Island Press (2011). GAD Municipal del Cantón Cuenca. Plan de Movilidad y Espacios Públicos de Cuenca (2015) Vol. 3: 1751-1757

Exploring space-time patterns of volunteered cycling data in an intermediate city

Abad, Lorena.¹ Orellana, Daniel.^{1*}

1 Department of Space and Population, Ciudades Sustentables Research Group – LlactaLAB, Universidad de Cuenca, Av. 12 de abril, 010150, Cuenca, Ecuador. [daniel.orellana@ucuenca.edu.ec]

Key words: space-time movement patterns, volunteered cycling, space-time cube, hot-spot analysis, local outlier analysis

Abstract

This article focuses on the evaluation of several spatiotemporal analysis techniques from a visualization and exploratory data analysis point of view, to explore space-time patterns of volunteered cycling data in an intermediate city. Volunteered cycling GPS points dataset was analyzed to extract both individual and collective patterns: movement suspension patterns, stopping places, space-time paths, and hot spots and outliers. Results indicate that individual and collective analyses presented very similar behavior; and their representation on space-time cubes illustrated point accumulation and speed variation where lower speeds and stopping behaviors can be examined. The evaluated techniques used to explore spatiotemporal patterns have proven to be successful when characterizing intermediate cities.

Introduction

Intermediate emergent cities in Latin America are facing important challenges. Among those, mobility is an exemplary “wicked problem” which requires to be addressed from different perspectives, and understanding urban non-motorized mobility patterns is a key aspect to a sustainable approach for mobility solutions. Therefore, in the last years, researchers have focused on proposing and developing new methods to explore and analyze movement data.

Exploratory spatiotemporal data analysis (ESTDA) [1] has become a key part of geographical analysis due to the pervasiveness of geo-location technologies [2]. Space-Time Cubes (STCs) are an effective tool for incorporating the temporal dimension into exploratory spatial data analysis (ESDA). They represent the space as a two-dimensional plane, and the time as a third dimension orthogonal to the spatial plane [3]. This representation enables STCs as a framework for applying advanced visualization and analysis techniques of events happening in space. For example, the trajectories of moving objects can be visualized as 3D line strings starting at the bottom of the cube and going up in such a way that it is possible to track the location of the object at any moment [4]. Also, event data [5] can be visualized and analyzed with powerful spatial statistical analyses such as hot spot analysis and local outlier assessments. Although STCs are not new, its implementation in the context of geographic information systems is somehow limited. For example, a STC tool has been implemented in recently in ArcGIS [6]. Space-time cubes have been applied to analyze traffic, health, land use change, and pedestrian activity, among other areas [7:10].

This contribution presents the preliminary results of a study aimed to evaluate the viability of ESTDA techniques, specifically space-time cubes, as tools to detect space-

time patterns of volunteered cycling data in an intermediate city. The study is conducted in the context of a larger research effort aimed to understand the cyclists and pedestrians' mobility from a multidisciplinary approach [11].

Methodology

Study area

Cuenca (Ecuador) is an emerging intermediate city [12] where several efforts to improve mobility are being conducted. City planners require information regarding the location of cycling infrastructure such as cycle ways and bicycle parking facilities.

Data collection and preprocessing

Twenty cyclists voluntarily collected GPS information of their commute trips in two periods of two weeks each [13]. The data was preprocessed to compute derived variables such as speed and bearing. Since the temporal focus of the pattern analysis was the time of the day, the data was aggregated into a single date.

Data Analysis.

Following the work developed by Orellana [14, 2], movement suspension patterns (MSPs) and stopping places were computed, including stops sequences, space-time patterns and point aggregation analyses, to evaluate these methodologies for space-time patterns exploration.

Two approaches were considered. The first is an individual analysis which consists on calculating MSPs [14] for every participant. The second is a collective analysis which considers every speed entry for a global MSP calculation. The MSPs were clustered according to their spatial location, using a kernel-density function [2] to determine cyclist's stopping places. A stop sequence table determined the number and time of stops at every place. This table was further analyzed to extract space-time patterns [15] for every participant.

Space-Time Pattern Mining Toolbox [6] was used to visualize and analyze spatiotemporal GPS points and speed values aggregated into bins. Three major operations were performed: visualization, emerging hot spot analysis, and local outlier analysis. Both, space-time paths and points aggregations were visualized through Space-Time Cubes.

Results and discussion

Exploratory spatial and temporal analysis techniques allowed the understanding of patterns within the study area that characterize the cycling commuting using volunteered geo-information. The LISA was computed for every participant separately and as a group to extract movement suspension patterns represented by clusters of data with a Z-Score above 1.96, and a speed value below the mean [2] (Fig. 1).

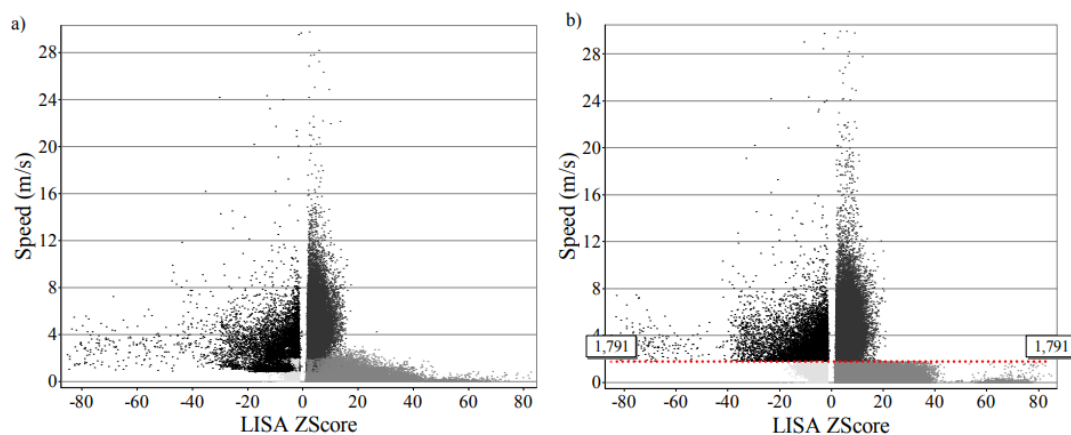


Figure 1: LISA results a) Individual b) Collective analysis.

MSPs were aggregate into potential stopping places and sequences. From these sequences, trajectories were represented as space-time paths (Fig. 2). Individual and collective analyses present very similar behavior between the constructed paths. The more frequently used trajectories concentrate on the center of the study area, more noticeable for the collective analysis; nevertheless, trajectories reaching peripheral areas are also important for both analyses.

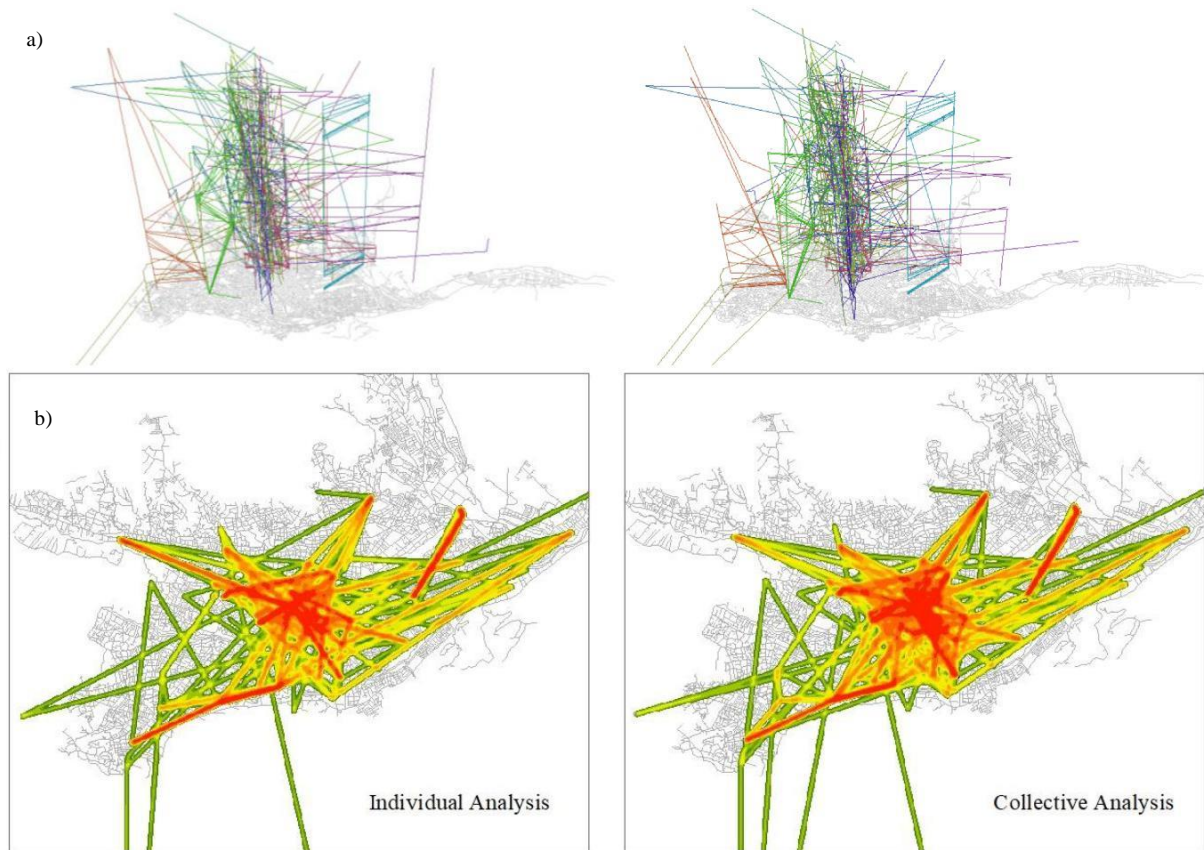


Figure 2: Space-time paths for each analysis. a) Trajectories representation on STC. b) Kernel density indicates the trajectories more frequently used.

Visualization concentrates mainly on a 3D setting to show how the calculated bins behave during the day. Fig. 3 shows space-time cubes of times and locations of stopping behavior (high point density or lower speed values). Both point counts and mean speed were analyzed with the emerging hot spot analysis tool, resulting on several patterns detection; and with the local outlier analysis tool where points aggregate in the city center as clusters but are presented as outliers on peripheral areas.

The techniques successfully characterized the study area, and identified patterns that locate points of interest. Both outcomes presented deep insight regarding the underlying mobility patterns of the cyclists' sample on a spatiotemporal setting, that were successfully matched to the stopping places sequences outcomes, given the observed condition within the study area of similar behavior between individual and collective analyses. A further exploration of the detected stops is required, where the mentioned methodologies and further analyzed to characterize them within the study area.

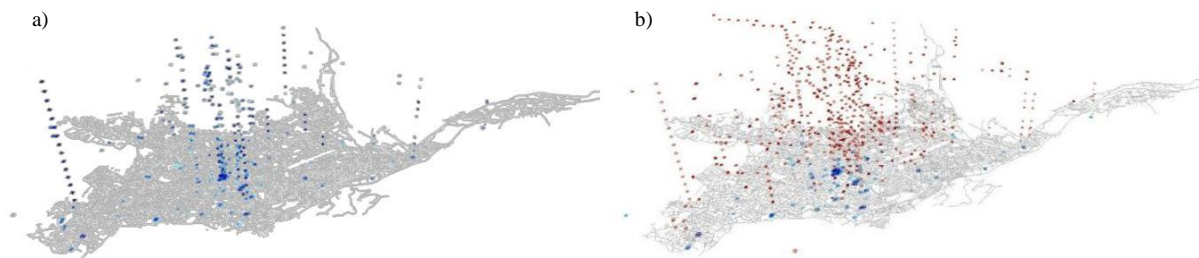


Figure 3: Space-time cube representation of volunteered cyclists aggregated data. a) Point counts where darker blue represents higher points aggregation containing 90% of the data. b) Speed means where darker red represents higher speeds below the average (1.791 m/s) and above 1.96 spatiotemporal trend.

Conclusions

Space-time cubes and spatial statistics were used to detect and characterize spatiotemporal patterns on volunteered cycling geo-information. These techniques have proven useful for exploring and analyzing cycling mobility patterns in the city of Cuenca and can be used in other intermediate cities and even larger urban areas. The results are useful for planning and evaluating cycling infrastructure.

Acknowledgments

This research is part of the research project “Pies y Pedales, estudio de los patrones de movilidad de ciclistas y peatones para una movilidad sustentable”, supported by the Research Directorate of University of Cuenca – DIUC.

References

- [1] N. Andrienko, G. Andrienko in *Exploratory analysis of spatial and temporal data: a systematic approach* (Ed. 1) Springer, Heidelberg (2006).
- [2] D. Orellana, M. Wachowicz; *Geographical Analysis* 43 (2011) 241-260.
- [3] T. Hägerstrand; *Papers of the Regional Science Association* 24 (1970) 7-21.
- [4] N. Andrienko, G. Andrienko, P. Gatalsky; *Journal of Visual Languages and Computing* 14 (2003) 503-541.
- [5] D. Peuquet; *Annals of the Association of American Geographers* 84 (1994) 441-461.
- [6] ESRI; *ArcGIS for Desktop* (2015) available in:
<http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/tools/space-time-pattern-mining-toolbox/an-overview-of-the-space-time-pattern-mining-toolbox.htm>
- [7] J. Cohan, M. Zientek, M. Mihalasky; *Natural Resources Research* 26 (2017) 1-19.
- [8] O. Gudes, R. Varhol, Q. Sun, L. Meuleners; *Accident Analysis & Prevention* 106 (2017) 243-253.
- [9] S. Hosseini, M. Parvin, M. Bahrami; *International Journal of Epidemiologic Research* 4 (2017) 111-117.
- [10] N. Cho, Y. Kang; *Spatial Information Research* 25 (2017) 141-150.
- [11] D. Orellana, C. Hermida, P. Osorio; *Revista Transporte y Territorio* 16 (2017) 168-184.

- [12] Inter-American Development Bank; Emerging and Sustainable Cities Initiative (2015) available in: <http://www.iadb.org/en/topics/emerging-and-sustainable-cities/emerging-and-sustainable-cities-initiative.html>
- [13] D. Orellana in Comunidades Urbanas Energéticamente Eficientes (Ed. 1) EDUFES, Vitória (2016) 141-147.
- [14] D. Orellana, A. Bregt, A. Ligtenberg, M. Wachowicz; Tourism Management 33 (2012) 672-682.
- [15] S. Shaw, H. Yu, L. Bombom; Transactions in GIS 12 (2008) 425-441.

Metodologías para el estudio de la relación entre la forma urbana y el transporte en dos ciudades del Ecuador

Hermida Palacios M. Augusta^{1*}, Maks Davis Michael², Espinoza Abad Juan Leonardo³

1 Universidad de Cuenca, Departamento de Espacio y Población. LactaLAB – Ciudades Sustentables, Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Av. 12 de Abril s/n, Cuenca, Ecuador. augusta.hermida@ucuenca.edu.ec

2 Pontificia Universidad Católica del Ecuador – PUCE.

3 Universidad de Cuenca, Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones - DEET, Facultad de Ingeniería.

Palabras Claves: Forma urbana, transporte eléctrico, energías renovables, sostenibilidad, metabolismo urbano.

Resumen

Este trabajo presenta metodologías para el estudio de la relación entre la forma urbana y el transporte en dos ciudades del Ecuador, que posibilitarán: i) identificar la relación entre la forma urbana, la demanda de viajes y el modo de transporte usado; ii) estimar el consumo energético por uso de combustibles en el sector transporte en Quito y Cuenca, y proyectar su sustitución por energías renovables; e, iii) identificar zonas marginalizadas de las ciudades, en donde se podrían instalar sistemas de generación distribuida renovable para alimentar el transporte eléctrico. Es parte del proyecto “Más allá del Petróleo. Un estudio de la relación entre la forma urbana y el transporte en dos ciudades del Ecuador” que busca diagnosticar la relación entre forma urbana y transporte en Quito y Cuenca para definir criterios de planificación sostenible que permitan disminuir la demanda de viajes, inducir cambios a modos de transporte más eficientes y promover el desarrollo socio-económico de zonas urbanas deprimidas.

Introducción

En los últimos años mucha atención se ha dado a la mitigación del cambio climático mediante diferentes estrategias, entre las cuales la búsqueda de nuevas formas de generación de energía y combustibles alternativos permita reducir las emisiones de gases de efecto invernadero producidos por el parque automotor existente. Por ejemplo, el uso de vehículos eléctricos podría llegar a reemplazar a los tradicionales automotores a gasolina o diésel, con la consiguiente disminución de emisiones. En adición a esto, un diseño urbano adecuado representa una gran oportunidad para disminuir la cantidad de viajes y las distancias recorridas dentro de las ciudades. Así Farrell et al. (2006), citado por Marshall (2008), dice que la mejora de los diseños de la ciudad y las redes de transporte podrían reducir las emisiones de carbono más que sustituir toda la gasolina con etanol de maíz. Con estos antecedentes, parece fundamental generar metodologías que nos permitan reflexionar, desde lo local, la relación entre forma urbana, modos de transporte, innovación tecnológica, energías alternativas y desarrollo socio-económico en las ciudades del Ecuador.

La densificación urbana se ha convertido paulatinamente en el paradigma fundamental para alcanzar la sostenibilidad de las ciudades (Jabareen, 2006). De acuerdo con las teorías de la forma urbana, el concepto de ciudad compacta permite la reducción, tanto del uso del vehículo como modo de transporte, así como del consumo de energía (Lee, Jeong, & Kim, 2015). Este es el gran reto que actualmente enfrentan las ciudades del Ecuador y, particularmente Quito y Cuenca, que presentan procesos de dispersión, bajas densidades y un alto índice de uso de vehículo privado

per cápita que implica importantes consumos de energía fósil y excesiva contaminación ambiental.

Quito cuenta con un amplio sistema de Buses de Tránsito Rápido (BTR) y está en proceso de construcción de la primera línea de metro subterráneo. Sin embargo, esta solución de transporte está enfocada en servir principalmente el eje longitudinal Norte-Sur, sin tener claro cómo conectar las zonas este y oeste de la ciudad. De igual manera, al existir una gran afluencia de viajes diarios procedentes de los valles ubicados al este de la ciudad y alejados de la zona con mayor nivel de consolidación, el problema se ve agravado. Cuenca, por su parte, se encuentra en pleno proceso de implementación del tranvía, como un sistema de transporte eficiente y amigable con la urbe, convirtiendo a la ciudad en pionera de esta tecnología en la región andina. No obstante, al igual que en Quito, este nuevo sistema de transporte no llegaría a solucionar totalmente la problemática de conectividad de la ciudad. Se debe tener en cuenta que ambas ciudades tienen un crecimiento anual del parque automotor muy por encima de su crecimiento poblacional (INEC, 2013). Este trabajo resulta especialmente relevante dado que en el 2013, el consumo total de energía del sector transporte en Ecuador fue de 49 millones de barriles equivalentes de petróleo–BEP, el 16% se debió al uso de autos privados y jeeps, tal como lo menciona el Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos (2014). En Quito se registraron 242.598 automóviles/jeeps y en Cuenca 44.050 unidades, dando un total cercano a los 300.000 vehículos de este tipo, valor que se viene incrementando año a año.

Métodos y Discusión

Las metodologías que se detallarán son cuantitativas y cualitativas: información secundaria, encuestas semi-estructuradas, mediciones de campo, monitoreo con GPS, celulares y grupos focales. Se explicará el uso de indicadores VKT (*Vehicle-KilometersTraveled*). Se establecerá también los modos de transporte más eficientes dentro del sistema propuesto de movilidad urbana, dependiendo de su capacidad para movilizar personas y el área de cobertura efectiva, con el objeto de minimizar emisiones. Se explicará la metodología para cuantificar la demanda de energía para transportación y como ésta puede ser satisfecha a partir de fuentes de energía renovable. La infraestructura necesaria para aprovechar dichas fuentes buscará localizarse en zonas marginalizadas a fin de incluir a la población de escasos recursos dentro de la cadena de valor económica de generación de energía. Entre otras herramientas, se usará los Atlas solar, eólico y de bioenergía, elaborados por instituciones del Estado ecuatoriano. Luego, para identificar los principales sitios con potencial de generación de energía por cada tipo, se tomará como base la información geográfica satelital disponible para luego analizarlos a detalle con equipos del laboratorio de Geomática de la U. de Cuenca (drone, LIDAR). A continuación se efectuará un análisis de costo-efectividad (Jackson, 1991, 1995; Mills et al. 1991; CEC EG XII JOULE, 1991) de las diferentes tecnologías de generación renovable que permita encontrar las que sean viables para cada zona. Finalmente, para determinar la ubicación y funcionamiento de las micro-plantas de energía renovable y apuntar al fomento del desarrollo socio-económico de zonas marginales, se usará el enfoque “community-based energy” (Khan et al., 2007; Walker & Devine-Wright, 2008) que propone un modelo económico que utiliza los recursos naturales disponibles y considera a la comunidad como el principal actor, en coordinación con otras instituciones. Para estos efectos, se construirá un índice de vulnerabilidad social, el cual será utilizado para identificar las zonas urbanas que se beneficiarían mayormente de la localización de la infraestructura propuesta.

Conclusiones

Las metodologías propuestas podrán ser extrapolables a otras ciudades del Ecuador pues la comparación entre ciudades permite establecer la importancia y pertinencia de la aplicación de los criterios de sostenibilidad generados. El proyecto, una vez concluido, propondrá criterios para la generación de política pública referente a la planificación urbana y movilidad sostenible en Quito y Cuenca.

Agradecimientos

Este trabajo es parte del proyecto “Más allá del Petróleo. Un estudio de la relación ente la forma urbana y el transporte en dos ciudades del Ecuador”, aprobado dentro de la Segunda Convocatoria de Proyectos de Investigación REDU 2016, de la Red de Universidades y Escuelas Politécnicas para Investigación y Postgrados.

Expresamos nuestros sinceros agradecimientos a la Universidad de Cuenca, Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) y Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) por su permanente apoyo.

Referencias

- [1] J. D. Marshall. Energy-Efficient. Urban Form. *Environmental Science & Technology* (2008). 3133–3137.
- [2] Y. R. Jabareen. Sustainable Urban Forms: Their Typologies, Models, and Concepts. *Journal of Planning Education and Research* (2006). 26 (1), 38-52.
- [3] G. Lee, et. al. The Effect of the Built Environment on Pedestrian Volume in Microscopic Space - Focusing on the Comparison Between OLS (Ordinary Least Square) and Poisson Regression. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering* (2015). 14(2), 395–402.
- [4] INEC. Anuario de Estadísticas de Transporte 2013 (2013), Quito.
- [5] MINISTERIO COORDINADOR DE SECTORES ESTRATÉGICOS (MICSE). Resumen Balance Energético 2014 (2014). Quito, Ecuador.
- [6] T. Jackson. Least-Cost Greenhouse Planning. Supply Curves for Global Warming Abatement. *Energy Policy* (1991), January/February 1991.
- [7] T. Jackson. Joint Implementation and Cost-effectiveness under the Framework Convention on Climate Change. *Energy Policy* (1995), vol. 23, n° 2.
- [8] Mills et al. Getting Started: No-regrets Strategies for Reducing Greenhouse Gas Emissions. *Energy Policy* (1991), July/August 1991.
- [9] CEC EG XII JOULE. Cost Effectiveness Analysis of CO2 Reduction Options. Synthesis Report, Report for the CEC CO2 Crash Programme, COHERENCE, Commission of the European Community (1991), Brussels.
- [10] M.I., Khan, A.B. Chhetri, and M. R. Islam. Community-based Energy Model: A Novel Approach to Developing Sustainable Energy. *Energy Sources* (2007), Part B, 2007, vol. 2, p. 353–370
- [11] G. Walker and P. Devine-Wright. Community renewable energy: What should it mean? *Energy Policy* (2008), vol. 36, p. 497–500.

El rol moderador de factores individuales y sociales en la percepción térmica exterior de los usuarios de las márgenes del río Tomebamba.

Galindo Pazán Tomás¹ * Hermida M. Augusta²

1 Maestría en Arquitectura Bioclimática, Confort y Eficiencia Energética, MAB. Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador. erick.galindo@ucuenca.ec

2 Grupo de Investigación LactaLAB - Ciudades Sustentables Dirección de Investigaciones, Edificio Administración Central Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria 010203 - Cuenca, Ecuador.

augusta.hermida@ucuenca.edu.ec

Palabras Claves: Confort térmico, percepción, medioambiente, sustentabilidad.

Resumen

La percepción de confort térmico exterior (CTE) es un indicador de la calidad de un microclima urbano, y su estudio permite proveer e informar guías para un desarrollo urbano sustentable. Así, el objetivo general de este estudio fue determinar el rol moderador de factores humano-dependientes en la percepción térmica exterior de los usuarios de las márgenes del río Tomebamba, y explorar diferencias en requerimientos de confort térmico entre grupos de usuarios. Los resultados principales muestran el rol moderador –en la percepción térmica– de tres factores individuales pero no de los sociales, y temperaturas neutras PET en resonancia con un estudio similar en Guayaquil.

Introducción

El confort exterior está condicionado por rápidas variaciones microclimáticas y por variados tiempos de exposición humana al aire libre, siendo su cuantificación más compleja que al interior [1]. Sin embargo su teoría ha sido extrapolada de aquella para el interior [2]. Eventualmente ha sido necesario un marco teórico general que vincule los factores objetivos del modelo estático (entorno-microclimático-local y fisiología) con diversas formas de entender los factores dinámicos y subjetivos (psicológicos, sociales y de comportamiento) [3]. Este marco teórico general ha permitido investigar del rol práctico de factores subjetivos *relacionados con lo humano* en la percepción de CTE [4] [5] [6] [7], aunque faltan consensos metodológicos de evaluación de datos para su comparación internacional [8]. De tal manera, estudios actuales muestran que el rol de estos factores humano-dependientes en la percepción térmica exterior difiere entre diferentes contextos geográfico-culturales: género [7] [5] [9] [10] [11] [12], edad [7] [11] [9] [5] [10] [12], tono de piel [5] [7], nivel de vestimenta y de actividad física [13] [11] [5] [14] [9] [12], compañía, ocupación y antecedentes culturales [5]. La presente investigación evalúa dos sitios en zonas tipo de las márgenes del río Tomebamba [15] [16], con el objetivo de determinar el rol moderador de factores humano-dependientes en la percepción térmica exterior de los usuarios de estos sitios, y explorar diferencias en requerimientos de confort térmico entre estos grupos de usuarios (género). Se aspira finalmente validar metodologías actualmente empleadas en ésta área de investigación, generando conocimiento científico de CTE en el contexto local.

Métodos

Marco teórico

Se adoptó el modelo ecológico de desarrollo humano, también conocido como Modelo Socio-ecológico (*Socio-ecological Model, SEM*), el cual se organiza en cinco ambientes anidados a manera de *matryoshkas* -muñecas rusas- desde micro-escalas a macro-escalas en términos de interrelaciones individuales y sociales, entendiendo así el desarrollo humano considerando en lo posible la totalidad del sistema dinámico y holístico en el cual éste acontece [17]. El modelo SEM ha sido adaptado a numerosas áreas de conocimiento, en el contexto de investigaciones que procuran resaltar el rol de lo humano en la interacción con su medioambiente [18] [19] [20]. En consecuencia se ha extrapolado efectivamente este modelo al análisis del rol exclusivo de factores no-térmicos en las percepciones subjetivas de confort exterior [5] [6], siendo utilizado igualmente en el estudio del confort térmico en general [21]. Así en base al modelo SEM se agruparon en dos ambientes ciertos factores de interés: ambiente individual (metabolismo, vestimenta, género, edad y tono de piel) y ambiente social (compañía, ocupación y antecedentes culturales).

Sitios de estudio

En dos zonas de las márgenes del río Tomebamba [15] [16], se seleccionaron dos sitios comprendidos entre la ribera y la primera línea edificada de la Universidad de Cuenca. Ambas representan zonas de clima local tipo *LCZ 5 Open midrise* [22]: 1) Entrada del Campus Central, 2) Entrada del Campus Paraíso. **Figura 1, Figura 2, Figura 3.**

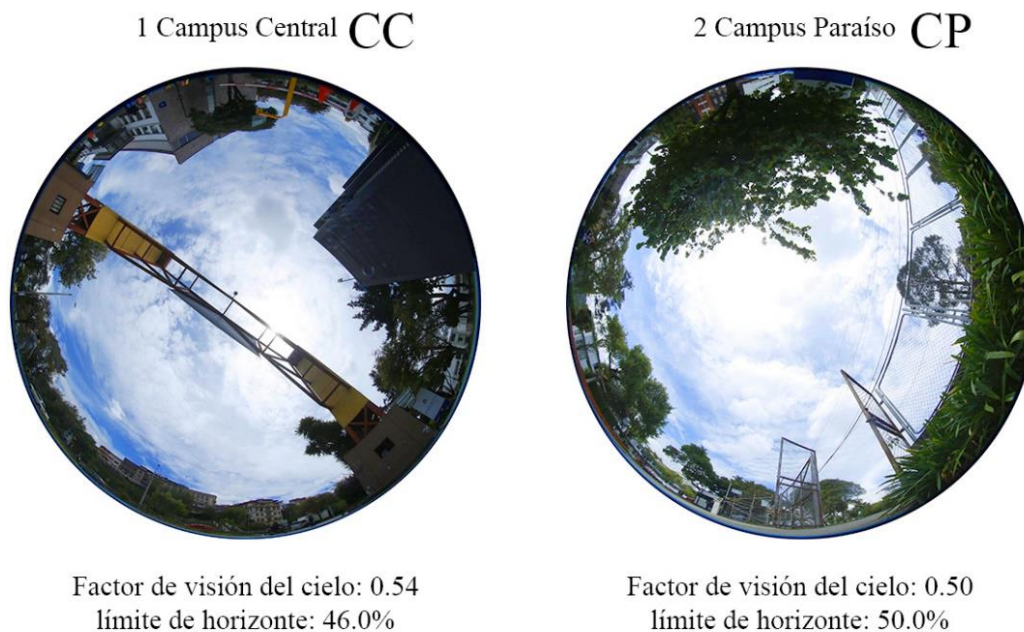


Figura 12 CC y CP, factor de visión de cielo SVF calculado en RayMan 1.2



Figura 13 Sitio 1, entrada principal del Campus Central, Universidad de Cuenca, a 35m de la rivera. Vista hacia el río. Mapa: Google Earth. (Versión 7.1.7.2606). "Cuenca-Ecuador". 2°54'00.58"S, 79°00'31.55"O. Elevación: 2537m. Sitio 2, entrada principal del Campus Paraíso, Universidad de Cuenca, a 50m de la rivera. Vista hacia el río. Mapa: Google Earth. (Versión 7.1.7.2606). "Cuenca-Ecuador". 2°54'00.58"S, 78°59'27.92"O. Elevación: 2493m.

Condiciones climáticas y sondeos de campo

Cuenca es una zona climática *continental lluviosa* [23], y según Köppen-Geiger ésta es una zona *C* de clima *templado* [24], en este contexto se realizaron en 2017 tres semanas de mediciones de campo: durante el mes típicamente más caliente (23-29 enero), el más frío (3-9 julio) y un mes intermedio que es también el más húmedo (17-23 abril). Los horarios de medición fueron de 8:30am a 5:30pm.

Tamaño de la muestra

Se recolectaron un total de 2419 encuestas, de las cuales se descartaron 98 por ausencia de mediciones microclimáticas concurrentes e inconsistencias. De las restantes 2321, 46% fueron hombres y 54% mujeres, acorde a la tendencia según datos del INEC [25]. 58% correspondieron a CC y 42% a CP.

Instrumentos, cuestionarios e índice térmico

Se midieron cuatro variables microclimáticas: temperatura de globo (T_g °C), temperatura del aire (T_a °C), humedad relativa (RH %) y velocidad del viento (V_a m/s) **Tabla 1**, utilizando dos equipos Delta OHM HD32.1, **Tabla 2**, **Figura 4**, **Figura 5**. Los cuestionarios fueron estructurados en el software libre *ODK open data kit*, en cuatro secciones **Figura 6**: Para los votos de sensación térmica (*Thermal Sensation Votes*, *TSV*) se utilizó una escala simétrica de dos polos y 7 puntos, desde -3 (mucho frío) hasta +3 (mucho calor), en donde 0 es "ni calor ni frío". La hora y fecha fue vinculada a cada dispositivo y fueron geo referenciados. El índice térmico utilizado fue la Temperatura

Psicológica Equivalente (*PET*), desarrollado para el confort térmico exterior [1], y los valores PET se calcularon mediante el

Tabla1

Resumen del estado atmosférico en los sitios durante las semanas de estudio.

Sitio	Semana	Variable	Unidad	Promedio	Max	Min	DS σ
CC	23-29 enero, 2017	Tg	°C	26,4	45,1	14,3	6,7
		Ta	°C	20,1	29,9	13,1	3,4
		RH	%	48,8	101,3	18,9	13,8
		Va	m/s	0,8	4,6	0,0	0,5
	17-23 abril, 2017	Tg	°C	28,4	45,7	13,7	6,8
		Ta	°C	21,5	30,7	13,8	3,2
		RH	%	52,4	102,3	26,9	14,7
		Va	m/s	0,7	5,8	0,0	0,5
	03-09 julio, 2017	Tg	°C	22,9	38,6	12,2	5,4
		Ta	°C	18,3	26,0	11,7	3,1
		RH	%	53,0	84,9	27,2	11,3
		Va	m/s	0,9	5,3	0,0	0,6
CP	23-29 enero, 2017	Tg	°C	26,7	47,5	14,0	6,7
		Ta	°C	20,5	30,7	12,6	3,4
		RH	%	50,4	101,6	17,3	13,7
		Va	m/s	0,8	4,4	0,0	0,6
	17-23 abril, 2017	Tg	°C	28,1	48,1	12,9	7,1
		Ta	°C	21,5	30,1	12,4	3,4
		RH	%	54,3	102,7	29,6	15,4
		Va	m/s	0,7	4,4	0,0	0,5
	03-09 julio, 2017	Tg	°C	22,5	35,9	12,2	5,4
		Ta	°C	18,4	26,4	11,4	3,3
		RH	%	56,1	89,5	26,7	11,4
		Va	m/s	0,7	3,3	0,0	0,5

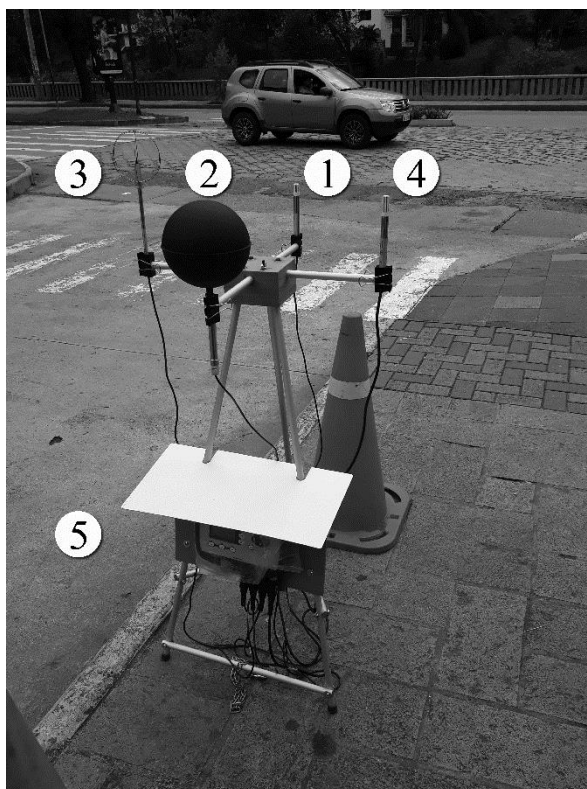


Figura 15 1) Sonda de temperatura 2) Sonda termómetro de globo 3) Sonda de hilo caliente 4) Sonda combinada temperatura y humedad relativa 5) Registrador de datos.



Figura 16 Mediciones microclimáticas y sondeo de encuestas realizadas simultáneamente en CC y CP durante las 3 semanas de medición.

ODK Collect > F...

Jan 2016 30 31 1 2

Feb 2017 6 7 8 9 1

Mar 2018 20 21 22 23 24

27 28 1 2

6 7 8 9 1

Hora

04 52

05 53

06 54

Zona

☐ 1 Campus Central

☐ 2 Facultad de Medicina

1. PERCEPCIÓN Y EVALUACIÓN TÉRMICA

1.1 ¿Cómo se está sintiendo ahora mismo? Elija un punto en la escala:

☐ Mucho frío

☐ Algo de frío

☐ Ni calor ni frío

☐ Algo de calor

☐ Calor

☐ Mucho calor

1.2 AHORA MISMO usted encuentra:

la temperatura...

☐ Agradable

☐ Desagradable

el soleamiento...

☐ Agradable

☐ Desagradable

la velocidad del viento...

☐ Frio

☐ Agradable

☐ Desagradable

la humedad...

☐ Agradable

☐ Desagradable

1.3 En una escala del 1 al 5, en donde 1 es "inconfortable" y 5 es "cófortable" ¿Ahora mismo cómo encuentra el clima en este sitio?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

1.4 AHORA MISMO en este sitio:

preferiría que la temperatura fuere...

☐ Más fría

☐ Sin cambios

☐ Más caliente

que hubiese...

☐ Más sol

☐ Sin cambios

☐ Más sombra

preferiría...

☐ Más viento

☐ Sin cambios

☐ Menos viento

preferiría...

☐ Mayor humedad del aire

☐ Sin cambios

preferiría...

☐ Mayor humedad del aire

☐ Sin cambios

☐ Menor humedad del aire

1.5 ¿A nivel personal, cómo juzga el clima en esta margen del río?

☐ Generalmente aceptable

☐ Generalmente inaceptable

1.6 En una escala del 1 al 5, en donde 1 es "intolerable" y 5 es "tolerable", Habitualmente el clima en esta margen del río es...

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

1.7 ¿Cuántas de las siguientes medidas tomaría ahora mismo para sentirse más cófortable?

☐ Usar una sombrilla o sombrero

☐ Usar un paraguas

☐ Usar menor vestimenta

☐ Usar mayor vestimenta

☐ Moverse hacia un lugar con sombra

☐ Moverse hacia un lugar con sol

☐ Sin cambios

2. USO, PERCEPCIÓN Y COMPORTAMIENTO ESPACIAL

2.1a ¿Qué actividad se encontraba realizando durante los últimos 30-60 minutos?

☐ Ejercitándose

☐ Caminando

☐ De pie

☐ Sentado

☐ Recostado

☐ Durmiendo

2.1b Hace 15 minutos usted se encontraba...

☐ Al interior de un edificio

☐ Al exterior bajo sombra

☐ Al exterior expuesto al sol

Si se encontraba al EXTERIOR: ¿Qué tiempo en minutos ha permanecido al aire libre desde que salió?

☐ Menos de 5 minutos

☐ De 5 a 10 minutos

☐ De 10 a 30 minutos

☐ Más de 30 minutos

2.2 ¿Qué tan a menudo pasa por aquí?

☐ Primera ocasión

☐ Raramente

☐ Pocas veces al mes

☐ Pocas veces a la semana

☐ Varias veces a la semana

☐ Diariamente

2.3 ¿Qué ha venido a hacer en esta zona de la margen del río?

☐ Turismo

☐ Caminar

☐ Deporte

☐ Estudios

☐ Trabajo

☐ Tomar un descanso

☐ Comer un lunch (snack)

☐ Hacer un picnic

☐ De paso hacia otro lugar

2.4 ¿Usted cómo percibe este entorno urbano de la margen del río?

☐ Agradable

☐ Desagradable

☐ Seguro

2.5 Para usted la movilidad hasta acá es:

☐ De fácil acceso

☐ De difícil acceso

habitualmente cómo se moviliza hasta acá:

☐ Caminando

☐ En bicicleta

☐ En auto / moto

☐ En transporte público

2.6 Usted considera que EN ESTE ENTORNO de la margen del río...

los árboles que proveen de sombra se deberían...

☐ Incrementar

☐ Conservar sin cambios

las bancas y espacios cubiertos se deberían...

☐ Incrementar

☐ Conservar sin cambios

las áreas verdes y jardines se deberían...

☐ Incrementar

☐ Conservar sin cambios

Los negocios y locales comerciales se deberían...

☐ Incrementar

☐ Conservar sin cambios

3. DETALLES PERSONALES

3.1a ¿Reside en Cuenca desde su nacimiento?

☐ Sí

☐ No

3.1b Si es que NO ¿Desde cuándo reside en la ciudad de Cuenca?

años:

meses:

días:

...¿(si no nació en Cuenca) ¿Cuál es su lugar de nacimiento?

...¿y en qué lugar residía antes de vivir en Cuenca?

3.2 ¿Cuál es su edad?

☐ Entre 13 y 17 años

☐ Entre 18 y 39 años

☐ Entre 40 y 65 años

☐ Más de 65 años

3.3 ¿Cuál es su estatura en metros?

3.4 ¿Cuál es su peso?

en kilogramos:

o en libras:

3.5 ¿Cuál es su nivel de estudios?

☐ Primaria

☐ Secundaria

☐ Superior

☐ Maestría

☐ Doctorado

☐ Sin estudios

3.6a ¿Actualmente cuál es su principal actividad diaria?

☐ Estudia

☐ Trabaja

☐ Estudia y trabaja

☐ Jubilado

☐ Ama de casa

☐ Desempleado

☐ Otro (por favor especifique)

4. SECCIÓN PARA EL ENCUESTADOR

4.1 El encuestado era:

☐ Hombre

☐ Mujer

4.2 El encuestado estaba:

☐ Solo

☐ Con más personas

4.3 El encuestado estaba:

☐ A la sombra

☐ Al sol

4.4 Postura del encuestado:

☐ De pie

☐ Sentado

☐ Recostado

4.5 Tono de piel:

☐ Muy clara

☐ Clara

☐ Media

☐ Oscura

4.6 Señale las opciones necesarias para describir la vestimenta del encuestado:

Camiseta

☐ Mangas cortas

☐ Mangas largas

Camisa o Blusa

☐ Mangas cortas

☐ Mangas largas

Chompa

☐ Liviana

☐ Normal

☐ Pesada

Chaqueta

☐ Liviana

☐ Normal

Pantalón

☐ De tela

Camiseta

☐ Normal

☐ Abrigo

Pantalón

☐ De tela

Falda

☐ Liviana

☐ Pesada

Calzado

☐ Suela fina

☐ Suela gruesa

☐ Botas

Ubicación

Start GeoPoint

3.6b En una escala del 1 a 5, en donde 1 es "insatisfecho" y 5 es "satisfecho" ¿Cómo se siente ahora con su principal actividad diaria?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

LE AGRADECEMOS POR SU GENTIL COLABORACIÓN.

(el encuestador por favor prosiga a la sección 4)

Figura 17 Muestra de interfaz de cuestionario en ODK

Tabla 2

Detalle de los instrumentos utilizados

Sondas*	Parámetro medido	Descripción	Incertidumbre de medida	Campo de medida
Delta OHM TP3207	Tw (°C)	Sonda de temperatura Sensor tipo: Pt100 de película fina.	Clase 1/3 DIN	-40 ÷ 100 °C.
Delta OHM TP3275	Tg (°C)	Sonda Termómetro de globo Ø=150 mm según las normas ISO 7243 - ISO 7726 Sensor tipo: Pt100 de película fina.	Clase 1/3 DIN	-10 ÷ 100 °C.
Delta OHM AP3203	Va (m/s)	Sonda de hilo caliente omnidireccional. Sensor tipo: NTC 10Kohm	± 0.02 m/s (0.05÷1 m/s) ± 0.1 m/s (1÷5 m/s)	0.05÷5 m/s 0°C ÷ 80°C
Delta OHM HP3217R	Ta (°C), RH (%)	Sonda combinada temperatura y humedad relativa. Se utiliza en las medidas de los índices de confort ambientales. Sensores tipo: - Pt100 de película fina para temperatura - Sensor capacitivo para la humedad relativa.	Temperatura: 1/3 DIN Humedad relativa: ± 2.5%	Temperatura: -10 °C ÷ 80 °C Humedad relativa: 5%HR ÷ 98%HR
Estación microclimática* Delta OHM HD 32.1 Thermal Microclimate	Pr (hPa)	Registrador de datos. Estación microclimática fabricada para estudiar, medir y comprobar el microclima.		

* Se utilizaron por duplicado en cada sitio simultáneamente durante las 3 semanas de medición.

The image shows two windows from the RayMan 1.2 software. The top window, titled 'RayMan 1.2', has a menu bar with 'File', 'Input', 'Output', 'Table', and 'Language'. The 'Input' menu is open, showing options: 'Topography', 'Obstacles', 'Sky view factor', 'Datafile' (selected), and 'Additional pre-settings'. Below the menu, there are sections for 'Current data' (Air temperature Ta, Vapour pressure VP, Rel. Humidity RH, Wind velocity v, Cloud cover C, Global radiation G, Mean radiant temp. Tmrt), 'Geographic data' (Location: Ecuador (Cuenca), Geogr. longitude, Geogr. latitude, Altitude, time zone), 'Personal data' (Height, Weight, Age, Sex), and 'Clothing and activity' (Clothing (clo), Activity (W)). There are also 'Thermal indices' (PMV, PET, SET*) and 'Calculation' buttons (New, Add). The bottom window, titled 'Wertedatei', shows a 'Datafile' field with 'Input.txt' and a 'Headlines' checkbox. Below is a 'Data columns' section with checkboxes for: Enumerator, Date, Day of year, Time, Air temperature Ta, Vapour pressure VP, Relative Humidity RH, Wind velocity v, Cloud cover C, Global radiation G, and Mean radiant temp. Tmrt. Both windows have a 'Close' button.

Figura 18 Interfaz RayMan 1.2

Análisis estadístico

Los resultados fueron obtenidos mediante análisis estadísticos descriptivos y métodos inferenciales –regresiones logísticas ordinales– según [5] y [8], empleando *IBM SPSS Statistics Versión 23* y *Microsoft Excel 2013*.

Resultados y discusión

La primera estimación ordinal de los factores SEM individual **Tabla 3** indica relación estadística del metabolismo (MET) **Figura 8** y de la vestimenta (CLO A-C) **Figura 9** en TSV, para $P < 0.05$

CLO deja de ser representativo para valores mayores a 0.8, asemejándose a lo encontrado por [11] pero contrario a [5]. El que solo “Piel clara” [27] **Figura 10** sea también significativo requiere mayor investigación, sin descartar la posibilidad de una variable de confusión. Estos resultados se reafirmaron en la regresión general **Tabla 4**.

Tabla 3 Estimaciones ordinales para la predicción de TSV en SEM individual.

						Intervalo de confianza al 95%		
		Estimación	Error estándar	Wald	gl	Sig.	Límite inferior	Límite superior
Umbral	[TSV = -3]	1,549	,452	11,725	1	,001	,662	2,435
	[TSV = -2]	2,868	,452	40,351	1	,000	1,983	3,753
	[TSV = -1]	4,211	,455	85,752	1	,000	3,320	5,102
	[TSV = 0]	5,997	,464	167,322	1	,000	5,089	6,906
	[TSV = 1]	7,310	,473	238,880	1	,000	6,383	8,237
	[TSV = 2]	8,969	,491	333,079	1	,000	8,006	9,932
Ubicación	PET°C	,169	,006	806,245	1	,000	,158	,181
	[MET A]	-,352	,077	21,112	1	,000	-,502	-,202
	[MET B]	0 ^a	.	.	0	.	.	.
	[CLO A]	,781	,122	40,901	1	,000	,542	1,021
	[CLO B]	,301	,121	6,167	1	,013	,063	,538
	[CLO C]	,352	,116	9,138	1	,003	,124	,580
	[CLO D]	,193	,116	2,740	1	,098	-,035	,421
	[CLO E]	0 ^a	.	.	0	.	.	.
	[Hombre]	,004	,077	,003	1	,954	-,147	,156
	[Mujer]	0 ^a	.	.	0	.	.	.
	[Adolescente]	,109	,462	,056	1	,813	-,797	1,016
	[Adulto temprano]	-,122	,406	,090	1	,764	-,919	,675
	[Adulto medio]	-,133	,420	,100	1	,751	-,956	,690
	[Adulto mayor]	0 ^a	.	.	0	.	.	.
	[Piel muy clara]	,433	,257	2,836	1	,092	-,071	,937
	[Piel clara]	,285	,136	4,385	1	,036	,018	,552
	[Piel media]	,113	,127	,790	1	,374	-,136	,363
	[Piel oscura]	0 ^a	.	.	0	.	.	.

Función de enlace: Logit.

a. Este parámetro está establecido en cero porque es redundante.

Tabla 4 Resumen de la regresión logística ordinal general para SEM individual

						Intervalo de confianza al 95%	
		Estimación	Error estándar	Wald	gl	Límite inferior	Límite superior
Umbral	[TSV = -3]	1,663	,194	73,178	1 ,000	1,282	2,044
	[TSV = -2]	2,981	,193	238,037	1 ,000	2,603	3,360
	[TSV = -1]	4,323	,201	461,427	1 ,000	3,929	4,718
	[TSV = 0]	6,109	,221	764,766	1 ,000	5,676	6,542
	[TSV = 1]	7,422	,240	959,774	1 ,000	6,952	7,892
	[TSV = 2]	9,081	,274	1101,557	1 ,000	8,545	9,618
Ubicación	PET°C	,169	,006	805,917	1 ,000	,158	,181
	[MET A]	-,357	,076	22,302	1 ,000	-,506	-,209
	[MET B]	0 ^a	.	.	0 .	.	.
	[CLO A]	,790	,120	43,423	1 ,000	,555	1,025
	[CLO B]	,306	,121	6,425	1 ,011	,069	,542
	[CLO C]	,357	,115	9,649	1 ,002	,132	,582
	[CLO D]	,199	,116	2,952	1 ,086	-,028	,425
	[CLO E]	0 ^a	.	.	0 .	.	.
	[Piel muy clara]	,434	,256	2,874	1 ,090	-,068	,936
	[Piel clara]	,283	,136	4,333	1 ,037	,017	,549
	[Piel media]	,112	,127	,772	1 ,380	-,137	,361
	[Piel obscura]	0 ^a	.	.	0 .	.	.

Función de enlace: Logit.

a. Este parámetro está establecido en cero porque es redundante.

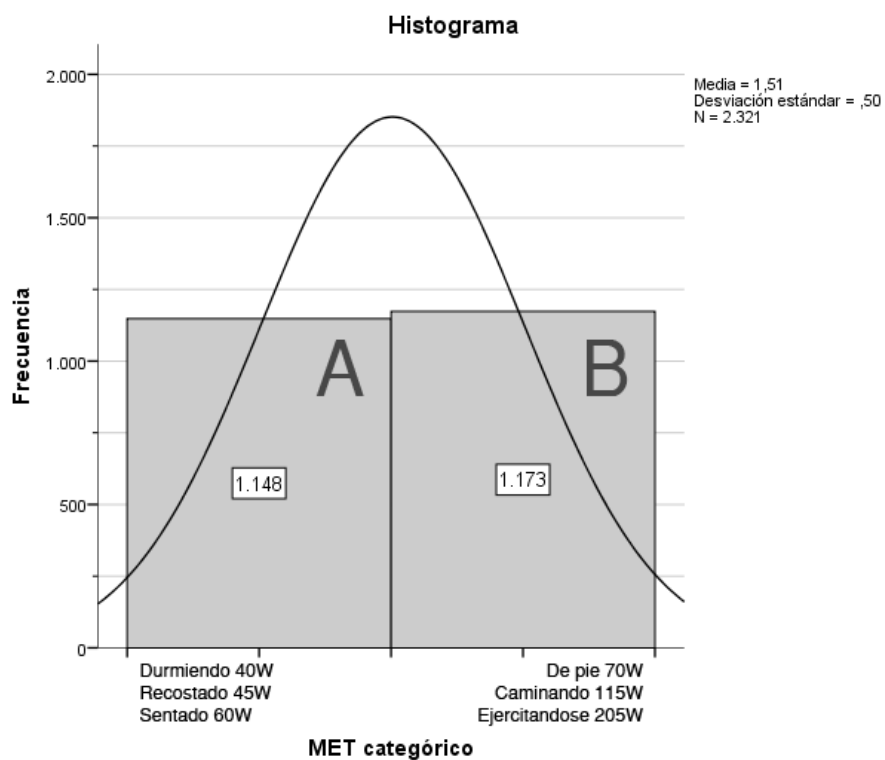


Figura 19 Categorías de MET

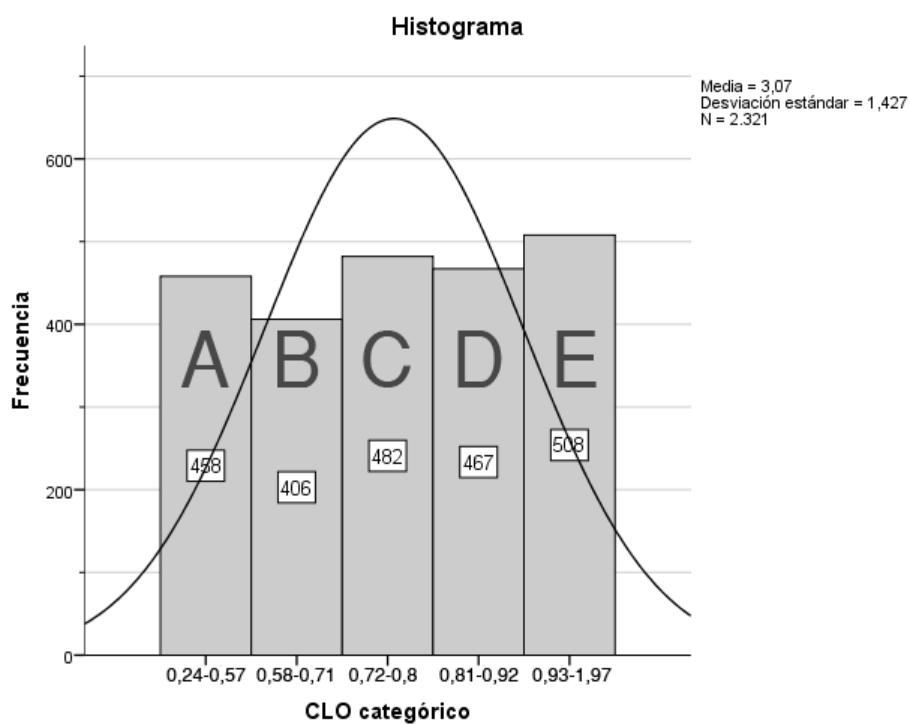


Figura 20 Categorías de CLO

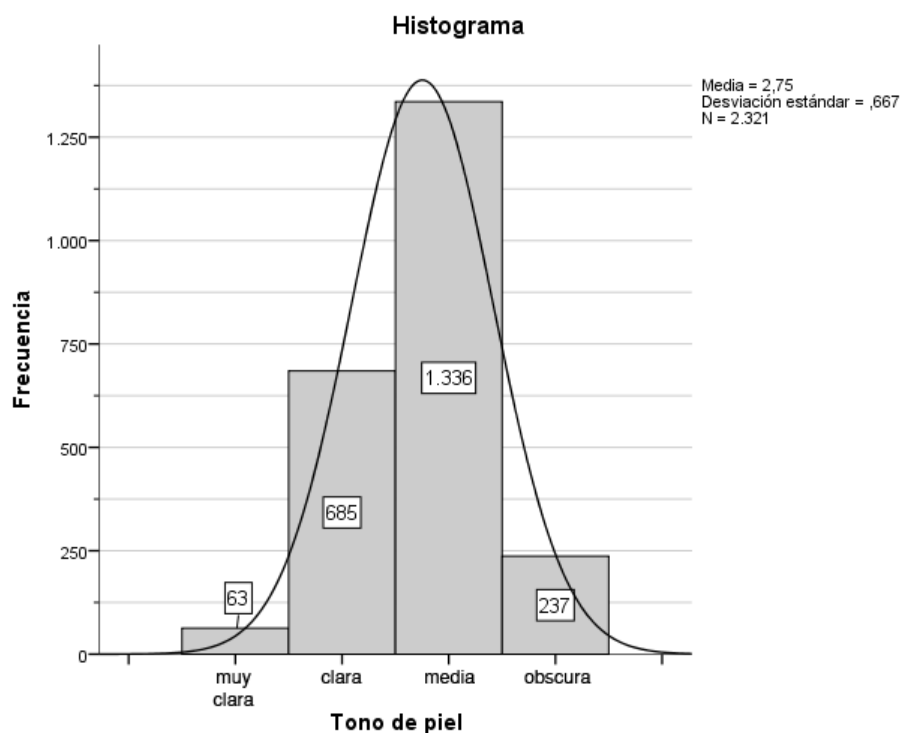


Figura 21 Categorías de piel

La regresión logística ordinal de los factores SEM social indica cero relaciones estadísticas de éstos en TSV, **Tabla 5**.

Tabla 5 Resumen de la regresión logística ordinal general para SEM social

						Intervalo de confianza al 95%	
		Estimación	Error estándar	Wald	gl	Sig.	Límite inferior
							Límite superior
Umbral	[TSV = -3]	1,870	,318	34,495	1	,000	1,246
	[TSV = -2]	3,167	,317	99,556	1	,000	2,545
	[TSV = -1]	4,485	,322	193,854	1	,000	3,854
	[TSV = 0]	6,236	,335	346,228	1	,000	5,579
	[TSV = 1]	7,525	,348	466,755	1	,000	6,843
	[TSV = 2]	9,160	,373	604,611	1	,000	8,430
Ubicación	PET°C	,173	,006	858,996	1	,000	,162
	[Solo]	-,016	,077	,046	1	,830	-,167
	[Acompañado]	0 ^a	.	.	0	.	.
	[Estudiante]	-,122	,079	2,341	1	,126	-,277
	[No estudiante]	0 ^a	.	.	0	.	.

[Tropical]	,330	,297	1,236	1 ,266	-,252	,913
[Árido]	,408	,573	,508	1 ,476	-,714	1,530
[Templado]	,487	,281	3,001	1 ,083	-,064	1,037
[Frío]	0 ^a	.	.	0	.	.

Función de enlace: Logit.

a. Este parámetro está establecido en cero porque es redundante.

La Temperatura PET neutra de hombres (27.81°C) y mujeres (29.72°C) se determinó por regresión lineal entre MTSV y PETbins (agrupados), resolviendo las ecuaciones para cero, **Figura 11**. Un estudio en Guayaquil [28] respalda esto, en donde evidentemente la temperatura neutra PET es menor (25.7°C).

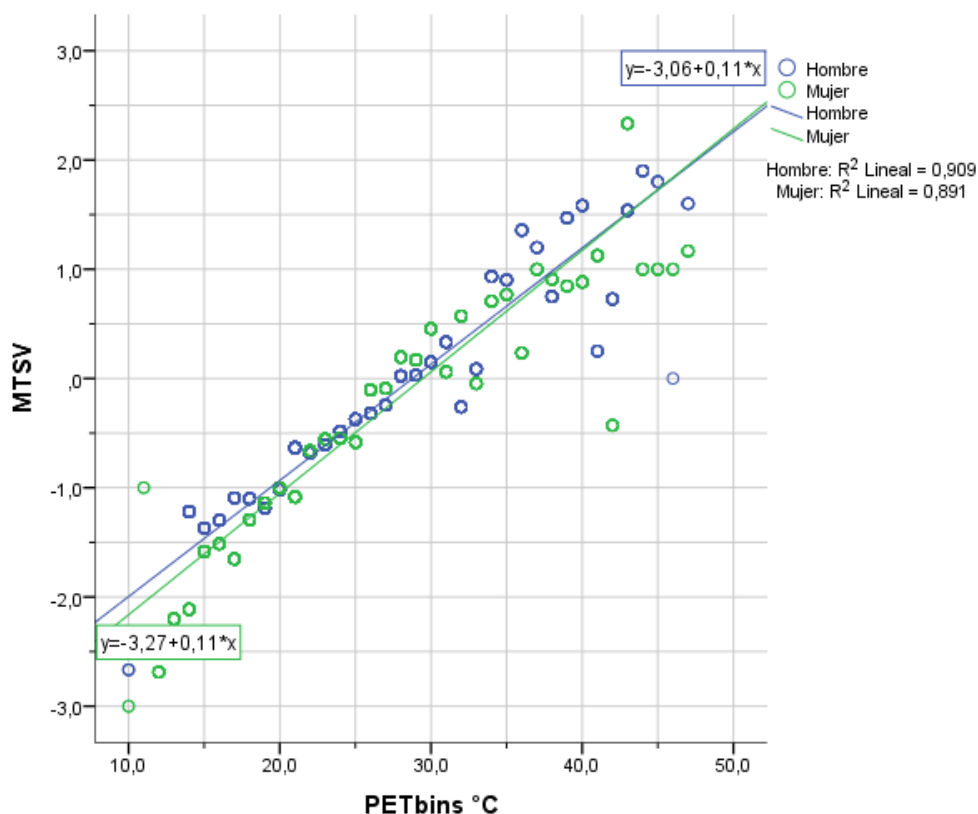


Figura 22 Temperatura neutra

El rango de temperatura neutra se determinó con regresión lineal (TSV y PET), comprendido entre ± 0.5 TSV. Hombres 23.27-32.36 y mujeres 25.27-34.36 °C PET **Figura 12**.

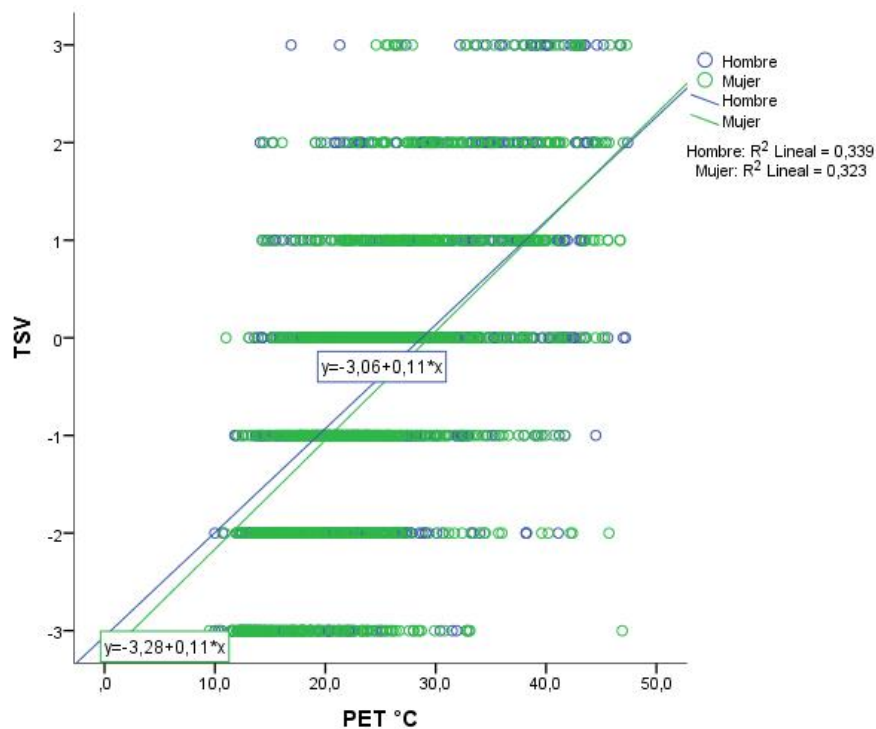


Figura 23 Rango de temperatura Neutra

Conclusiones

Solamente tres factores SEM evidencian influenciar estadísticamente en TSV (MET, CLO y piel clara). Aparte se han encontrado temperaturas neutras y rangos de confort acorde a un estudio nacional similar en otro piso climático. Una mayor investigación es necesaria en diversos puntos de la ciudad y del país a fin de corroborar estos resultados pioneros en el contexto local.

Agradecimientos

A la Facultad de Arquitectura y Urbanismo y al Departamento de Espacio y Población, LlactaLAB Ciudades Sustentables de la Universidad de Cuenca, éste último bajo la dirección de la PhD. Arq. María Augusta Hermida.

Referencias

- [1] S. Coccolo, J. Kämpf, J.-L. Scartezzini, and D. Pearlmutter, "Outdoor human comfort and thermal stress: A comprehensive review on models and standards," *UCLIM*, 2016.
- [2] J. Spagnolo and R. de Dear, "A field study of thermal comfort in outdoor and semi-outdoor environments in subtropical Sydney Australia," *Build. Environ.*, vol. 38, no. 5, pp. 721–738, 2003.
- [3] L. Chen and E. Ng, "Outdoor thermal comfort and outdoor activities: A review of research in the past decade," *Cities*, vol. 29, no. 2, pp. 118–125, 2012.
- [4] S. Shooshtarian, "Socio-economic Factors for the Perception of Outdoor Thermal

- Environments : Towards Climate-sensitive Urban Design,” *Glob. Built Environ. Rev.*, vol. 9, no. 3, pp. 39–53, 2015.
- [5] S. Shooshtarian and I. Ridley, “The effect of individual and social environments on the users thermal perceptions of educational urban precincts,” *Sustain. Cities Soc.*, vol. 26, p. 119–133 Contents, 2016.
 - [6] S. Shooshtarian and I. Ridley, “The effect of physical and psychological environments on the users thermal perceptions of educational urban precincts,” *Build. Environ.*, vol. 115, pp. 182–198, 2017.
 - [7] E. L. Kruger and P. Drach, “Identifying potential effects from anthropometric variables on outdoor thermal comfort,” *Build. Environ.*, vol. 117, pp. 230–237, 2017.
 - [8] P. K. Cheung and C. Y. Jim, “Review of the determination and application of outdoor thermal benchmarks,” *Build. Environ.*, vol. 123, pp. 333–350, 2017.
 - [9] D. Lai, X. Zhou, and Q. Chen, “Modelling dynamic thermal sensation of human subjects in outdoor environments,” *Energy Build.*, vol. 149, pp. 16–25, 2017.
 - [10] S. Amindeldar, S. Heidari, and M. Khalili, “The effect of personal and microclimatic variables on outdoor thermal comfort: A field study in Tehran in cold season,” *Sustain. Cities Soc.*, vol. 32, no. 25, pp. 153–159, 2017.
 - [11] A. Middel, N. Selover, B. Hagen, and N. Chhetri, “Impact of shade on outdoor thermal comfort—a seasonal field study in Tempe, Arizona,” *Int. J. Biometeorol.*, vol. 60, no. 12, pp. 1849–1861, 2016.
 - [12] J. Huang, C. Zhou, Y. Zhuo, L. Xu, and Y. Jiang, “Outdoor thermal environments and activities in open space: An experiment study in humid subtropical climates,” *Build. Environ.*, vol. 103, pp. 238–249, 2016.
 - [13] J. Liu, R. Yao, and R. McCloy, “A method to weight three categories of adaptive thermal comfort,” *Energy Build.*, vol. 47, pp. 312–320, 2012.
 - [14] C. K. C. Lam, A. J. E. Gallant, and N. J. Tapper, “Perceptions of thermal comfort in heatwave and non-heatwave conditions in Melbourne, Australia,” *Urban Clim.*, 2016.
 - [15] P. Osorio, M. Neira, and M. A. Hermida, “Historic relationship between urban dwellers and the Tomebamba River,” *Proc. SBE16 Sustain. Urban Communities Towar. a Nearly Zero Impact Built Environ.*, vol. 3, pp. 1385–1394, 2016.
 - [16] M. A. Hermida, M. Neira, N. Cabrera, and P. Osorio, “Resilience in Latin American cities: behaviour vs. space quality in the riverbanks of the Tomebamba River,” *Procedia Eng.*, 2017.
 - [17] U. Bronfenbrenner, “Ecological models of human development,” *Readings on the development of children*, vol. 3. pp. 37–43, 1994.
 - [18] T. Robinson, “Applying the socio-ecological model to improving fruit and vegetable intake among low-income African Americans,” *J. Community Health*, vol. 33, no. 6, pp. 395–406, 2008.
 - [19] J.-L. D. Langille and W. M. Rodgers, “Exploring the Influence of a Social Ecological Model on School-Based Physical Activity,” *Heal. Educ. Behav.*, vol. 37, no. 6, pp. 879–894, Dec. 2010.
 - [20] D. Cross, A. Barnes, A. Papageorgiou, K. Hadwen, L. Hearn, and L. Lester, “A social–ecological framework for understanding and reducing cyberbullying behaviours,” *Aggress. Violent Behav.*, vol. 23, pp. 109–117, 2015.
 - [21] J. hye Shin, “Toward a theory of environmental satisfaction and human comfort: A process-oriented and contextually sensitive theoretical framework,” *J. Environ. Psychol.*, vol. 45, pp. 11–21, 2016.
 - [22] I. D. Stewart and T. R. Oke, “Local climate zones for urban temperature studies,”

- Bull. Am. Meteorol. Soc.*, vol. 93, no. 12, pp. 1879–1900, 2012.
- [23] M. Palme, A. Lobato, J. Castillo, G. Villacreses, and M. Almaguer, “Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas,” Quito, 2016.
 - [24] D. Chen and H. W. Chen, “Using the Köppen classification to quantify climate variation and change: An example for 1901–2010,” *Environ. Dev.*, vol. 6, pp. 69–79, Apr. 2013.
 - [25] C. Ferreira Salazar, K. García García, L. Macías Leiva, A. Pérez Avellaneda, and C. Tomsich, “MUJERES Y HOMBRES del Ecuador en Cifras III,” 2013.
 - [26] A. Matzarakis, F. Rutz, and H. Mayer, “Modelling radiation fluxes in simple and complex environments: Basics of the RayMan model,” *Int. J. Biometeorol.*, vol. 54, no. 2, pp. 131–139, 2007.
 - [27] E. Telles and L. Steele, “Pigmentocracy in the Americas: how is educational attainment related to skin color?,” *Lat. Am. Public Opin. Proj.*, no. 73, pp. 1–8, 2012.
 - [28] E. Johansson, M. W. Yahia, I. Arroyo, and C. Bengs, “Outdoor thermal comfort in public space in warm-humid Guayaquil, Ecuador,” *Int. J. Biometeorol.*, pp. 1–13, 2017.

Quito, La Ciudad Objeto

Páliz Altamirano César Fernando ^{1*}, Páliz Bustillos César Salomón ², Guzmán Rodríguez Álvaro Francisco ³

Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Arquitectura, Diseño y Artes, Av. 12 de Octubre 1076 y Roca, Código Postal 17012184, Quito, Ecuador. cfpaliz@puce.edu.ec

Transformaciones urbanas, hábitat, calle.

Resumen

Es una investigación realizada en la parroquia urbana de Belisario Quevedo en la Ciudad de Quito y que tiene su origen en el año 1960. Analiza las transformaciones urbanas y arquitectónicas que ha sufrido el sector a través del tiempo, para esto se ha realizado un trabajo utilizando metodología de análisis multi-temporal a través de fotografía aérea IGM, planos históricos; y, fotografía, utilizando recursos estadísticos del INEC y planos de Uso y Ocupación del Suelo. Los resultados se manifiestan en matrices que permiten evaluar datos que surgen a partir principalmente del cambio de uso y de la apropiación de la ciudad por el habitante del sector. El análisis contempla también un levantamiento de información precisa que determina a partir de “La Calle” la relación externa y ambiental de la arquitectura. Se determinó que la metodología utilizada fue pertinente ya que logró definir particularidades del hábitat de la ciudad de Quito.

Introducción

El significado de lo construido en la ciudad enmarca la existencia de una estructura como esqueleto de una sociedad que trabaja entorno a satisfacer sus necesidades de vivir y convivir en un lugar que se consolida y se transforma permanentemente. Es por eso que el objetivo de esta investigación identifica las transformaciones urbanas de la ciudad a partir de 1940 y establece los principales factores que produjeron estos cambios y como el urbanista debe enfrentar el futuro de la ciudad. Este estudio parte desde la calle que para Joseph Rykwert “son instituciones sociales, y es su aceptación por la comunidad lo que les da el nombre y la función...”, también “el modo en que la notación del camino o calle se inserta en la experiencia humana sugiere que se refiere a ideas y pautas de conducta...” es aquí donde la investigación integra al habitante del lugar y a la ciudad como producto social.

Métodos

Se utilizó un estudio multi-temporal que ligado a un método de “categorías analíticas” utilizado por Víctor Caliendo, el cual analiza el contexto, las características de la forma construida, la circulación, las áreas de actividad, la frontera de uso público y privado.

Para comenzar el estudio multi-temporal se realizó el análisis de cambio del medio natural al construido, en este proceso se comprende el ensamble de la forma de la estructura urbana (parcelas y manzanas) y sus calles, así como también la dotación de sus equipamientos iniciales. Posteriormente se analizó las configuraciones de los terrenos y cambios de usos con la ayuda de planos catastrales y de zonificaciones establecidas en el tiempo. El estudio de la densidad y las ramas de actividad de la población permitió integrar lo técnico del estudio multi-temporal con las categorías analíticas de concentración demográfica, las relaciones temporales de sus habitantes, la disposición de las actividades en los barrios y por lo tanto la funcionalidad del hábitat residencial del

sector. El resultado se ve expresado en fichas de análisis de manera gráfica y estadística como se muestra en la Figura 1.

Resultados y discusión

Los resultados del método aplicado y el análisis multi-temporal del trabajo permitió llegar a determinar el contexto de origen y el actual de manera muy clara y ser consecuente con la pregunta de la investigación

Cambio del medio natural

Se puede determinar que la forma de implantación de la estructura urbana es paralela a la pendiente. Las quebradas que rodea al sector marcan el uso y sus límites que luego mediante el relleno de las mismas se implementan parques o vías sobre ellas y en algunos casos se acondicionan para uso residencial.

Contexto en 1940 -1950

En 1940 se definía al sector con una idea de ciudad jardín con uso exclusivamente residencial, a través de la formación de un eje casi simétrico. La altura de las edificaciones es de dos y tres pisos.

Entre la gama de metas de la calle son mostrar el jardín del retiro frontal por medio de un cerramiento transparente o bajo formado una fachada tridimensional, otra meta es tener entradas residenciales agradables por medio de un paseo arborizado.

Las intensidades de las metas fueron muy altas en esta época ya que al ser un barrio residencial y estar limitando con la Universidad Central lo convertía como un lugar de paso.

El movimiento contextual, que se refiere a la forma de llegar en ese entonces era de fácil acceso ya que se inauguraba la Av. América en su extensión por el Norte.

Contexto en la actualidad

En 2014 la estructura del sector se mantiene, pero se deteriora en su uso residencial, los habitantes originales mantienen sus residencias, pero convierten o construyen en los retiros que posteriormente son utilizados como comercios en arriendo. El eje principal se vuelve de uso mixto derrocando residencias antiguas por estructuras nuevas que la legislación permite dotando de mayor altura el sector. El uso comercial reemplaza al residencial incluso en la tipología de casa unifamiliar para satisfacer servicios de los estudiantes y volverlos objetos rentistas.

La gama de metas de la calle cambia por la de mostrar cerramientos que no permiten la vista tridimensional.

La tener un cambio de uso en las calles, estas se estrechan permitiendo el estacionamiento lateral en las vías y satisfacer las demandas de estacionamiento de la universidad o de los comercios.

El movimiento contextual es de difícil acceso ya que las vías se han estrechado por el uso del automóvil y el transporte público que llegan a una centralidad de ciudad como es la Universidad.

La discusión

Con la discusión, se responde la pregunta de investigación que es la siguiente: ¿las transformaciones urbano-arquitectónicas en el barrio de la Belisario Quevedo, responden a la planificación de una transformación programada de cambios de uso? **Álvaro Francisco** so o son el resultado del abandono progresivo del uso como vivienda? Las transformaciones urbanas y arquitectónicas en este sector son el resultado del cambio de uso residencial al comercial por los propios habitantes del sector que buscan sacar mayor provecho a sus propiedades en detrimento del atractivo que alguna vez este sector tuvo. La alta densidad de población flotante de estudiantes permitió que el sector se vuelva inseguro por lo que también se protegió al construir cerramientos; entonces el sector se volvió objeto para la extracción de renta. .

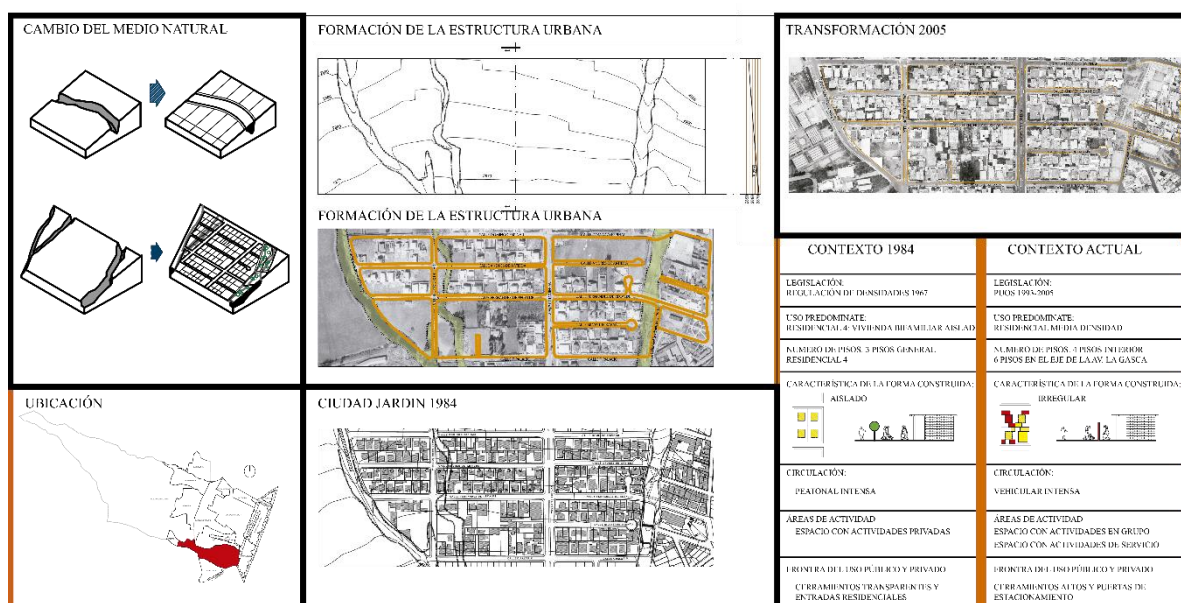


Figura 1. Resumen de la ficha de análisis

Conclusiones

El producto urbano actual del sector al convertirse en un objeto (funcional únicamente para la extracción de renta) no es correspondiente con su historia y que sus habitantes que históricamente se fueron renovando no valoraron un paisaje edificado agradable de origen por uno actual que no lo es, destruyendo el paradigma de la relación unívoca entre el ser y su entorno. En ningún momento se quiere manifestar que los habitantes modificaron la ciudad para ignorarla como su hábitat, sino que a partir de los cambios de las políticas normativas de uso y ocupación de suelo sin operaciones de regeneración con la participación de sus habitantes han producido, abandonos y deterioros irreversibles en los hábitats e imagen de la ciudad.

Referencias

[1] J. Beaujeu; Géographie urbaine: Armand Colin, París (1980): 146-178

- [2] V. Caliandro; Calles. Problemas de estructura y diseño: “Forma y uso de la calle...”, Gustavo Gili, Barcelona (1981): 161-195
- [3] J. Rykwert; Calles. Problemas de estructura y diseño: “La calle el sentido de su historia”, Gustavo Gili, Barcelona (1981): 161-195

Plataforma LaVCiTe, una aproximación para la evaluación y detección de brechas de información geoespacial en la planificación territorial en Ecuador.

Pacurucu Cáceres Natalia ^{1*}; Vivanco Cruz Lorena ¹; Morocho Villie ²; Pinos Veintimilla Gabriela ¹

1Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

2Departamento de Ciencias de la Computación. Facultad de Ingeniería.

Universidad de Cuenca. Avenida 12 de Abril y Agustín Cueva, Cuenca, Ecuador

natalia.pacurucu@ucuenca.edu.ec

Palabras Claves: Información, geoespacial, territorio, planificación, TIC

Resumen

Para la planificación de los territorios es necesario disponer de un cuerpo de información que reúna un mínimo de condiciones que den a conocer las características más relevantes de su situación actual y con ello tomar las decisiones más acertadas para su desarrollo.

Actualmente, la información geoespacial oficial disponible en Ecuador resulta insuficiente para dicho cometido, en especial para los pequeños territorios con limitaciones de producción y manejo de cartografía.

En el presente documento se presenta las brechas existentes respecto a la información geoespacial como recurso indispensable para la planificación territorial y propone al Laboratorio Virtual de Ciudad y Territorio –LaVCiTe- como una herramienta que facilita el acceso y la organización sistemática a la información, orientando la recolección y visualización de la misma hacia el diagnóstico de los territorios y sus propuestas de actuación.

Introducción

En Ecuador, en especial en los cantones pequeños, la información geoespacial disponible resulta insuficiente para trazar la línea de base necesaria de los indicadores para la planificación de los territorios. O simplemente es información que es inaccesible para los usuarios reales, es posible que dicha información exista pero fue almacenada celosamente en anaqueles de documentos o archivos físicos con acceso único para ejecutores del proyecto en su momento.

A pesar que existen grandes intentos por poner a disposición la información geoespacial, tales como geoportales institucionales, o sistemas como el SIN (Sistema Nacional de Información), sin embargo, no cumplen a cabalidad su objetivo, siendo reflexivo, quizás por la misma falta de interés de los posible usuarios. Por tal motivo, las brechas que se presentan sobre este tipo de información son importantes, la dispersión y fragmentación de los datos; la limitada información geográfica y estadística; la poca o escasa articulación de la información disponible; la carencia de un sistema único que integre datos e información estadística y geográfica relevante, confiable, exacta y oportuna sobre la realidad nacional, sectorial y local; los débiles mecanismos de homologación y

estandarización de la información de los diferentes sistemas públicos existentes; evidencian la falta de democratización de la información, su gestión y soporte técnico.

La ordenación territorial y urbanística, no puede prescindir de la información geoespacial, pues permite a los planificadores diagnosticar el territorio y juega un rol importante para la toma de decisiones y la evaluación de las acciones ejecutadas [1]. Así, se pueden reconocer los fenómenos espaciales a partir de representaciones simplificadas de los hechos. Para cumplir este objetivo, los modelos son usados como representaciones de la realidad de manera lo más fiel posible y constituyen un campo de pruebas en donde se puedan generar modificaciones y propuestas para alcanzar la solución[2] a los problemas identificados en el diagnóstico de la ciudad o del territorio en general.

Gracias al impacto de la tecnología sobre la información geoespacial, se ha logrado reducir los tiempos para procesar, archivar, recuperar grandes volúmenes de datos, la posibilidad de ejecutar una amplia gama de combinaciones de variables, entre otras. Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) facilitan estas operaciones y ponen la información a disposición de sus posibles usuarios, en muchos casos vía Internet para su análisis científico o político [3]. Las Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) se convierten en una herramienta esencial a la hora de poner a disposición la información geoespacial a través de internet y que han logrado posicionarse como nuevas opciones para geoprocesamiento de esa información [4]

En este trabajo se presenta al Laboratorio Virtual de Ciudad y Territorio –LaVCiTe– como una herramienta virtual que permite el acceso equitativo a la información geoespacial disponible en Ecuador, para integrar y fomentar su uso. A través de la plataforma, se ha podido constatar que existen vacíos en varios ámbitos fundamentales para la planificación territorial. Por ejemplo, a escala urbana la información es nula, ninguna institución del país ha liberado esta información al punto de que ni los límites administrativos de las ciudades son conocidos. A nivel territorial se cuenta con un mayor número de datos, pero aún hace falta su homogenización y su difusión, de manera que los Gobiernos Autónomos Descentralizados puedan hacer uso de la misma y que no se dupliquen los esfuerzos para la generación de cartografía.

Métodos

El LaVCiTe, a través de su plataforma del mismo nombre, implementó la creación de modelos del territorio teniendo como fuente la información disponible en los servicios WFS y WMS de las IDEs oficiales a nivel nacional en el Ecuador. Varias son las fuentes que han logrado evolucionar para brindar servicios WFS; sin embargo para la escala urbana no ha sido posible contar con toda la información necesaria. Esto deja notar la deficiencia actual en la liberación y manejo de este tipo de datos.

La plataforma se configura como una aplicación web accesible vía internet, donde el funcionamiento esta encapsulado en un servidor con dirección <http://lavcite.ucuenca.edu.ec/ide/web/laboratorio/>, alojado en el data center de la Universidad de Cuenca. Este servidor físico tiene desplegada la IDE Ucuena V3.5 sobre su sistema operativo Centos 7, un servidor de base de datos espacial, un servidor de mapas y el módulo de la aplicación del Laboratorio Virtual de Ciudad y Territorio. Además, el equipo se conecta mediante servicios web a servidores externos para el consumo de información geográfica brindada por otras instituciones, especialmente por sitios oficiales. Para la información faltante, existe un método manual que permite la

introducción de capas en el momento de solicitar la creación del modelo. El funcionamiento de la plataforma es visible en el video de la web del laboratorio.

En el caso del modelo territorial las capas son consumidas de los servicios web que prestan las instituciones del país, considerándose como información oficial y de relevancia (Ver Tabla 1).

Tabla 1: Capas o variables para la construcción del modelo territorial

Ord	Nombre	Fuente
1	LIMITE CANTONAL	GEODATABASE NACIONAL DEL INEC
2	LIMTE PARROQUIAL	SENPLADES INFORMACION GEOGRAFICA PDOT
3	COBERTURA DEL SUELO	http://geoportal.magap.gob.ec/geomagap/magap/wfs/
4	CONFLICTO USO DE SUELO SOBRE UTILIZADO	http://geoportal.magap.gob.ec/geomagap/magap/wfs/
5	PELIGRO VOLCANICO	SENPLADES INFORMACION GEOGRAFICA PDOT
6	HIDROGRAFIA RIOS SIMPLES	http://www.geoportaligm.gob.ec/regional/wfs/
7	HIDROGRAFIA RIOS DOBLES	http://www.geoportaligm.gob.ec/regional/wfs/
8	VIALIDAD	http://www.geoportaligm.gob.ec/regional/wfs/
9	PATRIMONIO DE AREAS PROTEGIDAS PANE	SENPLADES INFORMACION GEOGRAFICA PDOT
10	ZONAS DE PROTECCION	http://mapainteractivo.ambiente.gob.ec/geoserver/wfs/
11	SITIOS ARQUEOLOGICOS	SENPLADES INFORMACION GEOGRAFICA PDOT
12	MOVIMIENTO DE MASA ALTA	SENPLADES INFORMACION GEOGRAFICA PDOT
13	CATASTRO MINERO	SENPLADES INFORMACION GEOGRAFICA PDOT
14	ZONAS SUSCEPTIBLES A INUNDACIONES	SENPLADES INFORMACION GEOGRAFICA PDOT
15	CENTROS POBLADOS	SENPLADES INFORMACION GEOGRAFICA PDOT
16	ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS	SENPLADES INFORMACION GEOGRAFICA PDOT
17	CENTROS SALUD	SENPLADES INFORMACION GEOGRAFICA PDOT
18	UNIDADES POLICIA COMUNITARIA	SENPLADES INFORMACION GEOGRAFICA PDOT
19	DISTRITOS ADMINISTRATIVOS	http://app.sni.gob.ec/geoserver/wfs
20	VARIABLES SERVICIOS VIVIENDA	SENPLADES INFORMACION GEOGRAFICA PDOT

Fuente: Elaboración Propia

A través de una superposición de capas, en la plataforma se visualizarán estas variables, estilizadas automáticamente de acuerdo a los atributos que dispongan y a una escala adecuada. A más de estos procesos la plataforma muestra ciertos indicadores urbanos identificados para una ciudad sostenible. El sistema de indicadores permite comprender en el tiempo la evolución del sistema urbano. El sentido de los indicadores es comprobar si la ciudad se acerca o se aleja de los niveles deseables previstos para un desarrollo sostenible [5].

Dentro de la aplicación se manejan varias librerías Java necesarias para construcción del software, entre las más importantes están:

GeoTools[6] proporciona una colección de métodos estandarizados y compatibles para el manejo de datos geoespaciales. La biblioteca GeoTools implementa las especificaciones Open Geospatial Consortium (OGC). Esta amplia librería permite manejar la gran mayoría de los procesos geoespaciales, así como la definición de interfaces para las estructuras y conceptos espaciales clave y una limpia API de acceso a datos soportando el acceso a entidades, soporte de transacciones y bloqueo entre hilos de ejecución [7].

GeoServer-Manager. Es una biblioteca de código abierto para proporcionar una sencilla pero muy útil forma de interconectar una aplicación Java con el servidor de mapas GeoServer, permitiendo interactuar con los formatos más comunes: geotiff, shapefile, PostGIS, mosaicos [8].

Con estos procesos, la plataforma ha podido probar los modelos territoriales para los 221 cantones del país, así como para las 9 zonas de planificación y las 24 provincias.

A partir de los modelos, se han detectado los vacíos de información geoespacial en los siguientes componentes del sistema territorial: Marco Legal e Institucional, Estructura Económica, Infraestructura Socio Cultural, Asentamientos Humanos y Estructura Biofísica. En el caso de la escala urbana se ha probado a penas con 5 ciudades del país Cuenca, Pucará, Nabón, Cañar y Azogues.

Resultados y discusión

El Laboratorio Virtual de Ciudad y Territorio ofrece a los gobiernos locales, los organismos de planificación y a la ciudadanía en general una herramienta potente que facilita la gestión de la información, produciendo nuevo conocimiento y alternativas para entender la ciudad y el territorio.

A través de la generación de los modelos territoriales para las diferentes escalas de planificación, se han encontrado varias falencias de la información geoespacial en los distintos componentes del territorio. Los que más debilidades presentan son el Marco Legal e Institucional y la Estructura Económica. En el primer caso solo se han podido visualizar los límites administrativos hasta el nivel parroquial, pero ninguna información de relevancia para actuar en este componente. En el segundo, las variables de orden

estadístico encontradas son datos del último censo de población y vivienda del año 2010, en escala de sector censal, no obstante esta información no es actualizada y la referencia espacial no es precisa, pues la metodología que plantea el INEC para identificar los sectores censales son solo de referencia, pero no representan la morfología del territorio.

Respecto a los asentamientos humanos, la información encontrada es la localización de los asentamientos, el Laboratorio a través de geoprocetos ha tratado de jerarquizar los mismos para un mayor entendimiento, empero no existe ninguna información adicional para el análisis.

En cuanto a la estructura biofísica, existe un gran vacío de riesgos y vulnerabilidad de los territorios, las capas presentan información a escala muy pequeña, zonificando grandes porciones de territorio pero que no permiten una planificación a detalle.

A nivel urbano la información no está liberada, de las 5 ciudades probadas, la información que se ha cargado en la plataforma ha sido conseguida de manera extraoficial.

Conclusiones

La información geoespacial se configura como un factor clave para la planificación territorial, permite relaciones entre datos con base en el territorio donde se producen. Los datos que se registran por capas temáticas, permitiendo a los tomadores de decisiones consultar tanto los datos como la representación de estos en los mapas y mezclarlos para hacer relaciones a la medida de sus necesidades.

La plataforma del LaVCiTe es una iniciativa para publicar, gestionar y almacenar información tanto a nivel territorial como urbano y contar con una primera base de datos a escala urbana.

Las TIC, deben ser aprovechadas para poner al alcance de la población el conocimiento y la información de relevancia que permita planificar el futuro y mejorar la calidad de vida de la población, objetivo que finalmente plantea la Ordenación Territorial.

Agradecimientos

Este proyecto ha sido financiado por fondos propios de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Cuenca. Agradecimientos al grupo de trabajo de IDE del Departamento de Ciencias de la Computación y a CEDIA por su apoyo al desarrollo de las IDE académicas a través del GT-IDE.

Referencias

- [1] M. Arcila Garrido y J. A. López Sánchez, “La cartografía cultural como instrumento para la planificación y gestión cultural. Una perspectiva geográfica”, *PERIFERICA* 15771172- 2011 N 12- P 1536, ene. 2011.
- [2] F. Zoido Naranjo, “MODELOS DE ORDENACIÓN TERRITORIAL”. .
- [3] N. Mena Díaz, “Plataforma informática para la gestión en red de información multimedia y geoespacial orientada a grupos sociales que trabajan en entornos virtuales distribuidos”, *ACIMED*, vol. 18, núm. 6, pp. 0–0, dic. 2008.

- [4] L. Vivanco, N. Pacurucu, J. Astudill, y V. Morocho, “GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN GEOESPACIAL PARA LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y URBANA”, vol. 13, núm. 2, p. 4 1-52, 2016.
- [5] R. Baez, S. Bossio, P. Marín, y S. Marin, “Modelos Urbanos Sostenibles.” 2012.
- [6] Open Source Geospatial Foundation, “GeoTools The Open Source Java GIS Toolkit — GeoTools”, *OS Geo Project*, 2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.geotools.org/>. [Consultado: 23-mar-2016].
- [7] J. Garnett, “GeoTools — Documentation”, *OSGeo-Live 9.0*. [En línea]. Disponible en: http://live.osgeo.org/es/overview/geotools_overview.html. [Consultado: 23-mar-2016].
- [8] GeoSolutions Team, “Developer’s Corner: GeoServer-Manager, super-simple Java client library for GeoServer”, *GeoSolutions*, 11-may-2011. [En línea]. Disponible en: <http://www.geo-solutions.it/blog/developers-corner-geoserver-manager-super-simple-java-client-library-for-geoserver/>. [Consultado: 23-mar-2016].

Metodología para definición de conglomerados de muestreo espacial en el entorno urbano basados en caminabilidad y factores socioeconómicos.

Orellana, Daniel ^{1*}; Quezada, Adriana ¹; Andrade, Susana ²; Ochoa-Avilés, Angélica ².

1 LLactaLAB—Ciudades Sustentables. Departamento de Espacio y Población. Universidad de Cuenca. Av. 12 de Abril SN. Cuenca, Ecuador. daniel.orellana@ucuenca.edu.ec

2 Grupo de Investigación Alimentación, Nutrición y Salud. Departamento de Biociencias. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad de Cuenca. Av. 12 de Abril. SN. Cuenca, Ecuador.

Palabras Claves: Muestreo urbano, caminabilidad, actividad física, análisis espacial.

Resumen

El desarrollo de metodologías para la definición de conglomerados de muestreo en las ciudades representa un reto para los estudios en el área de salud y entorno urbano. El presente artículo propone una adaptación de la metodología IPEN para la definición de conglomerados de muestreo basada en la caminabilidad y estatus socioeconómico. Esta propuesta fue aplicada en la ciudad de Cuenca utilizando dos estrategias diferentes de segmentación espacial empleando software de código abierto.

Los resultados indican que la segmentación basada en teselación regular es más adecuada cuando se requiere realizar un muestreo que involucre la totalidad del espacio urbano, mientras que la segmentación basada en áreas de influencia es más adecuada cuando se requiere obtener una muestra de equipamientos o servicios. La metodología es replicable y adaptable para investigaciones que requieran establecer conglomerados de muestreo en el espacio urbano en cualquier ciudad.

Introducción

Durante los últimos años se han estudiado los efectos que ejerce la forma urbana sobre la selección de modos de transporte por parte de la población, y en especial la movilidad no motorizada, la cual está asociada a su vez a la actividad física y estilos de vida más saludables [1], [2].

Uno de los retos más importantes en estos estudios es obtener resultados que sean comparables a nivel intra- e inter-urbano, para lo cual se han propuesto varias metodologías. Una de ellas es la propuesta por IPEN [3], la cual requiere de la definición de conglomerados de muestreo basados en fuentes secundarias como un paso previo al levantamiento de datos detallados. Dicho proceso busca establecer una muestra estadísticamente significativa del entorno urbano basado en dos dimensiones principales: Caminabilidad y Estatus Socio-Económico. Aunque la propuesta del IPEN es detallada y replicable, presenta dos aspectos que dificultan una aplicación más generalizada. Por un lado, la unidad de muestreo se basa en unidades administrativas irregulares (a menudo sectores censales) las cuales pueden presentar una gran variabilidad en cuanto a superficie, lo que constituye un caso del Problema de la Unidad de Área Modificable – MAUP [4]. Por otro lado, la caracterización socioeconómica del entorno urbano se basa

en datos de ingresos de los hogares, información que no existe ni está disponible a un nivel suficiente de desagregación espacial en muchas ciudades.

El objetivo principal del presente artículo es presentar una adaptación de la metodología IPEN para establecer conglomerados de muestreo del entorno urbano que incluyan la dimensión socioeconómica y la dimensión de caminabilidad. La adaptación propuesta presenta dos ventajas. Por un lado, no se basa el muestreo en unidades administrativas o censales lo cual evita el Problema de la Unidad de Área Modificable. Por otro lado, utiliza datos de fuentes secundarias oficiales y/o de geo-información voluntaria, lo que garantiza su aplicabilidad en un amplio rango de ciudades y de casos donde la metodología original del IPEN no es aplicable. Adicionalmente, todo el proceso es realizado en un entorno de sistemas de información geográfica de código abierto.

Métodos

La propuesta de muestreo fue aplicada en la ciudad de Cuenca (Ecuador) donde se establecieron conglomerados de muestreo a partir de un índice de caminabilidad y del estatus socioeconómico de la población.

En primer lugar se dividió el área de estudio siguiendo dos estrategias con fines comparativos: a) teselación regular utilizando una malla regular hexagonal, y b) áreas de influencia a partir de puntos de interés, en este caso los centros educativos de educación básica. A continuación se calcularon para cada unidad espacial las tres variables que componen el índice de caminabilidad: Densidad de viviendas (número de viviendas por unidad de área), Densidad de Intersecciones (número de intersecciones donde confluyen tres o más segmentos de calle por unidad de área), y c) Diversidad de Usos del Suelo (puntaje de entropía de Shannon para cinco tipos de usos: residencial, comercial, recreación, oficinas, e instituciones). Posteriormente se calculó el puntaje Z de cada variable y se determinó el índice de caminabilidad utilizando la Ecuación 1.

$$IC = 2 (z \text{ intersecciones}) + \left(\frac{z \text{ densidad}}{\text{de viviendas}} \right) + \left(\frac{z \text{ diversidad}}{\text{de usos}} \right) \quad (1)$$

El estatus socioeconómico se calculó como el promedio del Índice de Condiciones de Vida [5] de las viviendas dentro de la unidad espacial correspondiente.

A continuación, se calculó los deciles de índice de caminabilidad y estatus socioeconómico y se clasificaron las unidades espaciales como se muestra en la Tabla 1. Esta información se puede utilizar para realizar muestreos por conglomerados del área urbana para estudios que evalúen la movilidad y parámetros de salud relacionados.

Tabla 1. Cuadrantes de muestreo de las unidades espaciales

		Estatus Socio-económico	
		deciles 1-5	deciles 6-10
Índice de Caminabilidad	deciles 1-5	Bajo Bajo	Bajo Alto
	deciles 6-10	Alto Bajo	Alto Alto

Esta metodología presenta dos diferencias importantes con respecto a la propuesta del IPEN. Por un lado, las unidades de análisis no se basan en sectores censales, sino en unidades espaciales de superficie regular, sean celdas de la malla hexagonal o áreas de influencia de los puntos a evaluar. En segundo lugar, en lugar de evaluar el estatus socioeconómico basado en el nivel de ingresos de los hogares cuya información no está disponible para muchas ciudades, se utiliza el Índice de Condiciones de Vida, cuyo cálculo requiere solamente datos disponibles públicamente de los censos nacionales.

Resultados y discusión

La metodología propuesta fue utilizada para realizar muestreos de centros educativos de la zona urbana de Cuenca (Ecuador) en estudios que exploran la relación entre entorno urbano, alimentación y actividad física. El Índice de Condiciones de Vida en el área de estudio presentó valores entre 0.0001 y 0.930 ($\mu=0.65$, $Me=0.75$, $SD=0.24$), mientras que el Índice de Caminabilidad presentó valores entre -3.88 y 8.78 ($\mu=-0.33$, $Me=-0.33$, $SD=3.14$).

Las dos estrategias de segmentación geográfica presentaron el mismo patrón espacial, aunque la pertenencia de las escuelas a los cuadrantes de muestreo sufrió variaciones debido a dos razones. Por un lado, la segmentación basada en la teselación regular define los cuadrantes basados en el número total de teselas en la ciudad, mientras que la segmentación basada en área de influencia define los cuadrantes basados en el número total de centros educativos. Las Figuras 1 y 2 muestran los resultados usando la teselación regular y las áreas de influencia, respectivamente.

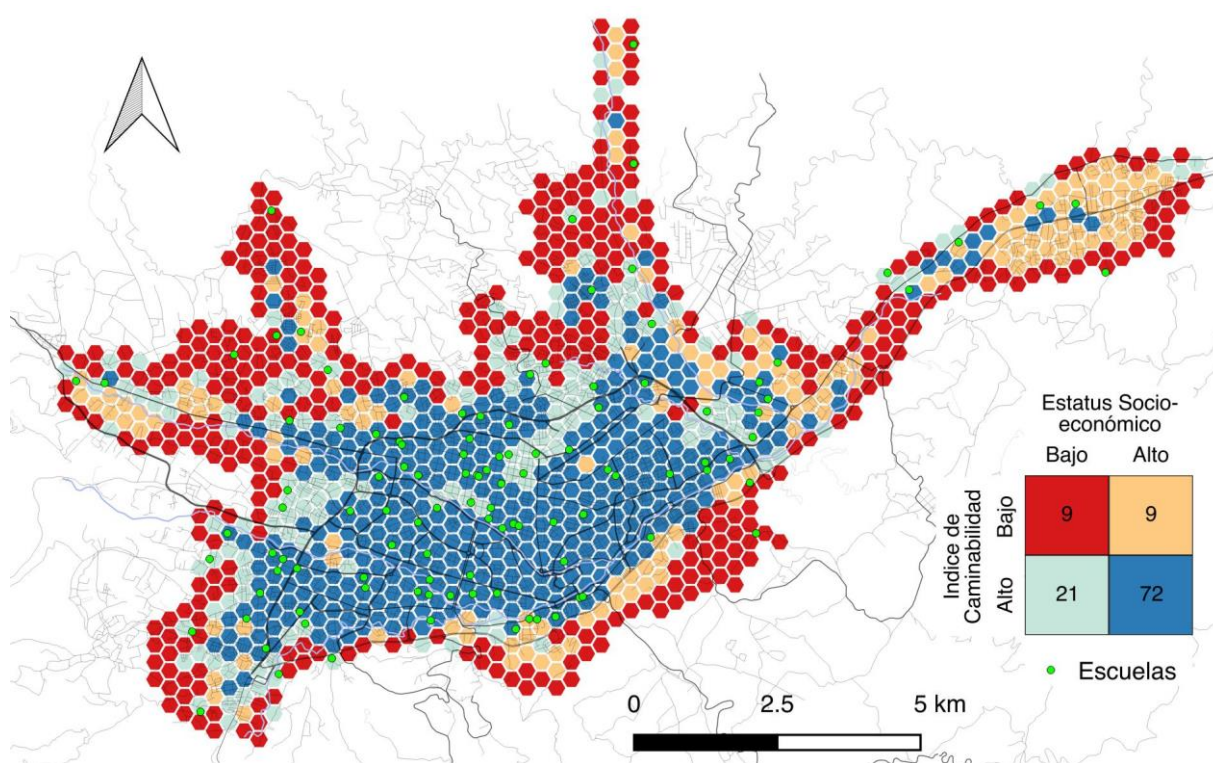


Figura 1. Definición de conglomerados de muestreo basados en teselación hexagonal. Los números indican la cantidad de centros educativos en cada conglomerado.

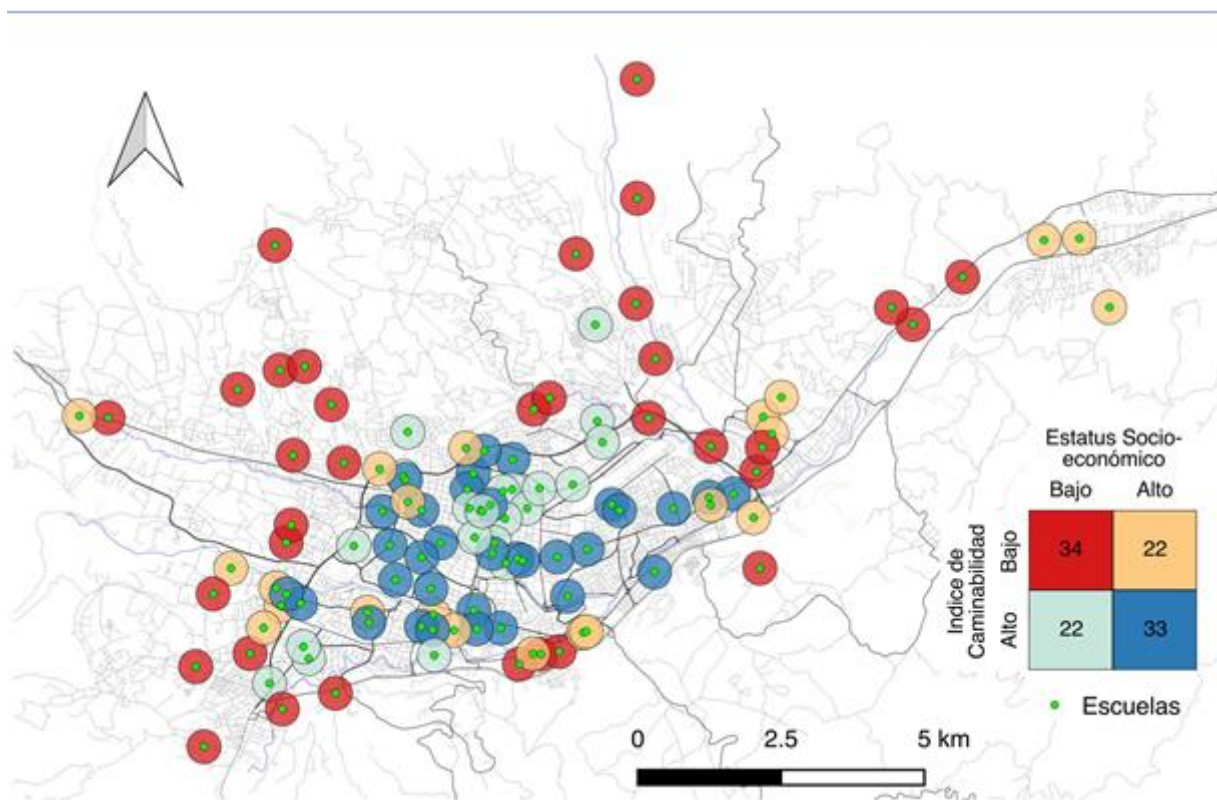


Figura 2: Definición de conglomerados de muestreo basados en áreas de influencia. Los números indican la cantidad de centros educativos en cada conglomerado

Conclusiones

En este artículo hemos presentado una adaptación de la metodología IPEN para la definición de conglomerados de muestreo en entornos urbanos basados en la caminabilidad y estatus socioeconómico y hemos presentado su aplicación en la ciudad de Cuenca utilizando dos estrategias diferentes de segmentación espacial. La segmentación basada en teselación regular es más adecuada cuando se requiere realizar un muestreo basado en la totalidad del espacio urbano, mientras que la segmentación basada en áreas de influencia es más adecuada cuando se requiere una obtener una muestra basada en equipamientos o servicios, como por ejemplo en centros educativos. La definición de los conglomerados de muestreo permiten una segunda etapa de muestreo aleatorio dentro de cada uno de ellos.

El proceso es potencialmente replicable en otras ciudades debido a que fue completamente desarrollado utilizando software de código abierto y fuentes de datos secundarias oficiales y de geoinformación voluntaria. Entre los siguientes pasos de nuestra investigación se encuentra la generación de un script en lenguaje R [6] que permita la generación automática de los cuadrantes de muestreo a partir de variables definidas por el usuario.

Agradecimientos

La presente investigación es parte del proyecto “Modelamiento de las interacciones entre de los factores psicosociales y del entorno con los patrones de alimentación, actividad física, el perfil cardiometabólico y la condición física, en escolares del cantón Cuenca”, ejecutado con financiamiento de la Universidad de Cuenca y la Universidad Politécnica Salesiana en colaboración con la Universidad Católica de Cuenca en el marco de la convocatoria de la Red Ecuatoriana de Universidades y Escuelas Politécnicas para Investigación y Posgrados” – REDU 2016.

Referencias

- [1] Y. Long y Z. Shen, “Spatially Heterogeneous Impact of Urban Form on Human Mobility: Evidence from Analysis of TAZ and Individual Scales in Beijing”, en *Geospatial Analysis to Support Urban Planning in Beijing*, Cham: Springer International Publishing, 2015, pp. 133– 153.
- [2] N. Raftery, A. J. Chiaradia, y J. Gil, “Space Syntax: The Role of Urban Form in Cyclist Route Choice in Central London”, *SafeTrec Res. Reports*, p. 18, 2007.
- [3] J. F. Sallis *et al.*, “Physical activity in relation to urban environments in 14 cities worldwide: a cross-sectional study”, *Lancet*, vol. 387, núm. 10034, pp. 2207–2217, jun. 2016.
- [4] S. Openshaw y R. B. Semple, *The Modifiable areal unit problem*. Geo Books., 1983.
- [5] D. Orellana, C. Hermida, P. Osorio, y C. Calle, “Elementos Para un Marco Analítico Multidisciplinar Para el Estudio de la Movilidad de Ciclistas y Peatones.”, en *III Congreso Latinoamericano y Caribeño de Ciencias Sociales*, 2015.
- [6] R Core Team, “R: A Language and Environment for Statistical Computing”. Vienna, Austria, 2016.

Ciudades sostenibles: la calidad del transporte público

Medina, Yudy P *, Campuzano, Fresia L. 1

Machala El Oro, Grupo iRHIMA, Universidad Tecnica de Machala, Unidad Academica de Ingenieria Civil. Ecuador, ymedina@utmachala.edu.ec.

Palabras Claves; Movilidad, Ciudad, Sustentable.

Resumen:

Esta investigación, realiza una propuesta de metodología para evaluar el transporte público de una ciudad, ya que el acelerado crecimiento de las mismas genera problemáticas de movilidad, la evaluación se enfoca en tres ejes principales infraestructura vial, capacidad vial y servicio; mitigar y hasta corregir estos inconvenientes contribuye al lineamiento de sostenibilidad propuesto por la ciudad, el adecuado funcionamiento del transporte público en una ciudad sostenible aporta a mejorar la calidad de vida de sus habitantes pues les invita indirectamente a usarlo y dejar de lado el auto privado que contamina y hace daño al ecosistema.

Introducción

Dentro del documento temático previo al Hábitat III en el campo de Transporte y movilidad se manifiesta que “La accesibilidad y la movilidad sostenible tienen que ver con la calidad y la eficiencia de llegar a destinos cuyas distancias se reducen. En consecuencia, la movilidad urbana sostenible está determinada por el grado en que la ciudad en su conjunto es accesible a todos sus residentes, incluidos los pobres, los ancianos, los jóvenes, las personas con discapacidad, las mujeres y los niños.” (ONU-HABITAT III, 2015, pág. 01); debido al continuo crecimiento de ciudades consideradas hace unos años como pequeñas, en Ecuador se plantearon investigaciones sobre la interrelación de la ciudad y el transporte.

Machala se ha planificado de manera inadecuada generando un desorden urbanístico, dando como resultado cadenas de pobreza que se visualizan en las zonas periféricas de la ciudad, por no contar en su planificación los servicios básicos mínimos, como por ejemplo el servicio de transporte público ya que existen estudios de creación de nuevas ciudades que garantizan un bienestar a sus habitantes, denominadas ciudades sostenibles, donde se considera primordialmente la planificación y la sustentabilidad.

Una ciudad sostenible es una ciudad compacta, justa, ecológica y diversa como ejemplo; Zúrich, Singapur, Estocolmo, Viena, entre sus principales, que se evaluaron en base a 32 indicadores que valoran la calidad de vida en ellas y se basaban en tres pilares: la gente, el planeta, y la economía en cuanto a ciudades de América Latina sobresale Santiago de Chile en el puesto 71, de la cual se destaca el eficaz sistema de transporte que usan sus habitantes.

Partiendo de estas premisas se plantea como objetivo elaborar una metodología de control de la calidad del transporte público en una ciudad, mediante el análisis del nivel de servicio que ofrece a sus usuarios, contribuyendo a la movilidad de las nuevas ciudades.

Métodos

Como se ha manifestado la calidad del transporte público en las ciudades debe ser evaluado de forma frecuente y al hablar de ciudades sostenibles el nivel de servicio de la transportación pública es más exigente y apropiado para satisfacer las necesidades de movilidad de sus habitantes, contribuyendo a una cultura de ciudad amigable con su ambiente.

En este marco el nivel de servicio del transporte público se evaluará en la Infraestructura vial, donde la tipología de las vías y la seguridad que brinda al peatón, criterios puntuales como accesos, carriles, seguridad, conectividad y la cobertura. Otro indicador es la capacidad vial en la cual se tiene los criterios de análisis de las vías, la semaforización y las paradas de buses y como subcriterios se indaga los flujos vehiculares, las fases semaforicas y la seguridad que ofrece a los usuarios las paradas de las unidades de transporte. Por último tenemos el indicador de servicio que se enmarca por dos parámetros: la frecuencia y las unidades de transporte, analizando también subcriterios como; los intervalos de tiempos de servicio entre buses y que tipo de unidades se usan para brindar este servicio como se ilustra en la siguiente figura.

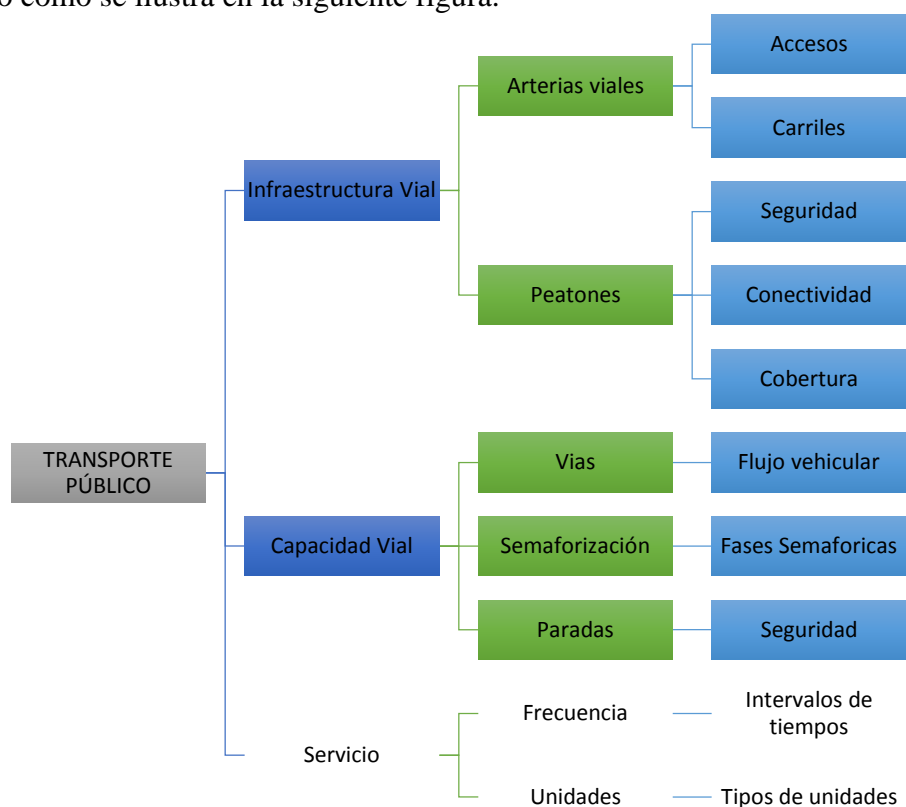


Figura 1. Criterios y subcriterios para la evaluación del transporte público

El método aplicado tiene como base conceptual el manual TCQSM para la dimensión de infraestructura vial, la capacidad vial y servicio que se evaluará bajo parámetros definidos según el tipo de ciudad como por ejemplo; Carril exclusivo, Bahías de paradas, Horas de servicio y tipos de unidades, para valorar de forma descriptiva desde “A” servicio continuo hasta “E” servicio poco atractivo para usuarios.

Resultados y discusión

En el caso de la ciudad de Machala se valoró el transporte público, basándose en los siguientes parámetros: carril exclusivo, paradas de buses, intervalos de tiempo entre

buses, horas de cobertura del servicio, desempeño a tiempo, cobertura del servicio, tiempo de espera, demora de viaje: bus vs. Auto, los insumos que estructuran la matriz incluyen la propuesta de acciones correctivas en los casos necesarios, las escalas cualitativas de nivel de servicio establecidas anteriormente en la tablas de cada ámbito considerado.

Según la información obtenida en la medición de los tiempo de viaje en Bus vs auto, en las dimensiones de Capacidad e Infraestructura Vial es un dato preocupante, la escasa presencia de los carriles segregados para buses urbanos, dificultando así la calidad operacional, esto causa que el usuario escoja transportarse en vehículos privados y taxis, ya que los tiempos de viaje en auto son más cortos que en comparación con los realizados en bus.

Conclusiones

La investigación efectuada nos refleja que un 85% de los recorridos realizados por los buses urbanos en Machala, no cuentan con las respectivas bahías de parada donde se debe realizar el embarque y descargue de pasajeros, esta falta de infraestructura refleja un bajo nivel de servicio, por lo que se requiere analizar y evaluar la disponibilidad, comodidad y conveniencia, la frecuencia, cobertura y tiempos de viaje.

La sostenibilidad de una ciudad se mide en funcion de su huella ecológica, los estudios realizados sobre ellas se fundamenta en la calidad de protección al medio ambiente y analizando sobre cuanto aporta el transporte público a cumplir esta meta se plantea implementar un plan de control operacional, que permite un seguimiento continuo al transporte público urbano y sus resultados aportarán con información muy relevante para la planificación general de la ciudad.

Agradecimientos

Al grupo de investigación iRHIMA de la Unidad Académica de Ingenieria Civil de la Universidad Tecnica de Machala gran impulsor del desarrollo del presente trabajo, y que cuenta con un proyecto de vinculación-investigación ciudades sostenibles. la planificación de una ciudades sostenible.

Referencias

- [1] Dueñas Ruiz, M. (2008). Métodos para determinar la calidad del servicio de Transpotrte Urbano en Autobús. *UIS Ingenierías*, 12.
- [2] Rojas Parra, F. (2005). El transporte Colectivo en Curitiba y Bogota. *Revista de Ingenieria*, 10.
- [3] Cal y Mayor, R. R. (2007). *Ingeniería de Tránsito*. Mexico: Alfaomega. Recuperado el 18 de 11 de 2015
- [4] Capron, Guénola, & Pérez López, Ruth. (2016). La experiencia cotidiana del automóvil y del transporte público en la Zona Metropolitana del Valle de México. *Alteridades*, 26(52), 11-21. Recuperado en 24 de julio de 2017. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-70172016000200011&lng=es&tlng=es.
- [5] ONU-HABITAT III. (2015). Issue paper Nro. 19 – Transport and Mobility. Documento Tematico previo al Habitat III Conferencia de las Naciones Unidas sobre la vivienda y el desarrollo urbano sostenible, (pág. 01). Nueva York. <http://habitat3.org/wp-content/uploads/Issue-Paper-19 Transporte y movilidad-SP.pdf>

Accesibilidad en el espacio público para personas con movilidad reducida, Cuenca como caso de estudio.

Bustos-Piedra, M. Elisa^{1,2*}; Marín-Palacios, Mateo Sebastian^{1,2}; Orellana, Daniel;¹ Cabrera, Natasha;¹

1. LactaLAB – Ciudades Sustentables, Departamento de Espacio y Población. Universidad de Cuenca. Av. 12 de Abril s/n, Cuenca, Ecuador. daniel.orellana@ucuenca.edu.ec

2 Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad de Cuenca. Av. 12 de Abril s/n, Cuenca, Ecuador. elisa.bustos@ucuenca.ec

Palabras Claves: Espacio público, movilidad reducida, movilidad sustentable, accesibilidad, barreras de accesibilidad.

Resumen

La movilidad y accesibilidad del espacio público urbano es uno de los elementos claves de la sostenibilidad de las ciudades. Sin embargo, la planificación de la movilidad ha privilegiado fuertemente a los vehículos motorizados, dejando en último término a los peatones y las personas con movilidad reducida. En este trabajo se presenta los primeros avances de un estudio que busca verificar el cumplimiento de la Ordenanza Municipal sobre Discapacidad de Cuenca, vigente desde el 2010 en cuanto a la accesibilidad del espacio público para personas con movilidad reducida, identificando los obstáculos que impiden su adecuada movilidad. Los resultados indicarían un estado crítico de accesibilidad en Cuenca.

Introducción

Según el plan de movilidad vigente de Cuenca [1], únicamente el 35% del espacio público está destinado al peatón, reflejando la prioridad del vehículo motorizado dentro de la planificación urbana. El espacio público es un lugar para el encuentro social, en el cual se satisfacen las necesidades urbanas colectivas [2]. La ciudad debe ser diseñada pensando en sus habitantes, en donde los espacios arquitectónicos y entornos urbanos, funcionan como una red de conexiones hacia los distintos puntos de interés, siendo aptos para el mayor número de personas. Más aún, la planificación ha excluido tradicionalmente a las personas con movilidad reducida, cuya accesibilidad al espacio público está seriamente comprometida.

Según datos del CONADIS, el 60% de personas con discapacidad física de la provincia del Azuay viven en Cuenca [3]. En ésta ciudad existe desde el año 2010 la “Ordenanza Municipal sobre Discapacidad” [4] que norma, entre otros aspectos, los lineamientos de infraestructura de espacio público que garantice la accesibilidad a personas con movilidad reducida. El objetivo de esta investigación es valorar el grado de accesibilidad del espacio público para personas con movilidad reducida, en diferentes sectores de la ciudad de Cuenca.

Métodos

Este es un estudio observacional descriptivo en el cual se evaluó la accesibilidad para personas con movilidad reducida en 214 tramos de vías públicas de la ciudad de Cuenca seleccionados en un muestreo aleatorio estratificado. La evaluación se basó

en comprobar el cumplimiento de la normativa vigente y valorar la dificultad de los obstáculos existentes en los tramos. Los estratos se establecieron utilizando tres factores: 1. Densidad: alta (>160 hab/ha) o baja (<160 hab/ha), 2. Edad: Nuevo o Antiguo, si fue construido antes o después de la normativa INEN vigente al medio físico [5], 3. Ancho de la vía: Ancha, Media o Angosta. Una vez definidos los estratos, se seleccionaron 67 rutas que incluyeron 214 tramos. Los levantamientos de información se realizaron utilizando un formulario digital, mediante la aplicación “Open Data Kit”. Se identificaba el obstáculo, la dificultad para superarlo y su georreferencia.

Los recorridos se hicieron simulando un tipo de movilidad reducida, utilizando un coche de bebé o silla de ruedas y otro sin ningún de estos. Para validar los datos obtenidos en la simulación se levantó nuevamente el 30% de tramos con usuarios de silla de ruedas que usaban un casco con una cámara para evidenciar todos los obstáculos y su dificultad, la que se valoró en un rango de 0 (insuperable) – 1 (completamente superable).

Se evaluó el cumplimiento de los parámetros de la normativa en cada tramo: (1) Si cumple

(0) No cumple. Obtuvimos un promedio con el que generamos el índice de accesibilidad IA:

$$IA = \bar{c} \times O_1 \times O_2 \times O_3 \times \dots \times O_n$$

\bar{c} = Promedio de
 cumplimiento O =
 Dificultad por obstáculo

La inclusión de las dificultades por obstáculo como factor multiplicativo implica que un solo obstáculo insuperable resulta en una accesibilidad nula del tramo correspondiente.

Resultados y discusión

Se obtuvo el IA para los 3 tipos de levantamientos. En la Tabla 1 y Figura 1 y 2 se muestra una comparación de los datos obtenidos en los 214 tramos. En la Figura 1 los levantamientos sin simulación y en la Figura 2 con simulación.

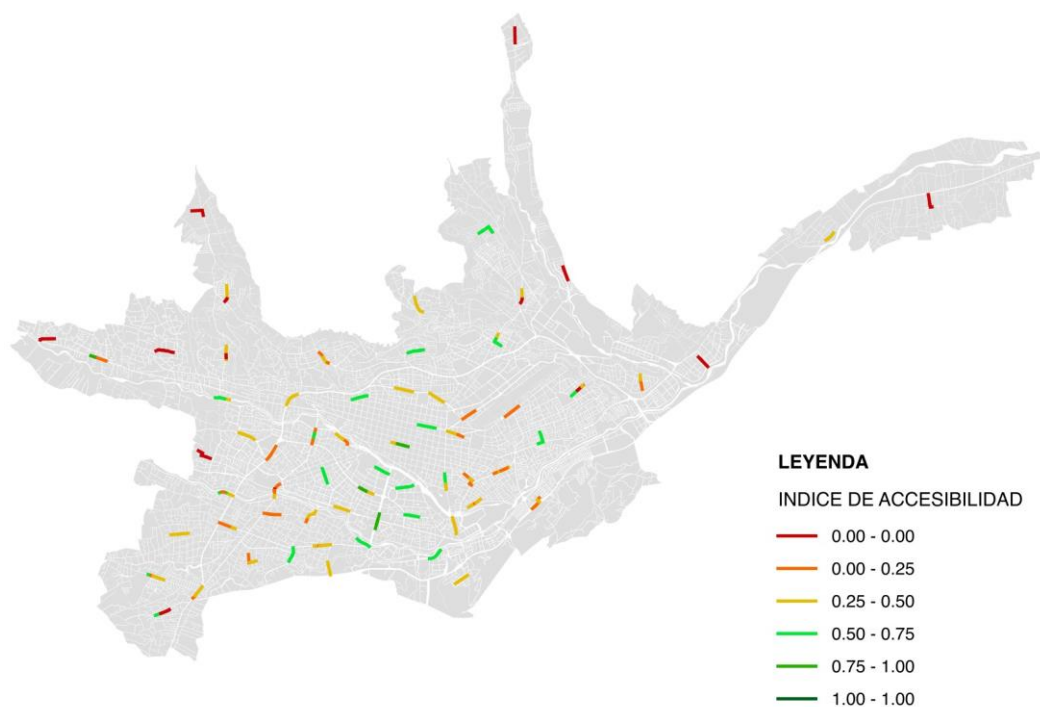


Figura 2. Índice de accesibilidad sin simulación

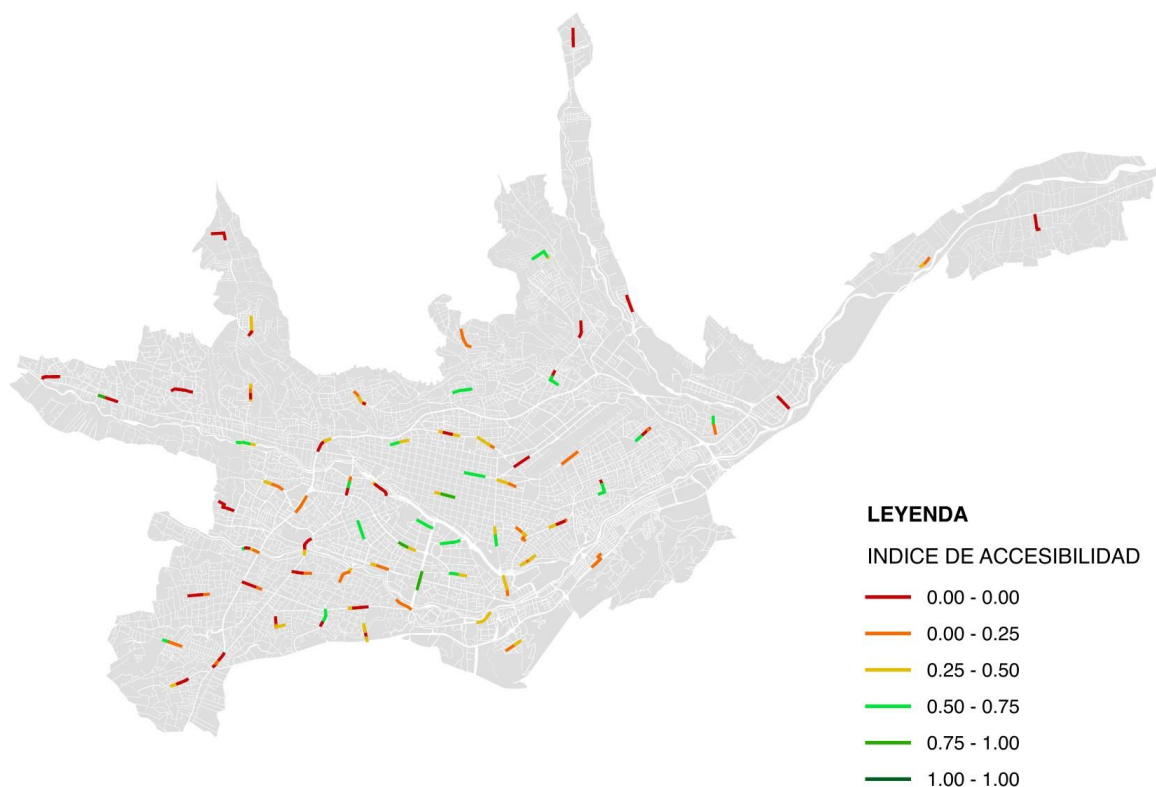


Figura 2. Índice de accesibilidad con simulación

En la simulación, la cantidad de rutas inaccesibles se duplica con respecto al levantamiento sin simulación del 15.4% al 30.4%. En los levantamientos sin simulación el 61.2% de los tramos se encuentran entre 0.25 – 0.75 mientras que en los levantamientos simulados únicamente el 44% tienen dicha clasificación.

Durante el proceso de validación se encontró que la evaluación realizada con movilidad reducida simulada sobreestimó de manera sistemática la accesibilidad con respecto a la evaluación de los usuarios de silla de ruedas, quienes evaluaron como inaccesibles el 51.5% de los tramos comparado con el 6.1% que fueron considerados inaccesibles a través de la simulación. Así mismo, los tramos con un IA entre 0 y 0.25 se duplica de 16.7% a 31.8% (Tabla 2, Figuras 3 y 4).

Tabla 2. Índice de accesibilidad por levantamiento

Índice de Accesibilidad							
Rangos de accesibilidad	0 = I _{at}	0 < I _{at} ≤ 0,25	0,25 < I _{at} ≤ 0,50	0,50 < I _{at} ≤ 0,75	0,75 < I _{at} < 1	I _{at} = 1	Muestra
Tipo de Movilidad							
Usuarios de silla de ruedas	34	21	5	3	3	0	66
	51.5%	31.8%	7.6%	4.5%	4.5%	0.0%	100%
Discapacidad simulada	4	11	37	10	4	0	66
	6.1%	16.7%	56.1%	15.2%	6.1%	0.0%	100%

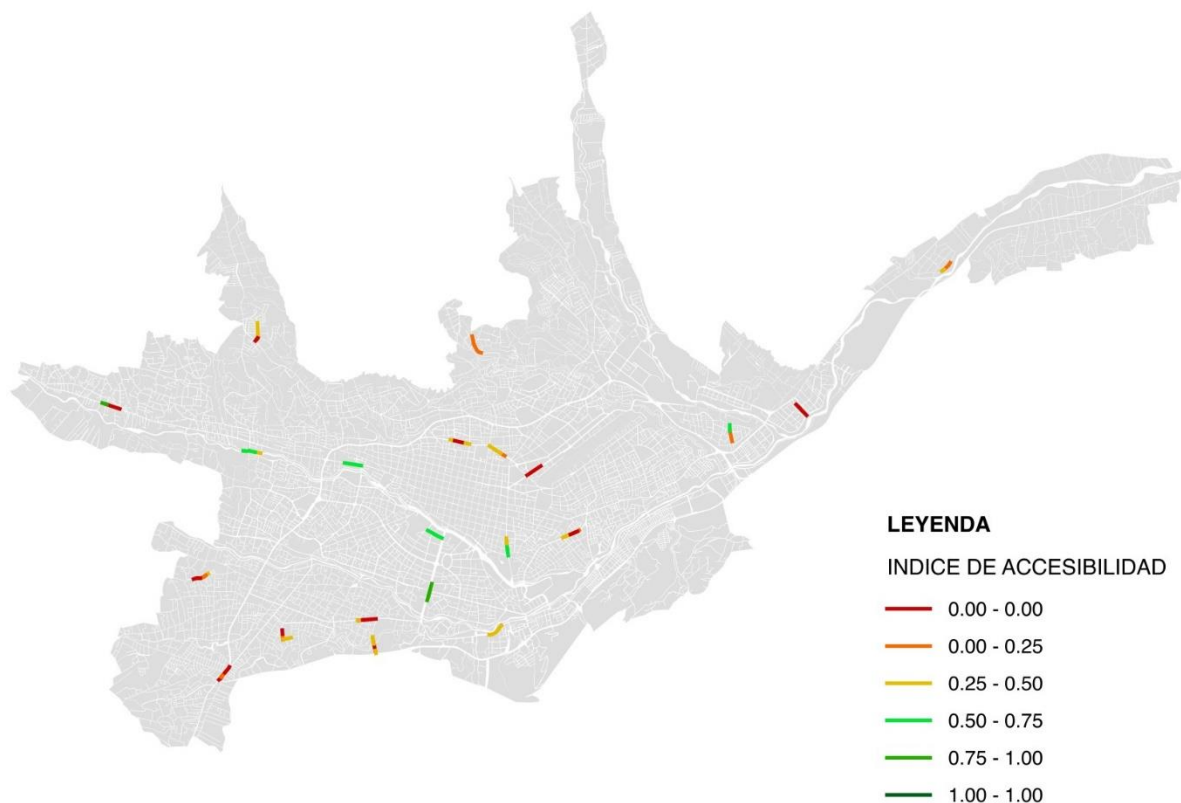
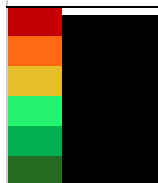


Figura 3. Índice de accesibilidad 30% de tramos, simuladas

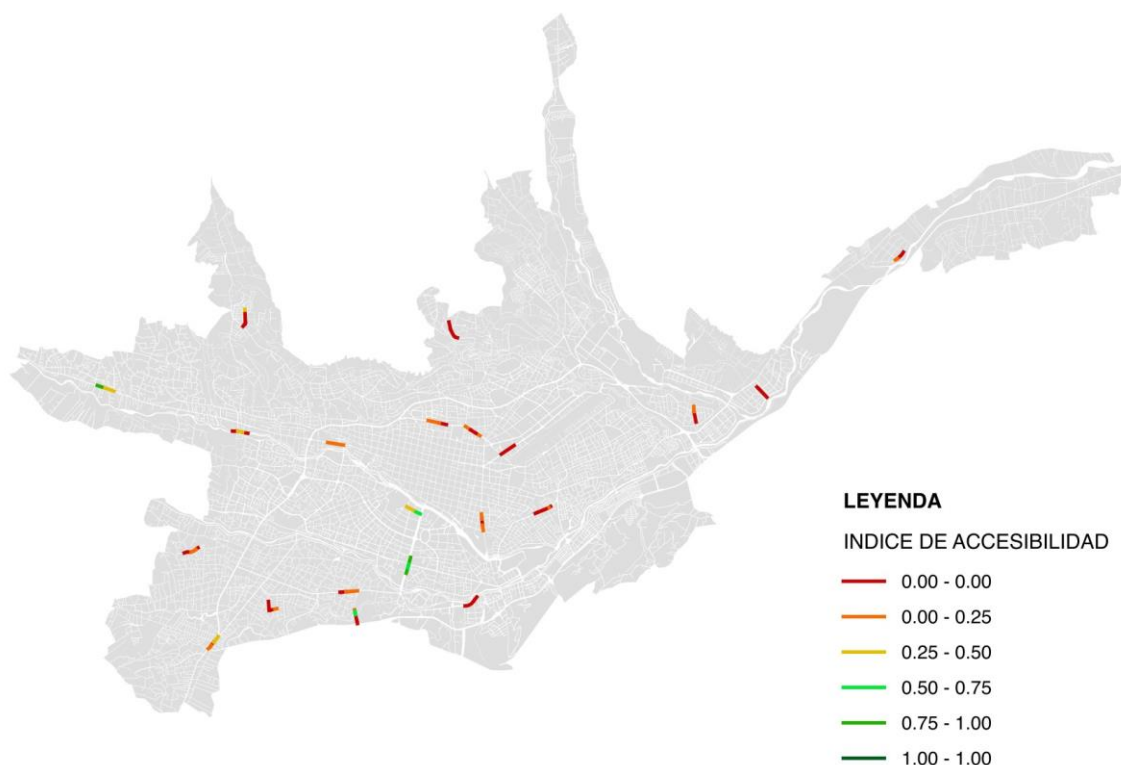


Figura 4. Índice de accesibilidad 30% de tramos, con usuarios de silla de ruedas

Es importante destacar que en ninguno de los levantamientos los tramos tienen un IA de 1, es decir ninguno es 100% accesible. En todos los mapas se puede evidenciar que, en las zonas del centro histórico y el Ejido, el IA es mayor que 0.50 y disminuye a medida que los tramos se ubican a la periferia de la ciudad, donde la mayoría están entre $0 < I_a < 0.25$ o 0.

Conclusiones

La accesibilidad al espacio público es una condición que posibilita a las personas desplazarse y hacer uso de los espacios y servicios de la ciudad [6], además que permite y promueve su participación social e inclusión en la vida urbana.

Los resultados del presente estudio indican que los espacios públicos del área urbana de Cuenca presentan niveles extremadamente bajos de accesibilidad para las personas con movilidad reducida. Además, explorando las diferencias entre realizar la evaluación simulando dificultades de movilidad y aquella realizada por personas en silla de ruedas, se encuentran diferencias importantes que implican que la simulación tiende a sobreestimar el grado de accesibilidad.

Los resultados de este estudio son de utilidad para resaltar la importancia de un diseño adecuado del espacio público que garantice la accesibilidad universal a todas las personas, promoviendo así la construcción de ciudades incluyentes y sustentables.

Agradecimientos

Esta investigación es parte del proyecto de investigación “Pies y Pedales – Estudio de los patrones de movilidad de Ciclistas y Peatones” financiado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca. Los autores expresamos nuestros agradecimientos al grupo de investigación Lactalab - Ciudades Sustentables por su

apoyo y a los voluntarios que participaron en las evaluaciones, en especial a aquellos con movilidad reducida.

Referencias

- [1] Municipalidad de Cuenca, “Plan de Movilidad y Espacios Públicos de Cuenca,” Cuenca, 2016.
- [2] O. Segovia and E. Oviedo, “Espacios públicos en la ciudad y el barrio,” in Espacio Público, Participación y Ciudadanía, O. Segovia and G. Dascal, Eds. Santiago: Ediciones SUR, 2000, pp. 51–69.
- [3] "Estadísticas | CONADIS". Recuperado el 25 abril 2017, de Consejodiscapacidades.gob.ec. N.p., 2017. Web. 25 Apr. 2017.
- [4] “Reglamento A La Ordenanza Municipal Sobre Discapacidades Del Cantón Cuenca Que Regula La Conformación Y Funcionamiento De La Comisión Cantonal Permanente De Vigilancia Social Sobre La Accesibilidad Para Las Personas Con Discapacidad | Gad Municipal Del Ca,” Gobierno Autónomo Descentralizado de Cuenca, 2017. Recuperado el 3 Mayo 2017, de <http://www.cuenca.gov.ec/?q=node/11344>
- [5] Ilustre Municipalidad de Cuenca (2003). Reforma, actualización, complementación y codificación de la Ordenanza que sanciona el Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca: Determinaciones para el uso y ocupación del suelo urbano. Cuenca. Normas INEN sobre accesibilidad al medio físico. Registro Oficial.
- [6] Hurtado Floyd, María; Aguilar Zambrano, Jaime; Mora Antó, Adriana; Sandoval Jiménez, Claudia; Peña Solórzano, Carlos; León Díaz, Andrés; (2012). Identificación de las barreras del entorno que afectan la inclusión social de las personas con discapacidad motriz de miembros inferiores. Salud Uninorte, Mayo-Agosto, 227-237.

Plataforma del Laboratorio Virtual de Ciudad y Territorio, una buena práctica para garantizar el uso y acceso a la información territorial.

Vivanco Cruz, Lorena ^{1*}; Pacurucu Cáceres, Natalia ¹, Morocho Villie ²; Pinos Gabriela ¹

¹Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

*²Departamento de Ciencias de la Computación. Facultad de Ingeniería. Universidad de Cuenca. Avenida 12 de Abril y Agustín Cueva, Cuenca, Ecuador
lorena.vivanco@ucuenca.edu.ec*

Palabras Claves: información territorial, planificación territorial, ordenamiento territorial, urbanismo, geoprocesos.

Resumen

La gestión del conocimiento, demanda una “infoarquitectura organizacional”, sustentada en plataformas tecnológicas y sistemas de redes que posibiliten los flujos de intercambio de información y comunicación entre los individuos y los equipos para la realización de diversas actividades asociadas a los procesos de creación de conocimiento. El Laboratorio Virtual de Ciudad y Territorio (LaVCiTe), permite conseguir de manera semi-automatizada la generación de modelos territoriales y urbanos, para que usuarios sin conocimientos significativos en Sistemas de Información Geográfica (SIG) puedan utilizar una herramienta basada en software de código abierto.

El Laboratorio inserto dentro de un sistema de información territorial ofrece a los Gobiernos Autónomos Descentralizados y a la ciudadanía una herramienta que facilita la gestión de la información territorial, produciendo nuevos conocimientos y alternativas para entender la ciudad y el territorio, democratizando el uso y acceso a la información oficial.

Introducción

Según Sánchez (2007), la gestión de la información se define como un subsistema de procesos, que actúa en la dimensión del capital estructural, y se refiere a la creación, captura, clasificación, preservación, recuperación y transferencia de la información que genera, recibe o adquiere una organización. En tanto, que la gestión del conocimiento, demanda una “infoarquitectura organizacional”, sustentada en plataformas tecnológicas sistemas de redes que posibiliten los flujos de intercambio de información y comunicación entre los individuos y los equipos para la realización de diversas actividades asociadas a los procesos de creación de conocimiento. Para lograr los objetivos de la gestión de información y el conocimiento, es necesario emplear herramientas de modernización que permitan agilizar y optimizar los procesos; es por esto que la implementación de un modelo de gestión de información y conocimiento con énfasis en la ordenación territorial y ordenación urbanística es de vital importancia, siempre que éste cuente con políticas claras de producción, actualización, acceso y uso de los datos; además de políticas para la creación y gestión de metadatos, estándares para la información, junto con lineamientos sobre derechos de propiedad de los datos, roles y responsabilidades, así como normas de distribución.

Naciones Unidas (2015), define la información territorial como el “datos fundamentales que comprende **la información oficial del territorio** para que cualquier usuario y aplicación pueda referenciar sus datos”, Naciones Unidas (2015). Los cuales hay que saber ¿cómo producir?, ¿cómo se accede a ellos?, y ¿cómo se decide?. La necesidad de gestionar la información en Ecuador se sustenta en el marco jurídico vigente que establece la democratización del uso y acceso a la información para la planificación territorial cuando se establece que “el acceso a la información pública es un derecho de las personas que garantiza el Estado”, (Ley Orgánica de Transparencia y Acceso a la Información Pública) y se insta “un sistema institucional que permita la generación y el acceso a la información, la regulación, el control y la sanción en los procesos de ordenamiento territorial, urbanístico y de gestión del suelo, garantizando el cumplimiento de la ley y la correcta articulación de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial de los diferentes niveles de gobierno”, (Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo, 2016). En este contexto, es necesario gestionar la información para la planificación de los territorios a través de plataformas tecnológicas que faciliten el acceso, publicación y análisis de la información oficial generada y liberada, que permita prever acciones para minimizar los desequilibrios territoriales, la ocupación y el uso desordenado del territorio y las externalidades provocadas por un crecimiento económico depredador de los recursos.

El uso actual de las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) han revolucionado el desarrollo, implementación, almacenamiento y distribución de la información mediante la utilización de diferentes medios. Entre los de mayor trascendencia en las últimas décadas, están los “observatorios”, según Joseph Thompson, éstos son “un modo de examinar la realidad, que implica claridad y mensurabilidad con respecto a los propósitos de la observación, de los criterios de comparación, de los elementos observables y de la manera de realizar la observación” (Angulo Marcial, 2009). Otra herramienta para la gestión la información y el conocimiento, desarrollada, son los “laboratorios”, que constituyen soportes para la investigación y la docencia universitaria, así como para la administración pública y privada, en los campos de generación y publicación de información geográfica. El laboratorio constituye un espacio de trabajo con un equipo innovador para la elaboración de cartografía y análisis de información geográfica, y ofrece soporte técnico y material, fundamentalmente a los grupos de investigación o actores claves. Sin embargo, aunque existen algunas experiencias de laboratorio virtuales de física, de astronomía, de medicina, de ecología entre otros; no se registran al menos en Ecuador experiencias de laboratorios que mediante geo procesos permitan observar, experimentar y comprender el sistema territorial y urbano. El Laboratorio Virtual de Ciudad y Territorio -LaVCiTe-, constituye una herramienta que sirve como ejemplo demostrativo, conceptual y práctico de una forma de tratamiento y gestión integral y sostenible de la gestión de la información, que usando las tecnologías de la información geográfica, genera un conjunto de indicadores georeferenciados en mapas que permiten la interpretación y gestión integral del territorio.

Este artículo tiene por objeto exponer el funcionamiento de una plataforma virtual – LaVCiTe- que permite gestionar la información, mediante la implementación de módulos de geoprocesamiento que generan un valor agregado a la información territorial.

Métodos

Una buena práctica aplicada para la construcción de un sistema de información geográfica, lo constituye el Laboratorio Virtual de Ciudad y Territorio, que se presenta como una herramienta digital que facilita el acceso a la información, su interpretación, gestión, con la implementación de módulos de geoprocésamiento, que facilitan la experimentación y aplicación práctica de conocimientos referidos a entender el sistema territorial y urbano. Por lo tanto, sirven de insumo para la toma de decisiones de los planificadores, investigadores, estudiantes y ciudadanía.

La comprensión y el conocimiento del modelo actual del sistema territorial y urbano, es una iniciativa para reconocer las desigualdades territoriales y promover el uso de información generada por los Gobiernos Autónomos Descentralizados zonales (equivalentes a las regiones aún no conformadas), provinciales y cantonales.

La Arquitectura de la plataforma, muestra de manera conceptual y simplificada el diseño arquitectónico del sistema, cuyo funcionamiento esta encapsulado en un servidor con dirección IP 190.15.132.7, alojado en el data center de la Universidad de Cuenca. Este servidor físico tiene instalado sobre su sistema operativo Centos 7, un servidor de base de datos, un servidor de mapas y la aplicación del Laboratorio Virtual de Ciudad y Territorio. El equipo se conecta mediante servicios web a servidores externos para el consumo de información geográfica oficial brindada por el Sistema Nacional de Información –SNI- administrado por la Secretaria Nacional de Información. En un inicio el usuario selecciona el tipo de modelo a crear, luego la aplicación solicita la información necesaria para la construcción que servirán de entrada para geoprocésar y generar distintos mapas del modelo para ser publicados como un servicio para que el usuario mediante una aplicación web accesible vía internet, pueda navegar sobre este, para analizar la información geográfica y estadística, expresadas en el modelo territorial y el modelo urbano. Dentro de cada componente se puede observar las librerías y métodos manejados para alcanzar el objetivo individual y colaborativo dentro del esquema del modelo.

Resultados y discusión

Los modelos científicos y técnicos tienen una doble finalidad: hacer comprensibles analítica y/o causalmente *hechos complejos* mediante la selección de componentes o factores a los que se atribuye mayor importancia o significado. Y, proponer una mejora de lo existente, mediante *el añadido de elementos o principios activos nuevos*.

Existen varias metodologías para construir el modelo territorial actual y puntos comunes, quizá el punto de referencia primario sea entender el “modelo territorial actual como representación simplificada de la estructura y funcionamiento del territorio. Generada a partir de los diagnósticos sectoriales”.

La plataforma del LaVCiTe, genera 2 software uno destinado al modelo urbano actual y al modelo territorial actual para tres niveles de gobierno: *nivel regional (9 zonas de planificación)*, *nivel cantonal (221 municipios)* y *nivel provincial (24 provincias)*.

La aplicación del modelo territorial actual en la plataforma LaVCiTe, genera 24 mapas de información geo referenciada:

Limite cantonal	Establecimientos de seguridad (UPC)
-----------------	-------------------------------------

Uso actual de suelo Conflictos entre uso actual y aptitud. Áreas protegidas Movimientos de masas Zonas susceptibles a inundaciones Concesiones Mineras (polígonos) Peligro volcánico Hidrografía Sistema vial jerarquizado Establecimientos Educativos Establecimientos de Salud	Proyectos estratégicos Asentamientos humanos jerarquizados Densidad por sector censal Necesidades básicas insatisfechas por sector censal Índice de acceso a servicios básicos por sector censal Tasa de asistencia Límite provincial Limite parroquial Sectores censales Distritos y Circuitos Topografía
--	--

Adicional a los 24 mapas de información geo referenciada, la plataforma genera 5 mapas síntesis a nivel cantonal, provincial y zonal.

- Estructura Biofísica
- Estructura de asentamientos Estructura socio - cultural
- Estructura legal - institucional
- Modelo Territorial Actual

Conclusiones

La gestión territorial, demanda gran cantidad de información y debe sustentarse en herramientas capaces de manejar datos georeferenciados que faciliten una planificación sistémica con una buena aproximación de la realidad.

La falta de información impide que las políticas públicas se apliquen con eficiencia. Tener insumos para la planificación del desarrollo y del ordenamiento territorial permite la prevención de acciones para minimizar los desequilibrios territoriales, la ocupación y el uso desordenado del territorio. Es por tanto un instrumento de política que permite la acción planificadora del territorio a partir de información adecuada para la toma de decisiones.

En el ámbito de la ordenación territorial y ordenación urbanística, la plataforma contribuye a una lectura espacial de la realidad sobre la cual se va a actuar, sus componentes y características. A partir, de este instrumento se promueve la generación de información estadística y geográfica oficial, articulada a la planificación nacional, sectorial y local, para facilitar la toma de decisiones oportuna y adecuada de los procesos de planificación y aplicación de políticas públicas, que otorgue a la ciudadanía el acceso a la información sin restricciones, como contribución directa al proceso de desarrollo nacional.

Agradecimientos

Un reconocimiento especial a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad de Cuenca, que financia el proyecto de Laboratorio Virtual de Ciudad y Territorio.

Referencias

- [1] Asamblea Nacional del Ecuador (2008). Constitución de la República del Ecuador.

- [2] Asamblea Nacional del Ecuador (2010). Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización.
- [3] Asamblea Nacional del Ecuador (2010). Ley del Sistema Nacional de Registro de Datos Públicos.
- [4] Asamblea Nacional del Ecuador (2016). Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo.
- [5] Baez, R., Bossio, S., Marín, P., & Marin, S. (2012). Modelos Urbanos Sostenibles. Recuperado a partir de http://www.catmed.eu/archivos/desc7_CatMed%20Esp-Eng.pdf
- [6] Borsdorf, A. (2002). Condominios en Santiago de Chile, Quito y Lima: tendencias de la segregación socio-espacial en capitales andinas. En Ciudades cerradas-países abiertos (Cabrales, L. F., pp. 581-610). Guadalajara: Universidad de Guadalajara/UNESCO.
- [7] Borsdorf, A. (2003). Cómo modelar el desarrollo y la dinámica de la ciudad latinoamericana. EURE (Santiago), 29(86), 37-49. <http://doi.org/10.4067/S0250-71612003008600002>
- [8] Gudiño, M. (2005). Modelo de gestión integral. Observatorio Ambiental y Ordenamiento Territorial. Proyección No. 3.
- [9] Sánchez, S. (2007). Universidad José Antonio Paez, Valencia. Obtenido de www.sela.org
- [10] SENPLADES (2013). Plan Nacional del Buen Vivir, 2013 – 2017. Quito-Ecuador.

Vulnerabilidad sísmica del patrimonio edificado del Centro Histórico de la Ciudad de Cuenca: Lineamientos generales y avances del proyecto

Jiménez Pacheco Juan ^{1*}, Cabrera Cajamarca Johnny ¹, Sánchez Beltrán Jorge ¹, Avilés Tenorio Fabricio ¹

1 Red Sísmica del Austro, Universidad de Cuenca, Av. 12 de Abril y Agustín Cueva, Casilla 01.01.168, Cuenca, Ecuador. E-mail: juan.jimenez@ucuenca.edu.ec.

Palabras Claves: Vulnerabilidad sísmica a escala territorial, Centro Histórico de Cuenca, Método del Espectro de Capacidad.

Resumen

Cuenca es una ciudad con alta amenaza sísmica, vulnerable ante sismos, en particular su Centro Histórico, como pudo constatarse en el proyecto Peligro Sísmico en el Austro y Vulnerabilidad Sísmica en la Ciudad de Cuenca (1998-2002), llevado a cabo por la Red Sísmica del Austro. El trabajo que se propone aquí se centra en un proyecto de actualización del estudio de vulnerabilidad, el cual se ha presentado al GAD-Cuenca en el marco de un acuerdo de cooperación. Este proyecto, acotado en una primera fase al Centro Histórico de la ciudad, supone un avance con respecto al realizado entre 1998 y 2002, fundamentalmente en el modelo de capacidad de las edificaciones. En el presente artículo, se explica este avance en la aproximación al problema de la vulnerabilidad sísmica a escala territorial, en el contexto del método de evaluación sísmica empleado: el Método de Nivel Dos del proyecto europeo RISK-UE, y más específicamente, el Método del Espectro de Capacidad, núcleo fundamental del Método de Nivel Dos. Asimismo, bajo este marco teórico, se exponen los lineamientos generales del proyecto y los avances alcanzados en relación con la caracterización tipológica del patrimonio edificado y la modelización. Por último, como objetivo secundario alcanzado, se reseña la implementación computacional del Método del Espectro de Capacidad en su versión actualizada (FEMA 440), y en la que se incorpora un refinamiento en el proceso de reducción espectral para una más fiable evaluación sísmica de las edificaciones de mampostería no reforzada.

1. Introducción

1.1 Sismicidad histórica y amenaza sísmica

Si bien la ciudad de Cuenca no ha sufrido sismos destructores en los últimos cien años, la sismicidad histórica recogida en el catálogo elaborado por la Red Sísmica del Austro, RSA, da cuenta de la ocurrencia de sismos importantes en 1758 y en febrero de 1913. A propósito de la investigación realizada en el marco de este trabajo, se conoció de la ocurrencia de varios sismos el 29 de junio de 1887, los cuales causaron daños de diferentes grados en las edificaciones de Cuenca. Se trata de un hallazgo relevante, que amerita mayor estudio. Con todo, en este artículo se reseñará el contexto histórico-arquitectónico y se describirán con mayor detalle los daños en la ciudad.

El hermano redentorista Johannes B. Stiehle llega a Cuenca en 1874, enviado con el fin de atender la solicitud de su congregación (llegada a Cuenca en 1870) de alguien con conocimientos de arquitectura para dirigir la edificación de conventos y templos [1]. El

hermano Stiehle, además de arquitecto, diseñador y constructor, marcó un cambio importante en la imagen todavía colonial de Cuenca, ciudad en la que permaneció hasta su muerte, en 1899. Se le reconoce especialmente por haber diseñado y dedicado sus últimos diez años de vida a la construcción de la Catedral Nueva de Cuenca. Precisamente, a menos de un año de iniciada su construcción, el 29 de junio de 1887, se sintieron en Cuenca cuatro sismos: a las seis, siete, nueve y diez de la mañana; el de las siete, el más intenso y de mayor duración [2]. Stiehle, en una larga carta que le escribe a su hermano, traducida y consignada en [2], relata así su experiencia del sismo:

En ese momento yo me encontraba dentro del monasterio. Me apresuré cuanto pude a salir al jardín, desde el cual podía ver nuestras dos iglesias, la vieja y la nueva. Era horrible ver con qué fuerza y rapidez se movían las torres, las iglesias, las casas y los árboles. Por encima de ello, el ruido de la propia tierra, similar al estampido de fuertes truenos, el estruendo de los muros al caer, los tejados de las casas desplomándose, los gemidos y los gritos dolorosos de la gente.

Hubo dos muertos a consecuencia de los sismos del 29 de junio de 1887; las réplicas se extendieron hasta mediados de octubre [2]. En relación con el sismo de las siete de la mañana, a partir de la descripción de cómo lo sintió la gente y del testimonio de los daños, estimamos su intensidad en VII-escala MM, y entre VII-VIII-escala EMS-98 [3]. Por otra parte, al considerar que no aparece en el Catálogo de la USGS (*U.S. Geological Survey*) ni en el catálogo nacional de sismos de intensidad mayor o igual a VIII del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (actualizado al 2007) [4], inferimos que el sismo no fue de subducción, sino superficial, con hipocentro en una falla geológica no muy lejos de Cuenca, probablemente la falla de Girón. A propósito de lo señalado, relata Stiehle en su carta [2]:

Todas las casas y las iglesias están de tal manera cuarteadas que da pena verlas. En la ciudad cayeron dos torres y varios tejados, pero en las aldeas y en los pueblos se derrumbaron varias iglesias y casas. [...] Pasé ocho días enteros inspeccionando solamente las casas de Cuenca, y pude ver mejor que nadie los daños que había sufrido la ciudad. Encontré algunas casas en las que era muy peligroso entrar, ni siquiera para dormir en ellas una sola noche. Incluso uno de los muros principales de nuestro monasterio se ha agrietado en quince partes desde el cimiento hasta el techo.

La RSA llevó a cabo, entre 1998 y 2002, el proyecto P-BID 400: *Peligro Sísmico en el Austro y Vulnerabilidad Sísmica en la Ciudad de Cuenca*. En este proyecto, se determinó que la fuente sismogénica crítica para la ciudad de Cuenca es la falla geológica de Girón, con un potencial sísmico, obtenido por vía de la simulación de su ruptura total, de un sismo de magnitud en el entorno de 7 (escala de Richter) [5]. Por otra parte, se obtuvieron mapas de amenaza sísmica para la región austral del país, arrojando para Cuenca una aceleración máxima en roca de 0.25g correspondiente a un período de retorno de 475 años, nivel normativo (sismo de diseño), que ha sido corroborado por las sucesivas ediciones del Código Ecuatoriano de la Construcción, y que ubica a Cuenca como una ciudad de alta amenaza sísmica.

1.2 Proyecto de vulnerabilidad sísmica del Centro Histórico de Cuenca: Antecedentes y lineamientos

A raíz del terremoto de Pedernales, ocurrido el 16 de abril de 2016, la RSA mantuvo reuniones con el GAD-Cuenca, en donde se le planteó la necesidad de un Plan de Gestión de Riesgo Sísmico para la ciudad, cuya fase inicial debía contemplar la actualización de los estudios realizados en el proyecto P-BID 400 [5]. Debido a cuestiones de planificación presupuestaria del GAD-Cuenca, se convino arrancar con un proyecto parcial, acotado al Centro Histórico de la ciudad de Cuenca, en consideración a su situación de mayor vulnerabilidad: *Microzonificación Sísmica de la Ciudad de Cuenca y Vulnerabilidad Sísmica de su Centro Histórico*. El trabajo que se propone aquí se centra en el proyecto

presentado al GAD-Cuenca correspondiente a la componente de vulnerabilidad sísmica del Centro Histórico de la ciudad de Cuenca (CHC) y, concretamente, de su patrimonio edificado como entidad física expuesta. Dicho estudio tiene como objetivo último el establecimiento de mapas de daño sísmico del patrimonio edificado del CHC para tres niveles de acción sísmica: leve, moderada y severa, resultado con el que se espera contar para el último trimestre del 2018.

Los estudios de vulnerabilidad sísmica a escala territorial se categorizan, en función de la forma de estimación del daño esperado, en dos tipos generales: 1) de primer nivel o de vulnerabilidad empírica, y 2) de segundo nivel o de vulnerabilidad calculada. Los estudios del primer tipo se basan en funciones/matrices de correlación con daños observados post-sismo. Los del segundo tipo se basan en la simulación del comportamiento sísmico sobre modelos analíticos de las edificaciones. Dada la carencia en el país de trabajos de observación y registro de daño post-sismo, el estudio de vulnerabilidad propuesto cae dentro de los del segundo tipo, esto es, de vulnerabilidad calculada. En este contexto

general, el estudio planteado se enmarca en la filosofía de evaluación sísmica basada en desempeño y desarrolla una versión adaptada y actualizada del Método de Segundo Nivel que se propone en el proyecto europeo RISK-UE [6], al cual nos referiremos en lo sucesivo con el acrónimo M2RISK-UE.

El M2RISK-UE, aplicable tanto a escala individual (de edificio) como a escala territorial (patrimonio edificado), evalúa, en primera instancia, el desplazamiento máximo demandado sobre una edificación por la acción sísmica considerada, y luego, a partir de este valor, el grado de daño esperado. El desplazamiento máximo demandado se determina aplicando el conocido Método del Espectro de Capacidad [7,8], en adelante MEC, en tanto que el grado de daño esperado, utilizando modelos de fragilidad apropiados.

El MEC, cuyo uso se extendió a partir de 1996 con la aparición de la guía ATC 40 [7], en su parte medular, consiste en un proceso de reducción de las ordenadas del espectro de demanda hasta intersectar el espectro de capacidad en el conocido punto de desempeño (desplazamiento máximo demandado). Este proceso de reducción espectral captura las características básicas del comportamiento histerético global de la edificación, y desde el punto de vista algorítmico consiste en un procedimiento iterativo de tanteo del punto de desempeño. Considerando que el MEC es un método de evaluación sísmica en constante revisión, aunque existen programas de evaluación de pérdidas que lo han implementado [9,10], en el presente proyecto se ha optado por el desarrollo de un programa propio, a fin de tener la libertad de incorporar las mejoras dadas, y las que se darían en el futuro, sobre el MEC. En este sentido, es relevante anotar que la mayoría de proyectos europeos recientes que abordaron la estimación de pérdidas sísmicas y consideraron métodos analíticos de evaluación de vulnerabilidad, privilegiaron los MEC en sus versiones original: ATC 40 [7] y mejorada: FEMA 440 [8] a otros métodos [9-12].

En el artículo que se presenta, los temas se han organizado del siguiente modo: En primer lugar, se describirá brevemente en qué consiste el M2RISK-UE y su adaptación al caso del CHC. Se explicará la diferencia metodológica fundamental entre el M2RISK-UE adaptado y el estudio de vulnerabilidad desarrollado en el proyecto P-BID 400 [5] y las implicaciones que conllevaría en términos de calidad predictiva del daño esperado. En segundo lugar, se describirá el parque edificado del CHC y se expondrán los lineamientos básicos de su caracterización tipológica. En tercer lugar, se delinearé la estrategia de modelización, con base en un modelo-referencia de pórtico equivalente, y se presentará un primer avance en relación con dos edificaciones-prototipo. Finalmente, se reseñará la evolución del MEC y se comentará brevemente su implementación computacional para este proyecto.

Habida cuenta de que los estudios de vulnerabilidad sísmica a escala territorial en el país son escasos y están desactualizados, y por otra parte, de lo complejo de un objeto de estudio como el parque edificado del CHC, consideramos pertinente dejar constancia de los marcos teóricos de referencia, de los lineamientos y estrategias adoptados, de los problemas identificados y, por último, de los avances y de los hitos metodológicos alcanzados.

2. Adaptación del Método de Nivel Dos del proyecto RISK-UE

2.1 El proyecto RISK-UE y su componente de vulnerabilidad sísmica

Entre 2001 y 2004, con el aval de la Comisión Europea, diez centros e institutos científicos europeos se asociaron para llevar adelante el proyecto RISK-UE: *An advanced approach to earthquake risk scenarios, with applications to different European towns*. El objetivo científico principal de este proyecto fue el de desarrollar una metodología general para construir escenarios de riesgo sísmico, que considere las características distintivas de las ciudades europeas. Siete paquetes de trabajo se establecieron alrededor de este objetivo principal y la metodología resultante, una vez validada, se aplicó sobre siete ciudades: Barcelona, Bitola (Macedonia), Bucarest, Catania, Niza, Sofía y Tesalónica, dando lugar a siete paquetes adicionales [13]. El paquete cuarto del proyecto RISK-UE, referente a la vulnerabilidad sísmica de patrimonios edificados [6], constituye el marco teórico general del proyecto que se propone para el CHC.

En el paquete cuarto del proyecto RISK-UE [6], se proponen dos aproximaciones para la estimación del daño esperado en las edificaciones, a las que se conoce como Método de Nivel Uno y Método de Nivel Dos. El Método de Nivel Uno es pertinente en ambientes urbanos que cuentan con estudios de daño post-sismo y estimaciones adecuadas de intensidad sísmica, en tanto que el Método de Nivel Dos, en ambientes urbanos que cuentan con estudios de su sismicidad, expresados en términos de cantidades espectrales de sitio (v.g. aceleraciones espectrales). El Método de Nivel Dos, al que ya hemos denominado M2RISK-UE, es mucho más laborioso, ya que supone la modelización y la simulación numérica del comportamiento sísmico de las edificaciones. Bajo este método, la evaluación de daño se establece en términos de la probabilidad condicional de que una edificación particular, o un grupo de edificaciones (vulnerabilidad a escala territorial), alcance un cierto grado de daño [6]. A tal fin, plantea un procedimiento general, sintetizado en los siguientes pasos e ilustrado en la Figura 1. Cabe aclarar que en el caso de estudios de vulnerabilidad sísmica a escala territorial, *edificación* en el procedimiento reseñado debe entenderse como edificación típica/representativa de una cierta subtipología, a la cual se suele denominar como edificación-prototipo.

1. Definición tipológica de la edificación
2. Establecimiento del modelo de capacidad de la edificación (curva de capacidad o *pushover*) y de escenarios sísmicos (v.g. espectros elásticos de respuesta)
3. Conversión de la curva de capacidad a espectro de capacidad y del espectro elástico zonificado en espectro de demanda
4. Evaluación del desplazamiento máximo demandado (punto de desempeño) sobre la edificación
5. Selección del modelo/curva de fragilidad de la edificación
6. Evaluación de la probabilidad condicional de que la edificación exhiba determinados grados de daño y del grado de daño más probable.

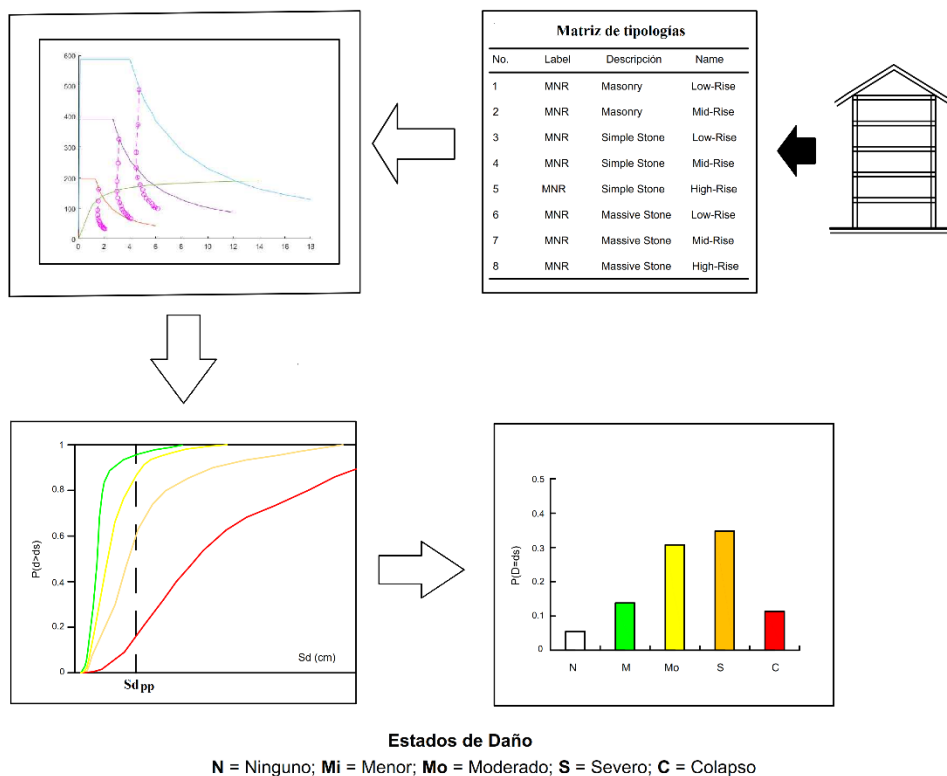


Figura 1. Esquema de los pasos del Método de Nivel Dos del proyecto RISK-UE

2.2 Adaptación del M2RISK-UE al Centro Histórico de Cuenca

El M2RISK-UE se construyó (2001-2004) teniendo como marco de referencia dos guías/lineamientos estadounidenses: el ATC 40 [7] y HAZUS [14]. El ATC 40 presenta una guía de evaluación sísmica de edificaciones: el MEC, basado en análisis estático no lineal *pushover*, y cuyo objetivo es la estimación del desplazamiento máximo demandado sobre la edificación estudiada. HAZUS [14] establece, para diferentes tipologías de edificación, modelos de fragilidad. Un modelo de fragilidad se compone de un conjunto de funciones/curvas de fragilidad (que reportan, a partir del desplazamiento máximo demandado, la probabilidad de alcanzar o exceder un determinado grado de daño), mediante las cuales se estima el grado de daño más probable sobre la edificación. El M2RISK-UE [6] aúna estas dos guías en su procedimiento general, adaptándolas a las particularidades de los patrimonios edificados de sus ciudades. Así, los pasos del 1 al 4 (arriba) están inspirados en el ATC 40 [7], mientras los pasos 5 y 6, en HAZUS [14].

El MEC propuesto en el ATC-40 [7] se orientó fuertemente hacia edificios de hormigón armado y de acero; a día de hoy, ha experimentado mejoras en dos sentidos: 1) refinamiento en su proceso de linealización equivalente, y 2) extensión de su aplicabilidad a edificaciones de Mampostería No Reforzada (MNR). En cuanto a la primera mejora, se recoge en la guía FEMA 440 [8], también conocida como ATC 55. Aunque esta versión actualizada del MEC es más abarcadora y precisa en cuanto a la consideración de las tipologías de edificio bajo estudio, sus parámetros no fueron suficientemente probados y validados para edificaciones MNR. Este problema se corrige en buena medida con los trabajos de investigadores de la Universidad de Génova, iniciados en el marco del proyecto europeo PERPETUATE [15-17].

La aplicación del M2RISK-UE al caso del CHC supone, evidentemente, la consideración de tipologías de MNR con características geométricas y mecánicas distintas de las europeas. Por otra parte, la aplicación del M2RISK-UE al caso del CHC

considera las dos mejoras señaladas arriba sobre el MEC clásico (ATC 40). En la sección 5 se describen tales mejoras y su implementación computacional.

Por otra parte, la aplicación del M2RISK-UE al caso del CHC supone una mejora significativa en relación con el método de evaluación del daño utilizado en el proyecto P-BID 400 [5], fundamentalmente en el establecimiento del modelo de capacidad de la edificación. Si bien en [5] la evaluación del daño se basó en una relación de demanda versus capacidad, la capacidad de las edificaciones de MNR se estimó en función de un modelo muy sencillo y conocido: el modelo de Abrams [18]. La capacidad de las edificaciones en el M2RISK-UE (que incluye el MEC) implica la realización de análisis *pushover* sobre modelos 2D ó 3D, según el grado de idealización. El análisis *pushover* en 3D, incorporando el efecto del piso flexible (que es el caso del presente proyecto), constituye una aproximación mucho más cercana al comportamiento no lineal de las edificaciones de MNR ante sismos. Para ello, la modelización requiere un esfuerzo importante, en primera instancia, en el estudio de los posibles (o los más probables) modos de falla en las edificaciones de MNR, y luego, en su “captura” en el modelo. La curva *pushover* (o de capacidad), producto del análisis *pushover*, representa la capacidad de la edificación en términos de una curva fuerza-desplazamiento global (cortante en la base versus desplazamiento en punto de control en techo). Consideramos que este modelo de capacidad, mucho más elaborado que el de Abrams [18], conduciría, en el marco de la aplicación del MEC, a estimaciones de daño más fiables que las obtenidas en el proyecto P-BID 400 [5].

3. Caracterización preliminar del patrimonio edificado del Centro Histórico de Cuenca

3.1 Descripción panorámica del patrimonio edificado

El primer gran apartado de los estudios de vulnerabilidad sísmica a escala territorial es la caracterización del patrimonio edificado, que se lleva a cabo en dos instancias: 1) establecimiento de tipologías generales, y 2) definición de una familia de subtipologías. La fuente de información principal en este proceso es la Base de Datos de Catastros de la Ciudad de Cuenca correspondiente al CHC: sectores catastrales 01-02, 02-02 y 02-03 (parroquias El Sagrario, Gil Ramírez Dávalos y parte de San Blas), proporcionada por el GAD-Cuenca. En la Figura 2, se presenta el área de estudio señalada. A partir de [5], se establecieron cuatro tipologías generales de edificación: 1) con paredes de adobe, 2) con paredes no confinadas de ladrillo, 3) con paredes de ladrillo y vigas de atado perimetral, y 4) con paredes confinadas de ladrillo. Las paredes de adobe se consideran sin confinamiento; *paredes confinadas de ladrillo*, entiéndase *con cadenas (de hormigón) horizontales y verticales*.

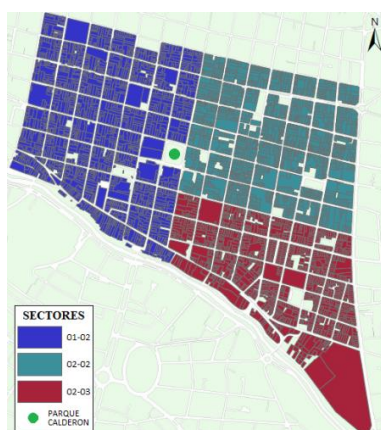


Figura 2. Sectores de estudio del proyecto de vulnerabilidad sísmica

El nivel de detalle (registro) de la Base de Datos de Catastros es el de propiedad horizontal por planta de edificación. Para una cierta planta, incluye: área, material de paredes, material de sistema de piso, material de vigas y/o columnas, en caso de que existan. A efectos de una caracterización preliminar, se han considerado aquellos predios con un solo bloque edificado (alrededor del 80%, en el CHC); se ha asumido que las longitudes de frente y de fondo del predio corresponden a los de edificación, esto es, edificaciones sin retiros. Además, se ha dejado la base de datos a nivel de edificación, creando el campo *número de plantas* y el de *área de planta* (asignándole a *área de planta* el valor del área de planta baja). Sobre esta base, se estableció, en primer lugar, la distribución porcentual de tipologías generales en el CHC (Figura 3; A-NC: paredes de Adobe No Confinado; L-NC: paredes No Confinadas de Ladrillo; L-NC-VA: paredes de Ladrillo y Vigas de Atado perimetral; L-C: paredes Confinadas de Ladrillo).

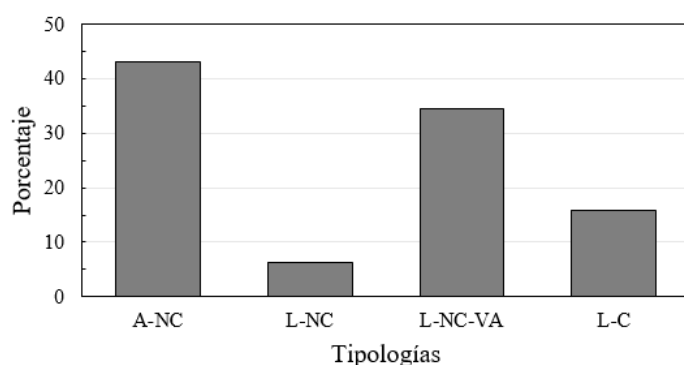


Figura 3. Distribución porcentual de tipologías de edificaciones de MNR en el CHC

En segundo lugar, con miras a la definición de subtipologías, se establecieron las distribuciones porcentuales de edificaciones del CHC con determinado número de plantas, rango comprendido de área de planta y relación de aspecto: Figuras 4, 5 y 6, respectivamente. Para ello se juzgó apropiado una distinción dicotómica entre edificaciones de adobe y de ladrillo. La relación de aspecto se calculó como la fracción *longitud de frente/longitud de fondo*. Por otro lado, a partir de la revisión de las referencias [19-27] y el establecimiento de ciertos hitos temporales de las tecnologías de materiales de construcción en el CHC, se confeccionó el mapa que se presenta en la Figura 7. La periodización resultante, descrita en la Tabla 1, no es equiparable a la de estilos arquitectónicos, en los que, desde el punto de vista de la influencia de arquitecturas extranjeras, pueden distinguirse tres grandes períodos: 1) Arquitectura Colonial (influencia española, concretamente, andaluza): antes de 1875; 2) Arquitectura

Afrancesada: 1875 – 1940; 3) Arquitectura Moderna (influencia estadounidense): 1940 – 2000.

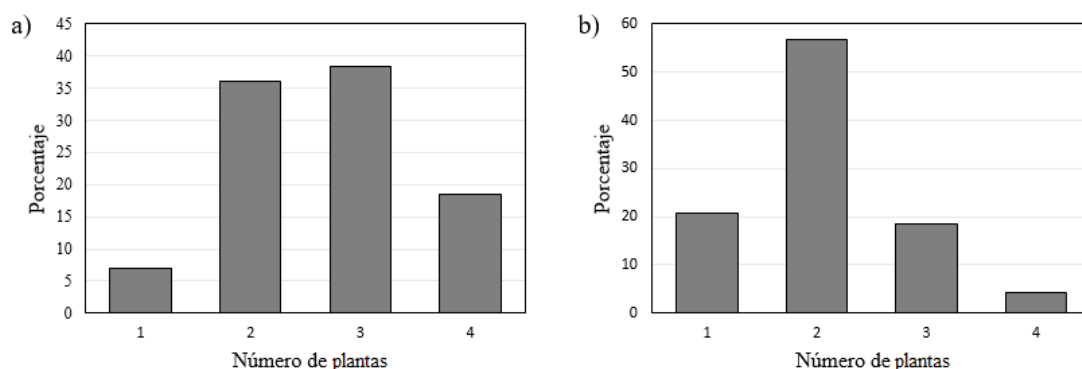


Figura 4. Distribución porcentual de edificaciones del CHC con determinado número de plantas: a) edificaciones con paredes de ladrillo; b) edificaciones con paredes de adobe

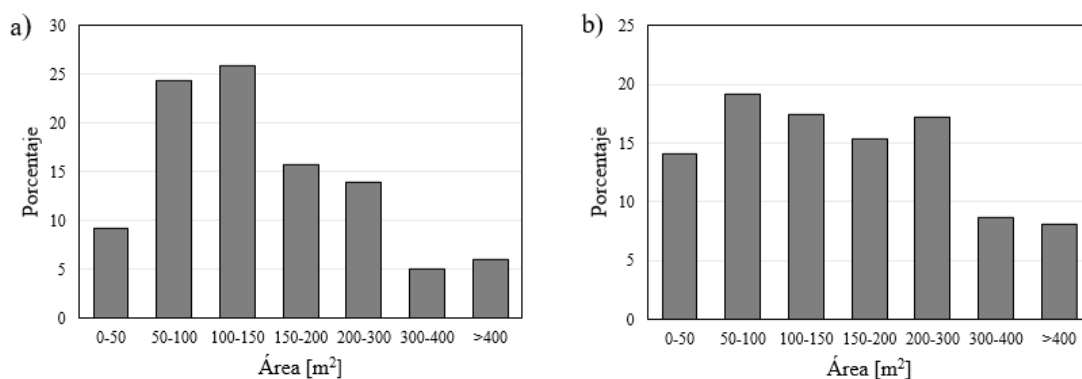


Figura 5. Distribución porcentual de edificaciones del CHC con determinado rango de área de planta: a) edificaciones con paredes de ladrillo; b) edificaciones con paredes de adobe

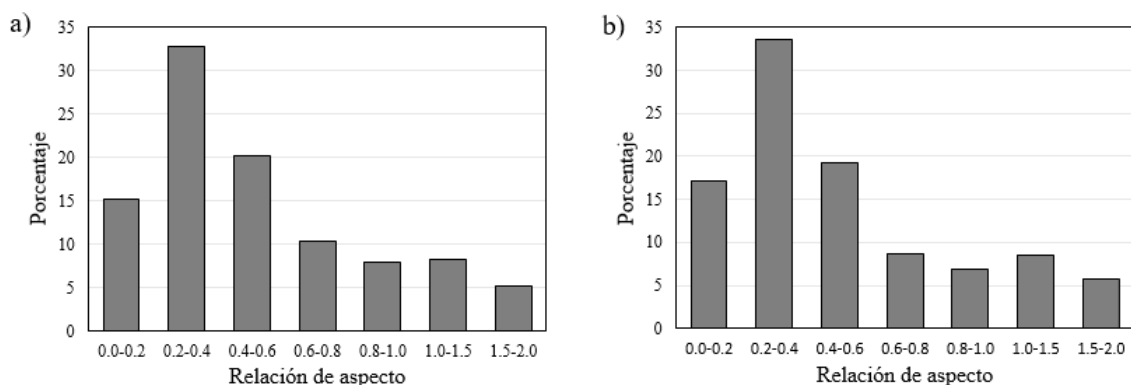


Figura 6. Distribución porcentual de edificaciones del CHC con determinado rango de relación de aspecto: a) edificaciones con paredes de ladrillo; b) edificaciones con paredes de adobe

3.2 Lineamientos para la caracterización tipológica

A fin de arribar a escenarios de daño realistas sobre un entorno edificado, no basta con establecer un inventario de tipologías generales: se debe profundizar en una clasificación a niveles subtipológicos. Esta tarea no es sencilla pues requiere el conocimiento de la variabilidad geométrica (número de plantas, área de plantas, relaciones de aspecto, espesores de paredes, alturas de entrepiso), arquitectónica (distribución de paredes en planta, patrón de aberturas en paredes) y mecánica (calidad de las paredes, rigidez en el plano del sistema de piso) a nivel de cada tipología. En cuanto al CHC, no cubre un área demasiado extensa ni exhibe gran diversidad tipológica (Figura 3). No obstante, dentro de cada tipología general, puede constatarse entre los parámetros geométricos y arquitectónicos una variabilidad diversa, no mayor en lo referente a número de plantas y relaciones de aspecto (Figuras 4 y 6), y más bien importante en cuanto a parámetros como espesores de paredes, alturas de entrepiso, distribución de paredes en planta y patrón de aberturas en paredes [19-27].

Una consideración exhaustiva de la variabilidad de los parámetros geométricos, mecánicos y arquitectónicos con miras a la definición de subtipologías es inabordable en un estudio de vulnerabilidad a escala territorial: esto, a causa del importante esfuerzo que demandan la modelización y la simulación del comportamiento sísmico. De modo que han de establecerse determinados parámetros como variables, y los restantes como constantes (o casos típicos). La caracterización tipológica supone, en el primer caso, la definición de rangos de variación y de una discretización, y en el segundo, la adopción de valores constantes representativos y el establecimiento de casos típicos. En cuanto a los parámetros variables, dependiendo de la discretización asumida, darán lugar a una ramificación de la tipología general en una familia de subtipologías. Este trabajo clasifica a los parámetros variables en categorizadores principales y secundarios en función de su influencia en el comportamiento sísmico global de la edificación, estando, además, el tratamiento de los categorizadores secundarios condicionado por criterios de incidencia porcentual en el universo del patrimonio edificado. En la Tabla 2 se describen los parámetros considerados en este proyecto para la caracterización tipológica.

Tabla 2. Parámetros de estudio a nivel de tipología general

Tipo	Parámetro	Tipo analítico
geométrico	área de planta	categorizador-generador
	número de plantas	categorizador principal
	relación de aspecto	categorizador secundario
	espesor de paredes	categorizador secundario
	alturas de entrepiso	constante
mecánico	calidad de paredes	categorizador principal
	condiciones de restricción en paredes	constante
	rigidez del sistema de piso	constante
arquitectónico	distribución de paredes en planta	caso típico
	patrón de aberturas en paredes	caso típico
	tipo de cubierta	caso típico
	presencia de patios interiores	binario: sí/no

La Base de Datos de Catastros es la fuente de información para el manejo de los categorizadores *número de plantas* y *áreas de plantas*. Para el resto de parámetros, y puesto que no se ha contemplado trabajo de campo, las fuentes de información serán de tipo documental: tesis, bases de datos (fichas de levantamiento arquitectónico, fichas fotográficas), estudios de diagnóstico y/o de restauración. Así pues, se vuelve crucial en

este proyecto el acopio de información, tarea demandante dado lo dispersa y poco sistematizada que, según se ha podido constatar, está dicha información.

3.3 Relevancia y tratamiento de tres parámetros

Desde el punto de vista de su influencia en el comportamiento sísmico, el número de plantas es el parámetro categorizador más relevante. En proyectos como HAZUS [14] y RISK-UE [6], las edificaciones de MNR se categorizan según este parámetro como bajos (1-2 plantas) y medios (más de 3 plantas), en el primer caso, y bajos (1-2 pisos), medios (3-5 plantas) y altos (más de 5 plantas), en el segundo. Las edificaciones del CHC corresponderían, pues, a edificaciones bajas; no obstante, dada la distribución en número de plantas del patrimonio edificado del CHC (Figura 4), se ha decidido discriminar y tratar independientemente las edificaciones de una, dos y tres plantas. En este sentido, un trabajo reciente [28], con clara orientación hacia una revisión de la guía propuesta en HAZUS [14], estudió la influencia de la variación de parámetros geométricos (longitud, relación de aspecto, patrón de aberturas y número de plantas) en el desempeño sísmico de una familia de edificaciones de MNR. Dicho trabajo concluyó que el número de plantas es, de los estudiados, el parámetro más relevante, y que agrupar a las edificaciones de una y dos plantas bajo una categoría es inadecuado. Como sustento de esta última conclusión, reportó un importante resultado: las capacidades medias de cortante basal de edificaciones de una planta son 28-42% menores que aquellas de edificaciones de dos plantas, y (en esos mismos términos) aquellas correspondientes a las edificaciones de dos plantas son 23-30% menores que aquellas de tres plantas [28].

La flexibilidad (o rigidez) en su plano del sistema de piso es una característica fundamental en las edificaciones de MNR, que hace que su comportamiento sísmico difiera sustancialmente del de los edificios de hormigón armado y de acero, y cuya consideración (ignorar la hipótesis de piso rígido) dificulta las tareas de modelización y de análisis. Los pisos de envigado de madera y entablado, comunes en las edificaciones del CHC, caen dentro de la categoría de pisos flexibles [29], haciendo muy poco realista la hipótesis de piso rígido. Trabajos recientes [30,31] se han enfocado en la influencia de la flexibilidad del sistema de piso en el comportamiento sísmico de las edificaciones bajas de MNR; lamentablemente, su corpus de estudio se limitó a edificaciones con relaciones de aspecto cercanas a uno, no representativas del patrimonio edificado del CHC (Figura 6). En cambio, mucho más pertinentes, los trabajos previos [32-34], en los que se destaca como conclusión que los efectos de la flexibilidad del sistema de piso (sobre todo en términos de desplazamiento global) se incrementan con la disminución del número de plantas y el aumento de la relación de aspecto en las edificaciones. Para el caso típico de Cuenca: edificaciones de dos plantas con longitud de fondo importante, se esperaría, pues, un efecto de piso flexible importante. Por otra parte, las variaciones del sistema de envigado y entablado no son significativas en el parque edificado del CHC [23], de modo que, a efectos de caracterización tipológica, se ha decidido asumir un piso típico por cada tipología general.

En cuanto a la *calidad de paredes*, constituye un parámetro que engloba a un conjunto de propiedades mecánicas de la pared y de sus constituyentes (v.g. resistencia a compresión de la mampostería, cohesión y coeficiente de fricción de la junta horizontal de mortero). Las propiedades mecánicas que conforman este conjunto son aquellas que constituyen a la vez parámetros de las fórmulas de rigidez y de resistencia (a diferentes modos de falla) de pilares y vigas-dintel. En tanto que categorizador, una edificación de determinada tipología del CHC será, según su calidad de paredes, de uno de tres tipos: mala calidad, calidad regular y buena calidad. Para cada propiedad mecánica (siempre que se cuente con información para ello), se establecerá su rango, y sus valores mínimo,

medio y máximo. Así, a la edificación con paredes de mala calidad corresponderá el conjunto de valores mínimos de las propiedades; a aquella con paredes de calidad regular corresponderá el conjunto de valores medios. Si bien aún no se ha establecido un criterio para la asignación de una calidad de paredes, consideramos que debería ser un criterio combinado que incluya la edad de la edificación.

4. Avances en la modelización a nivel tipológico y subtipológico

4.1 Modelización de subestructura básica pórtico

La tarea de modelización conlleva, por cada una de las tipologías generales establecidas, las siguientes fases: 1) exploración y selección de los modos de falla más probables en función de las características de dicha tipología en el CHC, 2) definición de una estrategia de modelización, 3) planteamiento del modelo cinemático y de las relaciones fuerza-desplazamiento de los miembros del modelo. Desde fines de 1990, la modelización de las edificaciones de MNR ha avanzado sustancialmente en las diferentes escalas. En particular, a nivel de macro-escala, con una mejor comprensión del comportamiento sísmico del miembro viga-dintel (*spandrel*), cobró impulso la estrategia de modelización de pórtico equivalente [35-36]. Actualmente, los Modelos de Pórtico Equivalente, MPE, son los más utilizados en la evaluación sísmica de edificaciones de MNR: prueba de ello son los programas 3D SAM [37] y TREMURI [38] y las implementaciones 2D en SAP 2000 [39,40].

En general, los MPE usan elementos tipo pórtico/*frame* (es el caso de las implementaciones 2D y 3D señaladas). En este trabajo, sin embargo, se usará el MPE basado en elementos tipo resorte/*spring* desarrollado y validado en Jiménez [29], en conjunto con el programa neozelandés Ruaumoko [41], utilizado en dicha investigación como herramienta de modelización y análisis. El uso de elementos *spring* se explica por el hecho de que Ruaumoko captura mejor el comportamiento no lineal a corte de los miembros de MNR con este tipo de elemento antes que con sus elementos *frame* [29]. El MPE desarrollado en [29] se basó en el de Amadio *et al.* [42], del cual adopta su modelo cinemático y cuya validación numérica se enriqueció con más ejemplos y una discusión más profunda en Rinaldin *et al.* [43]. En la Figura 8, se muestra un esquema de dicho modelo, su discretización en macro-elementos verticales y horizontales: pilares y vigas-dintel, respectivamente.

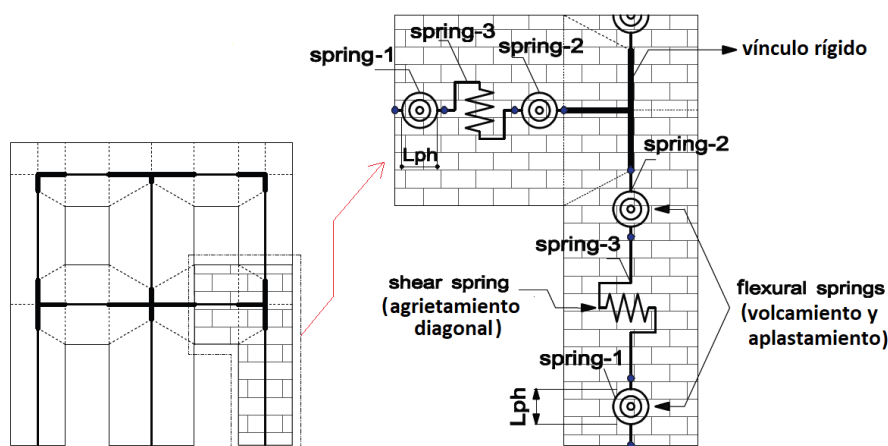


Figura 8. Modelo-referencia de pórtico equivalente para proyecto de vulnerabilidad

El MPE de la Figura 8 será el modelo-referencia para la modelización de las cuatro tipologías estudiadas. La adaptación es prácticamente directa para las edificaciones de adobe y ladrillo (sin confinamiento). Para las edificaciones de ladrillo con vigas de atado se tendrá que incluir en el modelo las cadenas horizontales de hormigón armado, afectando al sistema de piso y a las vigas dintel. En cualquier caso, es fundamental para la modelización de comportamiento no lineal, la consideración de los modos de falla en los pilares y las vigas dintel. En el caso de las edificaciones de adobe y ladrillo, sobre cuya modelización se ha empezado a trabajar, se ha decidido simplificar el MPE de referencia (Figura 8), ignorando el modo de falla por flexión en pilares. Dicha simplificación se asume por el hecho de que los pilares esbeltos (proclives a la falla por flexión) se presentarían en estas edificaciones como casos aislados. Así pues, se considerarán tres modos de falla para los pilares: 1) agrietamiento diagonal directo, 2) agrietamiento diagonal escalonado y 3) corte con deslizamiento, y tres modos de falla para las vigas-dintel: 1) agrietamiento vertical (flexión), 2) agrietamiento diagonal directo y 3) agrietamiento diagonal escalonado. En lo que concierne a las fórmulas de resistencia ante los modos de falla y las relaciones fuerza-desplazamiento, se adoptarán las usadas en [29], con las debidas actualizaciones y adaptaciones. En este sentido, es pertinente señalar que fueron referencias básicas en el trabajo de Jiménez [29], las investigaciones de Magenes y Calvi [44], de Magenes [36] y las de Cattari *et al.* en el marco del proyecto europeo PERPETUATE [45]; ésta última, para el establecimiento de las relaciones fuerza-desplazamiento, y las dos primeras, para la adopción de fórmulas de resistencia.

4.2 Modelización de subestructura básica diafragma de piso

En lo tocante a los sistemas de piso, en Estados Unidos, Nueva Zelanda y Australia son comunes los edificios de MNR con diafragmas de piso de gran tamaño, relación de aspecto mayor a dos y elementos de atado, características que favorecen una respuesta predominante de flexión; en países como España e Italia, los diafragmas de piso suelen ser de menor tamaño, relación de aspecto menor que 1.5 y sin vigas de atado, características, en cambio, que favorecen una respuesta predominante de corte [29]. En el CHC, los sistemas de piso son, en general, de envigado de madera y entablado, conformándose en diafragmas que guardan mucho más parentesco con los de los países mediterráneos. Por ello, consideramos apropiado adoptar para la modelización del sistema de piso el macro-elemento básico utilizado en [29] para los edificios de MNR del distrito del Ensanche, en Barcelona.

Dicho macro-elemento captura, pues, comportamiento de corte simple (ignorando la componente de respuesta de flexión); está constituido por dos resortes de corte y dos resortes axiales dispuestos en paralelo y a lo largo de los bordes de las paredes conformantes de un vano/módulo, tal como se ilustra en la Figura 9. La deducción de la fórmula de rigidez a corte del diafragma de piso y la consideración de su comportamiento ortotrópico pueden hallarse en [29]. Además, el macro-elemento básico al integrarse en un modelo 3D de edificación experimenta segmentaciones por los ejes de pilares y superposiciones en los bordes comunes de los módulos. Estas dos situaciones, que se presentarán en los modelos para las edificaciones del CHC, transforman las rigideces del macro-elemento básico según las reglas que rigen el funcionamiento de los arreglos de resortes en serie y en paralelo (Figura 10).

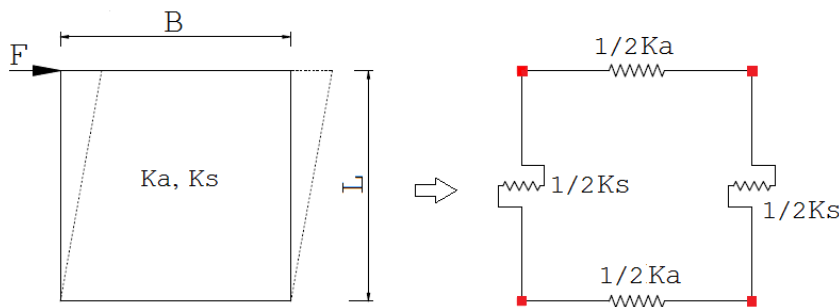


Figura 9. Macro-elemento base de diafragma de piso

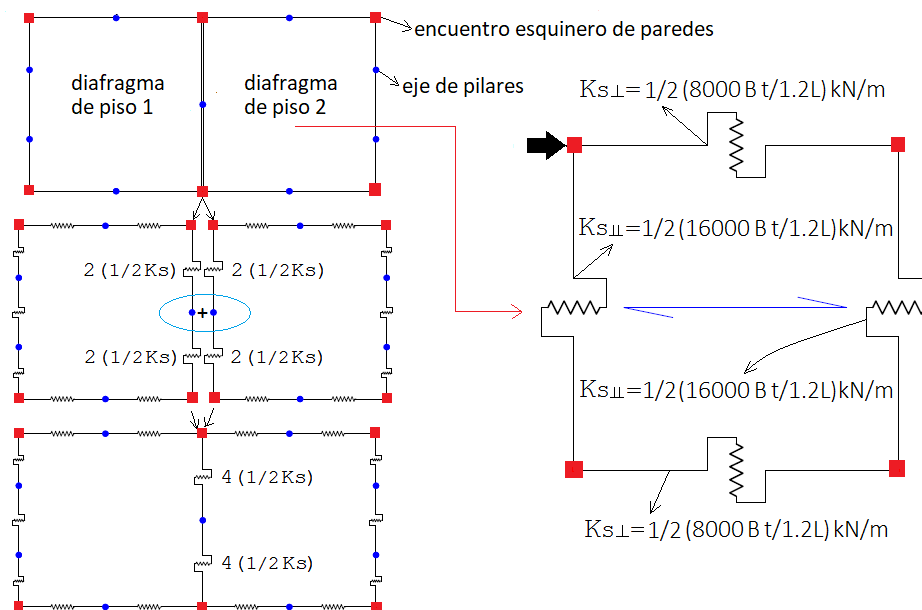


Figura. 10 Consideración de segmentación y adyacencia en modelización del sistema de piso

4.3 Definición geométrica de dos edificaciones-prototipo

Como se había señalado en la sección 2, las subtipologías de estudio se definirán en términos de edificaciones-prototipo, representativas de un determinado número de plantas de una de las cuatro tipologías generales. Por razones de incidencia porcentual, nos hemos centrado inicialmente en las edificaciones de adobe y las edificaciones de paredes no confinadas de ladrillo. En la Figura 11 se presentan dos plantas (bajas) típicas de edificaciones de dos plantas: la una (Figura 11a), representativa de las edificaciones de adobe con dos patios interiores (la más frecuente dentro de la subtipología de edificaciones de adobe con patios interiores), y la otra, representativa de una casa de paredes de ladrillo de mediados de los sesenta. En este segundo caso, la distribución de paredes se mantiene en la planta alta, mientras que en el primero, varía. En las Tablas 3 y 4 se detallan las dimensiones de puertas y ventanas. En cuanto a los espesores: para las edificaciones de adobe con patios, oscilan entre 80 y 100cm, en tanto que para las de ladrillo, oscilan entre 20 y 30cm. Para el planteamiento geométrico de la edificación de adobe, fueron de mucha utilidad la tesis de Domínguez y Pacurucu [46] y el Volumen 12 del Estudio de Diagnóstico para el CHC [20], y en lo concerniente a la edificación de ladrillo, la tesis de Moyano *et al.* [25].

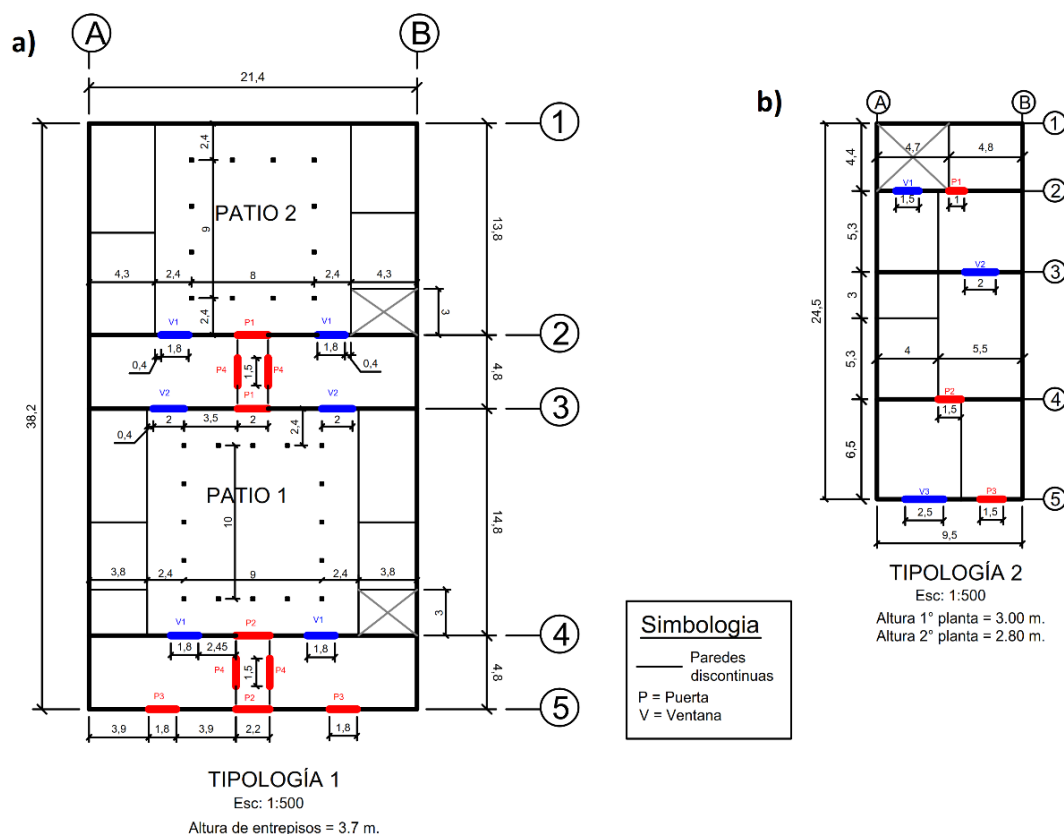


Figura. 11 Plantas bajas de edificaciones-prototipo de dos plantas: a) paredes de adobe, con patios interiores; b) de paredes no confinadas de ladrillo

Tabla 3. Altura de puertas y ventanas: Tipología 1

abertura	identificador	altura (m)
puertas	P1 a P4	2.70
ventanas	V1, V2	1.60

* Borde superior de ventanas y puertas coinciden

** Altura del borde inferior de ventanas (desde el piso) = 1.10 m

Tabla 4. Altura de puertas y ventanas: Tipología 2

abertura	identificador	altura (m)
puertas	P1	2.00
	P2, P3	2.20
ventanas	V1 a V3	1.20

* Altura del borde inferior de ventanas (desde el piso) = 0.90 m

5. Implementación computacional del Método del Espectro de Capacidad

El Método del Espectro de Capacidad de evaluación sísmica de edificios propuesto por el ATC 40 [7] constituye una simplificación del problema dinámico real, de múltiples grados de libertad, a uno sobre un sistema equivalente de un grado de libertad. En esta simplificación, el desplazamiento demandado por una determinada acción sísmica se

establece como un equilibrio entre demanda y capacidad (representadas por los espectros de demanda y de capacidad, respectivamente), objetivo que se alcanza mediante un proceso de reducción del espectro de demanda hasta intersectar el espectro de capacidad en el conocido como punto de desempeño: en coordenadas de desplazamiento, el desplazamiento máximo demandado. Este proceso de reducción espectral captura las características básicas del comportamiento histerético global del edificio bajo estudio y, desde el punto de vista algorítmico, consiste en un procedimiento iterativo de tanteo del punto de desempeño.

El ATC 40 [7], visto como procedimiento matemático, constituye una forma de linealización equivalente, basada en dos asunciones fundamentales: 1) el período del sistema lineal equivalente se equipara al período secante, y 2) el amortiguamiento equivalente está en función del área bajo la curva de capacidad asociada con la demanda de desplazamiento. El FEMA 440 [8] surge motivado por la revisión del Método de Coeficiente (FEMA 356 [47]) y del ATC 40 [7]. En particular, respecto de este último, se comprobó que subestima los desplazamientos en estructuras que no exhiben degradación, y los sobrestima al ocuparse de estructuras con comportamiento degradante. De este modo, el esfuerzo del FEMA 440 se centró en mejorar el proceso de linealización equivalente del ATC 40. En concreto, desarrolló procedimientos mejorados para estimar parámetros lineales equivalentes, el período lineal equivalente y el amortiguamiento lineal equivalente, como funciones de la ductilidad. Estas funciones están basadas en un proceso de optimización que minimiza el error entre el desplazamiento predicho usando el oscilador lineal equivalente y el obtenido mediante análisis dinámico no lineal.

El FEMA 440 [8] contempla tres procedimientos, a los que identifica con A, B y C, y de los cuales, el B, conocido en la literatura como el método MADRS (*Modified Acceleration-Displacement Response Spectrum*), es el más preciso. El método C, aunque menos preciso, más utilizado que el método B, aprovecha la idea de que el punto de desempeño se encuentra en el lugar geométrico (locus) de los posibles puntos de desempeño. En este proyecto, se implementaron los procedimientos B y C en Matlab, validándolos con ejemplos del trabajo de Guyader e Iwan [48]. En la Figura 12 se muestra una de estas validaciones, constatándose, además, una gran aproximación entre las implementaciones en Matlab de los procedimientos B y C.

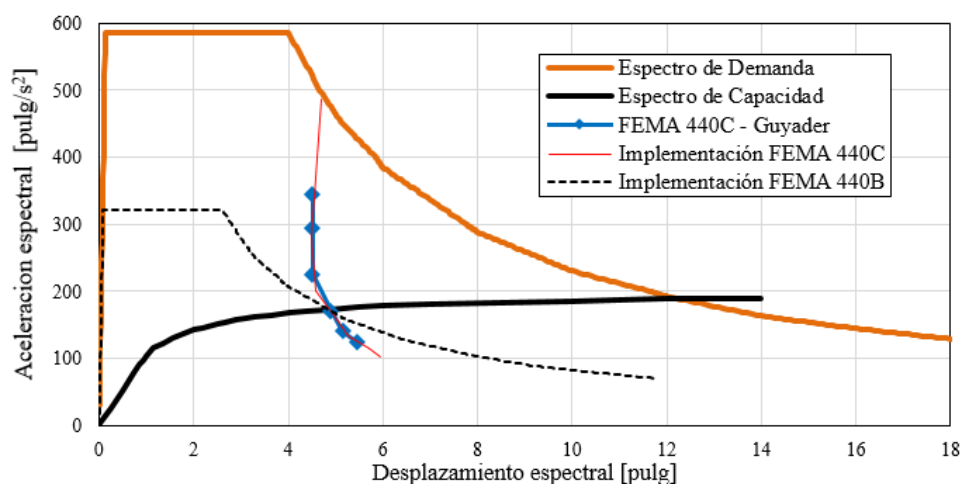


Figura 12. Caso de validación de la implementación de MEC-FEMA 440, procedimientos B y C

Una de las mejoras sustanciales del FEMA 440 en relación con el ATC 40 fue la aproximación más realista a los comportamientos histeréticos globales de los edificios, mediante la consideración de diferentes modelos histeréticos [8]. La selección de un modelo histerético, representativo del comportamiento no lineal de una cierta tipología de edificio, es un aspecto clave de la reducción espectral con miras a la estimación del desplazamiento máximo demandado. El FEMA 440 [8] constituye una guía fiable en este proceso de reducción espectral tanto para edificios de hormigón armado como de acero. No obstante, la identificación de las edificaciones de MNR en términos de comportamiento histerético no fue debidamente considerado. En [16,17], a partir del estudio del comportamiento histerético de edificaciones de MNR con diferentes grados de acoplamiento entre pilares y vigas-dintel (o condiciones de restricción en pilares), estableció un procedimiento de reducción espectral específico para edificaciones de MNR, con base en los conceptos y lineamientos del FEMA 440. Este procedimiento fue considerado e implementado en Matlab. En la Figura 13 se presenta una aplicación de esta implementación para un edificio de MNR. La implementación corresponde a la adaptación del proceso de reducción espectral desarrollado en [16,17] al procedimiento C del FEMA 440; el ejemplo fue tomado, asimismo, de la referencia [48].

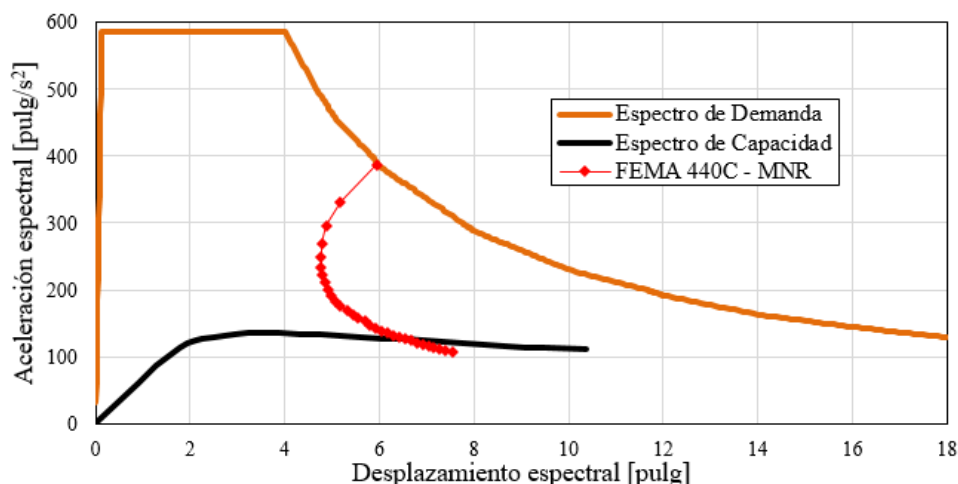


Figura 13. Aplicación del procedimiento C del MEC-FEMA 440 a edificación de MNR

6. Conclusiones sobre los avances del proyecto

Aunque no estaba contemplado *a priori* abordar cuestiones de sismicidad histórica en la ciudad, el hallazgo del testimonio del hermano Stiehle sobre el sismo del 29 de junio de 1887 nos pareció importante incluirlo. Este sismo, que inferimos superficial, de intensidad VIII (MM) para Cuenca, no fue considerado en los estudios de peligrosidad sísmica del proyecto P-BID 400, y no figura en los catálogos nacionales. Creemos que amerita un estudio detenido, a fin de estimar su epicentro y magnitud, sobre todo considerando que Stiehle menciona en su carta pueblos y aldeas cercanos a Cuenca (sin precisar nombres, lamentablemente) en donde el sismo fue más intenso. En cualquier caso, refuerza la tesis de que Cuenca es una ciudad con alta amenaza sísmica y vulnerable ante sismos.

En relación con el proyecto de vulnerabilidad, cabe resaltar que el hecho de adoptar una modelización 3D supone encarar aspectos como la flexibilidad en el plano del sistema de piso y la distribución de paredes. En cuanto a lo primero, los pisos de envigado y entablado, típicos en las edificaciones del CHC, no presentan gran variabilidad; en todo

caso, constituyen pisos de muy flexibles a flexibles y pueden representar un problema de grandes desplazamientos e inducción de falla fuera del plano en la dirección larga de las edificaciones. Este problema, no obstante, se inhibiría en la gran mayoría de casos gracias a la colindancia de las edificaciones en el CHC, que se verifica típicamente entre paredes laterales (de fondo). En cuanto a la distribución de paredes, cabe destacar el bajo grado de tipicidad que se ha constatado en las edificaciones, sobre todo en las tipologías modernas (con vigas de atado y con cadenas horizontales y verticales); esto representa un problema a la hora de establecer un edificio-prototipo de cierta subtipología de estudio. Más grave aún, se constata (y de ello son una muestra las dos plantas ‘típicas’ mostradas arriba) una importante discontinuidad entre las paredes, sobre todo en la dirección larga de la edificación. Cabe señalar que en las tipologías modernas esta discontinuidad se presenta incluso en altura.

Por último, es digno de resaltar como objetivo parcial cumplido: la implementación del Método del Espectro de Capacidad, en la versión actualizada del FEMA 440. Además, con base en estudios de investigadores de la Universidad de Génova, se incorporaron refinamientos en el proceso de reducción espectral que amplían el campo de aplicación del Método del Espectro de Capacidad a las edificaciones de MNR. El objetivo principal, la obtención de mapas de daño esperado en el CHC para diferentes escenarios sísmicos, se alcanzará para el último trimestre del 2018.

Referencias

- [1] G. Cobos; Hermano J. B. Stiehle, Arquitecto Redentorista: su vida y obra en Ecuador y Sudamérica. Comunidad Redentorista (1998).
- [2] M. Rivera, N. Rivera; Juan Bautista Stiehle, arquitecto redentorista: biografía y correspondencia. Ed. Cuenca, Cuenca-Ecuador (2008) 330-334.
- [3] G. Grünthal; European Macroseismic Scale 1998. EMS-98. Conseil de L’Europe Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie (1998) Vol. 15.
- [4] F. Rivadeneira, M. Segovia, A. Alvarado, J. Egred, L. Troncoso, S. Vaca, H. Yepes; Breves fundamentos sobre los terremotos en el Ecuador. En: Serie El Riesgo Sísmico en el Ecuador. Instituto Geofísico, Escuela Politécnica Nacional, Corporación Editora Nacional, Quito-Ecuador (2007).
- [5] J. Jiménez; Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Cuenca mediante técnicas de simulación. Tesis de maestría, Escuela de Postgrado en Ingeniería y Ciencias, Escuela Politécnica Nacional, Quito (2002).
- [6] Z. Milutinovic, G. Trendafiloski; WP4: Vulnerability of current buildings. RISK-UE Project handbook: An advanced approach to earthquake risk scenarios with applications to different European towns, (2003).
- [7] ATC 40; Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings Technical report. Applied Technology Council Redwood City, California (1996).
- [8] FEMA 440; Improvement of non linear static seismic analysis procedures, Technical Report preparado por Project ATC-55, Applied Technology Council, Redwood City, California (2005).
- [9] NERIES – Network of Research Infrastructures for European Seismology; Deliverable 3: Development of ELER (Earthquake Loss Estimation Routine) Methodology: Vulnerability relationships (2010).
- [10] S. Molina, D. Lang, C. Lindholm; SELENA: An open-source tool for seismic risk and loss assessment using a logic tree computation procedure. Computers and Geosciences 36 (2010) 3: 257-269.
- [11] LESSLOSS; Deliverable 84: Report on Building Stock Data and Vulnerability Data for each Case Study, Project on Risk Mitigation for Earthquakes and Landslides (2005).
- [12] D. D’Ayala, A. Meslem, D. Vamvatsikos, K. Porter, T. Rossetto, H. Crowley, V. Silva; Guidelines for Analytical Vulnerability Assessment of low/mid-rise Buildings, Vulnerability Global Component of GEM Project (2014).
- [13] P. Mouroux, B. Le Brun; Presentation of RISK-UE Project. Bull. Earthquake Engineering (2006) 4:323-339.
- [14] C. Kircher, R. Whitman, W. Holmes; HAZUS Earthquake Loss Estimation Methods, Nat. Hazards Rev. 7 (2006) 2: 45-59.
- [15] S. Lagomarsino, S. Cattari; Perpetuate guidelines for seismic performance-based assessment of cultural heritage masonry structures. Bull. Earthquake Eng. (2015) 13: 13-47.

- [16] S. Lagomarsino, S. Cattari; Seismic performance of historical masonry structures through pushover and nonlinear dynamic analyses. En: Perspectives on European Earthquake Engineering and Seismology, Atilla Ansal (ed)., Cap. 11, Vol. 2 (2015).
- [17] S. Cattari, S. Lagomarsino; Masonry structures. En: Developments in the field of displacement based seismic assessment, Sullivan T. and Calvi G.M. (eds). IUSS PRESS and EUCENTRE, Pavia, Italia (2013) Cap. 5: 157-210.
- [18] D. Abrams; Strength of behavior of unreinforced masonry elements. En: Proceedings of the 10th World Conference on Earthquake Engineering, Vol. 7, Madrid (1992).
- [19] G. González, L. Zúñiga, C. Ullauri, F. Cornejo; Arquitectura Civil en Cuenca en la Época Republicana. Tesis de pregrado, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca, Cuenca-Ecuador (1980) 136-221.
- [20] Consulplan; Plan de Desarrollo Urbano del Área Metropolitana de la Ciudad de Cuenca, Volumen XII: Diagnóstico – Centro Histórico, Cuenca-Ecuador (1982) Vol. 12: 49-69.
- [21] P. Gómez, M. Medina, S. Andrade, J. Medina; Crítica Arquitectónica de la producción residencial en Cuenca: 1961 – 1980. Tesis de pregrado, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca, Cuenca-Ecuador (1986).
- [22] K. León, L. Luna, M. Sigüencia; Guía Arquitectónica de Cuenca. Tesis de pregrado, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca, Cuenca-Ecuador (1997).
- [23] M. Chérres, C. Peñafiel; Determinación del índice de vulnerabilidad de las edificaciones de la ciudad de Cuenca. Tesis de pregrado, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Cuenca, Cuenca-Ecuador (2000).
- [24] P. Espinoza, I. Calle; La cité cuencana: el afrancesamiento de Cuenca en la época republicana (1860-1940). Serie de Cuenca No 1, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca, Cuenca-Ecuador (2002).
- [25] G. Moyano, M. Rivera; Arquitectura de líneas rectas: influencia del Movimiento Moderno en la Arquitectura de Cuenca (1950-1965). Tesis de pregrado, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca, Cuenca-Ecuador (2002).
- [26] V. Caldas, P. Sigcha; Breve análisis cronológico de la introducción de materiales relevantes dentro de las edificaciones del Centro Histórico de Cuenca entre los años 1880 y 1980. Tesis de pregrado, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca, Cuenca-Ecuador (2007).
- [27] L. Abad, M. Tommerbakk; Ciudad y Arquitectura Republicana de Ecuador: 1850 – 1950, Facultad de Arquitectura, Diseño y Artes, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito-Ecuador (2009) 175-212.
- [28] J. Park; Investigation of the geometric variation effect on seismic performance of low-rise unreinforced masonry structures through fragility analysis. Int. J. Civ. Eng. (2016).
- [29] J. Jiménez; Evaluación sísmica de edificios de mampostería no reforzada típicos de Barcelona: modelización y revisión de la aplicación del Método del Espectro de Capacidad. Tesis doctoral, Programa de Ingeniería Sísmica y Dinámica Estructural, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona (2016).
- [30] Y. Nakamura, H. Derakhshan, G. Magenes, M. Griffith; Influence of diaphragm flexibility on seismic response of unreinforced masonry buildings. J. Earthq. Eng., 21 (2016) 1: 1-26.
- [31] A. Kollerathu, A. Menon; Role of diaphragm flexibility modelling in seismic analysis of existing masonry structures. Structures, (2017) 11: 22-39.
- [32] S. Moon, D. Lee; Effects of in plane floor slab flexibility on the seismic behaviour of building structures, Engng. Struct., 16 (1994) 2: 129-144.
- [33] J. Barron, M. Hueste, M.B; Diaphragm effects in rectangular reinforced concrete buildings. ACI Structural Journal (2004) 3: 89-98.
- [34] V. Sadashiva, G. MacRae, B. Deam, M. Spooner; “Quantifying the seismic response of structures with flexible diaphragms, *Earthquake Engng. Struct.*, 41 (2012) 1365-1389.
- [35] G. M. Calvi, G. Magenes; Seismic Evaluation and Rehabilitation of Masonry Buildings. D. P. Abrams y G. M. Calvi (eds). Technical Report NCEER-97-0003. En: Proceedings of U.S.-Italy Workshop on Seismic Evaluation and Retrofit, Pavia, Italia (1997) 3: 123-142.
- [36] G. Magenes; A method for pushover analysis in seismic assessment of masonry buildings. En: Proceedings of the 12th World Conference on Earthquake Engineering, Auckland, New Zealand (2000).
- [37] G. Magenes, M. Remino, C. Manzini, P. Morandi, D. Bolognini; SAM II: Software for the Simplified Seismic Analysis of Masonry buildings, University of Pavia and EUCENTRE, Pavia, Italia (2006).
- [38] S. Lagomarsino, A. Penna, A. Galasco, S. Cattari; Tremuri program: An equivalent frame model for the non-linear seismic analysis of masonry buildings. Eng. Struct., (2013) 56: 1787-1799.
- [39] L. Pasticier, C. Amadio, M. Fragiaco; Non-linear seismic analysis and vulnerability evaluation of a masonry building by means of the SAP2000 v.10 Code. Earthq. Eng. Struct. Dyn., (2008) 37: 467-485.

- [40] C. Knox, J. Ingham; Non linear equivalent frame modelling: Assessment of a two storey perforated unreinforced masonry wall. En: Proceedings of New Zealand Society for Engineering Earthquake - Annual [41] Technical Conference, Christchurch, New Zealand (2012).
- A. Carr; *Theory. Ruaumoko manuals*, University of Canterbury, Christchurch, New Zealand, Vol. 1 (2007).
- [42] C. Amadio, G. Rinaldin, L. Macorini; An equivalent frame model for non linear analysis of unreinforced masonry buildings under in-plane cyclic loading. En: Proceedings of the 14th National Conference of Earthquake Engineering, Italian National Association of Earthquake Engineering, Universidad Politécnica de Bari, Bari, Italia, Septiembre (2011).
- [43] G. Rinaldin, C. Amadio, L. Macorini; A macro-model with non-linear springs for seismic analysis of URM buildings. *Earth. Eng. Struct. Dyn.*, 45 (2016) 14: 2261-2281.
- [44] G. Magenes, G.M. Calvi; In plane seismic response of brick masonry walls. *Earthq. Eng. Struct. Dyn.*, (1997) 26: 1091-1112.
- [45] S. Cattari, S. Lagomarsino, D. D'Ayala, V. Novelli, V. Bosiljkov; Correlation of performance levels and damage states for types of buildings. Deliverable D17, WP N°6, PERPETUATE Project (FP7), European Research Project on the Seismic Protection of Cultural Heritage, (2012).
- [46] G. Domínguez, W. Pacurucu; Estudio de los patios en el Centro Histórico de Cuenca. Tesis de pregrado, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca, Cuenca-Ecuador (1995).
- [47] FEMA 356; Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings, Federal Emergency Management Agency, Washington, USA (2000).
- [48] A. Guyader, W. Iwan; User Guide for AutoCSM: Automated Capacity Spectrum Method of Analysis. En: Report No. EERL 2004-05, (2004).

Cuenca, Memoria y Transformación: Una aproximación al proceso de ocupación, transformación y gentrificación en la Ciudad de Cuenca.

Salazar Vintimilla Ana Cecilia.

Universidad de Cuenca, Ciudadela universitaria: Av. 12 de abril y Av. Loja. Departamento Interdisciplinario de Investigación de Espacio y Población, Grupo ACORDES Cuenca. Ecuador, ana.salazar@ucuenca.edu.ec

Palabras clave: ciudad, espacio público, gentrificación, identidad.

Resumen.

En las últimas décadas, muchos espacios públicos de Cuenca han sido intervenidos en el marco del proceso de modernización urbana y bajo un conjunto de justificaciones que van desde la eliminación de la vivienda tugurizada, la influencia de modelos globalizadores, la especulación inmobiliaria, la presión por el impulso del turismo, el márketing territorial, entre otras. El presente trabajo busca analizar estas intervenciones, algunas de las cuales podrían ser identificadas como procesos gentrificadores, para mirar cómo afectan positiva o negativamente a la memoria histórica y el recuerdo antropológico de la ciudad; que constituyen elementos claves para preservar la identidad y para no terminar replicando modelos impuestos por el urbanismo dominante. El trabajo se desarrolla en base al análisis etnográfico a partir de un caso de estudio, que permitirá analizar las transformaciones implementadas y sus consecuencias en la dinámica socio cultural del espacio público en la ciudad de Cuenca.

Introducción.

Más allá de la ciudad como una estructura material y tangible con sus edificaciones, barrios, templos y parques; las ciudades son territorios en donde se desarrollan procesos de ocupación, cambio y transformación propios de la vida urbana. Esta dinámica ha ido paulatinamente incidiendo en el entorno natural y generando un determinado entorno construido, situación que define la evolución no solo de la morfología física de la ciudad, sino de su identidad social y cultural a partir del diseño, uso e intervención en los espacios públicos, lo que a su vez va definiendo nuevas miradas, prácticas y estilos de vida entre sus habitantes; elementos centrales de una realidad urbana irreversiblemente ligada a la modernidad.

Cuenca, ha recibido atención internacional al ser considerada Patrimonio de la Humanidad y ciudad ideal para el retiro. Al tiempo que la población ha crecido, el uso de los espacios públicos también ha ido evolucionando y por supuesto, los planes para la ciudad han variado enormemente. David Harvey aclara esta idea, diciendo que *“los seres humanos hemos sido quienes hemos creado la ciudad por lo tanto estamos destinados a vivir en ella... al crear la ciudad el hombre se ha creado a sí mismo esto no puede separarse del tipo de personas que queremos ser, el tipo de relaciones sociales que pretendemos, las relaciones con la naturaleza que apreciamos, el estilo de vida que deseamos y los valores estéticos que respetamos...”* (2012, p. 20). En este sentido, el diseño de los espacios y las obras urbanas transforman, de manera determinante la vida

en la ciudad, como actualmente está sucediendo en Cuenca. Se trata entonces, de darnos la posibilidad de repensar la ciudad y el desarrollo urbano como un proceso que respete sus cualidades históricas, sus cuadros de renovada identidad para enfrentar los tratamientos demasiados pragmáticos con los que a veces operan diseñadores y planificadores, pero de manera especial las empresas inmobiliarias que generan procesos gentrificadores cuyos resultados suelen ser diversos y van desde la revalorización del sector hasta la fragmentación territorial y exclusión social.

La evolución de las ciudades provoca desplazamientos humanos, factor intrínseco a la producción de paisajes urbanos capitalistas (Lefebvre 1968, Engels 1848). Este es uno de los procesos menos estudiados, a pesar de que afecta de manera directa a la vida de las personas más vulnerables (Desmond 2012: 90) . En consecuencia, el desplazamiento puede restringir las alternativas de ciertos sectores de la sociedad, lo que ocurre especialmente cuando grupos sociales con mayor capital económico, social y cultural se instalan en su barrio. La gentrificación “implica una tendencia a revalorar áreas centrales de las urbes con gran riqueza patrimonial. Con apoyo de gobiernos locales y empresarios inmobiliarios se rehabilitan y modifican espacios habitacionales y comerciales. El problema no es que se mejore la infraestructura urbana, sino que el interés sólo sea la reproducción del capital, sin considerar políticas públicas sociales. Entonces, los adelantos significan el desplazamiento de pobladores que han residido en esas zonas durante varias generaciones y deben irse por no tener mayores ingresos económicos” (Salinas, 2013).

El estudio de los procesos de gentrificación en América Latina ha sido escaso, más aun en Ecuador y particularmente en Cuenca. En este marco, el presente trabajo analiza los efectos de los procesos gentrificadores, en zonas que han sido urbanísticamente intervenidas, lo que permitirá contar con mayores elementos para identificar cómo han actuado estas corrientes en referencia a la preservación de los elementos simbólicos e intangibles de la identidad histórica y cultural, de la ciudad de Cuenca.

Objetivo General:

Contribuir al análisis y la comprensión de los procesos socio espaciales urbanos en Cuenca, a partir de los cambios generados en algunos espacios públicos.

Objetivos específicos:

- [1] Analizar cómo ha operado la gestión urbana en la ciudad de Cuenca, desde el análisis de la sociología urbana crítica.
- [2] Identificar posibles efectos de la gentrificación a partir de la revisión de los cambios del uso del suelo y la transformación morfológica de los espacios públicos de la ciudad.

Metodología.

Para aproximarnos al estado del arte sobre el tema se elaboró un catálogo de fuentes, como base para identificar posibles procesos de gentrificación en la ciudad de Cuenca; luego se seleccionó un estudio de caso para la observación y el análisis in situ, el espacio público seleccionado es la Plaza El Otorongo. La metodología utilizada es bibliográfica, etnográfica y cualitativa. En lo que respecta a la escala macro-urbana, la investigación se fundamenta en bases de datos sobre percepción ciudadana y la aplicación de entrevistas semi-estructuradas a expertos. Este primer momento tiene un corte histórico sobre los hábitos, dinámicas e imaginarios del sector y su transformación a lo largo del tiempo.

Una entrada etnográfica a escala puntual del espacio público, se recogió información empírica sobre la trayectoria del lugar y los sentires de sus actores, aplicando las siguientes técnicas:

Entrevistas semi estructuradas a los habitantes de la plaza y expertos claves como historiadores, planificadores y actores.

Observación participante para registrar las dinámicas, usos y formas de ocupación.

Sistematización de la evolución histórica: orígenes, características de edificación, sistema social y económico, movilidad residencial, características de la vivienda, formas y estilos de vida tradiciones, leyendas y recuerdos, para caracterizar el uso de cambio del suelo y ubicar posibles desplazamientos de población.

Análisis del discurso y observación in situ para validar la información obtenida.

Resultados y discusión

Excavar en la experiencia de ciudad exige un acercamiento minucioso a las percepciones, prácticas, emociones y memorias de los sujetos que le dan significado al entorno construido. El presente trabajo es una indagación cualitativa con una entrada histórica y etnográfica. La construcción de la identidad histórica y antropológica de la ciudadanía, involucra el fenómeno del uso, ocupación y apropiación de los espacios públicos, lo que incide en cómo se generan las relaciones de los habitantes con esos espacios. Si un espacio es vaciado de los elementos de su pasado, se provoca una ruptura de la memoria histórica urbana donde se asientan las bases de la identidad. El espacio es una construcción social, es decir que la ciudad es producto de las acciones específicas de agentes de decisión que orientan la gestión y por lo tanto definen el diseño de los espacios de la ciudad. Los cambios en dichos espacios, responden al ejercicio del poder local y a las interacciones sociales que allí se materializan, influyendo en la construcción de la identidad colectica que proyecta la imagen urbana. " El espacio simbólico y la identidad urbana se relacionan con los procesos de apropiación del espacio y apego al lugar, puesto que son procesos dinámicos de interacción conductual simbólica de las personas con su medio físico; lo que Stokols y Shumaker (1981, citados en Vidal y Pol, 2005) denominaron imaginabilidad social, concepto que enmarca el proceso en el cual el significado del espacio se deriva de la experiencia que en éste se mantiene." p. 11 (Reyes-Guarnizo, 2014).

En base al estudio de caso que hemos presentado, (Plaza de El Otorongo), donde la municipalidad asume el rol de administrador de este espacio, podríamos considerar que sus actuaciones han caído en la trampa del enfoque modernizador, diseñando una obra que no toma en cuenta la importancia de promover el desarrollo de un capital social colectivo y ciudadano, lo convierte en un espacio de tránsito, vacío y sin posibilidades de usos comunitarios, en el que todos los elementos están inmovilizados por una ordenación fija y redundante. *De tal forma, el interés de los proyectos urbanos se ha concentrado más en promover la construcción de grandes lugares para que la gente se encuentre, que en promover la construcción de grandes encuentros, así los lugares sean pequeños.* (Yory: 51)" (p. 37) (Mayorga, 2008).

La transformación de las ciudades, está atrapada en una visión pragmática que suele eliminar las claves de la identidad endógena buscando sumarnos a la corriente

homogeneizadora. *“La ciudad es el continente de la historia, el tiempo concentrado en el espacio, la condensación del pasado y la memoria, es decir, el lugar donde se producen los proyectos de futuro que dan sentido al presente. La ciudad es un patrimonio colectivo en el que tramas, edificios y monumentos se combinan con recuerdos, sentimientos y momentos comunitarios (Borja, 2003; 33)” (pág 21) (Sarmiento, 2014).*

Durante los últimos 60 años, una serie de intervenciones se registran en esta plaza que sin duda, constituye un lugar histórico y tradicional. Hoy la vemos convertida en un espacio duro, una plaza de cemento, sin árboles, ni plantas, ni flores, sin elementos para el encuentro. Ahí, donde antes funcionaba un mercado, que hubiera podido ser mejorado sin cambiar su riqueza intangible llena de elementos claves del pasado de la ciudad, que bien pudo ser intervenida sin agredir sus claves históricas, como se lo ha hecho en sectores como las herrerías o el barrio de los hornos de pan; en El Otorongo, se ha destruido todo vestigio de la memoria y los anclajes de la identidad. Un lugar donde se producía el encuentro y la interacción entre los pobladores de diferentes parroquias, la llegada de campesinos de los alrededores ha desaparecido. Los usuarios tradicionales fueron desplazados y la plaza quedó vacía, eventualmente utilizada. Hoy es un espacio “público” que solo se lo usa para ciertos eventos cuyos vecinos deben tolerar. Estas tipo de transformaciones urbanas atentan contra la posibilidad de construir espacios públicos como fundamento de la sociabilidad para convertirse en «simples lugares de tránsito y circulación, simple conexión entre lugares de trabajo y residencia»... Si esa profunda aspiración humana se sacrifica en beneficio de las exigencias técnicas y las aglomeraciones urbanas se da paso a una relación alienante entre el ciudadano y su entorno” (p. 309). (Lefebvre, 1978).

Conclusiones

Las ciudades guardan un sistema de signos y símbolos en sus calles, edificios, plazas y monumentos. Además de los elementos tangibles, existen elementos culturales y simbólicos que guardan la historia de los lugares y su memoria colectiva. Estos elementos constituyen las bases de la identidad de las ciudades, sobre las que se asientan también la identidad de sus habitantes. Para Harvey: las ciudades son las más "hermosas" creaciones urbanas, sus calles, plazas, edificios y monumentos, guardan el recuerdo social de memorias de las épocas anteriores en las que el uso, el goce, la belleza y el respeto a los lugares significativos predominaban sobre el lucro y el beneficio.

Es fundamental entender que el diseño urbano tiene el poder de contribuir a que las sociedades incorporen nuevas perspectivas sobre el diseño de los espacios públicos, pero esta perspectiva, no debe destruir los elementos que aportan a fortalecer el capital simbólico de la ciudad a través de proyectos gentrificadores. En Cuenca, como en otras ciudades se está siguiendo los modelos del *marketing* territorial, por ello necesitamos hacer una definición trascendental que nos permita acordar qué ciudad queremos?.

Podríamos hablar de un creciente desdibujamiento de los espacios públicos tradicionales de nuestra ciudad que afecta directamente al fortalecimiento sociocultural, frente a modelos de ofertar globalizadoras, Es precisamente mediante la intervención en

los espacios públicos como la gente puede llegar a identificarse y ser identificada como diferente

No podemos afirmar que todo proceso de intervención y cambio morfológico de los espacios públicos sea destructivo. Una buena planificación que tome en cuenta lo positivo y lo negativo será de beneficio para todos; sin embargo desde los años 70 la corriente modernizadora, hizo que muchos de estos **cambios** sean agresivos. En Cuenca, nos hemos comido el corazón de la manzana¹. Cuenca ya no es más la ciudad de los patios internos y de las huertas con árboles frutales; muchos de ellos sucumbieron en ante la inversión del capital. Hemos sido testigos de cómo se convierte un teatro² en parqueadero en un parqueadero, hemos preferido ceder el espacio a los autos que mantener las edificaciones que un día eran espacio para el arte.

Cuenca puede dejarse llevar por las corriente globalizadora donde la identidad local se desnaturaliza, la realidad local se banaliza y el sentido común se relativiza sumándonos al modelo dominante que nos terminará llevando a ser como la mayoría de ciudades modernas. Un análisis más detenido nos ayudará a comprender mejor la situación en Cuenca, y sus posibilidades de autodeterminación desde el concepto de Derecho a la ciudad.

La identidad no se construye únicamente porque compartimos ciertos rasgos, sino es también los resultados de interacciones e interpretaciones compartidas, de simbologías y recuerdos, de memorias y pasados comunes de donde surgen el sentido de pertenencia no solo a un grupo sino a un mismo lugar. “Si bien es cierto que la identidad colectiva constituye una dimensión subjetiva de los actores sociales y de la acción colectiva, para su existencia requiere una base real compartida (una experiencia histórica y una base territorial común, unas condiciones de vida similares, una pertenencia a redes sociales). Compartir estos condicionamientos materiales permite la elaboración de unos rasgos distintivos que definen la unidad reconocida por el colectivo como propia. Y este reconocimiento, solo se da sobre las relaciones en un mismo espacio, que se constituye en el territorio apropiado y con el cual los miembros de las Organizaciones Comunitarias se identifican. De ahí la importancia de generar espacios colectivos para que estos procesos de identificación se generen a partir del encuentro, del cruce de horizontes cognitivos. (Torres: 70).“ (Mayorga, 2008)

Los lugares históricos y el patrimonio construido como elementos que definen nuestra identidad ciudadana, han sido rediseñados irrespetuosamente, atentado contra las bases de la identidad propia para sumarnos a la homogenización global. La gentrificación afecta a la preservación de las claves del pasado. Necesitamos recuperar los símbolos y los significados de las historia completa, para reconocernos y proyectarnos hacia la ciudad que queremos.

Agradecimientos

Agradezco al equipo de investigación del Proyecto Factores Impulsores y Restrictivos del Derecho a la Ciudad, del Departamento de Espacio y Población de la Universidad de Cuenca y al Colectivo Ciudadano Cuenca ciudad para vivir. Ambos espacios en los que colaboro y me han permitido desarrollar el presente trabajo.

Referencias

- [16] C. Boone, en *Social Dynamics and Sustainable Urban Design. Resilience in Ecology and Urban Design. Future City*, (2013) 3, 47-61.
- [11] N. Brenner, J. Peck y T. Nik. Y después de la neo liberalización? Estrategias metodológicas para la investigación de las transformaciones regulatorias contemporáneas in *Urban, Nueva Serie 01, Revista del Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio* Universidad Politécnica de Madrid (2011)21-40.
- [12] N. Brenner, P. Marcuse, and M. Meyer, Eds. . *Cities for People, Not for Profit: Critical Urban Theory and the Right to the City*. London: Routledge.(2012)
6. D. Harvey, en *Social Justice and the City*, Revised Edition. Athens: The University of Georgia Press. Originally published in 1973.
- [6]J. Logan and H. Molotch. en “La Ciudad Como Maquina de Crecimiento” in *El Mercado Contra la Ciudad: Sobre Globalización, Gentrificación y Políticas Urbana* seditiedby Observatorio Metropolitano de Madrid: 157-210. (2007)
- [11] Observatorio Metropolitano de Madrid: “Introducción” In Observatorio Metropolitano (eds.)*El Mercado Contra la Ciudad: Sobre Globalización, Gentrificación y Políticas Urbanas*. Madrid: Traficantes de Sueno: 17-26. (2015)
- [12] J. Ordovás, La cuestión urbana: algunas perspectivas criticas. *Revista de Estudios Politicos*: 273-301.(1998)
- [1] D. Orellana, & P. Osorio, En Segregación socio-espacial urbana en Cuenca, Ecuador. *Analitika*(8).(2014)
- [1] A. Salazar. y otros en *Sociología de la Ética Social Cuencana*, municipalidad de Cuenca. Cuenca – Ecuador.(2014)
- T, Nik, J. Peck y N. Brenner, en “Urbanismo Neoliberal: La Ciudad y el Imperio de los Mercados in *Temas Sociales, SUR Corporación de Estudios Sociales y Educación*.#66 Marzo 2009,1-12.(2009).

Correlación entre glucosa basal y hemoglobina glucosilada en el adulto mayor en el cantón cuenca

Macero Reina^{1*}, Encalada Lorena¹, Ulloa-González Mery C¹, Velázquez-Segarra Katherine¹, Christian Vintimilla², Wong Sara²

¹ *Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de Cuenca, Av. 12 de Abril y Paraíso, Cuenca, Ecuador, 010204.*

² *Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, Universidad de Cuenca, Av. 12 de Abril y Agustín Cueva, Cuenca, Ecuador, 010201*

Palabras Claves: Hemoglobina glucosilada, glucemia basal, Síndrome Metabólico, Adulto mayor, hiperglucemia.

Resumen

Se explora la relación entre glucosa basal y hemoglobina glucosilada (HbA1c) y su asociación con Síndrome Metabólico (SM) en adultos mayores (AM) del cantón Cuenca. Se estudió una población de 119 AM. La cuantificación de la HbA1c se procesó con los reactivos de la casa comercial Human mediante el método rápido de separación por resina de intercambio iónico. La correlación de Pearson se usó para medir la asociación entre la glucosa basal plasmática y la HbA1c. La correlación entre la glucosa basal plasmática y la HbA1c fue 0.16, adicionalmente se observó que los valores de HbA1c alterada son 2.2 y 9 veces mayores a los de la glicemia en la población con SM y sin SM respectivamente. Estos hallazgos indican que los valores de corte de la HbA1c deben ser aún estudiados para su uso como indicador de alteraciones en el metabolismo de carbohidratos en los AM.

Introducción

La Hemoglobina glucosilada (HbA1c) es el producto de la glucosilación no enzimática de la hemoglobina circulante. El porcentaje de hemoglobina a la que le ocurre este proceso está determinado por el promedio de glucemia plasmática global al que estuvieron expuestos los eritrocitos circulantes durante los 60 a 90 días previos a la determinación [1]. Así la elevación de la glucosa basal, factor común para diabetes y Síndrome Metabólico (SM) provoca elevación de la HbA1c al ser indicador de la concentración de la glucosa plasmática. Numerosos estudios han demostrado la relación entre glucemia basal plasmática y HbA1c [2,3], entre ellos Selvin y colaboradores reportaron una correlación de 0,73[4]. En los últimos años ha aumentado considerablemente el uso de HbA1c y no únicamente para monitorización de pacientes diabéticos sino también de pacientes pre-diabéticos e incluso se usa como factor diagnóstico de diabetes; se la asocia con dislipidemia aterogénica [5], además se ha planteado que podría reemplazar a la prueba de tolerancia oral a la glucosa para determinar alteraciones en el metabolismo de los carbohidratos [6]. Sin embargo, aún existen controversias sobre su uso dada la falta de estandarización [7].

El porcentaje de adultos mayores (AM) en Ecuador y en todo el mundo ha aumentado considerablemente; en Latinoamérica se espera que para el 2030, el 30% de la población esté conformada por AM [6]. La población ecuatoriana mejoró su esperanza de vida de 48,3 años en 1950-55 a 75,6 años en 2010-15 esto permitió que muchos ecuatorianos alcanzaran edades mayores, pero este aumento en la edad viene también acompañado de un aumento de enfermedades crónicas y degenerativas así como incapacidad que afecta la calidad de vida.

La importancia del diagnóstico precoz de alteraciones de la glucosa se basa en la necesidad de incorporar a los pacientes a programas de prevención o tratamiento en las fases tempranas de la enfermedad para mantener al AM con niveles de glucemia normales y evitar las eventuales complicaciones que pudiera presentar, es por esto, que en el presente trabajo se tiene como objetivo establecer la correlación entre glucosa basal y HbA1c y su asociación con SM en AM del cantón Cuenca.

Metodología

Se trató de un estudio descriptivo en 119 AM, de los cuales 64 presentaban SM según el criterio ATPIII-2005. Esta población participó en el proyecto DIUC-Prometeo “Estudio de la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca y de la Sensibilidad a la Insulina” en la población adulta mayor de Cuenca [8].

Se obtuvo el Consentimiento Informado de cada uno de los participantes. El presente estudio se realizó previo la autorización de la Comisión de Bioética de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca.

El peso corporal (kg) y la altura (cm) se midieron utilizando una balanza y tallímetro, los sujetos vestían ropa liviana y estaban descalzos. La circunferencia abdominal (CA, cm) fue medida en la línea media entre el margen costal inferior y la espina ilíaca anterosuperior en bipedestación, con una cinta métrica al final de una espiración normal. La presión arterial (PA) fue medida según las normas del Séptimo informe del *Joint National Committee* (JNC7). Se utilizaron estetoscopio y esfigmomanómetro adecuadamente calibrado marca *Riester*, los participantes estuvieron en reposo 5 minutos previos a la medición de la PA. Se recogieron muestras de sangre para análisis bioquímicos después de un ayuno de doce horas y las concentraciones séricas de glucosa, triglicéridos y colesterol de lipoproteínas de alta densidad (C-HDL) fueron medidos usando un sistema *ADVIA 1650 Chemistry* (Siemens, Tarrytown, NY, EE.UU.). La determinación de glucosa se realizó mediante el método enzimático colorimétrico en presencia de glucosa oxidasa con reactivos de la casa comercial *Wiener*. La HbA1c se procesó con los reactivos de la casa comercial *Human* mediante el método rápido de separación por resina de intercambio iónico.

Todos los datos fueron procesados usando programa SPSS versión 20. La correlación de Pearson se usó para determinar la asociación entre HbA1c y la glucosa basal. Los datos en el texto y en las tablas se presentan como valores de frecuencia o de media y desviación estándar.

Resultados y discusión

En este estudio participaron 119 Adultos Mayores, no diabéticos, 42 hombres (71.45 ± 6.69 años) y 77 mujeres (71.87 ± 6.75 años). Las mediciones antropométricas fueron empleadas para criterios de clasificación del Síndrome Metabólico.

La tabla 1 presenta la distribución y los valores promedios de la glucemia basal plasmática y la HbA1c para la población estudiada. Se observa que los valores alterados para Prediabetes y Diabetes son tres veces mayores para la HbA1c en relación a la Glucemia, 60 AM con valores alterados para HbA1c y solo 18 AM con valores alterados de Glucemia, resultados comparables a un estudio en Colombia [9] y otro en Estados Unidos en población comunitaria de adultos no diabéticos, donde la HbA1c se asoció con

riesgo de diabetes y más fuertemente asociada con riesgo de enfermedad cardiovascular y muerte por cualquier causa en comparación con la glucosa en ayunas[10].

La tabla 2 presenta la distribución para los AM con SM y sin SM según sus valores de la glucemia basal y la HbA1c, se desprende de esta tabla que para la población con SM, 15 AM presentan valores alterados de glucemia sin embargo en el caso de la HbA1c, se presentan 33 AM con valores de riesgo para pre-diabetes y diabetes. En el caso de la población sin SM, existe una relación de nueve a uno, 27 valores alterados de HbA1c y solo 3 de glucemia, resultados similares al estudio realizado en Hospital General de Gbagada y en los hospitales de la Universidad Estatal de Lagos [11], y comparable con el estudio africano donde concluyen que HbA1c refleja algunos componentes de la SM en personas no diabéticas [12]. El coeficiente de correlación de Pearson entre glucemia basal y HbA1c fue de 0,16 (figura 1).

Tabla 17: Distribución y valores promedios de glucemia basal plasmática y hemoglobina glucosilada

Valores de corte Glucemia (mg/dl)	n	Glucemia (mg/dl)	Valores de corte HbA1c (%)	n	Hemoglobina Glucosilada (%)
Normal (60-100)	101	82,48±9,50	Normal (< 5.7)	59	4,78±0.52
Prediabetes (100-125)	10	111,31±8,54	Prediabetes (5.7-6.4)	36	6,06±0.22
Diabetes(>126)	8	165.91±35,38	Diabetes (> 6.5)	24	6,91±0.55

Tabla 2: Distribución de los Adultos mayores con SM y sin SM, según sus valores de hemoglobina Glucosilada y Glucemia

Valores de corte Glucemia (mg/dl)	SM n=64	Sin SM n=55	Valores de corte HbA1c (%)	SM n=64	Sin SM n=55
Normal (60-100)	49	52	Normal (< 5.7)	31	28
Prediabetes (100-125)	7	3	Prediabetes (5.7-6.4)	22	14
Diabetes (>126)	8	0	Diabetes (>6.5)	11	13

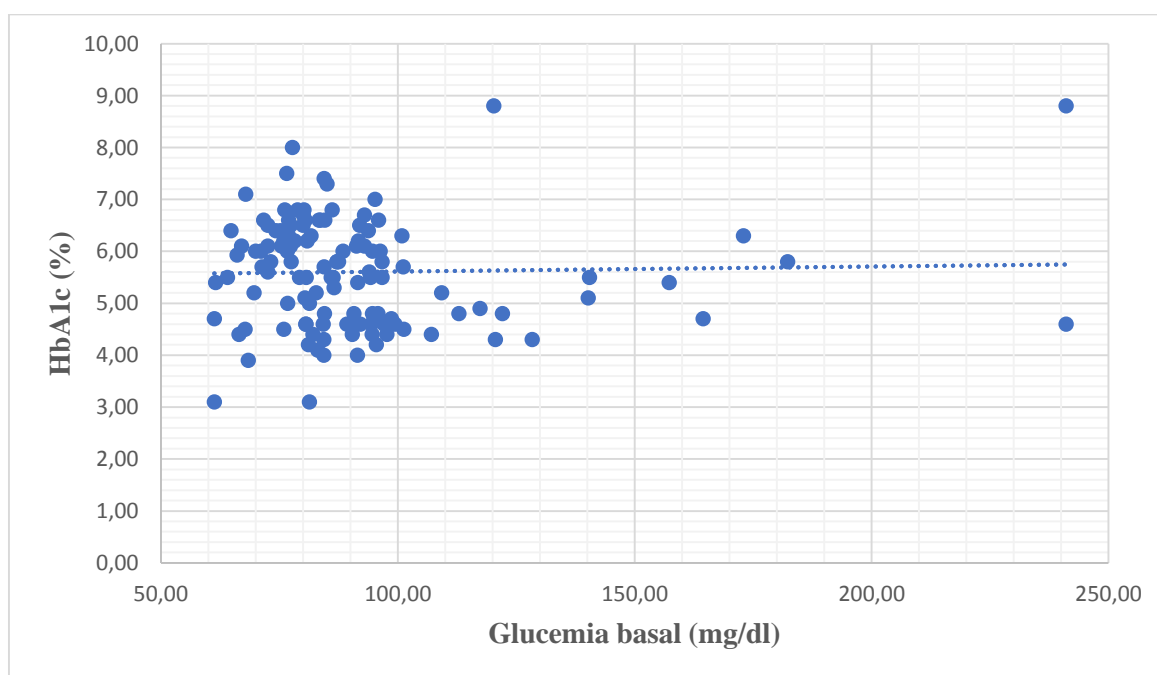


Figura 24. Correlación entre la glucemia basal y la hemoglobina glicosilada (HbA1c).

Conclusiones

La correlación entre la glucemia basal y la hemoglobina glicosilada fue baja (0,16), adicionalmente los valores de corte de HbA1c diagnostican a un mayor número de individuos como pre-diabéticos o diabéticos independientemente si presentan SM o no. Estos hallazgos deben ser contrastados con otros indicadores tales como la prueba oral de tolerancia a la glucosa para evaluar si efectivamente la HbA1c puede ser considerada como un indicador precoz de la aparición de alteraciones en el metabolismo de carbohidratos en la población de AM o si sus valores de corte actuales aumentan el número de falsos positivos.

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado gracias al financiamiento de la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca (DIUC) y al Proyecto Prometeo de la SENESCYT.

Referencias

- [1] Benzon M, Forti L, Sinay I. Actualización en el diagnóstico de la diabetes. Medicina (B. Aires) [online]. 2014, vol.74, n.1 [citado 2017-06-28], pp. 64-68. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0025-76802014000100016&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0025-7680.
- [2] Selvin E, Michael W, Steffes, M.D., Ph.D., Hong Zhu, et al. Glicated hemoglobin, diabetes and cardiovascular risk in nondiabetic adults. N Engl J Med. 2010 Mar 4; 362(9): 800–811. PMID: PMC2872990 doi: 10.1056/NEJMoa0908359. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2872990/>
- [3] Pani L, et al. Effect of Aging on A1C Levels in Individuals Without Diabetes. Evidence from the Framingham Offspring Study and the National Health and Nutrition Examination Survey 2001–2004. Diabetes Care 2008 Oct; 31(10): 1991-1996. Available from: <http://care.diabetesjournals.org/content/31/10/1991.short> <https://doi.org/10.2337/dc08-0577>
- [4] Costa A, Conget I, Gomis R. Utilidad de la glucemia basal y de la hemoglobina glucosilada para la detección de la tolerancia anormal a la glucosa en familiares de pacientes con diabetes tipo 2. Med Clin. [Internet]. 1999 [Citado 26 de noviembre de 2015]; 112(7):241-4. Disponible en: <http://www.elsevier.es/es-revista-medicina-clinica-2-articulo-utilidad-glucemia-basal-hemoglobina-glucosilada-3093>.
- [5] Martins R, et al. Glycated hemoglobin and associated risk factors in older adults. Cardiovascular Diabetology 2012, 11:13. Available from: <https://cardiab.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/1475-2840-11-13?site=cardiab.biomedcentral.com>
- [6] PAHO. [Internet]. Washington: Crecimiento acelerado de la población adulta de 60 años y más de edad: Reto para la salud pública. 2012 Marzo. [cited 2017 Jun 26]. [about 2 p.]. Disponible en: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=2796%3Acrecimientoacelerado-poblacion-adulta-60-anos-mas-edad-retosaludpublica&catid=1796%3Afacts&Itemid=1914&lang=es.
- [7] Bennett, C. M., Guo, M., & Dharmage, S. C. HbA1c as a screening tool for detection of type 2 diabetes: a systematic review. Diabetic medicine. 2007; 24(4), 333-343.
- [8] Chimbo JC, Chuchuca, AJ, Encalada LE, Wong S. Nivel de actividad física medida a través del Cuestionario Internacional de Actividad Física, en Adultos Mayores de las parroquias urbanas de Cuenca-Ecuador, 2015. Revista de la Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de Cuenca. 2016; 34(2), 51-56.
- [9] Múnera-Jaramillo M. Hemoglobina glicosilada A1c vs. glucemia plasmática en ayunas de pacientes ambulatorios de un laboratorio médico. Rev. salud pública. 2011;13 (6): 980-989.
- [10] Selvin E, et al. Glycated Hemoglobin, Diabetes, and Cardiovascular Risk in Nondiabetic Adults. N Engl J Med 2010; 362:800-811 March 4, 2010. Available in: <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa0908359#t=article> DOI: 10.1056/NEJMoa0908359

- [11] Ogbera A. Prevalence and gender distribution of the metabolic syndrome. *Diabetology & Metabolic Syndrome* 2010;2:1 Available in: <https://doi.org/10.1186/1758-5996-2-1>
- [12]. Kwame Osei, Scott Rhinesmith, Trudy Gaillard, Dara Schuster; Is Glycosylated Hemoglobin A1c a Surrogate for Metabolic Syndrome in Nondiabetic, First-Degree Relatives of African-American Patients with Type 2 Diabetes?, *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, Volume 88, Issue 10, 1 October 2003, Pages 4596–4601, Available in: <https://academic.oup.com/jcem/article-lookup/doi/10.1210/jc.2003-030686> <https://doi.org/10.1210/jc.2003-030686>

¿Cómo entender de la violencia filio parental? Una revisión de Modelos Teóricos.

Arias-Rivera, Shirley ^{1*}

Doctoranda Universidad de Sevilla

Docente Becaria de la Universidad de Guayaquil

Sevilla, España

shiaririv@alum.us.es

García-Hidalgo, Victoria ^{1*}

Profesora Titular de la Universidad de Sevilla

Departamento de Psicología Evolutiva y Educación

Santos-Morocho, José Luis ²

Doctorando Universidad de Sevilla

Docente Universidad de Cuenca

Palabras Claves: violencia filio-parental, modelos teóricos, revisión sistemática

Resumen

La violencia filio-parental es un fenómeno emergente que se manifiesta en diferentes ámbitos de las relaciones interpersonales de quienes lo experimentan. Este circuito relacional vicioso [1], atrapa a la familia en situaciones vividas con profundo dolor y frustración, no siempre expresada.

La creciente demanda de atención, justifica la necesidad de comprender la VFP desde sólidos modelos teóricos, que permitan un abordaje efectivo de la problemática. Con este objetivo se realizó una revisión sistemática de la literatura científica, cuyo posterior análisis cualitativo, permitió identificar seis modelos que marcan las pautas para el diseño de estrategias de evaluación e intervención.

Introducción

La violencia filio-parental (VFP) no es un fenómeno relacional de reciente aparición [2]. Ya fue visibilizado por algunos estudiosos en el siglo veinte, como lo evidencian las revisiones bibliométricas realizadas respecto al tema[3][4][5]. Pero fue en la primera década del siglo XXI, que surge como emergente en múltiples campos (jurídico, social, político, psicológico, educativo, familiar); debido al creciente número de denuncias.[6][7].

En este marco, el llamado inicialmente “síndrome de los padres maltratados” y posteriormente “violencia filio parental”[8], se convierte en objeto de análisis, de la comunidad científica especializada en el área, con el fin de comprender, evaluar, intervenir y prevenir la aparición de un fenómeno multicausal y complejo; con la dificultad inherente de que estos casos sólo se reportan cuando las agresiones han llegado al límite, dejando un amplio margen de casos ocultos[6].

El objetivo del presente trabajo es analizar los modelos teóricos subyacentes a la comprensión de la violencia filio-parental, que permitan un acercamiento más efectivo a la evaluación e intervención en estos casos.

Métodos

A fin de cumplir con el objetivo, se realizan las siguientes fases: 1) formulación del problema y definición de los criterios de inclusión y exclusión de estudios, 2) selección

de fuentes documentales, 3) Codificación de estudios que cumplen con los criterios de selección, 4) Análisis e Interpretación de Resultados, 5) Conclusiones. Las estrategias de búsqueda se siguieron de acuerdo a la guía Prisma[9]

Resultados

Tabla 18: Modelos teóricos para comprender la violencia filio parental

Modelos	Autores	Características
Teorías del aprendizaje-Transmisión Intergeneracional Ecológico	Omer (2004)[10]; Aroca-Montolío (2014)[11] Cottrell y Monk (2004)[12]	Modelado de conductas violentas.
Sistémico	Vergara (2017)[1]; Claver (2017)[13]	Múltiples factores de riesgo de diferentes niveles de influencia. Circuito de acción reacción con base emocional. Violencia Funcional e Instrumental
Teoría del Apego	Galán Rodríguez (2016)[14]	Vínculo Progenitor-Hijo debilitado
Procesual de Grant	Llamazares et al. (2013)[7]	Variables estresoras, mediadoras y moderadoras.
Procesamiento y Control Social	Agnew y Huguley (1989)[15]; Calvete (2015)[16]	Control Social Interno y Externo, Asociación Diferencial y Factores Estresantes

Conclusiones

La aproximación hacia la VFP debe ser inclusiva, superando causalidades lineales para considerar un panorama complejo, en donde los aportes teóricos se correlacionen para entender las manifestaciones desde cada nivel de la interacción. Es fundamental distinguir las razones de la violencia[17], que marcan la pauta de la intervención; pues no es lo mismo una acción para disminuir la tensión emocional como crisis evolutiva intensificada[1] o como síntoma que desvía la atención, ocultando problemáticas familiares más profundas, descritas como violencia funcional, a una que persigue un objetivo concreto, en cuyo caso se habla de instrumentalización de la violencia. Por otro lado, la transmisión intergeneracional[16], es un aspecto importante de atención, porque las conductas interiorizadas forman parte del repertorio de respuestas, convirtiéndolas inclusive en una forma reactiva de castigo [3].

La identificación de variables estresoras, moderadoras y mediadoras [18] dentro de un modelo de proceso-ecosistémico permitiría la integración de lo que se sabe hasta el momento, con el objetivo de desarrollar protocolos de evaluación e intervención.

Agradecimientos

Estudio doctoral financiado por beca de la Universidad de Guayaquil

Referencias

- [1] H. Vergara Gonzalez, “Violencia Filio parental: el tránsito maldito, del amor al cuidado, del cuidado al miedo, del miedo al control, del control a la violencia,” in *II Congreso Nacional de Violencia Filio-Parental, Bilbao, España, 2017*, pp. 49–58.
- [2] I. Ibabe, “Perfil de los hijos adolescentes que agreden a sus padres,” 2007.
- [3] C. Aroca-Montolío, M. Lorenzo-Moledo, and C. Miró-Pérez, “La violencia filio-

- parental: un análisis de sus claves,” *An. Psicol.*, vol. 30, no. 1, pp. 157–170, 2014.
- [4] H. S. Kuay, S. Lee, L. C. M. Centifanti, A. C. Parnis, J. H. Mrozik, and P. A. Tiffin, *Adolescents as perpetrators of aggression within the family*, vol. 47, no. 2, 2016.
 - [5] C. Aroca-Montolío and J. L. Alba Robles, “La violencia filio-parental en hijos e hijas adolescentes con rasgos de psicopatía,” in *La Psicopatía en el siglo XXI: Apuntes para la reflexión. Criminología y Justicia*, vol. 3, C. I. P. Platform, Ed. 2012, pp. 25–44.
 - [6] E. Calvete, M. Gámez-Guadix, and I. Orue, “Características familiares asociadas a violencia filio-parental en adolescentes,” *An. Psicol.*, vol. 30, no. 3, pp. 1176–1182, Oct. 2014.
 - [7] A. Llamazares Rojo, G. Vázquez Aramburu, and A. Zudeña, “Violencia filio-parental. Propuesta de explicación desde un modelo procesual,” *Boletín de psicología*, no. 109, pp. 85–99, 2013.
 - [8] R. Pereira and L. Bertino, “Una Comprensión Ecológica de la Violencia Filio-Parental,” *REDES. Revista de Psicoterapia Relacional e Intervenciones Sociales*, vol. 21, pp. 69–90, 2009.
 - [9] D. Moher, L. Shamseer, M. Clarke, D. Ghersi, A. Liberati, M. Petticrew, P. Shekelle, and L. A. Stewart, “Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement,” *Syst. Rev.*, vol. 4, no. 1, p. 1, 2015.
 - [10] H. Omer and I. Schorr-sapir, “Non-violent resistance and violence against siblings,” *J. Fam. Ther.*, vol. 30, pp. 450–464, 2008.
 - [11] C. Aroca-Montolío, M. Lorenzo-Moledo, and C. Miró-Pérez, “La violencia filio-parental: un análisis de sus claves,” *An. Psicol.*, vol. 30, no. 1, pp. 157–170, 2014.
 - [12] B. Cottrell and P. Monk, “Adolescent-to-Parent Abuse. A Qualitative Overview of Common Themes,” *J. Fam. Issues*, vol. 25, no. 8, pp. 1072–1095, 2004.
 - [13] E. Claver Turiégano, “Aproximación teórica a la violencia filio-parental,” *REDES. Rev. Psicoter. Relac. e Interv. Soc.*, vol. 35, pp. 21–32, 2017.
 - [14] A. Galán Rodríguez, “La teoría del apego: confusiones, delimitaciones conceptuales y desafíos,” *Rev. Asoc. Esp. Neuropsiq*, vol. 36, no. 129, pp. 45–61, 2016.
 - [15] R. Agnew and S. Huguley, “Adolescent Violence toward Parents,” *J. Marriage Fam.*, vol. 51, no. 3, pp. 699–711, 1989.
 - [16] E. Calvete, I. Ibabe, M. Gámez-Guadix, and B. J. Bushman, “Predictors of Child-to-Parent Aggression : A 3- Year Longitudinal Study,” *Dev. Psychol.*, vol. 51, no. 5, pp. 663–676, 2015.
 - [17] E. Calvete and I. Orue, “Violencia Filio-Parental: Frecuencia y razones para las agresiones contra padres Y madres,” *Psicol. Conductual*, vol. 24, no. 3, pp. 481–495, 2016.
 - [18] A. Zudeña, A. Llamazares Rojo, D. Marañón, and G. Vázquez, “Características individuales y familiares de los adolescentes en violencia filio-parental: la agresividad física, la cohesión familiar y el conflicto interparental como variables explicativas,” *Rev. Psicopatología y Psicol. Clínica*, vol. 21, no. 1, pp. 21–33, 2016.

Factores familiares, individuales y socio-demográficos, asociados a la primiparidad adolescente y no adolescente, en mujeres atendidas en el Hospital Vicente Corral Moscoso. Cuenca, Ecuador.

Vega Bernardo¹; **Ñauta Jaime**¹; **Mejía Jorge**¹; **Larriva, Diana**¹; **Dávila Santiago**³; **García Wilson**³; **Sacoto Catalina**²

¹ *Docente de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca*

² *Médico tratante del Ministerio de Salud Pública*

³ *Estudiante de la Facultad de Ciencias Médicas Universidad de Cuenca*

Dirección Facultad de Ciencias Médicas; Universidad de Cuenca. Avenida 12 de Abril, sector El Paraíso. Código postal 010104 Cuenca Ecuador email autor: bernardo.vegac@ucuenca.edu.ec

Palabras Claves: primiparidad, adolescencia, embarazo

Resumen

Antecedentes: Los factores socios-demográficos, familiares e individuales, son causas poco estudiadas en la génesis de la primiparidad adolescente. **Objetivo general:** Identificar la asociación de factores familiares, individuales y socio-demográficos, en la génesis del primer embarazo en adolescentes, comparando primíparas adolescentes y primíparas no adolescentes. **Diseño metodológico:** Tipo de estudio: casos y controles. **Muestra:** está conformada por 585 mujeres, (195 casos y 390 controles). **Resultados:** La edad media de fue 21,4 años; la media de instrucción fue 11,2 años. Se identificó tienen mayor riesgo de primiparidad adolescente: el no tener ocupación (OR 2,23); considerar importante la religión (OR 2,40); inicio de relaciones sexuales antes de 15 años (OR 12,63); uso irregular de métodos anticonceptivos (OR 3,43); no disponer de información (OR 2,61); desestructuración familiar (OR 1,80). Recibir charlas en sexualidad es un factor protector (OR 0,54). **Conclusiones:** Existe asociación entre los factores socio-demográficos, familiares, e individuales con la primiparidad adolescente.

Introducción

El embarazo en la adolescencia, tiene un impacto directo sobre el desarrollo económico. Las posibilidades de continuar los estudios o de conseguir un trabajo adecuadamente remunerado, se reducen en estas mujeres; este hecho, envuelve a las adolescentes en un círculo de pobreza. El embarazo en adolescentes puede desacelerar del crecimiento económico de un país, debido al incremento de los problemas sociales, morbilidad, inseguridad y violencia, que de este hecho se derivan.

En el Ecuador se registraron 229.476 partos durante el año 2014, de los cuales 18,7% entre los 10 a 19 años. Del total de partos en adolescentes a nivel nacional (42.996), 1.515 se dieron entre los 10 a 15 años y 41.451 entre 15 a 19 años. En la provincia del Azuay, en el mismo año, se registraron 11.528 partos, de los cuales 1.878 (16,30%) provienen de madres adolescentes. El embarazo en la adolescencia aumenta los riesgos de morbilidad y mortalidad materna; durante el año 2014, se produjeron 166 muertes maternas de las cuales 21(12,7%) fueron de madres adolescentes. En el 2013 se produjeron 1643 defunciones fetales de las cuales 290 (17,6%) fueron hijos de madres adolescentes.

La teoría del comportamiento, identifica que el embarazo en adolescentes es multicausal, sin embargo, los factores asociados pueden ser clasificados en individuales, familiares, socio-demográficos ⁽¹⁾.

Entre los factores socio- demográficos más relevantes, se encuentran: El lugar de residencia, ocupación, trabajan, nivel de instrucción, creencias religiosas. Los factores individuales incluyen: la edad de la menarquía, edad de inicio de relaciones sexuales, violencia sexual, bajo uso de anticonceptivos, pobre información en sexualidad y anticoncepción. Los antecedentes familiares de embarazo adolescente, lo constituyen la funcionalidad y estructura familiar, como factores relacionados con esta problemática.

Metodología: El presente estudio es de tipo observacional, analítico de casos y controles.

Universo: estuvo constituido por todas las mujeres en puerperio, atendidas en el departamento de Obstetricia del hospital Vicente Corral Moscoso (HVCN) de la ciudad de Cuenca.

Muestra: con un nivel de confianza 95%; potencia 80% estuvo constituida por 585 mujeres, de los cuales 195 corresponden al grupo de casos (primípara adolescentes de 10 a 19 años) y 390 al grupo de controles (primíparas no adolescentes). Los casos incidentes fueron seleccionados de manera secuencial de las salas de puerperio del HVCN; por cada caso incidente, se seleccionaron dos controles de manera secuencial.

Los criterios de paramiento de la muestra incluyeron: paridad y lugar del parto, esta última con la finalidad de brindar homogeneidad de la muestra de acuerdo al nivel socio económico de las participantes

Resultados

Como se puede identificar en la tabla N° 1 no existe diferencia estadística entre casos y controles según los criterios de paramiento

Tabla N°1

Criterios de pareamiento de casos y controles

Variables	Casos n° 195 (%)	Controles n° 390 (%)	Valor de p
Primípara	195 (100%)	390 (100%)	> 0,05
Puerperio (HVCN)	195 (100%)	390 (100%)	> 0,05

En la tabla N°2 se puede observar que, tienen mayor chance de ser madres adolescentes, la mujeres que: no tenían ninguna ocupación (que no estudia ni trabaja) al momento del embarazo OR 2,23 (IC 1,06-4,71); aquellas que consideran importante la religión en su vida OR 2,40 (IC 1,04-5,50); las mujeres que inicia su vida sexual antes de los 15 años OR 12,36 (IC 7,21- 22,14); aquellas que no usan regularmente un método anticonceptivo OR 3,43 (IC 2,01-5,85); las mujeres que consideran que no manejan suficiente información en prevención de embarazo OR 2,61 (IC 1,62-4,20) y aquellas mujeres que no fueron criadas por ambos padres OR 1,80 (IC 1,18-2,76)

Tablas N° 2

Regresión logística binaria de factores socio-demográficos, individuales y familiares asociados a la primiparidad adolescente y no adolescentes en 585 pacientes atendidas en el departamento de obstetricia del Hospital Vicente Corral Moscoso. Cuenca 2016

Variables	B	E.T.	Wald	Gl	Sig.	Exp(B)	I.C. 95% para EXP(B)	
							Inferior	Superior
Ninguna ocupación	,805	,380	4,478	1	,034	2,237	1,061	4,715
Bajo nivel instrucción	-,086	,416	,043	1	,836	,917	,406	2,071
Menos de 9 años de estudio	,366	,370	,975	1	,323	1,441	,698	2,978
Estado civil soltera	,125	,229	,296	1	,586	1,133	,723	1,774
Religión importante	,876	,424	4,278	1	,039	2,402	1,047	5,509
Residencia Urbana	-,215	,219	,964	1	,326	,807	,526	1,238
Menarquia < de 12 años	,333	,218	2,328	1	,127	1,395	,910	2,138
Relaciones sexuales < 15 años	2,537	,286	78,520	1	,000	12,636	7,210	22,145
No uso regular de MAC	1,233	,273	20,446	1	,000	3,431	2,011	5,855
No tiene información	,962	,242	15,777	1	,000	2,618	1,628	4,208
Ha recibido capacitaciones	-,605	,262	5,345	1	,021	,546	,327	,912
Ha sido víctima de agresión	-,690	,641	1,158	1	,282	,502	,143	1,762
No criada por ambos padres	,592	,216	7,477	1	,006	1,808	1,183	2,763
Hija de madre adolescente	,384	,219	3,089	1	,079	1,468	,957	2,254
Tiene hermano/a, padre adolescente	-,049	,227	,046	1	,831	,953	,610	1,487
Disfuncionalidad familiar	,110	,441	,062	1	,803	1,116	,470	2,650
Constante	-9,552	2,037	21,997	1	,000	,000		

Discusión:

El embarazo en la adolescencia es un problema multicausal de alta prevalencia a nivel nacional, está relacionada con factores, individuales, familiares y sociales⁽³¹⁾. Se ha identificado que el inicio de relaciones sexuales es cada vez más temprano ⁽³²⁾ y puede asociarse a violencia sexual en algunos casos ⁽²⁰⁾⁽³³⁾.

El acceso a información y servicios salud sexual, son la clave para la atención en salud sexual y reproductiva, por esta razón, los adolescentes de zona rural son particularmente vulnerables⁽¹⁶⁾, sin embargo, numéricamente se registran un mayor numero embarazos adolescentes en la zona urbana⁽¹⁵⁾⁽⁸⁾.

Aquellas adolescentes que estudian y trabajan⁽¹⁷⁾; aquellas que no estudian ni trabajan, tienen mayor riesgo de embarazarse.⁽¹⁸⁾⁽³⁴⁾⁽³⁵⁾, la educación y el nivel de instrucción son factores inversamente proporcionales al las posibilidades de gestación ⁽¹⁹⁾⁽³⁸⁾. A mayor nivel de educación, las adolescentes disponen de mayor información en prevención de embarazos, hecho que reduce

el riesgo; inclusive, las charlas sobre sexualidad tienen un efecto protector sobre esta problemática (24)(21)(25)(38) ..

Varios estudios indican que las adolescentes que conviven con su pareja tienen mayores posibilidades de embarazarse ⁽³⁶⁾⁽²¹⁾, esta investigación no corroboró esta situación, por la alta prevalencia de unión estable en la muestra recolectada⁽³⁴⁾. Las creencias religiosas tienen influencia en las decisiones en salud sexual, sin bien se han demostrado que retardan el inicio de la actividad sexual ⁽¹⁶⁾, reducen también el uso de métodos anticonceptivos ⁽²³⁾.⁽³⁷⁾, por esta segunda razón se constituye en un factor de riesgo para embarazo adolescente.

La menarquía temprana es considerada por varios autores como un factor asociado al debut sexual ⁽³⁹⁾; la presente investigación no logró demostrar esta relación, sin embargo, se considera que mientras más temprano es el inicio de la actividad sexual, existen mayores posibilidades de embarazo ⁽²¹⁾⁽¹¹⁾⁽²⁴⁾⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾⁽²⁵⁾⁽²⁴⁾, esta situación, se relaciona con un menores posibilidades para el uso de anticonceptivos⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾.

La familia tiene un rol importante en la génesis del embarazo adolescente, la desestructuración incrementa esta problemática⁽¹⁸⁾⁽³⁰⁾⁽⁴⁰⁾, al igual que la disfuncionalidad familiar⁽⁴²⁾, los antecedentes de embarazo adolescente en la progenitora o en hermanos y hermanas ⁽⁴¹⁾⁽³⁶⁾⁽²⁵⁾⁽¹⁷⁾. La estructura familiar tiene un peso específico mayor que los otros factores, esta situación, está relacionada con los roles tradicionales del padre en el hogar y el control parental que ejerce esta figura ⁽³⁰⁾

Conclusiones

Demostraron mayores posibilidades de primiparidad adolescente aquellas mujeres que no tenían ocupación al momento del embarazo; que consideran importancia de la religión en su vida; las adolescentes de desestructuración familiar; relaciones sexuales antes de 15 años y uso irregular de métodos anticonceptivos

Existe asociación de los factores familiares, individuales y socio-demográficos, en la génesis del primer parto en adolescentes.

Referencias

1. Banco Mundial. Datos de libre acceso. Tasa de fertilidad en adolescentes (nacimientos por cada 1.000 mujeres entre 15 y 19 años de edad) . [citado 21 de agosto de 2015]. Disponible en: <http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.ADO.TFRT>
2. Planed Parenthood Federation IPPF. Planificación Familiar Pobreza y Subdesarrollo. Europa cuenta atrás 2015.[citado 21 de agosto de 2015]. Disponible en: http://www.countdown2015europe.org/wp-content/uploads/2012/04/IPPF_FactSheet-5_poverty-ES2.pdf
3. Population Reference Bureau. El Cuadro de datos de los jóvenes en el mundo de 2013. [citado 21 de agosto de 2015]. Disponible en: zotero://attachment/45/
4. Valencia F, Antño M. La Educación De La Sexualidad, Valores E Impactos, En Embarazos No Deseados En Los/Las Adolescentes Del Colegio Nacional Caluma, Cantón Caluma, Provincia Bolívar Durante El Año Lectivo 2010-2011. 2012 [citado 21 de agosto de 2015]; Disponible en: <http://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/399>

5. Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC. Resultados del Censo 2010 [Internet]. [citado 21 de agosto de 2015]. Disponible en: http://www.inec.gob.ec/cpv/descargables/fasciculo_nacional_final.pdf
6. Instituto Nacional de Estadística y Censos » Resultados de la búsqueda » población»Page 5 [Internet]. Instituto Nacional de Estadística y Censos. [citado 21 de agosto de 2015]. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec>
7. Fondo de la Naciones Unidas para la Infancia UNICEF. Estado Mundial de la Infancia 2011 / State of the World's Children 2011. United Nations Pubns; 2011. Citado 21 de agosto de 2015. Disponible en; <http://www.unicef.org/spanish/sowc2011/>
8. Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC Ecuador. Anuario_Nacimientos_y_Defunciones_2014.pdf [Internet]. [citado 21 de agosto de 2015]. Disponible en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Poblacion_y_Demografia/Nacimientos_Defunciones/Publicaciones/Anuario_Nacimientos_y_Defunciones_2014.pdf
9. Organización Mundial de la Salud. OMS. | Mortalidad materna [citado 21 de agosto de 2015]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs348/es/>
10. Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC Ecuador. Redatam::ECLAC/CELADE - R+SP WebServer [Internet]. [citado 22 de agosto de 2015]. Disponible en: <http://redatam.inec.gob.ec/cgi-bin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=VITAL2013&MAIN=WebServerMain.inl>
11. Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Protocolo de atención para adolescentes. [Internet]. 2009 [citado 29 de agosto de 2015]. Disponible en: http://www.maternoinfantil.org/archivos/smi_D87.pdf#page=15&zoom=auto,-99,835
12. Organización Mundial de la Salud, OMS. La salud de los jóvenes un desafío para la sociedad [Internet]. 2000 [citado 29 de agosto de 2015]. Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/36922/1/WHO_TRS_731_spa.pdf
13. Althabe F, Moore JL, Gibbons L, Berrueta M, Goudar SS, Chomba E, et al. Adverse maternal and perinatal outcomes in adolescent pregnancies: The Global Network's Maternal Newborn Health Registry study. *Reprod Health*. 8 de junio de 2015;12(Suppl 2):S8.
14. Decat P, Nelson E, De Meyer S, Jaruseviciene L, Orozco M, Segura Z, et al. Community embedded reproductive health interventions for adolescents in Latin America: development and evaluation of a complex multi-centre intervention. *BMC Public Health*. 2013;13(1):31.
15. Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC. Las mujeres Ecuatorianas que conocen y usan los métodos anticonceptivos. 2013 [citado 2 de septiembre de 2015]; Disponible en: http://inec.gob.ec/inec/index.php?option=com_remository&func=fileinfo&id=394&Itemid=420&lang=es
16. Ruiz-Canela M, López del Burgo C, Carlos S, Calatrava M, Osorio A, Irala J de. Familia, amigos y otras fuentes de información asociadas al inicio de las relaciones sexuales en adolescentes de El Salvador. *Rev Panam Salud Pública*. 2012;31:54–61.

17. Sánchez Valencia YA, Mendoza Tascón LA, Grisales López MB, Molina C, Yohanna L, Bustamente Farfan JC, et al. Características poblacionales y factores asociados a embarazo en mujeres adolescentes de Tuluá, Colombia. *Rev Chil Obstet Ginecol.* 2013;78(4):269–281.
18. Hernández Núñez J, Valdés Yong M, Moreno González YM, Pérez Pérez MA. Factores influyentes en la primiparidad precoz en Santa Cruz del Norte durante 10 años. *Rev Cuba Med Gen Integral.* 2014;30(1):36–47.
19. Amnatbuddee S, Lanjakornsiripan W, Srijorn K, Werawatakul Y, Kleebkaow P, Komwilaisak R, et al. Contraceptive practices and pregnancy intendedness among pregnant adolescents. *Int J Womens Health.* marzo de 2015;315.
20. Gómez-Mercado CA, Montoya-Vélez LP, others. Factores sociales, demográficos, familiares y económicos relacionados con el embarazo en adolescentes, área urbana, Briceño, 2012. *Rev Salud Pública.* 2014;16(3):394–406.
21. Rodríguez González A, Marlén Viñet Espinosa L, María Infante Esponda R, others. Factores predisponentes de embarazo en adolescentes de nuevo turumo. Venezuela. 2007-2008. *Rev Habanera Cienc Médicas.* 2013;12(2):249–256.
22. Vega Crepo BJ, Encalada D, Sarmiento MJ, others. Características del inicio de relaciones sexuales en adolescentes escolarizados de seis colegios del Cantón Cuenca, 2011. 2012 [citado 2 de septiembre de 2015]; Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/20644>
23. Decat P, De Meyer S, Jaruseviciene L, Orozco M, Ibarra M, Segura Z, et al. Sexual onset and contraceptive use among adolescents from poor neighbourhoods in Managua, Nicaragua. *Eur J Contracept Reprod Health Care.* 4 de marzo de 2015;20(2):88-100.
24. Alvarado R, Martínez O, Vaquero M, Valencia C, Ruiz A. Problemática en torno al embarazo en adolescentes de 14 a 19 años en Nocaima (Cundinamarca). *Rev Cienc Salud.* 2007;5(1):40–52.
25. Morón-Duarte LS, Latorre C, Tovar JR. Risk factors for adolescent pregnancy in Bogotá, Colombia, 2010: a case-control study. *Rev Panam Salud Pública.* 2014;36(3):179–184.
26. Rodriguez MI, Kismodi E, Cottingham J, World Health Organization, World Health Organization, Reproductive Health and Research. Ensuring human rights in the provision of contraceptive information and services: guidance and recommendations [Internet]. 2014 [citado 2 de septiembre de 2015]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK195054/>
27. Baeza B, Póo AM, Vásquez O, Muñoz S, Vallejos C. Identificación de factores de riesgo y factores protectores del embarazo en adolescentes de la novena región. *Rev Chil Obstet Ginecol.* 2007;72(2):76–81.
28. Tuiran Rodolfo. Estructura familiar continuidad y cambio [Internet]. [citado 2 de septiembre de 2015]. Disponible en: <http://www.ejournal.unam.mx/dms/no06/DMS00611.pdf>
29. Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC. Hablando de Mujeres y Estadísticas [Internet]. 2014 [citado 2 de septiembre de 2015]. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Infografias/mujer-info001.pdf>
30. Stark L, Tan TM, Muldoon KA, King D, Lamin DFM, Lilley S, et al. Family structure and sexual and reproductive health outcomes among adolescents in rural Sierra Leone. *Glob Public Health.* 16 de abril de 2015;1-13.

31. Anuario_Nacimientos_y_Defunciones_2014.pdf [Internet]. [citado 21 de agosto de 2015]. Disponible en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Poblacion_y_Demografia/Nacimientos_Defunciones/Publicaciones/Anuario_Nacimientos_y_Defunciones_2014.pdf
32. Centros de Estudios de Población y Desarrollo Social. CEPAR. Ecuesta Demografica Materno Infantil ENDEMAIN Quito Ecuador 2014 [citado 20 de septiembre de 2016]. Disponible en: <http://microdata.worldbank.org/index.php/catalog/979>
33. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición - ENSANUT 2012 Demografía, salud materna e infantil y salud sexual y reproductiva [Internet]. [citado 20 de septiembre de 2016]. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/uploads/2015/04/Presentaci%C3%B3n-Ensanut-TOMO-II-INEC-2015.pdf>
34. Soto Martínez O, Franco Bonal A, Franco Bonal A, Silva Valido J, Temes M, R J. Embarazo en la adolescencia y factores sociodemográficos en Guantánamo en 1998. Rev Cuba Med Gen Integral. febrero de 2004;20(1):0-0.
35. Barinas I, Flores M. Prevención de embarazo en adolescentes Con Perspectiva de Género y Enfoque de Derechos Humanos [Internet]. http://www.unicef.org/republicadominicana/prevencion_embarazo_adolescente2011.pdf. 2011 [citado 21 de septiembre de 2016]. Disponible en: http://www.unicef.org/republicadominicana/prevencion_embarazo_adolescente2011.pdf
36. González E, Molina T. Características de la maternidad adolescente de madres a hijas. Rev Chil Obstet Ginecol. 2007;72(6):374–382.
37. Alejandro M, Lourdes I. Intersección de la espiritualidad/religión en las conductas sexuales de los/as adolescentes. 2014 [citado 22 de septiembre de 2016]; Disponible en: <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/43718>
38. Carreón-Vásquez J, Mendoza-Sánchez H, Pérez-Hernández C, Gil-Alfaro I, Soler-Huerta E, González-Solís R. Factores socioeconómicos asociados al embarazo en adolescentes. Arch Med Fam. 2004;6(3):70–3.
39. Leal I, Stuardo V, Molina T, González E. Menarquia temprana y su asociación con conductas de riesgo en adolescentes. Rev Chil Obstet Ginecol. 2015;80(1):41–47.
40. Madkour AS, Xie Y, Harville EW. The Association Between Prepregnancy Parental Support and Control and Adolescent Girls' Pregnancy Resolution Decisions. J Adolesc Health Off Publ Soc Adolesc Med. septiembre de 2013;53(3):413-9.
41. Wall-Wieler E, Roos LL, Nickel NC. Teenage pregnancy: the impact of maternal adolescent childbearing and older sister's teenage pregnancy on a younger sister. BMC Pregnancy Childbirth [Internet]. diciembre de 2016 [citado 29 de septiembre de 2016];16(1). Disponible en: <http://bmcpregnancychildbirth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12884-016-0911-2>
42. Graciano MM de C, Marcos VC, Júnior HS, Lago VC do. Saúde reprodutiva na adolescência: comunicação, funcionalidade da família e comportamento preventivo. Adolesc E Saude. 2014;11(3):87-95.

Del Burrito de San Andrés a GTA San Andreas: un estudio psicológico del uso de juegos virtuales violentos en adolescentes

Emilio Salao-Sterckx¹, Verónica Egas-Reyes¹, Diego Ordóñez-Camacho^{2*}

¹ Centro de Psicología Aplicada (CPsA), Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ladrón de Guevara y Av. 12 de Octubre, Quito, Ecuador, EQSALAO@puce.edu.ec, MEGAS776@puce.edu.ec

^{2*} Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias, Universidad Tecnológica Equinoccial (UTE), Av. Occidental y Mariana de Jesús, Quito, Ecuador, dordonez@ute.edu.ec

Palabras Claves: juegos virtuales, adolescencia, violencia, psicoanálisis, investigación-acción

Resumen

Los juegos virtuales tienen alrededor de 30 años de existencia y su impacto en la sociedad es innegable, lo cual convoca a la academia a realizar una reflexión cualitativa al respecto. Este artículo se centra sobre el vínculo entre el adolescente y los juegos virtuales partiendo de una psicología clínica de orientación psicoanalítica y la investigación-acción. El proceso de análisis es efecto de experiencias realizadas directamente con poblaciones ecuatorianas de varias provincias, tanto niños y adolescentes como adultos. El estudio busca re-conceptualizar el estatuto social del juego, sea este virtual o tradicional, como una manera de delimitar la línea entre la realidad y fantasía. Finalmente se plantea demarcar la especificidad del juego virtual en la adolescencia, como un proceso psíquico diferenciado de otras etapas vitales del ser humano.

Introducción

Los juegos virtuales en la actualidad son bastante diversos en sus plataformas, contenidos y usos. Dentro de ellos los juegos de acción, característicos por su contenido violento, generan no solo prejuicios [1], sino también preguntas que motivan esta investigación. Al ser los juegos virtuales violentos una opción muy frecuente en la comunidad adolescente ¿Cuál es la motivación psíquica de los adolescentes hacia los juegos violentos? ¿Cuáles son las relaciones entre el juego de plataforma electrónica con el juego presencial? ¿Promueven la violencia en sus usuarios?

Este artículo propone responder dichas interrogaciones con el objetivo de contextualizar el uso de los juegos virtuales en relación con las problemáticas de la adolescencia actual. De esta forma se espera que el conocimiento objetivo sobre el juego virtual pueda plantear una contribución, desde la salud mental, a las distintas esferas que determinan la calidad de vida del adolescente, como son: la familia, la educación y lo social.

Esta investigación se centrará en un juego muy popular en el Ecuador, tanto por su contenido controversial como también por congrega a una gran comunidad adolescente; nos referimos a Grand Theft Auto San Andreas (GTA). Con respecto a la primera interrogación, San Andreas posibilita la inmersión subjetiva del cuerpo virtual para ejercer violencia sobre personajes 3D, de forma similar al *acting out* [2], fenómeno psíquico muy común en la adolescencia, que es también una propiedad esencial del acto de jugar. El juego *es hacer como si* [3], por tanto, el eje central de toda práctica lúdica es una virtualidad sin consecuencias. Jugar a la muerte del otro y la de uno mismo está presente en muchas fantasías adolescentes, y la misma ya fue tratada desde la obra de Freud [4], en cuanto que el juego es un uso de la fantasía fuera del cuerpo y una respuesta a la doble demanda del adulto [5], debido a la angustia del niño y el adolescente al ser

llamados a madurar y además cumplir la expectativa adulta. En el juego el adolescente transforma la demanda del adulto en una fantasía.

Reflexionando sobre la segunda pregunta, se observa que a pesar de los juicios de valor respecto a los juegos virtuales, en investigaciones recientes se han descubierto ciertos beneficios. De acuerdo con el modelo ARCS [6], el logro en el juego tiene una influencia directa sobre el autoconcepto, sobre el Yo del sujeto, que viene a ser la instancia de la personalidad que tramita los conflictos subjetivos y sociales, como también la instancia que en la adolescencia se encuentra en proceso de definición.

Respondiendo a la tercera interrogante, en investigaciones actuales sobre la relación realidad, fantasía y violencia, en Alemania y Estados Unidos [7], entre el 30 % y el 50 % de su población tiene prácticas lúdicas con juegos virtuales violentos. Sin embargo, desde la década del 2000 la presencia de crímenes violentos y violencia social en general es mucho menor a la de anteriores generaciones.

Métodos

La metodología de la investigación parte de una psicología de orientación psicoanalítica dirigida a la comunidad, desde la cual se proponen grupos focales con adolescentes y adultos (padres de adolescentes), como también espacios de escucha individual, en algunos sectores del Ecuador³⁰. De entre ellas, la experiencia específica a citar será de la ciudad de Guayaquil en el barrio San Eduardo, la cual es escogida por representar una serie de elementos en común con otros adolescentes de distintos rincones del Ecuador. También se articula la investigación-acción participativa, como metodología que permite la recopilación de datos y la producción teórica. Se hablará de Gabriel y de Miriam (todos los nombres son ficticios), ambos adolescentes habitantes de este sector urbano marginal de la ciudad de Guayaquil.

GTA es de particular interés, no solo por su uso real, intensivo y extensivo, en la población seleccionada, sino por su capacidad de inmersión multimedia [8], lo que permite la empatía con el juego elevando las capacidades de hacer experiencia. Una de sus características, especialmente, es la facilidad de desarrollar empatía con el violentador, debido a que sus personajes parten de estereotipos masculinos y femeninos susceptibles de apropiación [9].

Resultados y discusión

El juego es una actividad social y su virtualización a través de la tecnología no resta estas formas asociativas dentro y fuera del juego. En su interior, GTA hace alusión a la búsqueda del lazo social en los pares, como el caso de los miembros de la pandilla. En el caso de Gabriel, un adolescente guayaquileño del barrio San Eduardo, dedicado a la venta informal de ropa en la Bahía de la ciudad de Guayaquil, jugar GTA es también una excusa para encontrarse con sus pares. Dentro de su economía diaria destina \$1 para ir al “cyber”.

Según Gabriel, GTA lo despeja de sus responsabilidades diarias, le sirve para desahogarse en un mal día en las ventas, donde resalta el valor de esparcimiento que tienen los juegos virtuales y la oportunidad de poder encontrarse con otros adolescentes, como Miriam. Ella es otra usuaria que ve también en el “cyber” y el juego virtual una

³⁰ Los participantes formaron parte del Proyecto Identidades Digitales de Fundación Telefónica en alianza con Fundación IPC: Investigación, Psicología y Comunidad, hasta el año 2016, el cual funcionó en las provincias de Guayas, El Oro, Esmeraldas, Azuay, Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura, Zamora Chinchipe, llegando a trabajar con 431 participantes adolescentes.

forma de tener una vida social fuera del hogar, la cual considera fundamental en su cotidianidad.

En la adolescencia los vínculos familiares se reeditan, principalmente por la caída del ideal de los padres, que viene a ser una muerte simbólica. Existe una priorización del lazo social fuera de la familia y una búsqueda de libertad y transgresión. El pasado vuelve para reivindicar al niño que se fue, pero esta vez con un cuerpo capaz de competir con el padre o la madre. Jóvenes como Gabriel y Miriam tienen niveles de compromiso familiar muy intensos debido a que aportan económicamente en sus hogares, por tanto, los espacios de juego son formas de dar uso al trabajo en función de intereses propios de su edad.

En los últimos 8 años han empezado a generarse investigaciones respecto a los factores positivos del juego virtual; en relación con el tema de este artículo es probable que los juegos virtuales también generen aportes en la resolución de la conflictividad psíquica del adolescente. Los beneficios de los juegos virtuales se deben también a los mismos factores por lo que son criticados, como son: el realismo, la diversidad social y natural [10].

En contraste a este planteamiento otro estudio indica que el desarrollo de la tecnología 3D provoca que los *gamers* de juegos violentos se sientan más enojados después del uso de la plataforma, debido justamente a la profundización del grado de inmersión que genera la tecnología 3D [11].

Adicionalmente, ya existen experiencias importantes, donde los juegos virtuales han sido introducidos en las prácticas educativas. El juego implica una aproximación estudiante-docente donde el docente crea el espacio y desafío, y los estudiantes a partir de la colaboración y el desarrollo de habilidades comunicacionales resuelven problemas reales, simulados en el juego [12].

Conclusiones

Para cerrar este texto podemos decir que la elección de un juego virtual en la adolescencia puede tener implicaciones psíquicas más profundas de las que pensamos. La etapa de desarrollo adolescente encuentra en el juego diferentes formas para manifestar, descargar y desarrollar la complejidad tanto de su psiquismo, como de sus problemáticas. Esta relación no es exclusiva de los juegos virtuales, sino es parte del juego en sí, puesto que el juego virtual reproduce desde la técnica lo que desde el juego se constituyó en lo simbólico, en cuanto hacer el *como si*, es un acto de representación.

Por otro lado, el temor de muchos padres suele ser que la violencia del espacio virtual se traslade a la realidad efectiva, que conduzca a los jóvenes al desconocimiento de hechos fundamentales como la diferencia entre la vida y la muerte. El juego virtual violento preocupa en cuanto el desarrollo del diseño, la gráfica, la dimensión y la interfaz genera una violencia ficticia con realismo de alta definición, donde el límite entre el interior y el exterior de la pantalla parece ser más delgado.

Pero lo que aporta esta investigación es la pregunta sobre ¿Por qué la violencia necesita ser jugada? Porque aquello que esta irresuelto en la realidad efectiva es solucionado en lo lúdico, permitiendo además la descarga de agresividad, como un liberador de frustración.

Finalmente es posible que el juego pueda decir mucho sobre el estado de nuestra cultura. Es tal vez en las preguntas sobre aquello que hacemos todos los días que podemos descubrir un poco más de nosotros mismos.

Agradecimientos

Agradecemos a la Fundación Telefónica y a la Fundación IPC. Asimismo, la colaboración interinstitucional requerida para presentar este trabajo fue posible gracias al Proyecto de Investigación para el Desarrollo (PRD-ARES/CCD) Bélgica-Ecuador *“Renforcement des espaces de médiation communautaire des jeunes dans les situations de violence et de souffrance psychosociales”*.

Referencias

- [1] S. Triberti, D. Villani, y G. Riva, “Moral positioning in video games and its relation with dispositional traits: The emergence of a social dimension”, *Computers in Human Behavior*, vol. 50, pp. 1–8, sep. 2015.
- [2] Tuirán, M. “Adolescencia ¿una espera en acto? ¿Un acto a la espera?”. Desde el jardín de Freud. Pp 287. Bogotá, 2009.
- [3] Callois, R. “Los juegos y los hombres. La máscara y el vértigo”. Fondo de Cultura Económica. México, pp. 287, 1986.
- [4] Freud, Sigmund. El creador literario y su fantaseo. Obras Completas Tomo IX. Amorrortu Editores. Buenos Aires, pp.123, 1907.
- [5] Jerusalinsky, Alfredo. “Para entender al niño”. Editorial Abya-Yala. Quito, pp 26, 2002.
- [6] E. A. Boyle, T. Hainey, T. M. Connolly, G. Gray, J. Earp, M. Ott, T. Lim, M. Ninaus, C. Ribeiro, y J. Pereira, “An update to the systematic literature review of empirical evidence of the impacts and outcomes of computer games and serious games”, *Computers & Education*, vol. 94, pp. 178–192, mar. 2016.
- [7] M. Elson y C. J. Ferguson, “Twenty-Five Years of Research on Violence in Digital Games and Aggression”, *European Psychologist*, vol. 19, núm. 1, pp. 33–46, ene. 2014.
- [8] A. López, “El periodismo que contará el futuro. Diálogo de saberes: giro decolonial y comunicología latinoamericana”, *Chasqui Revista Latinoamericana de Comunicación*, num 131. CIESPAL. Quito, 2016
- [9] A. Gabbidiani, P. Riva L. Andrighetto, C. Volpato, B. Bushman, “Acting like a Tough Guy: Violent-Sexist Video Games, Identification with Game Characters, Masculine Beliefs, & Empathy for Female Violence Victims”. *Plos One*, 2016.
- [10] I. Granic, A. Lobel, R. Engels, “The benefits of playing video games”, *American Psychologist*, 69(1), 2014.
- [11] R.B. Lull, B.J. Bushman, “Immersed in Violence: Presence Mediates the Effect of 3D Violent Video Gameplay on Angry Feelings”, *Psychology of Popular Media Culture*, 2016.
- [12] J. McGonigal, “Reality is broken. Why games us better and how they can change the world”, *The Penguin Express*, New York, 2011.

Factores de riesgo para peso bajo y muy bajo al nacimiento. Hospital Gineco Obstétrico Isidro Ayora (HGOIA), Quito.

Vasco Morales, Santiago ¹⁻²⁻³, Arturo Delgado, Linda ¹⁻², Toapanta Pinta, Paola ²

1. Servicio de Neonatología, Hospital Gineco Obstétrico Isidro Ayora

2. Docente Facultad de Ciencias Médicas - Universidad Central del Ecuador

3. Doctorando en Ciencias, Facultad de Medicina de Ribeirão Preto – Universidad de São Paulo

Hospital Gineco Obstétrico Isidro Ayora, Av. Gran Colombia N14-66 y Luis Sodiro Postal, Quito, Ecuador

E-mail del autor: snvasco@uce.edu.ec

Palabras Claves: Recién Nacido de muy Bajo Peso

Resumen

Los neonatos de Muy Bajo Peso al Nacer (MBPN), constituyen un bajo porcentaje de los nacimientos, pero determinan un importante aporte a la morbilidad y mortalidad neonatal e infantil. Se realizó un estudio observacional retrospectivo, analítico caso control, de la base de datos del Sistema Informático Perinatal (SIP) del hospital Gineco Obstétrico Isidro Ayora de los últimos 8 años, los datos se analizaron mediante modelos de regresión logística simple y múltiple, se presenta el OR y su intervalo de confianza 95%, los datos se procesaron con el programa R 3.3.1 (2016). Las variables asociadas a MBPN fueron: nacimiento vía cesárea, número de consultas prenatales, edad gestacional, edad materna, hemorragias en la gestante, trastornos hipertensivos en el embarazo, madre con nefropatía, sexo masculino, ruptura prematura de membranas mayor a 18 horas. La mayoría de los factores que se reportan asociación con MBPN en las diferentes publicaciones, se encontró en este estudio.

Introducción

El bajo peso al nacimiento (BPN) es un problema de salud pública mundial, que impacta en gran medida sobre la morbilidad y mortalidad neonatal e infantil, siendo causante de alteraciones como; parálisis cerebral, problemas del aprendizaje, deficiencias auditivas, visuales e inmunológicas, su repercusión negativa puede llegar hasta la edad adulta, por su asociación con las enfermedades crónicas no transmisibles del adulto[1–3,6,7]. Dentro de este grupo de pacientes, los que se presentan con muy bajo peso al nacer MBPN (peso < 1500 gramos al nacimiento), representan un bajo porcentaje del total de nacidos vivos. Estudios realizados en el Cono sur de América indican que constituyen entre el 1 y 1,5% del total de los nacimientos, sin embargo, contribuyen significativamente a la mortalidad neonatal e infantil en la región, si los comparamos con los recién nacidos que pesan 2.500 gramos o más, los niños con BPN tienen 40 veces más riesgo de morir en el período neonatal, este riesgo aumenta hasta 200 veces en aquellos niños con menos de 1.500 g al nacimiento[3,8].

Los factores de riesgo asociados a BPN y MBPN son múltiples, y han sido detalladamente estudiados en países desarrollados, se pueden resumir en los siguientes grupos: 1.-las enfermedades propias del embarazo especialmente los trastornos hipertensivos, 2.- patologías crónicas en la madre, 3.-factores fetales como alteraciones genéticas o infecciones congénitas y 4.-factores socioeconómicos y ambientales[7,10,13,18]. Sin embargo, la frecuencia de asociación de cada uno de estos factores de riesgo para BPN y MBPN puede variar en las distintas poblaciones.

El objetivo principal de este estudio fue identificar los factores de riesgo asociados al nacimiento de neonatos con muy bajo peso al nacer MBPN, en comparación con los neonatos de PBN (1500-2499gr), en nuestra población.

Métodos

Estudio observacional, retrospectivo, analítico, de casos y controles, de las variables del Sistema Informático Perinatal (S.I.P.OPS/OMS), del Hospital Gineco Obstétrico “Isidro Ayora” (HGOIA)

Desde enero del 2008 hasta diciembre 2016, se hospitalizaron en el HGOIA un total de 20.271 recién nacidos (RN). El criterio de inclusión fue el peso al nacer entre 500 hasta 2499 gramos. Se excluyeron 165 casos que presentaron datos inconsistentes e incompletos, por lo que el número total de datos válidos fue 9482. El cálculo de la muestra fue de 6800 embarazadas con sus RN, sin embargo, por posibles pérdidas en la información, para controlar los factores de confusión, además de la disponibilidad de la base de datos completa, se decidió analizar la totalidad de los datos válidos, para lo que se agrupó a los neonatos que presentaron peso entre 500 y 1499 gramos como el grupo de casos y los que pesaron entre 1500 y 2499 gramos como el grupo control. Para la igualdad de atributos en los grupos estudiados se consideró que se trata de pacientes neonatos con peso <2500 gramos al nacimiento, hijos de las pacientes que acuden o son referidas al HGOIA (se sobre entiende que se trata de población de nivel socio económico medio y bajo).

Las variables estudiadas fueron: edad materna (adolescente, adulta, añosa), gestas previas (hasta 2 y más de 2), exposición al tabaco en el embarazo, alcohol, drogas, anemia, cardiopatía, nefropatía, hipertensión previa o inducida por el embarazo, eclampsia, embarazo múltiple, hemorragias, estado civil (soltera, unión estable,) diabetes, Estudios (primaria, secundaria, universidad) etnia (indígena, mestiza, negra, blanca) tipo de nacimiento(cesárea, vaginal), presencia de defectos congénitos (mayores, menores), violencia durante el embarazo, hemorragias, ruptura prematura de membranas (RPM), sexo del neonato.

El análisis estadístico de esta base de datos se realizó mediante modelos de regresión logística simple que analiza la fuerza de asociación entre la viable resultado o dependiente con una variable independiente, y posteriormente regresión logística múltiple, que analiza la fuerza de asociación entre la variable dependiente con cada una de las variables independientes, dentro del modelo en su conjunto. El resultado se presenta con el cálculo de Odds Ratio (OR crudo y ajustado respectivamente) con su intervalo de confianza al 95% y valor p. La selección de las variables incluidas en el modelo final se realizó por inclusión o hacia adelante, se ajustó el modelo, mediante el test condicional de verosimilitudes y el criterio de información de Akaike, se incluyeron las variables que presentaron menor desviación y valor $p < 0,05$. La validación del modelo se realizó mediante el análisis de los residuos de la desviación, que indican fallas del ajuste global, cuando sus valores absolutos exceden de 2, del total de datos con este valor absoluto encontramos 379 casos cuyos residuos exceden de 2 que corresponde al 3,9%, sin embargo, al realizar el cálculo de las distancias de Cook, no se encontró ningún valor mayor a 1, por lo que se consideró validado el modelo. Para el procesamiento de datos se utilizó el paquete estadístico R 3.3.1 (2016).

Este estudio fue autorizado por el Comité de Ética en investigación del HGOIA

Resultados y discusión

En este estudio encontramos que el 47.9% de pacientes presentaban un peso menor a 2500 gramos, debemos considerar que de acuerdo a informes de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), Ecuador presenta una de las tasas más bajas de PBN y de prematuridad en la región, (8.4% y 5.1% respectivamente)[17], la alta incidencia de pacientes de PBN en este grupo se justifica porque los datos corresponden a pacientes hospitalizados en una institución de tercer nivel de complejidad de referencia nacional.

La tabla 1 presenta la comparación de los resultados obtenidos en el análisis simple versus el múltiple. El nacimiento por cesárea en el análisis multivariado no presenta asociación con MBPN, se debe considerar que más que factor de riesgo debe ser reconocido como alternativa en la finalización de embarazos de alto riesgo ya sea por causa materna (preeclampsia grave, eclampsia, etc), fetal (prematuridad, restricción del crecimiento intrauterino, hipoxia) o ambos, esto puede variar en las diferentes poblaciones y también la indicación de la operación cesárea[11]. La edad gestacional bajo las 32 semanas naturalmente tendrá como producto un neonato con MBPN, situación presente también en estudios multicéntricos latinoamericanos[8,14]. Respecto al número de consultas prenatales, un número suficiente tendría un efecto protector para MBPN, de acuerdo a las recomendaciones actuales de la OMS, se consideró desde ocho controles prenatales como adecuado[12,21], se debe considerar el sesgo de que a mayor edad gestacional (que tiene relación directamente proporcional al peso fetal) se logra un mayor número de controles prenatales y viceversa. Al analizar la edad de la madre la adolescencia parecería tener un rol protector pero en el análisis multivariado no se corrobora este dato, en nuestro medio la alta incidencia de embarazo adolescente y sus políticas de protección podrían explicar este resultado que es similar al resultado encontrado en el HGOIA cuando se comparó peso > 2500 gramos con BPN [20]. La hemorragia obstétrica independientemente de la causa constituye una emergencia y es responsable de un gran número de neonatos prematuros y, dependiendo de la edad gestacional en la que se presenta el evento una mayor asociación con MBPN[2,15]. Al igual que en otras publicaciones se confirmó que el conjunto de trastornos hipertensivos presentes en el embarazo, están asociados MBPN[4,10,18,18,19], sin embargo en el análisis multivariado la variable que presenta mayor asociación a MBPN en este grupo de estudio fue la preeclampsia. Dentro de las enfermedades crónicas o presentes durante el embarazo y que se registran en el SIP.OPS/OMS la nefropatía, presenta una importante asociación con MBPN[4,19], este dato debe ser analizado con precaución ya que se debe considerar que en la hoja de recolección de datos existe un ítem exclusivo para esta patología. En este estudio el sexo masculino se presentó como factor protector para MBPN, existe evidencia generalizada de que el peso al nacer en el sexo masculino es mayor independientemente de la edad o clasificación estudiada[5,9], aunque estos datos no son suficientes para determinar una asociación del MBPN con el sexo del neonato. Las complicaciones obstétricas como la ruptura de membranas sobre todo secundaria a infecciones del tracto genital precipitan el parto prematuro y consecuentemente neonatos MBPN y complicaciones sobre todo infecciosas al igual que en los estudios revisados[6,16].

Tabla 1: Factores de riesgo asociados a peso < 1500 gr.

	OR Crudo (IC 95%)	p	OR Ajustado (IC 95%)	p
Cesárea				
si/no	1,1 (1-1,21)	<0,001	1,07 (0,92-1,25)	0,04
Consultas prenatales				
si/no	0,48 (0,42-0,55)	<0,001	0,7 (0,59-0,83)	<0,001
Edad gestacional RN				
< 32 semanas /32-36 semanas	39,2 (32,5-47,6)	<0,001	40,82 (33,14-50,69)	0,002
Edad gestacional RN				
A término/ 32-36 semanas	0,23 (0,19-0,28)	<0,001	0,34 (0,24-0,37)	0,003
Edad materna				
adulta/ adolescente	1,25 (1,12-1,41)	<0,001	1,14 (0,97-1,35)	0,09
Edad materna				
añosa/adolescente	1,53 (1,3-1,79)	<0,001	1,18 (0,92-1,52)	0,2
Hemorragias Obstétricas				
si/no	1,48 (1,3-1,67)	<0,001	1,29 (1,08-1,53)	0,007
HTA inducida por el embarazo				
si/no	1,26 (1,06-1,5)	0,006	1,12 (0,88-1,41)	0,27
HTA previa				
si/no	1,78 (1,34-2,33)	<0,001	1,27 (0,84-1,88)	0,15
Eclampsia				
si/no	1,47 (1,05-2,02)	<0,001	1,22 (0,74-1,94)	0,46
Preeclampsia				
si/no	1,35(1,22-1,5)	<0,001	1,56 (1,33-1,83)	<0,001
Nefropatía				
si/no	2,5 (1,59-3,93)	<0,001	2,49 (1,4-4,32)	0,05
RN Sexo				
masculino/femenino	0,89 (0,81-0,98)	<0,001	0,78 (0,68-0,89)	<0,001
Ruptura de membranas >18 horas				
si/no	1,75 (1,41-2,18)	<0,001	1,36 (0,96-1,91)	0,001

HTA: Hipertensión arterial, RN: recién nacido

Conclusiones

Este es el primer estudio ecuatoriano que analiza los factores de riesgo asociados a MBPN en un periodo prolongado de tiempo, se encontró en esta población que los trastornos hipertensivos, y las enfermedades crónicas de la madre, además de los partos prematuros (<32 semanas) son los factores de riesgo que mayoritariamente presentan asociación a MBPN.

Referencias

- [1] D. Barker. 2007. The origins of the developmental origins theory. *J. Intern. Med.* 261, 5 (May 2007), 412–417. DOI:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2796.2007.01809.x>

- [2] F. Beneventi, C. Cavagnoli, E. Locatelli, S. Bariselli, M. Simonetta, G. Viarengo, C. Perotti, and A. Spinillo. 2017. Mild-to-moderate foeto-maternal haemorrhage in the third trimester and at term of pregnancy: quantitative determination and clinical-diagnostic evaluation. *Blood Transfus. Trasfus. Sangue* (April 2017), 1–5. DOI:<https://doi.org/10.2450/2017.0316-16>
- [3] Ó. Castro-Delgado, Í. Salas-Delgado, F. Acosta-Argoty, M. Delgado-Noguera, and J. Calvache. 2016. Muy bajo y extremo bajo peso al nacer. *Pediatría* 49, 1 (January 2016), 23–30. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.rcpe.2016.02.002>
- [4] D. Ayansina, C. Black, S.J. Hall, A. Marks, C. Millar, G.J. Prescott, K. Wilde, and S. Bhattacharya. 2016. Long term effects of gestational hypertension and pre-eclampsia on kidney function: Record linkage study. *Pregnancy Hypertens.* 6, 4 (October 2016), 344–349. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.preghy.2016.08.231>
- [5] S. Flores and H. Martínez. 2012. Peso al nacer de los niños y niñas derechohabientes del Instituto Mexicano del Seguro Social. *Bol. Méd. Hosp. Infant. México* 69, 1 (February 2012), 30–39.
- [6] L. García. 2012. Factores de riesgo asociados al bajo peso al nacer. *Rev. Cuba. Salud Pública* 38, 2 (June 2012), 238–245.
- [7] L. Goldthwaite, L. Duca, R. Johnson, D. Ostendorf, and J. Sheeder. 2015. Adverse Birth Outcomes in Colorado: Assessing the Impact of a Statewide Initiative to Prevent Unintended Pregnancy. *Am. J. Public Health* 105, 9 (September 2015), e60–e66. DOI:<https://doi.org/10.2105/AJPH.2015.302711>
- [8] C. Grandi, A. Gonzáles, J. Zubizarreta, and NEOCOSUR. 2016. Perinatal factors associated with neonatal mortality in very low birth weight infants: a multicenter study. *Arch. Argent. Pediatría* 114, 5 (October 2016), 426–433.
- [9] H. Mengesha, A. Wuneh, B. Weldearegawi, and D. Selvakumar. 2017. Low birth weight and macrosomia in Tigray, Northern Ethiopia: who are the mothers at risk? *BMC Pediatr.* 17, 1 (June 2017), 144. DOI:<https://doi.org/10.1186/s12887-017-0901-1>
- [10] K. Hurtado, D. Rodríguez, E. Navarro, C. Camacho, and S. Nieves. 2015. Analysis of some risk factors about low weight in infants at birth from a logistic model polynomial. *Prospectiva* 13, 1 (January 2015), 76–85. DOI:<https://doi.org/10.15665/rp.v13i1.362>
- [11] J. Karunia, M. Andalas, and H. Harapan. 2017. Comparison of Apgar scores in breech presentations between vaginal and cesarean delivery. *Tzu-Chi Med. J.* 29, 1 (2017), 24–29. DOI:https://doi.org/10.4103/tcmj.tcmj_5_17
- [12] L. Mendoza, M. Arias, C. Peñaranda, L. Mendoza, S. Manzano, and V. Bahena. 2015. Influencia de la adolescencia y su entorno en la adherencia al control prenatal e impacto sobre la prematuridad, bajo peso al nacer y mortalidad neonatal. *Rev. Chil. Obstet. Ginecol.* 80, 4 (August 2015), 306–315. DOI:<https://doi.org/10.4067/S0717-75262015000400005>
- [13] R. Alam, M. Brizot, S. Miyadahira, R. Vieira, V. Jornada, M. Zugaib. 2014. Intrauterine growth restriction in monochorionic-diamniotic twins. *Rev. Assoc. Médica Bras.* 60, 6 (December 2014), 585–590. DOI:<https://doi.org/10.1590/1806-9282.60.06.019>
- [14] A. Matijasevich, F. Barros, J. Díaz-Rossello, E. Bergel, and A. Forteza. 2004. Factores de riesgo para muy bajo peso al nacer y peso al nacer entre 1.500-2.499 gramos: Un estudio del sector público de Montevideo, Uruguay. *Arch. Pediatría Urug.* 75, 1 (March 2004), 26–35.

- [15] J. McDonald, K. Rishel, M. Escobedo, D. Arellano, and T. Cunningham. 2015. Obstetric emergencies at the United States-Mexico border crossings in El Paso, Texas. *Rev. Panam. Salud Publica Pan Am. J. Public Health* 37, 2 (February 2015), 76–82.
- [16] A. Ochoa and J. Pérez. 2009. Amenaza de parto prematuro: Rotura prematura de membranas. Corioamnionitis. *An. Sist. Sanit. Navar.* 32, (2009), 105–119.
- [17] Pan American Health Organization. Health situation in the americas, Basic Indicators 2012. Retrieved July 28, 2016 from http://ais.paho.org/chi/brochures/2012/BI_2012_ENG.pdf?ua=1
- [18] R. Mahumud, M. Sultana, and A. Sarker. 2017. Distribution and Determinants of Low Birth Weight in Developing Countries. *J. Prev. Med. Pub. Health* 50, 1 (January 2017), 18–28. DOI:<https://doi.org/10.3961/jpmph.16.087>
- [19] D. San José , B. Mulet, O. Rodríguez, and M. Legrá . 2011. Factores maternos relacionados con el bajo peso al nacer. *Rev. Cuba. Obstet. Ginecol.* 37, 4 (December 2011), 489–501.
- [20] S. Vasco, S. Luzuriaga, J. Vélez, M. Acosta, and C. Grandi. 2016. Factores de riesgo para bajo peso al nacer. *Rev. Latinoam. Perinatol.* 19, 4 (December 2016), 236–241.
- [21] OMS | La OMS señala que las embarazadas deben poder tener acceso a una atención adecuada en el momento adecuado. *WHO*. Retrieved July 14, 2017 from <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2016/antenatal-care-guidelines/es/>

El objetivo principal de este estudio fue determinar las condiciones perinatales que se asocian a macrosomía fetal en nuestro medio ya que el tema ha sido poco explorado como un indicador de salud pública, no tenemos datos nacionales precisos a largo plazo, además la mayoría de los estudios a escala mundial y regional se han enfocado en el bajo peso al nacer y sus factores asociados.

Métodos

El diseño del estudio fue de tipo observacional retrospectivo, analítico de casos y controles. Los datos fueron recolectados de la Base de Datos del Sistema Informático Perinatal (S.I.P., OPS/OMS), del Hospital Gineco Obstétrico “Isidro Ayora” (HGOIA)

Desde el 1o de enero del 2008 al 31 de diciembre de 2016 (8 años), se atendieron un en la sala de patología neonatal un total de 20.271 recién nacidos (RN). Para este estudio, se incluyó un total de 10.298 RN vivos consecutivos. Se excluyeron 165 casos debido a datos inconsistentes e incompletos.

Para el cálculo del tamaño de la muestra considerando una relación caso-control de 1:1, exposición entre los controles de 1,5%, se necesitaban 1100 embarazadas con sus recién nacidos para un nivel de confianza del 95%, por posibles pérdidas en la información, y para controlar los factores de confusión además de la disponibilidad de la base de datos completa, se decidió analizar la totalidad de los datos válidos, para lo que se agrupó a los neonatos que presentaron peso entre 2500 hasta 3999 gramos como el grupo control y los que tuvieron un peso al nacer >4000 gramos como el grupo de casos. Para la igualdad de atributos en los grupos estudiados se consideró que se trata de pacientes neonatos con peso al nacer >2500 gramos, hijos de las pacientes que acuden o son referidas al HGOIA (se sobre entiende que se trata de población de nivel socio económico medio y bajo).

Las variables estudiadas fueron: edad materna (adolescente, adulta, añosa), gestas previas (hasta 2 y más de 2), exposición al tabaco en el embarazo, antecedentes de diabetes previa o durante la gestación, embarazo múltiple, estado civil (soltera, unión estable,) estudios (primaria, secundaria, universidad), etnia (indígena, mestiza, negra, blanca), nacimiento por cesárea, presencia de defectos congénitos (mayores, menores), trastornos hipertensivos (pre eclampsia, eclampsia, hipertensión inducida por el embarazo), violencia durante el embarazo, hemorragias, ruptura prematura de membranas (RPM), sexo del recién nacido.

El análisis estadístico de esta base de datos se realizó mediante modelos de regresión logística simple que analiza la fuerza de asociación entre la viable resultado o dependiente con una variable independiente, y posteriormente regresión logística múltiple, que analiza la fuerza de asociación entre la variable dependiente con cada una de las variables independientes, dentro del modelo en su conjunto. El resultado se presenta con el cálculo de Odds Ratio (OR crudo y ajustado respectivamente) con su intervalo de confianza al 95% y valor p. La selección de las variables incluidas en el modelo final se realizó por inclusión o hacia adelante, se ajustó el modelo, mediante el test condicional de verosimilitudes y el criterio de información de Akaike, se incluyeron las variables que presentaron menor desviación y valor $p < 0,05$. La validación del modelo se realizó mediante el análisis de los residuos de la desviación, que indican fallas del ajuste global,

cuando sus valores absolutos exceden de 2, del total de datos con este valor absoluto encontramos 532 casos cuyos residuos exceden de 2 que corresponde al 5%, sin embargo al realizar el cálculo de las distancias de Cook, no se encontró ningún valor mayor a 1, por lo que se consideró validado el modelo. Para el procesamiento de datos se utilizó el paquete estadístico R 3.3.1 (2016).

Este estudio fue autorizado por el Comité de Ética en investigación del HGOIA.

Resultados y discusión

En este grupo de pacientes se encontró una prevalencia de macrosomía del 11,3%, el elevado porcentaje de neonatos macrosómicos encontrados se debe a que la macrosomía neonatal es causa de hospitalización para observación y estudio, además se debe tomar en cuenta que el HGOIA es un hospital de referencia nacional, de acuerdo a estudios multicéntricos, los países que presentan la mayor prevalencia de macrosomía son: Paraguay (9,3%) y Cuba (7,2%). Las menores prevalencias las presentan Ecuador (3,8%) y Nicaragua (2,9%)[10].

La tabla 1 presenta solo las variables que mostraron asociación con macrosomía donde consta el valor OR crudo y ajustado. El nacimiento por cesárea presenta asociación con macrosomía, en el feto macrosómico la operación cesárea es electiva por la potencial desproporción cefalopélvica, distocia en el trabajo de parto y aumento de los problemas hipóxicos perinatales, además se presenta como un procedimiento más seguro para la madre y el niño frente a otras alternativas como el vacuum, que aumenta el riesgo de trauma obstétrico como lo confirma el trabajo de algunos autores[1,5]. Se encontró una débil asociación entre diabetes y macrosomía, la diabetes previa y durante la gestación, que suele estar relacionada con obesidad materna y/o intolerancia a la glucosa, en conjunto son un grupo de alteraciones en el metabolismo que predisponen a macrosomía fetal, y otras co-morbilidades propias de esta condición[5,15], estos resultados se podrían aclarar si se busca asociación entre macrosomía y síndrome del hijo madre diabética.

Al igual que en los estudios de Estrada, Usta y Luhete, los embarazos postérmino tienen una mayor asociación a macrosomía, hallazgo similar se encontró con la edad materna; a mayor edad materna mayor asociación con macrosomía[4,13,15]. Sin embargo este último dato se contrasta con un estudio previo en la misma población donde no se encontró diferencias entre el bajo peso al nacer y el peso > 2500 gramos en los mismos grupos etarios de madres[14], probablemente los factores de riesgo que predisponen a macrosomía a nivel global también influyen de la misma manera en esta población; y no ocurre de la misma manera con los factores de riesgo asociados al bajo peso al nacer.

El embarazo múltiple se presenta como factor de protección para macrosomía, pero hay que tomar en cuenta que la característica típica asociada al embarazo múltiple es el peso bajo[11]. La condición civil asociada con macrosomía es la mujer en unión estable comparada con la soltera igual que en otros reportes[4]. Está descrito que el mayor número de gestas previas y más aún si estos neonatos presentaron macrosomía, aumentan el riesgo de macrosomía fetal, así como el sexo masculino, datos verificados en la bibliografía revisada[3,8].

Tabla 1: Factores de riesgo asociados a macrosomía HGOIA

	OR Crudo	p	OR Ajustado	p
Cesárea				
si/no	1,55 (1,36-1,77)	<0,001	1,74 (1,51-2)	<0,001
Diabetes				
si/no	1,7 (1,24-2,29)	<0,001	1,46 (1,04-2)	0,01
Edad gestacional RN				
Pos maduro / prematuro	16,81 (8,93-32,55)	<0,001	21,04 (10,91-41,85)	<0,001
Edad gestacional RN				
A término/ prematuro	6,02 (3,83-10,18)	<0,001	7,45 (4,66-12,86)	<0,001
Edad materna				
adulta/ adolescente	2,68 (2,22-3,27)	<0,001	2,1 (1,71-2,59)	<0,001
Edad materna				
añosa/adolescente	3,73 (2,95-4,74)	<0,001	3,33 (1,78-3,05)	<0,001
Embarazo múltiple				
si/no	0,55 (0,3-0,93)	<0,001	0,79 (0,42-1,37)	<0,001
Estado civil				
Unión estable /soltera	1,97 (1,64-2,39)	<0,001	1,39 (1,14-1,7)	<0,001
Gestas previas				
Hasta 2/ >2	0,44 (0,38-0,5)	<0,001	0,56 (0,48-0,61)	<0,001
Sexo				
masculino/femenino	1,39(1,22-1,59)	<0,001	1,39 (1,21-1,6)	<0,001

RN: RN> RN:recién nacido

Conclusiones

Este es el primer estudio ecuatoriano que analiza los factores de riesgo asociados a macrosomía en un periodo prolongado de tiempo, se determina que los factores de riesgo asociados a macrosomía fetal son diabetes en el embarazo, la mayor edad gestacional, madre adulta y sobre todo añosa, con pareja estable, con mas de dos gestaciones previas, y el sexo masculino, estos factores estan presentes también en las diferentes publicaciones revisadas.

Referencias

- [1] K. Åberg, M. Norman, K. Pettersson, and C. Ekéus. 2016. Vacuum extraction in fetal macrosomia and risk of neonatal complications: a population-based cohort study. *Acta Obstet. Gynecol. Scand.* 95, 10 (October 2016), 1089–1096. DOI:<https://doi.org/10.1111/aogs.12952>
- [2] D. Gonzaga. 2016. Prevalencia de macrosomía en recién nacidos, con énfasis en madres que presentaron glicemias de 92 a 125mg/dl durante las primeras 24 semanas de edad gestacional y su asociación con factores de riesgo maternos, atendidas en el servicio de Gineco-Obstetricia del Hospital San Francisco de Quito del IESS durante el periodo de enero de 2014 a diciembre de 2015. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito Ecuador.
- [3] C. Cannizzaro and M. Paladino. 2011. Fisiología y fisiopatología de la adaptación neonatal. *Anest. Analg. Reanim.* 24, 2 (2011), 59–74.
- [4] A. Estrada-Restrepo, S. Restrepo-Mesa, N. Ceballos, and F. Santander. 2016. Maternal factors

- associated with birth weight in term infants, Colombia, 2002-2011. *Cad. Saúde Pública* 32, 11 (November 2016). DOI:<https://doi.org/10.1590/0102-311x00133215>
- [5] R. Goldstein, S. Abell, S. Ranasinha, M. Misso, J. Boyle, M. Black, N. Li, G. Hu, F. Corrado, L. Rode, Y. Kim, M. Haugen, W. Song, M. Kim, A. Bogaerts, R. Devlieger, J. Chung, and H. Teede. 2017. Association of Gestational Weight Gain With Maternal and Infant Outcomes: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA* 317, 21 (June 2017), 2207–2225. DOI:<https://doi.org/10.1001/jama.2017.3635>
- [6] L. Buri and M. Idrovo. 2016. Características de los recién nacidos macrosómicos atendidos en el Hospital Vicente Corral Moscoso, durante el periodo 2009-2014. Universidad de Cuenca, Cuenca-Ecuador. Retrieved from <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25479/1/TESIS.pdf>
- [7] O. Molina and C. Monteagudo. 2010. Caracterización perinatal del recién nacido macrosómico. *Rev. Cuba. Obstet. Ginecol.* 36, 3 (September 2010), 313–321.
- [8] E. Araujo, A. Borges, A. Perez, J. Júnior, and G. Tonni. 2017. Macrosomia. *Best Pract. Res. Clin. Obstet. Gynaecol.* 38, (January 2017), 83–96. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2016.08.003>
- [9] M. Kehila, S. Derouich, O. Touhami, S. Belghith, H. Saber, M. Cheour, and M. Chanoufi. 2016. Macrosomia, shoulder dystocia and elongation of the brachial plexus: what is the role of caesarean section? *Pan Afr. Med. J.* 25, (2016), 217. DOI:<https://doi.org/10.11604/pamj.2016.25.217.10050>
- [10] A. Koyanagi, J. Zhang, A. Dagvadorj, F. Hirayama, K. Shibuya, J. Souza, and A. Gülmezoglu. 2013. Macrosomia in 23 developing countries: an analysis of a multicountry, facility-based, cross-sectional survey. *Lancet Lond. Engl.* 381, 9865 (February 2013), 476–483. DOI:[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61605-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61605-5)
- [11] A. Toirac, A. Martínez, and R. A. 2013. Macrosomía fetal en madres no diabéticas. Caracterización mínima. *MEDISAN* 17, 10 (October 2013), 6052–6062.
- [12] I. Ballesté and R. Alonso. 2004. Factores de riesgo del recién nacido macrosómico. *Rev. Cuba. Pediatría* 76, 1 (March 2004), 0–0.
- [13] P. Luhete, O. Mukuku, P. Kiopin, A. Tambwe, and P. Muenze. 2016. Fetal macrosomia in Lubumbashi: risk factors and maternal and perinatal prognosis. *Pan Afr. Med. J.* 23, (2016), 166. DOI:<https://doi.org/10.11604/pamj.2016.23.166.7362>
- [14] S. Vasco, S. Luzuriaga, J. Vélez, M. Acosta, and C. Grandi. 2016. Factores de riesgo para bajo peso al nacer. *Rev. Latinoam. Perinatol.* 19, 4 (December 2016), 236–241.
- [15] A. Usta, C. Usta, A. Yildiz, R. Ozcaglayan, E. Dalkiran, A. Savkli, and M. Taskiran. 2017. Frequency of fetal macrosomia and the associated risk factors in pregnancies without gestational diabetes mellitus. *Pan Afr. Med. J.* 26, (2017), 62. DOI:<https://doi.org/10.11604/pamj.2017.26.62.11440>

Proyecto de orientación psicoanalítica dirigido a comunidades afectadas por desastres naturales en Manabí: una propuesta de la reconstrucción en lo psicosocial

***Egas-Reyes Verónica, Ramírez Iglesias Graciela, Salao Sterckx Emilio, ¹ Vera Molina Inés ²**

Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Facultad de Psicología, Centro de Psicología Aplicada. Dirección: Av. 12 de octubre y Roca. Número: 022991700. Código postal: 17 01 21 84. Quito –Ecuador. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Facultad de Psicología. Dirección: Circunvalación - Vía a San Mateo. Número: 052620288. Código Postal: Manta -Ecuador

Palabras clave: psicoanálisis, comunidad, trabajo interinstitucional, intervención psicosocial, desastres naturales

Resumen

El terremoto de abril de 2016 marcó a la sociedad manabita, no sólo en cuanto a las pérdidas humanas y económicas, sino también en sus relaciones sociales. El presente trabajo expone los resultados preliminares de un proyecto de intervención psicosocial de tipo interinstitucional (academia y sociedad civil). El objetivo fue construir participativamente, durante un año, dispositivos psicológicos para retomar, replantear y crear lazos sociales entre comunidad, profesionales, docentes y estudiantes que ayuden al sostén psíquico de las comunidades. En el proceso participaron 4 psicólogos PUCE - ULEAM, 68 estudiantes de la Facultad de Psicología de la ULEAM y se contó con una población de 365 personas. Esta experiencia mostró cómo, desde un enfoque psicoanalítico, se realizaron intervenciones psicosociales en diálogo con la psicología comunitaria y con la investigación-acción, trabajando en comunidades afectadas por catástrofes naturales.

Introducción

En abril de 2016, el Ecuador fue sorprendido por un sismo de magnitud 7.8 en la escala de Richter; el mismo tuvo su epicentro en la costa ecuatoriana entre las provincias de Esmeraldas y Manabí. Fallecieron 661 personas y se contabilizaron miles de heridos y desplazados. Las ciudades más afectadas fueron Pedernales, Portoviejo y Manta, donde se calcula que 22.754 personas quedaron sin hogar y fueron ubicadas momentáneamente en refugios (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2016)[¹]

La tragedia es tal en cuanto el desastre natural desarticula violentamente lo cotidiano, por tanto, la psicología en la comunidad enfrenta el desafío, en tanto lo cotidiano organiza las relaciones. Si bien el ejercicio del lazo social se muestra como determinante en los ejes de supervivencia y reconstrucción, las investigaciones sobre la relación entre lo psíquico y los desastres naturales muestran más interés en lo traumático que en lo psicosocial. Leiva, M; Quintana, G (2010) [7] y en el desarrollo de metodologías para combatir el estrés post traumático. Pineda C. López W (2010) [8] lo que ha caracterizado la intervención psicosocial post desastre en América Latina durante la primera década del 2000. Esto se encuentra no solo en la academia sino también como fenómeno, pues la cacería del trauma emprendida por psicólogos ajenos al contexto manabita hizo evidente que la intervención no se articulaba a las necesidades y prioridades locales.

En respuesta a la catástrofe en Manabí, la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí y Fundación Telefónica, firmaron un

convenio para que docentes de PUCE y ULEAM propongan dispositivos de sostenimiento y acompañamiento psicológico de orientación psicoanalítica, dirigidos a niños, adolescentes y adultos, que tengan como objetivo principal concebir espacios que propicien la reconstrucción del lazo social en las comunidades afectadas. En el área académica se planteó como meta el desarrollo de metodologías sensibles y articuladas a la realidad local, como un replanteamiento de la función de la psicología y la Responsabilidad Social Universitaria (RSU). Esto se realizó a través de metodologías lúdicas y participativas de intervención psicosocial, para las poblaciones los Centros Proniño³¹ de Manta y Portoviejo. Se construyó así, una experiencia conjunta de investigación-acción, combinando los procesos de *conocer* y *actuar* (Alberich, 1998)[2] obteniendo, datos cualitativos y cuantitativos que permiten dar cuenta de los alcances teóricos y aportes puntuales a la sociedad.

Método

Se partió de la teoría psicoanalítica utilizando el paradigma cualitativo, siendo la investigación-acción la propuesta de lectura de los fenómenos psicosociales y de la intervención en sí. El trabajo se realizó en las ciudades de Manta y Portoviejo, desde septiembre hasta diciembre de 2016, con 365 personas, 220 en Manta y 145 en Portoviejo. La contabilización de la población participante se realizó a través del registro de participación realizada por encuentro y monitoreada a través de espacios de seguimiento interinstitucional con las organizaciones remitentes. La información fue analizada con estadística descriptiva básica (frecuencias, media y mediana) y caracterización de la población.

Se planteó una intervención que ligó el enfoque experimental de las ciencias sociales con programas de vinculación a la comunidad. El término *comunitario* fue tomado de acuerdo a las perspectivas propuestas por los psicoanalistas belgas Frankard y Renders, quienes refieren a una lógica *objetivante* y una lógica *adjetivante*. En el primer caso se coloca a la comunidad como objeto meta de la intervención, cuyos límites son apenas precisos: tal barrio, tal grupo de población, tal colectividad definida. En el segundo caso, lo comunitario califica al aspecto colectivo de la intervención y las modalidades participativas de su proceso (Frankard, Renders, & Widlöcher, 2004) [3]

Tomando en cuenta que el proyecto se planteó sobre una base institucional diversa, se analizaron tres ejes: el malestar institucional, de acuerdo a Alicia Álvarez (1999) [4], la demanda institucional, planteada por Nazir Hamad (2004) [5] y la función analítica en la institución, propuesta por Jean Daveloose (1992)[6].

Resultados y discusión

De las 365 personas intervenidas en las dos ciudades durante 5 meses, 241 fueron niños y 124 adultos. Se contabilizaron 25 talleres grupales en total para ambos grupos. Los resultados se expresaron en función de las relaciones producidas antes, durante y después de las intervenciones. Las temáticas surgidas durante los talleres grupales fueron: la labor del psicólogo dirigido a la comunidad, la convivencia en comunidad frente a las condiciones de desastre natural y vivencia personal durante el terremoto del 16 de abril y los momentos posteriores.

³¹Centros Proniño es una propuesta de educación no formal desarrollada por Fundación Telefónica.

A nivel de análisis cualitativo dos temas sobresalieron: los fenómenos esperados al interior de las alianzas encontradas con relación al trabajo interinstitucional y el fenómeno de la comunidad emergente con relación a la población.

Los fenómenos esperados y las alianzas encontradas

El trabajo se enmarcó entre la *pertinencia*, la *articulación* y la *sostenibilidad*. En la primera, la pertinencia, se parte desde la demanda de la población y las instituciones, la cual se enfocaba más hacia la reconstrucción de lo social. La segunda, la articulación, relacionó esa demanda con las capacidades del proyecto para orquestrar a los diversos actores. Finalmente, en la *sostenibilidad* observamos que la re-significación de los vínculos con lo cotidiano no sucede solo a escala individual, sino también plural, transgeneracional, histórica y política. Esta última atravesada por la condición a-social de cada sujeto (Touraine, 1987, p. 56) [9]

La comunidad emergente

Suele decirse que la *comunidad emergente* es un fenómeno de las grandes metrópolis, la cual aparece desorganizadamente en un momento determinado (Rubio, 2016, p. 3) [10], aun así desde inicios de la década en curso, han aparecido investigaciones que particularizan las realidades latinoamericanas y la masificación de la *ciudad informal* como factor del riesgo y vulneración social. (Coy, 2010) [11] En la provincia de Manabí la comunidad emergente aparece como efecto de la configuración apresurada de proyectos de vivienda, reuniendo colectivos diversos, desvinculados en lo cotidiano y sin precedentes históricos recientes. La consecuencia inmediata fue la significativa tensión social y la proyección de estas comunidades como las futuras zonas de riesgo social del país.

Conclusiones

Los resultados se remiten a de los dispositivos para que las poblaciones puedan reconstruir el lazo social y sostener el aspecto psíquico [12]. La comunidad manabita mostró una gran capacidad de tramitar dichas experiencias y su demanda se centró más en la reconstrucción de lo psicosocial y los vínculos. De esta manera pudimos reconocer un lugar diferente para la psicología y su oferta en función de lo social.

En los aprendizajes como resultados, en primer lugar, dan cuenta que la RSU dio paso al establecimiento de una hoja de ruta en el trabajo entre docentes psicólogos, estudiantes, instituciones y comunidades. Un segundo aprendizaje refiere al lugar imprescindible del trabajo psicológico individual cuando existen modalidades grupales de intervención. Un tercer aprendizaje se encuentra en el valor determinante que adquiere un dispositivo de sostenimiento interno, dirigido al equipo de intervención en un panorama post desastre.

Finalmente, las demandas de inmediatez en la intervención fueron tratadas a través del acompañamiento psíquico y la escucha, lo que permitió una respuesta de *no inmediatez ni impulsividad*, sino más bien la construcción, entre varios y muy diversos actores, de un modelo de intervención en base a la necesidad, pertinencia y realidad de cada comunidad.

Referencias

- [1] Secretaría de Gestión de Riesgos Informe de situación n°71 – 19/05/2016 terremoto 7.8. Recuperado de: <http://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/INFORME-n71-SISMO-78-20302.pdf> [Consulta: 12 de Marzo de 2017].
- [2] T. Alberich. Guía fácil de asociaciones: manual de gestión para la creación, desarrollo y dinamización de entidades sin ánimo de lucro. Madrid: Dykinson, (1998).
- [3] A. Frankard, X. Renders, & D. Widlöcher La santé mentale de l'enfant : Quelles théories pour penser nos pratiques ? Bruxelles: De Boeck. (2004).
- [4] A. Álvarez. El malestar en las instituciones. Presentado en Centro de Estudios Psicoanalíticos El Bolsón en Río Negro, Argentina. (1999).
- [5] N. Hamad. La psychanalyse au défi du discours social. Recuperado de: http://www.freud-lacan.com/articles/article.php?url_article=nhamad171004 [Consulta: 15 de abril de 2015].
- [6] J. Daveloose. La Psychanalyse en Institution. Presentado en Centre de Formation aux Cliniques psychanalytiques -Université catholique de Louvain en Bruselas, Bélgica. (1992).
- [7] M. Leiva. G. Quintana. Factores Ambientales y Psicosociales Vinculados a Síntomas de Ataque de Pánico ; Después del Terremoto y Tsunami del 27 de Febrero de 2010 en la Zona Central de Chile. Terapia Psicológica; Vol 28, N° 2 161-167. Universidad de Talca (2010) [Consulta: 06 de Septiembre de 2017].
- [8] C. Pineda. W. López-López. Atención Psicológica Postdesastres: Más que un "Guarde la Calma". Una Revisión de los Modelos de las Estrategias de Intervención. Terapia Psicológica; Vol 28, N° 2 155-160. Pontificia Universidad Javeriana (2010) [Consulta: 06 de Septiembre de 2017].
- [9] A. Touraine, A. El regreso del actor. EUDEBA. Buenos Aires. (1987).
- [10] D. Rubio. La comunidad emergente: Una aproximación a la realidad de los inmigrantes espontáneos no controlados en la ciudad de Guantánamo. Estudios del Desarrollo Social [Consulta 13 de marzo de 2017]. (2016) vol.4, n.3, pp. 25-40. ISSN 2308-0132.
- [11] M. Coy. Los estudios del riesgo y de la vulnerabilidad desde la geografía humana. Su relevancia para América latina. Poblac. soc. vol.17 no.1 San Miguel de Tucumán ene./jun. (2010) [Consulta: 06 de Septiembre de 2017].
- [12] V. Egas & E. Salao. Trabajo comunitario desde una perspectiva psicoanalítica. Un acompañamiento en la construcción grupal de saberes. Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud, 9(2). <http://revistaumanizales.cinde.org.co/index.php/Revista-Latinoamericana/article/view/480>. (2011)

Evaluación ergonómica con método RULA en trabajadores de corte por troquel en empresas de manufactura de calzado de la ciudad de Ambato

Morales, Luis A ^{1*} ; Mariño, Christian J. ¹ ; Reyes, John P. ¹ ; Espinoza, José F. ¹

**Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, Avenida los Chasquis y Río Payamino Campus Huachi, Ambato, Ecuador.
{luisamorales, johnpreyes, christianjmarino, jespinoza8491}@uta.edu.ec.*

Palabras Claves: Ergonomía, sintomatología músculo - esquelética, RULA, postura de trabajo, Kinovea

Resumen

La reiterada carga estática postural derivada de posiciones forzadas en el trabajo provoca patologías conocidas como disfunciones músculo-esqueléticas. La investigación tiene por objetivo la evaluación de posturas de trabajo y la sintomatología de dolor en los trabajadores del área de corte por troquel en empresas de manufactura de calzado en Ambato – Ecuador. La herramienta de evaluación postural fue el test Rapid Upper Limb Assessment (RULA) mediante el software Kinovea y la sintomatología de dolor se determinó a través del cuestionario Nórdico de Kuorinka. El estudio se realizó en 6 trabajadores (4 mujeres y 2 varones), con más de un año de experiencia en las áreas de corte por troquel. La prevalencia de dolor está presente en espalda, cuellos y extremidades superiores. La sintomatología músculo- esquelética en los trabajadores se debe a la exigencia física que demanda las posturas de trabajo.

Introducción

Los trastornos músculo-esqueléticos (TME) han llegado a considerarse como uno de los principales problemas de salud pública a nivel mundial [1] y representan un grave problema de salud ocupacional en la población trabajadora [2]. Los TME son comunes en las poblaciones de todo el mundo y son una de las principales causas de discapacidad [3], además de la reducción de la calidad de vida y aumento de las bajas laborales por enfermedad [4]. Esta problemática es muy común en empresas con un número de empleados no mayor a 10 que utilizan un alto porcentaje de la fuerza laboral humana [4], y que ejecutan sus tareas con una alta frecuencia de uso de extremidades superiores [5].

Las investigaciones evidencian que los TME se asocian con exposiciones a factores de riesgo en el lugar de trabajo [6][7], donde los trabajadores manifiestan una serie de síntomas y trastornos localizados en el cuello, hombro, codo, muñeca, mano, espalda y extremidades inferiores [8][9], de entre éstas las extremidades superiores son una de las que más incidencia de dolor reportan [10]. Las manifestaciones de dolor surgen fundamentalmente por la adaptación que deben realizar las operarios al puesto de trabajo [8], obligando al trabajador adoptar posturas inadecuadas que en períodos prolongados tiempos y frecuencia agravan esta situación [11].

La producción calzado es una actividad importante y en crecimiento en el Ecuador [12] y en la provincia de Tungurahua es una industria fuerte y destacable especialmente en el cantón Ambato [13]. Las actividades relacionadas a la elaboración de calzado requiere trabajo manual intenso y altas repeticiones con baja variabilidad en la función que desempeñan los trabajadores [12], por lo cual el este sector no es diferente a la

problemática de los TME, es así que investigaciones como en la población trabajadora de calzado iraní, los resultados evidencian que estos presentan sintomatología músculo – esquelética en diferentes regiones del cuerpo [13], además éstos síntomas se presentan en trabajadores de ambos sexos y a edades más tempranas [14], los TME para industria tienen causales multifactoriales entre ellas: las condiciones laborales, ambientales de los sitios de trabajo, sumado a ello factores individuales de las personas y también psicosociales[14]. Muchas de las empresas dedicadas a ésta actividad en la ciudad de Ambato son pequeñas y las condiciones de trabajo son inseguras e inadecuadas, tal cual ocurre en el área de corte por troquel, en la que se producen los cortes de las distintas partes que constituye el zapato, la cual fue objeto de estudio en la investigación, en dicha área los trabajadores permanecen de pie al frente a la máquina troqueladora, en la cual deben adoptar posiciones forzadas y repetitivas sobre todo de las extremidades superiores del cuerpo.

La limitada investigación realizada en el área de corte de calzado ha generado que exista muy poca información acerca de la aparición de sintomatología músculo – esquelética para ésta actividad, lo cual se debe fundamentalmente a que las grandes empresas de esta rama utilizan formas más eficientes para ésta actividad como lo es el corte laser [15]. En un intento de abordar esta problemática el objetivo de la investigación es evaluar los niveles de riesgo postural [10][16] a través de la metodología RULA y los síntomas músculo - esqueléticos [17] con el Cuestionario Nórdico de Kuorinka en los trabajadores de corte por troquel en empresas de manufactura de calzado de la ciudad de Ambato.

Métodos

A. Diseño del estudio

Se realizó un estudio de corte transversal cuali-cuantitativo en una muestra de 6 de 17 empresas de calzado de la ciudad de Ambato – Ecuador, pertenecientes a la Cámara Nacional de Calzado de Tungurahua (CALTU). El tipo de muestreo es intencionado o de conveniencia en función de que se evalúan puestos de trabajo que pertenecen al área de corte por troquel en donde las actividades se realizan en estaciones de trabajo conformadas por máquinas troqueladoras y matrices de corte.

B. Participantes

Se contó con la participación de 6 trabajadores (4 mujeres y 2 varones) que laboran en el área de corte por troquel cuya participación en el estudio fue bajo los siguientes criterios de elegibilidad: dominio de la mano derecha, jornada de trabajo (8 horas) y tiempo de experiencia (mayor a 1 año). Los participantes con algún problema muscular o esquelético contraído fuera de sus labores fueron excluidos del estudio con el fin de evitar la confusión en la determinación de sintomatología de dolor debido a otras condiciones médicas.

C. Técnicas y herramientas utilizadas

Método RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

El método RULA es utilizado especialmente para evaluación de miembros superiores mediante un estudio cualitativo de observación del trabajo y cuantitativo de asignación de valores numéricos a las posturas de los trabajadores, para ello divide el cuerpo humano en dos grupos: Grupo A, que incluye los miembros superiores: brazos, antebrazos y muñecas; y Grupo B, compuesto por: las piernas, el tronco y cuello[18]. A estos grupos se asignan puntajes seleccionados de tablas asociadas al método en función de las posturas adoptadas, con ello se establece el nivel de riesgo que puede ser bajo que significa riesgo aceptable o profundizar en el estudio, medio que implica rediseño de la tarea y alto que indica cambios urgentes en la tarea [19].

Cuestionario Nórdico de Kuorinka

Este cuestionario recopila información sobre sintomatología músculo-esquelética como: dolor, fatiga o discomfort en distintas zonas corporales; estudia 9 regiones anatómicas del cuerpo que son cuello, hombro, columna dorsal, columna lumbar, cadera, codo, mano/muñeca, rodilla, tobillo/pie con fines epidemiológicos, más no clínicos [20].

D. Recolección y análisis de datos

La evaluación postural con el método RULA se efectúa mediante el siguiente protocolo: 1) Determinar los ciclos de la actividad de corte por troquel y filmarlos en diferentes planos (frontal, lateral y superior); 2) Seleccionar las posturas a ser evaluadas en función de la frecuencia de repetición y tiempo de sostenimiento de la misma; 3) Determinar si se evalúan ambos lados del cuerpo o en su defecto izquierdo o derecho; 4) Medir ángulos de flexión, extensión y giro en extremidades, cuello y tronco, 5) Determinar puntuaciones para cada parte del cuerpo y obtener puntuaciones parciales y finales; 6) Establecer el nivel de riesgo postural.

La medición y procesamiento de los ángulos de flexión, extensión y giro en extremidades superiores, cuello y tronco para la evaluación postural se lo realizó a través de la versión de software Kinovea 0.7.10 (Kinovea, l'Association, Francia); además con este software se analizó también las características de movimiento del trabajo de corte por troquel.

El análisis estadístico de los datos se lo realiza con la versión de software SPSS 21.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EE.UU.), para lo cual se tabularon datos demográficos, características laborales de la población estudiada en cuanto a posturas de trabajo y respuestas del cuestionario Nórdico de Kuorinka. Se aplicaron análisis estadísticos para establecer porcentajes de afectación de las posturas de trabajo y la sintomatología músculo-esquelética.

Resultados y discusión

Evaluación de posturas de trabajo

El estudio determinó 38 posturas inadecuadas en las 5 tareas o actividades principales de la operación de corte como se observa en la Figura 1, todas las tareas en su mayoría presentan posturas con un nivel de riesgo medio según la evaluación RULA que señala

un rediseño de éstas, esto implica que la mayoría de las regiones anatómicas no se encuentran en posición natural de confort, por lo cual las posturas forzadas pueden originar TME [21], ésta problemática se da sobre todo cuando el trabajo es sostenido y en largas jornadas como lo es la actividad de confección de calzado [22].

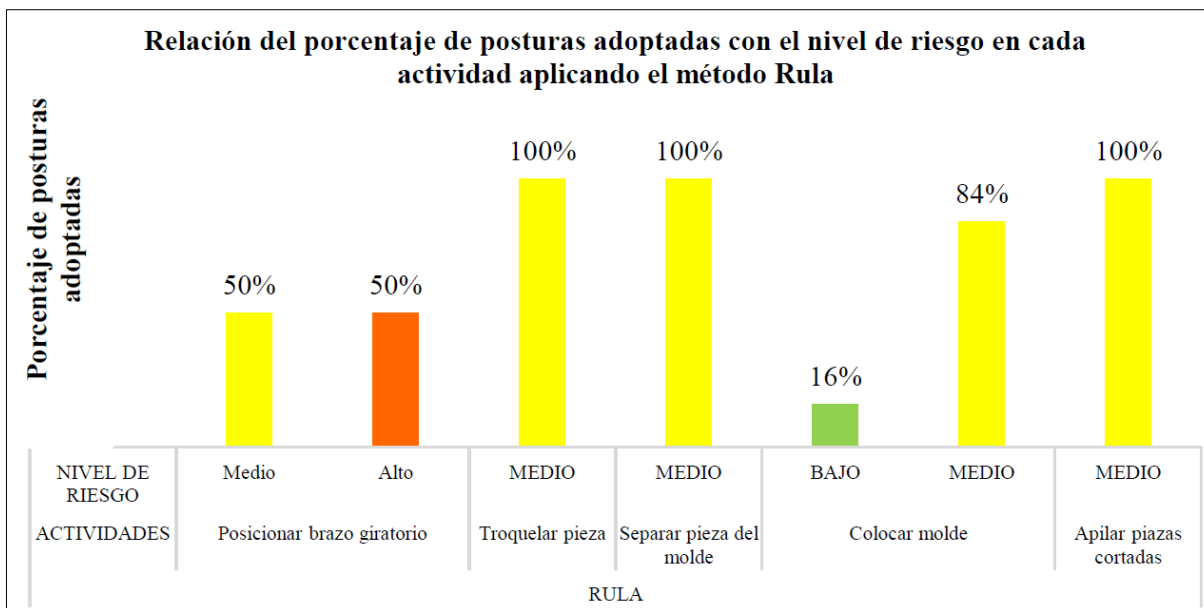


Figura 1: Posturas de trabajo y su nivel de riesgo RULA.

Según los resultados de la Tabla 1, la evaluación RULA demuestra también que los segmentos corporales como antebrazo y muñeca son los que más puntaje, que implica un riesgo de medio incluso alto por lo cual son posturas riesgosas las que se desarrollan con las extremidades superiores, una de las razones de ello es que la antropometría de las personas evaluadas no es la mejor para las máquinas troqueladoras que no son hechas en el Ecuador.

Asociación entre sintomatología de dolor y evaluación de posturas de trabajo

La totalidad de los participantes 100% (n=6), reportan dolores en las zonas de hombros, espalda y muñecas, mientras que la mitad de ellos en cuello y antebrazo como se muestra en la Tabla 1, lo que indica la prevalencia y la severidad de la sintomatología de dolor en los participantes evaluados está presente en todos los segmentos corporales.

Las evidencias encontradas confirman que la sintomatología músculo - esquelética es un problema significativo en los trabajadores del área de corte por troquel; específicamente en esta área no existen estudios para comparar los resultados obtenidos, pero si existen en otras áreas como es el caso de cocido manual [23], inyección [24] y ensamble de calzado [25], donde los estudios evidencian predominancia de dolencias en hombros, cuello, espalda alta, espalda baja y rodillas; además estas evidencias son acordes con reportes epidemiológicos previos de dolor músculo - esquelético entre ocupaciones relativamente similares que involucran el uso de miembros superiores para ciertas posturas de trabajo como es el caso de artesanos que participan en las tareas de costura manual, en los cuales las quejas más comunes de dolor son de cuello, hombro, antebrazo, muñecas y espalda [26].

A pesar de las limitaciones del estudio debidas fundamentalmente por el número de empresas y las personas analizadas, los hallazgos de la evaluación ponen en evidencia la necesidad de mejorar las condiciones de trabajo para las actividades de corte por troquel, de tal manera que se garantice la integridad en la salud de las personas; por lo cual se debe profundizar con estudios que aborden todas las áreas de producción de calzado en lo relacionado a ergonomía del trabajo y su relación en las incidencias musculares y esqueléticas de la población trabajadora de esta industria.

Tabla 1: Asociación entre sintomatología de dolor y nivel de riesgo RULA.

Sintomatología de dolor			Evaluación postural RULA	
Parte del cuerpo	Número de afectados		Lado del cuerpo evaluado	Nivel de riesgo en relación con los valores y zonas límites propuestos por el método Rula
	Hombres	Mujeres		
Cuello	2	1		Medio
Hombros	4	2	Derecho	Medio
			Izquierdo	Medio
Espalda	4	2		Medio
Antebrazo	2	1	Derecho	Medio
				Alto
			Izquierdo	Medio
				Alto
Muñecas	4	2	Derecho	Medio
				Alto
			Izquierdo	Medio
				Alto

Conclusiones

En la presente investigación se evidenció que la actividad de corte por troquel requiere cambios en la tarea o mejora en la forma de realizar este trabajo, para lo cual deben desarrollarse otros estudios complementarios como: evaluación antropométrica, análisis de movimientos repetitivos, capacidad física de trabajo y estrés laboral. Estos hallazgos también pueden ayudar a generar medidas preventivas a través de programas de seguimiento de salud ocupacional en la población trabajadora que realicen actividades de corte manual.

Los reportes de sintomatología músculo - esquelética obtenidas con el cuestionario Nórdico revelan dolencias a nivel de extremidades superiores generalmente debido a la exigencia física que demanda esta actividad, que al ser evaluados con el método RULA, permitió encontrar relación con los resultados del cuestionario nórdico y el nivel de riesgo postural calculado, en la actividad de corte manual.

Referencias

- [1] B. P. López Torres, E. L. González Muñoz, C. Colunga Rodríguez, and E. Oliva López, "Evaluación de Sobrecarga Postural en Trabajadores: Revisión de la Literatura," *Cienc. Trab.*, vol. 16, no. 50, pp. 111–115, Aug. 2014.
- [2] M. Rojas, D. Gimeno, S. Vargas-prada, and F. G. Benavides, "Dolor musculoesquelético en

- trabajadores de América Central : resultados de la I Encuesta Centroamericana de Condiciones de Trabajo y Salud,” vol. 38, no. 2, pp. 120–128, 2015.
- [3] G. M. Mody and P. M. Brooks, “Best Practice & Research Clinical Rheumatology Improving musculoskeletal health : Global issues,” *Best Pract. Res. Clin. Rheumatol.*, vol. 26, no. 2, pp. 237–249, 2012.
 - [4] I. Dianat and M. A. Karimi, “Musculoskeletal symptoms among handicraft workers engaged in hand sewing tasks,” *J. Occup. Health*, 2016.
 - [5] L. Van, N. Chaiear, C. Sumananont, and C. Kannarath, “Prevalence of musculoskeletal symptoms among garment workers in Kandal province , Cambodia,” pp. 107–117, 2016.
 - [6] P. Carneiro, A. C. Braga, and M. Barroso, “Work-related musculoskeletal disorders in home care nurses: Study of the main risk factors,” *Int. J. Ind. Ergon.*, vol. 61, 2017.
 - [7] U. O. Abaraogu, D. O. Odebiyi, and O. A. Olawale, “Association between postures and work-related musculoskeletal discomforts (WRMD) among beverage bottling workers,” *Work*, 2016.
 - [8] A. Alwasel, E. M. Abdel-Rahman, C. T. Haas, and S. Lee, “Experience, Productivity, and Musculoskeletal Injury among Masonry Workers,” *J. Constr. Eng. Manag.*, no. Silverstein 2008, p. 5017003, 2017.
 - [9] J. Oakman, A. de Wind, S. G. van den Heuvel, and A. J. van der Beek, “Work characteristics predict the development of multi-site musculoskeletal pain,” *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 2017.
 - [10] F. J. Vázquez-Cabrera, “Ergonomic evaluation , with the RULA method , of greenhouse tasks of trellising crops,” vol. 54, pp. 517–531, 2016.
 - [11] J. D. M. Antonio, “Método RULA - Rapid Upper Limb Assessment,” *Ergonautas, Universidad poliécnica de Valencia*. 2015.
 - [12] “Ministerio de Comercio de Ecuador,” *Ministerio de Comercio Exterior*, 2016. [Online]. Available: <http://www.proecuador.gob.ec/compradores/oferta-exportable/cuero-y-calzado/>.
 - [13] El Comercio, “La producción de calzado pisa fuerte en el país _ Revista Líderes,” *Revista Líderes*, 2013. [Online]. Available: <http://www.revistalideres.ec/lideres/produccion-calzado-pisa-fuerte-pais.html>.
 - [14] L. Afonso, M. E. Pinho, and P. M. Arezes, “Risk factors associated with musculoskeletal symptoms in footwear sewing workers,” in *Occupational Safety and Hygiene II - Selected Extended and Revised Contributions from the International Symposium Occupational Safety and Hygiene, SHO 2014*, 2014.
 - [15] A. Stepanov, M. Manninen, I. Pärnänen, M. Hirvimäki, and A. Salminen, “Laser Cutting of Leather: Tool for Industry or Designers?,” *Phys. Procedia*, vol. 78, no. August, pp. 157–162, 2015.
 - [16] L. Mcatamney and E. N. Corlett, “RULA : a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders,” vol. 24, no. 2, pp. 91–99, 1993.
 - [17] M. Mendinueta-Martínez, Y. H. Herazo-Beltrán, and Y. Pinillos-Patiño, “Factors associated with the perception of low back pain in workers of a ground transportation company,” *Salud Uninorte*, vol. 30, no. 2, pp. 192–199, 2014.
 - [18] Y. Levanon, Y. Lerman, A. Gefen, and N. Z. Ratzon, “Validity of the modified RULA for computer workers and reliability of one observation compared to six,” *Ergonomics*, 2014.
 - [19] F. J. Vazquez-Cabrera, “Ergonomic evaluation, with the RULA method, of greenhouse tasks of trellising crops,” *Work*, 2016.
 - [20] I. Kuorinka *et al.*, “Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms,” *Appl. Ergon.*, vol. 18, no. 3, pp. 233–237, 1987.
 - [21] I. Dianat and M. A. Karimi, “Musculoskeletal symptoms among handicraft workers engaged in hand sewing tasks,” pp. 644–652, 2016.
 - [22] P. Taylor, I. Dianat, and A. Salimi, “Working conditions of Iranian hand-sewn shoe workers and associations with musculoskeletal symptoms,” no. December, pp. 37–41, 2014.
 - [23] P. Carneiro and A. Cristina, “International Journal of Industrial Ergonomics Work-related musculoskeletal disorders in home care nurses : Study of the main risk factors,” vol. 61, pp. 22–28, 2017.
 - [24] S. Costa, S. Monteiro, P. Carneiro, A. S. Colim, N. Costa, and I. Loureiro, “Ergonomic analysis of the shaping post in the injection sector of a footwear industry,” in *Occupational Safety and Hygiene III - Selected Extended and Revised Contributions from the International Symposium on Safety and Hygiene*, 2015.
 - [25] L. Brentini, D. Almeida, and E. Ramos, “Musculoskeletal disorders and stress among footwear industry workers,” vol. 56, pp. 67–73, 2017.
 - [26] D. Wang, F. Dai, M. Asce, X. Ning, R. G. Dong, and J. Z. Wu, “Assessing Work-Related Risk Factors on Low Back Disorders among Roofing Workers,” pp. 1–10, 2015.

Conductas de riesgo familiar asociadas a la comunicación y a la lectura. Estudio de seguimiento a la investigación “Estimulación de los centros cerebrales del habla y el lenguaje en adquisición de lectoescritura.

Montalvo, Jose H ^{1*} & Jaramillo, Llanira ²

*Universidad de Cuenca, Facultad de Jurisprudencia, Ave. 12 de Abril, 01.01.168, Cuenca,
jose.montalvo@ucuenca.edu.ec*

Palabras Claves: Factores de riesgo, Disfunción cerebral, Problemas en la interacción familiar, Dificultades del lenguaje.

Resumen

La investigación se realizó con los niños y niña de 4 a 6 años de la escuela Nuestra Familia en la ciudad de Cuenca. Forma parte de un estudio para validar un modelo de procedimientos de estimulación de los centros cerebrales del habla y lenguaje para la enseñanza acelerada de la lecto- escritura.

Originalmente se realizó un estudio analítico prospectivo, de diseño cuasi-experimental con muestra doble. El presente es una averiguación de seguimiento de las conductas de riesgo familiar; se utilizó técnicas cuali-cuantitativas para correlacionar circunstancias familiares, estimulación y comunicación en el marco del aprendizaje.

Se investigó al grupo de intervención conformado por 39 niños originalmente y 45 niños al año siguiente. Se aplicó diferentes reactivos, para conocer el contenido de las variables seleccionadas en correspondencia con el aprendizaje. La muestra tipo clúster incluyó 84 niños en el grupo de intervención, de ellos se extrajeron 17 niños en situación de alto riesgo y riesgo, para el aprendizaje, encontrándose asociaciones entre conductas de riesgo familiar como separación y divorcio, presencia de madre sola que educa a sus hijos en la ausencia del padre, partos riesgosos, entre otros factores, que reportaban comportamientos de niños con largos periodos de llanto, dificultades para conciliar el sueño, bebés inquietos e irritables, con estilos de apego inseguro; que a futuro reportaban dificultades para asimilar la lectoescritura. El estudio permitió corroborar que es importante que los padres participen en el aprendizaje y el desarrollo del niño desde muy temprana edad.

Introducción

Helmer R. Myklebust, hace una reflexión importante con respecto al lenguaje y su interiorización, en relación con la comunicación familiar y el aprendizaje, afirma que “Si para el niño el lenguaje constituye no un placer sino una amenaza, o si no logra identificar la voz humana, puede sufrir impedimentos en la internalización o quedar ésta del todo excluida, por lo que el desarrollo del lenguaje quedará perturbado” (1). El autor propuso su teoría del desarrollo del lenguaje basado en sus estudios con niños diagnosticados como afásicos, condición que se caracteriza por una deficiencia lingüística originada por alguna lesión cerebral heredada o adquirida o por procesos interactivos poco dinámicos. Este autor fue quien utilizó por primera vez la expresión Disfunción Cerebral Mínima que implica en términos de Albores, (1989): “una variedad de síntomas denominados

secundarios, relacionados con reacciones emocionales, conductas sociales y un funcionamiento cerebral que manifiesta problemas en la entrada, registro, almacenamiento y salida de la información... así como dificultades, en la interacción con sus padres y hermanos en el contexto familiar” (citado por Saucedo, 2003)

Para el teórico Myklebust, el aprendizaje integrativo ideal, emplea todos los sistemas cerebrales en funcionamiento simultáneo y de forma óptima y lo que de alguna manera lo puede perturbar, es un proceso defectivo. Para explicar esta situación, utilizó tres principios esenciales: la identificación, internalización y asimilación. Al parecer la identificación de la voz materna le lleva al niño a internalizarla, la respuesta inicial de ese reconocimiento son los balbuceos, en esta instancia, relaciona las experiencias externas con la rutina afectiva de placer. La asimilación asiste cuando comienza diferenciar lo esencial del apego, de lo adverso del rechazo o amenaza.

Lo fundamental para el proceso es que los fenómenos de escucha y evocación deben estar intactos para lograr la asimilación, solo de esta manera crecerá el lenguaje interior, pasando al lenguaje comprensivo, y de ahí al expresivo. Según este criterio, aquello no sucedería con los niños que no logran identificar la voz humana, al quedar excluidos de la escucha mostrarán un comportamiento indiferente e impasible (2).

La formación del lenguaje interior es la génesis del lenguaje receptivo, donde el niño empieza a dar indicios de que entiende lo que escucha, y responde al llamado y a mandatos sencillos (3). Manifiestamente hay integraciones auditivas evocativas que, al fluir entre el placer y la amenaza, podrían determinar que hasta el final del primer año de edad, el niño domine el lenguaje auditivo, receptivo y comprensivo, o al contrario se vea perturbado para iniciar el lenguaje verbal expresivo, que debe exteriorizar hacia los dos años a más tardar, ocasión de exponer, que el lenguaje comprensivo es puramente un proceso integrativo en esencia, mientras el lenguaje expresivo solo se desarrolla a partir de unidades significativas de la evocación de experiencias y de la retroalimentación comunicativa con el entorno.

Santelices hace algunas afirmaciones aclaratorias igualmente al respecto: “El intercambio de estímulos verbales es más frecuente en núcleos familiares de mejor nivel cultural... la escolaridad de los padres influye indirectamente en el desarrollo del intelecto del niño”. “Al parecer padres más cultos pueden transmitir más lenguaje, valores y procesos”. “Los padres influyen directamente en el desarrollo del vocabulario del niño” (5). Doane opina que “existen problemas de procesamiento de información en muchos niños de edad escolar, ocasionadas por el proceso de vocabulario disfuncional que desarrollan entre ellos y sus padres”, probablemente en proporción, muchas disfunciones cerebrales tienen su origen en la comunicación familiar distorsionada y poco afectiva (6).

En la terminología de Skinner, citado por Myers y Hammill, se puede apreciar la diferencia entre lenguaje proficiente y la verdadera comunicación. Dice... los problemas de comunicación, demandan fenómenos de estímulo y respuesta, sin atisbar dentro de la “caja negra” “y mucho menos abrir” (7), refiriéndose a los fenómenos estímulo-respuesta solo a los problemas de pronunciación y articulación, y a abrir la caja negra, a los verdaderos problemas del lenguaje, que derivan de una comunicación emocionalmente significativa.

En este sentido, las relaciones de comunicación puramente funcionales con variables de estímulo-respuesta, representan cualidades de lenguaje de nivel automático; en contraposición a aquellas que incluyen variables emocionalmente significativas que preservan relaciones reveladoras de comunicación en la familia como lo defienden los modelos sistémicos de comunicación por citar un ejemplo, esas formas de lenguaje, se considerarían cualidades de nivel representativo, según el

Modelo de Kirk (Test Illinois) y que fueron claramente detectables en el estudio original, que se reflejaban especialmente en los problemas de comprensión y asociación auditiva como se verá posteriormente en la Tabla 1.

Por otro lado, desde la visión sistémica, Hoffman opina “es posible establecer una relación entre cualquier tipo de sintomatología y el modo comunicativo propio de cada familia”.

Son las integraciones psicolingüísticas, motivo de nuestra atención cuando se habla de relación familiar, adherido a la comunicación en el sentido óptimo; de ello se desprende como diría Musito “Un cambio de interés; del individuo a la relación, de lo estático a lo dinámico” (8).

La comunicación familiar está basada en la interdependencia; “en la empatía como facultad de proyectarnos en la personalidad del otro”, señala nuevamente Musito, “con la comprensión de la experiencia emocional que vive otra persona en una situación particular”.

No hay empatía en términos de estímulo-respuesta, dice Solomon Asch, aclarando que la empatía en términos de estímulo y respuesta: “es cuando los datos físicos están carentes de significado psicológico, la comprensión de los otros es un proceso egocéntrico y subjetivo... las acciones de los demás tienen sentido únicamente cuando se apoyan en nuestros propios deseos, lo cual niega que podamos comprender la situación de una persona y lleguemos a preocuparnos por ella” (6, 8).

La comunicación empática basada en el desempeño del rol, es una explicación sistémica.

“Lo relevante en el estudio de la comunicación es el resultado de la interacción entre individuos”, según Watzlawick, el desempeño del rol sistémico, requiere una predisposición receptiva interpretando en forma precisa la conducta verbal y no verbal del otro, llegando a colocarnos de una forma simbólica en el lugar de los demás, desde ese momento somos capaces de entender como actuaría el otro, por lo que el funcionamiento óptimo del sistema nervioso está adherido a una buena comunicación y ésta a aquel. Concluimos esta parte con una referencia importante: “De esta manera, el sistema nervioso central de nuestro organismo es, a su vez, elemento del Sistema “cuerpo humano” y todos los hombres, por su parte, son elementos de un sistema de un orden superior de abstracción llamado “humanidad”, según lo manifestado por Koestler y Laszlo (9).

Métodos

Población de estudio

El estudio original se denomina “Estimulación de los Centros Cerebrales del Habla y el Lenguaje en Adquisición de Lectoescritura en Niños de 4 a 6 años”. La muestra original fue de tipo clúster por conveniencia y estuvo constituida por 99 niños de 4 a 6 años que fue dividida en dos grupos: el grupo experimental (39 niños) y un grupo control (60 niños) en el año 2012. En el año 2013 fueron 45 niños del grupo de intervención.

Durante la fase de intervención hubo un aislamiento de 17 niños, a los que se los tomó como nueva muestra debido a que no adquirían las competencias del grupo mayoritario, esta muestra paso a denominarse de casos y controles.

Considerados con dificultades de aprendizaje, estos niños recibieron una estimulación extra.

Los niños en referencia tuvieron un seguimiento que incluyó rastreo familiar enfocado en las conductas de riesgo actual, el proceso estaba guiado por controles clínicos del grupo. El interés en esta muestra de niños es de conveniencia para la propuesta comunicativa familiar.

La propuesta actual es descriptiva cuanti- cualitativa, analítica a partir de los datos de la entrevista con la madre y la revisión bibliográfica documental.

Definiciones y mediciones

Los casos especiales en referencia son los que obtuvieron entre 3-4 y 4-5 años de Edad de Desarrollo Psicolingüístico, a los que se los catalogaba de Alto Riesgo y Riesgo respectivamente, por no tener condiciones para leer, razón por la que fueron motivo de seguimiento para conocer implicaciones entre las habilidades psicolingüísticas integrativas medidas por el I.T.P.A. y la situación familiar que influye en la comunicación.

Los datos específicos de estos 17 niños son descritos en este trabajo.

Las dimensiones de la categoría en estudio son las conductas de riesgo del desarrollo, basadas en los antecedentes del niño, reveladas por su madre y valoradas por el Cuestionario Clínico Biográfico Infantil (CCBI) (9). El cuestionario está compuesto por una lista de conductas que deben calificarse como positivas o negativas.

Análisis estadístico

Se procesó mediante lo percibido como conductas de riesgo reveladas en el cuestionario, Previo al análisis definitivo se procedió a un análisis exploratorio de los datos con el fin de realizar los ajustes necesarios a los mismos. Para el análisis estadístico final se utilizó medidas de frecuencia relativa para las variables cualitativas. En el caso de las variables cuantitativas se utilizó medidas de tendencia central, promedio aritmético y desvío estándar.

Resultados y discusión

Como punto de partida, las características generales de los 84 niños estudiados, 39 del grupo de intervención del estudio original 1 (2012) y 45 del grupo de intervención 2 (2013). Tenían una edad cronológica media de 5.48 años para el grupo de intervención del año 2012 y 5.07 para el grupo de intervención del 2013; mientras que la media de la Edad Psicolingüística (EPL) estuvo en 4.78 años en el 2012 y 4.76 años en el 2013. La edad cronológica fue mayor en el primer año intervenido, al igual que la edad psicolingüística, en el segundo año disminuyeron los dos indicadores para el grupo de intervención, sin embargo es evidente un retraso en el lenguaje en ambos grupos, de año seguido.

La deficiencia central de lenguaje hace notar disfunciones cerebrales en las áreas de lenguaje, que fueron superadas por la estimulación aplicada (estudio original), paralelamente en la Tabla 1. También se demostró un repunte del lenguaje y sus caracteres, entre ellos las comprensiones y asociaciones auditiva y visual, que manifiestan una mayor integración en los centros cerebrales del habla y el lenguaje, no así las expresiones que tienen influencia directa del entorno familiar, todas ellas cualidades de nivel representativo. A nivel automático del lenguaje, hay disminución de las memorias, mucho mayor de la visual y se contraen las integraciones; comparando las medias de los dos grupos.

En el año 2013 la edad de recepción de los niños bajó en cuatro meses, los niños igual leyeron un año antes de los esperados, la experiencia pedagógica permitió un acrecentamiento de las habilidades representativas y prescindir las habilidades automáticas; se vio mayor compromiso de los padres con el proceso.

Comprobamos nuevamente que hay deficiencias del lenguaje que los niños traen desde sus hogares que son un impedimento para el aprendizaje, que se deben a procesos interactivos insuficientes, poco dispuestos externamente, imprecisos en su influencia exterior familiar, nada dinámicos, que en la mayoría de casos se traducen en funcionamiento cerebral disfuncional. Del total de la muestra, 16 de los 17 seleccionados manifestaban dificultades en el funcionamiento cerebral, únicamente un niño descrito dentro de los que “Viven con otros familiares en casa” (tabla 2.), no presentaba síntomas similares (descritos en la introducción, relacionados con procesamiento de la información defectuoso), por ende problemas para asimilar la lectoescritura. Los detalles que asocian aquellas dificultades, se irán describiendo a partir de la tabla 2.

Tabla 1. Variables descriptivas basales de los grupos de intervención años 2012 (1) 2013 (2)

Variable	Intervención 1 (n=39)		Intervención 2 (n=45)	
	Media	Retest	Media	Retest
Edad cronológica	5.48	4m/d	5.07	5m/d
Edad Psicolingüística +	4.78	6.11	4.76	6.02
Comprensión auditiva	4.04	5.61	4.57	7.06
Comprensión visual	5.32	5.96	5.01	8.22
Memoria Visomotora	5.09	6.57	5.14	5.35
Asociación Auditiva	5.38	6.48	5.72	7.07
Memoria secuencial auditiva	5.31	6.18	5.58	6.02
Asociación Visual	5.23	6.90	4.60	7.02
Integración Visual	3.83	5.38	4.43	5.27
Expresión Verbal	5.45	6.89	6.07	5.77
Integración Gramatical	5.41	6.82	4.55	6.57
Expresión Motora	5.5	6.54	4.37	5.49
Integración Auditiva	4.31	5.87	4.14	5.32

Fuente: formulario de recolección de datos.

Elaboración: Los autores.

+ Determinada a través de los 11 parámetros del test I.T.P.A.

Tabla 2. Características vulnerables que asocian perfil familiar de los niños con problemas de aprendizaje.

Conductas de riesgo del perfil familiar	Presente	%
Viven otros familiares en casa	4	23.53
Los padres no están casados o nunca han vivido juntos	3	17.65
El niño pasaba la mayor parte del tiempo en casa de otro familiar	2	11.76
Es necesario castigarlo mucho	2	11.76
El matrimonio es muy inestable	2	11.76
El niño se lleva mal con el padre	2	11.76
Los niños duermen en una sola cama	1	5.89

Los padres se llevan mal	1	5.89
TOTAL	17	100%

Fuente: formulario de recolección de datos.

Elaboración: Los autores.

+ Determinadas por el cuestionario “Clínico Biográfico Infantil”.

Identificamos a niños con deficiencia del lenguaje que atravesaban complicaciones para la lectura y que tenían características específicas de riesgo, que se asocian al funcionamiento familiar. Estas características se presentan en las tablas 2 y 3, donde hay factores de riesgo, innatos y adquiridos con particularidades individuales y familiares.

En las particularidades familiares (Tabla 2) de los 17 niños sujetos de seguimiento, uno de cada cuatro vive con otros parientes en casa, los restantes pasan en casa de otros parientes; en uno de cada cinco, sus padres no tienen una relación estable, pues no están casados o los han abandonado. Además, dos niños tienen una mala relación con el padre y, dos son castigados con frecuencia.

Analizando de igual manera las Características vulnerables asociadas al embarazo y a los problemas de aprendizaje y las conductas de riesgo relacionadas con el aprendizaje, la situación inestable de la madre en el embarazo es la más predominante, luego en menor escala las enfermedades que padeció, para finalmente mostrar imprevisiones relacionadas con los controles médicos.

Tabla 4. Características vulnerables que asocian parto y problemas de aprendizaje (una madre escogió dos riesgos)

Características de riesgo del parto	Presencias	%
Sometida a cesarea	10	55.56
Placenta no era normal	1	5.56
El niño se presentó en una posición anormal	2	11.10
Cesárea como medida urgente	2	11.10
Parto difícil y largo	1	5.56
Expulsó muy poca cantidad de líquido	1	5.56
Expulsó excesiva cantidad de líquido	1	5.56
Total de Respuestas	18	100%

Fuente: formulario de recolección de datos.

Elaboración: Los autores.

Las madres reportaron más de un comportamiento vulnerable en su relación actual con el niño, como se verá en el artículo ampliado, en igual condición, llama a la aplicación el problema de autoayuda, al parecer corrobora un signo de dependencia madre-niño visto en el cuadro anterior, como el de mayor dificultad en los niños con trastorno de aprendizaje; le sigue la socialización en orden de dificultad, los problemas severos de lenguaje, dejando lo postrero a la cognición y la lateralidad; particularidades presentes en la conducta del niño con dificultad para aprender.

Tabla 7. Características vulnerables que asocian actitud del padre y problemas de aprendizaje en los niños y niñas de la escuela “Nuestra Familia”

Padre	presencias	%
Pasa pocas horas en casa por causa del trabajo	10	34.36
El niño o los niños lo ponen siempre nervioso	1	3.45
Piensa que a los niños no se les debe acariciar demasiado para no mimarlos	1	3.45

Deja el cuidado y la educación de los niños bajo responsabilidad de la madre por falta de tiempo	8	27.7
Sus padres eran severos	1	3.45
No está contento con su trabajo actual	2	6.9
Se considera una persona nerviosa y de poca paciencia	2	6.9
Piensa que pasó una infancia con muchos problemas	2	6.9
Su madre falleció cuando era muy pequeño	1	1
Tiene preferencia por alguno de los hermanos del niño	1	1
Total	29	100%

Fuente: formulario de recolección de datos.

Elaboración: Los autores.

Conclusiones

El estudio relacionó las conductas de riesgo familiar con las interacciones auditivas, evocativas y de procesamiento de información integrativa, que se ven perturbadas cuando la retroalimentación comunicativa del entorno es deficiente en casi todos los casos, a causa de padres con marcada inestabilidad emocional, falta de cohesión de grupo y en otro caso no presentes dentro de la dinámica familiar.

En los niños estos factores influyen en el aprendizaje manifestando síntomas que fueron determinados en el análisis de casos; donde predominaba la distractibilidad, la falta de concentración, las deficiencias en la concentración y en la asociación (originalmente medidas por el test Illinois), las que se correlacionaban con las reacciones emocionales lábiles y los cambios bruscos de afecto. En lo social dificultades para medir normas sociales e integrarse a los grupos, que generalmente se asociaba con un funcionamiento cerebral disfunciones, debido a un mal procesamiento de la información.

Los resultados generales de la investigación original asociados a la investigación complementaria, ponían en evidencia una deficiencia central de lenguaje asociadas a las conductas de riesgo familiar, esto les pone a subvención del trastorno de aprendizaje. Se presentan como síntomas claros de orden familiar, la comunicación limitada y de baja calidad dentro del hogar. La cercanía de relaciones de naturaleza protectora y sobreprotectora con el niño, se hace notoria en la mayoría de madres que participan en esta muestra.

Las relaciones significativas que deben aportar a la comunicación familiar, exteriorizadas en la literatura, se encuentran ausentes en los niños sujetos de estudio.

Los niños en referencia, también están expuestos a que muchas características en ellos presentes, puedan ser heredadas o adquiridas durante el embarazo y parto; aunque a algunos de éstas la literatura les señala como “mecanismos parciales”.

Agradecimientos

A la Universidad de Cuenca por el apoyo en la Investigación y a los centros Educativos involucrados.

Referencias

1. Myklebust, Helmer. R. Trastorno del aprendizaje; Barcelona, Científico Médica; 306p. 1991

2. Myers, Hammill. Manual del Maestro: métodos para educar niños con dificultad en el aprendizaje; I Eds. México; Limusa Editorial. 2011.
3. Myers, col. Psicología, VII Ediciones Holland Michigan, Médica Panamericana.2005
4. Kaplun, M. Una Pedagogía de la Comunicación; Madrid; Edición Caminos. La Habana; 55-58 p. 2009.
5. Santelices, L. El Educador y los Padres; II Eds. Santiago, Chile; Edicionesuc.2011.
6. Doane, J.A. Interacción familiar y la desviación de la comunicación perturbada y normal: “Revisión de la investigación”. Procesos familiares, 17,357-376,1978.
7. Musitu, G. Psicología de la comunicación humana; I, Eds.; Lumen Argentina. 2013.
8. Musito, G. y col. Psicología de la Comunicación Humana. San Isidro. Argentina: Editorial Lumen, 22-107. 2003. Rodríguez-Sacristán, J. Psicopatología del niño y del adolescente (2ª Ed.). Publicaciones de la Universidad de Sevilla, Sevilla. Serie Manuales Universitarios, 1998; (31): 888 pp.
10. Saucedo, y Maldonado. Psiquiatría, I eds. Madrid España; Mc Graw Hih Interamericano; 2006
11. Klaus, Kennell. La relación madre-hijo: Impacto de la separación o pérdida prematura en el desarrollo de la familia; Editorial Medica Panamericana. 1998.
12. González, Morales. J. Comunicación interpersonal. Criterios para una definición. Ed. Félix Varela. Ciudad de la Habana 2005; 10-15.
13. Albores V. El adolescente con trastorno por déficit de la atención: Un reto al terapeuta. En: Saucedo GJM. La salud mental del niño y el adolescente. México: VII Monografía

Frecuencia y severidad de la anemia materna en el tercer trimestre de la gestación

Díaz-Granda, Ruth*; Díaz-Granda, Lourdes

Hospital Vicente Corral. Universidad de Cuenca. Av. 12 de Abril. EC0 10107. Cuenca, Ecuador.

ruth.diazg@ucuenca.edu.ec

Palabras claves: anemia, prevalencia, gestación, severidad de la anemia, anemia materna.

Resumen

Objetivo: determinar la frecuencia y severidad de la anemia (hemoglobinemia <11 g/dL) según la edad materna en el tercer trimestre de la gestación en mujeres que acudieron al Hospital Vicente Corral de Cuenca-Ecuador, para el nacimiento de su hijo, de septiembre 2016-febrero 2017. **Metodología.** Estudio transversal en 428 embarazadas que acudieron al Hospital Vicente Corral para el nacimiento de su hijo, de septiembre 2016–febrero 2017. Variables estudiadas: edad materna, hemoglobinemia, frecuencia y severidad de anemia. **Resultados.** Edad materna promedio 25 años. Hemoglobinemia: en mujeres anémicas 9.9 g/dL, en no anémicas 12.2 g/dL ($p=0.000$). Frecuencia de anemia en todo el grupo 30.8%, en <20 años 37.4%, en mujeres de 20-34 años 27% y en ≥ 35 años 35.6%. Severidad de la anemia: leve 16.6%, moderada 13.5, severa 0.7%. **Conclusiones.** La frecuencia de anemia en el tercer trimestre de la gestación fue alta y según los criterios de la OMS constituye un problema moderado de salud pública, predominó la anemia leve. Afectó especialmente a mujeres <20 y ≥ 35 años.

Introducción

La anemia es un problema de salud pública [1] de larga data, afecta a la población de los países desarrollados y en vías de desarrollo; con consecuencias, en la salud humana así como en el desarrollo social y económico de los pueblos [2]. En el mundo, 1.62 billones de personas son afectadas [3] sin distinción de edad. Sus efectos devastadores en niños pequeños y embarazadas, les constituye a éstos en grupos prioritarios de vigilancia y atención [4]. La anemia es la reducción de la hemoglobina (proteína transportadora de oxígeno en la sangre) por debajo de 11 g/dL [5] y ocasiona reducción de oxígeno para los procesos oxidativos [6].

La mujer embarazada tiene mayor riesgo de anemia, porque la gestación incrementa las necesidades de hierro y ácido fólico. La anemia gestacional eleva la morbi-mortalidad materno-perinatal por predisponer al parto prematuro, bajo peso al nacer y anemia materna post-parto [7] [8]. La frecuencia y severidad de la anemia materna esta influida por la edad, especialmente en las etapas extremas de la vida reproductiva. Según la OMS (1993-2005) la prevalencia global de anemia en embarazadas fue 41.8% y en las Américas 24.1% [2]. Algunos estudios latinoamericanos refirieron frecuencias en torno a 30% [9] [10] [11]. El MSP del Ecuador reportó (2012) una prevalencia de 46.9% [12].

Es importante la investigación de la anemia materna debido a las consecuencias en la condición de salud del binomio madre-niño, las repercusiones en los servicios de salud y en el gasto social. La necesidad de contar con información actualizada sobre anemia materna en el principal servicio de gineco-obstetricia del austro ecuatoriano orientará las acciones futuras de los directivos de salud para resolver este problema; por lo que se planteó: determinar la frecuencia y severidad de la anemia según edad materna en el tercer trimestre de la gestación en mujeres que acudieron al Hospital Vicente Corral de

Cuenca-Ecuador, para el nacimiento de su hijo, durante el periodo septiembre 2016-febrero 2017.

Metodología

Tipo de estudio: transversal. Población: embarazadas que acudieron al Hospital Vicente Corral de Cuenca-Ecuador para el nacimiento de su hijo, de septiembre 2016–febrero 2017. Muestra: 428 mujeres, cuyos hijos nacieron en el Hospital Vicente Corral; calculada en Fistera [13], para población infinita, con nivel de confianza 95%, precisión 5%, prevalencia de anemia 50%, proporción esperada de pérdidas 10%; el tamaño muestral mínimo fue 427. Criterios de inclusión: embarazadas con 27 semanas de gestación o más y reporte de hemoglobina, que aceptaron participar, firmaron el consentimiento informado y su hijo nació vivo. Criterios de exclusión: gemelaridad, recién nacido con malformaciones congénitas mayores; madre con enfermedades crónicas, consumo de drogas, incapacidad física o mental para proporcionar información. Variables estudiadas: edad materna se consideró al tiempo de vida en años y meses desde el nacimiento de la madre hasta el día del nacimiento de su hijo; hemoglobinemia se consideró a la concentración de la proteína transportadora de O₂ y CO₂ en la sangre, su valor se tomó de la historia clínica materna, y se ajustó con -1.3 g/dL [5] porque Cuenca se encuentra a 2560 m.s.n.m [14]; la anemia del tercer trimestre en la embarazada se consideró una hemoglobinemia corregida <11 g/dL [5]; la severidad de la anemia, se estableció en base a la hemoglobinemia corregida, se clasificó en leve (10.0-10.9 g/dL), moderada (7.0-9.9 g/dL) y grave (<7.0 g/dL) según los criterios de la OMS [5]. Análisis estadístico: descriptivo, realizado en SPSS (versión 15.0). Se calculó, en las variables cuantitativas: media aritmética, desviación estándar, p-valor (<0.05=significativo); en las variables cualitativas: frecuencias absolutas y relativas, Chi cuadrado, p-valor.

Resultados

La muestra estuvo constituida de 428 madres; con edad promedio de 25 ±6.9 años, rango 14 años 3 meses a 46 años 3 meses. Predominaron las madres de 20 a 34 años (60.7%), seguidas por las <20 años (28.7%), en el último lugar estuvieron las gestantes añosas (10.5%) (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución materna según grupos etarios y anemia

Grupo etario	Con anemia		Sin anemia		Grupo total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<20años	46	34.8	77	26.0	123	28.7
20-34 años	70	53.0	190	64.2	260	60.7
≥35 años	16	12.1	29	9.8	45	10.5
Todo el grupo	132	100.0	296	100.0	428	100.0

La hemoglobinemia corregida promedio para el grupo total fue 11.5 g/dL. Las madres <20 años presentaron hemoglobina más baja (11.2 g/dL) (Tabla 2). La hemoglobinemia media en las mujeres sin anemia fue prácticamente igual en todos los subgrupos etarios (12.1-12.2g/dL; p=0.321) situación que fue similar para la hemoglobinemia promedio de las mujeres con anemia (9.8-10.0 g/dL; p=0.715). La concentración media de hemoglobina fue diferente (p=0.000) en las mujeres anémicas (9.9 g/dL) y las no anémicas (12.2 g/dL) (Tabla 2).

Tabla 2. Valores de hemoglobina corregida (g/dL) según grupo etario

Grupo etario	Con anemia		Sin anemia		Grupo total		P-valor
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	
<20años	9.8	0.9	12.1	0.7	11.2	1.3	0.000
20-34 años	10.0	0.9	12.2	0.8	11.6	1.3	0.000
≥35 años	10.0	0.9	12.2	0.7	11.4	1.3	0.000
Todo el grupo	9.9	0.9	12.2	0.8	11.5	1.3	0.000

La frecuencia de anemia para todo el grupo fue 30.8% (132 madres). Las mujeres <20 años presentaron mayor frecuencia (37.4%); seguidas cercanamente por las de 35 años o más (35.6%), mientras que en las de 20 a 34 años la frecuencia fue muy inferior (26.9%) (Tabla 3).

Tabla 3. Frecuencia de anemia materna según grupo etario

Grupo etario	Con anemia		Sin anemia		Grupo total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<20años	46	37.4	77	62.6	123	100.0
20-34 años	70	26.9	190	73.1	260	100.0
≥35 años	16	35.6	29	64.4	45	100.0
Todo el grupo	132	30.8	296	69.2	428	100.0

Chi cuadrado=4.820; p=0.090.

En el grupo total, la anemia leve fue la más frecuente (16.6%) y la anemia severa rara (0.7%). Según los subgrupos de edad, la anemia leve tuvo mayor frecuencia en las mujeres menores de 20 años (18.7%); la frecuencia de anemia moderada fue similar en las madres menores de 20 (17.9%) y de 35 años en adelante (17.8%), la anemia severa estuvo ausente en las mujeres de 35 años y más (Tabla 4).

Tabla 4. Distribución según severidad de la anemia y edad materna

Grupo etario	Anemia leve		Anemia moderada		Anemia severa		Grupo total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<20años	23	18.7	22	17.9	1	0.8	46	37.4
20-34 años	40	15.4	28	10.8	2	0.8	70	27.0
≥35 años	8	17.8	8	17.8	0	0.0	16	35.6
Todo el grupo	71	16.6	58	13.5	3	0.7	132	30.8

Chi cuadrado de Pearson=6.2; p=0.269.

Discusión

En la presente investigación, el rango de edad de las mujeres fue amplio (14 años 3 meses - 46 años 3 meses); la edad promedio (25 años) coincidió con la referida por Iglesias-Benavides et al. [11]. Predominó la edad de 20 a 34 años (60.7%), porque es la etapa de la vida en la que la mayoría de mujeres tienen a sus hijos. La diferencia de concentración de hemoglobina promedio entre las mujeres con anemia y las sin anemia fue de alrededor de 2 g/dL y tuvo significancia estadística (p=0.000). Los valores de hemoglobina promedio, comparados con los referidos por Lazarte et al. fueron algo menores para mujeres anémicas (9.9 g/dL vs 10.2 g/dL) y un poco mayores para las mujeres no anémicas (12.2 g/dL vs 11.8 g/dL)[15].

Según la OMS (1993-2005), la prevalencia de anemia en embarazadas fue de 41.8% en el mundo y 24.1% en las Américas [3]. La frecuencia obtenida en el presente estudio (30.8%) supera el parámetro referencial de la OMS para las Américas; ventajosamente, fue menor a la prevalencia indicada por el Ministerio de Salud Pública del Ecuador en el

2012 (46.9%) [12]. De todas maneras, la frecuencia es alta, una de cada tres embarazadas en el tercer trimestre de la gestación tiene anemia; de acuerdo a los criterios de la OMS es un problema de salud pública moderado (20.0-39.9%) [5]. En cuanto a la severidad de la anemia, los resultados de la presente investigación coincidieron con el estudio de Narváez et al., al ubicarle a la anemia leve como la más frecuente, la anemia moderada en segundo lugar y la anemia severa como la menos frecuente [16].

Conclusiones

La frecuencia de anemia en el tercer trimestre de la gestación en el Hospital Vicente Corral en el periodo septiembre 2016-febrero 2017 fue alta (30.8%), según los criterios de la OMS es un problema moderado de salud pública (20.0-39.9%). La anemia fue más frecuente en las mujeres <20 (37.4%) y ≥35 años (35.6%). Según severidad, la anemia leve fue la más frecuente (16.6%) y la anemia severa estuvo prácticamente ausente (0.7%).

Bibliografía

- [1] A. Ávila, L. García, M. Gómez, N. Villanueva, B. Benítez, B. Fuentes. Factores clínicos y socio-sanitarios relacionados a la anemia en gestantes: estudio de prevalencia en Municipio Mara, Venezuela, 2013. *Medwave* 14 6 (2014) e5996.
<http://www.medwave.cl/link.cgi/medwave/estudios/investigacion/5996>
- [2] World Health Organization. Introduction. Worldwide prevalence of anaemia 1993-2005. WHO Global Database on Anaemia. B. de Benoist, E. McLean, I Egli, M Cogswell (Eds). World Health Organization (2008) 1-2.
- [3] World Health Organization. Discusión. Worldwide prevalence of anaemia 1993-2005. WHO Global Database on Anaemia. B. de Benoist, E. McLean, I Egli, M Cogswell (Eds). World Health Organization (2008) 7-13.
- [4] B de Benoist. Preface. Worldwide prevalence of anaemia 1993-2005. WHO Global Database on Anaemia. B. de Benoist, E. McLean, I Egli, M Cogswell (Ed). World Health Organization. (2008) v.
- [5] Organización Mundial de la Salud. Concentraciones de hemoglobina para diagnosticar la anemia y evaluar su gravedad. OMS, VMNS (2011).
- [6] P. Kennelly, V. Rodwell. Proteínas: mioglobina y hemoglobina. Harper Bioquímica Ilustrada. R. Murray, D. Bender, k. Botham, P. Kennelly, V. Rodwell, A. Weill (Eds.) 29ª ed. MacGraw Hill. (2012) 48-56.
- [7] D. Ernst, M. García-Rodríguez, J. Carvajal. Recomendaciones para el diagnóstico y manejo de la anemia por déficit de hierro en la mujer embarazada. *Ars Médica Revista de Ciencias Médicas*. 42 1 (2017) 61-67.
- [8] T. Shamah-Levy, S. Villalpando, V. Mundo-Rosas, V. de la Cruz-Góngora, Mejía-F. Rodríguez, I. Méndez. Prevalencia de anemia en mujeres mexicanas en edad reproductiva, 1999-2012. *Salud pública Méx.* 55 2 (2013): S190-S198. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342013000800016&lng=es.
- [9] V. Ballesteros, V Peiffer. Incidencia de anemia en mujeres embarazadas en el Hospital Regional del Rio Gallego, periodo 2009. *Revista de posgrado de la VIa Cátedra de Medicina*. 213 (2012) 9-1.
- [10] B. Gómez-Sánchez I., S. Rosales, L. Agreda, A. Castillo, E. Alarcón-Matutti, C. Gutiérrez. Nivel de hemoglobina y prevalencia de anemia en gestantes según características socio-demográficas y prenatales. *Revista Peruana de Epidemiología* 18 2(2014)1-6.
- [11] J. Iglesias-Benavides, L. Tamez-Garza, I Reyes-Fernández. Anemia y embarazo, su relación con las complicaciones maternas y perinatales. *Medicina Universitaria* 43 11 (2009) 95-98.
- [12] Ministerio de Salud Pública. Guía de Práctica Clínica (GPC). Diagnóstico y tratamiento de la anemia en el embarazo. 1ª ed. Dirección Nacional de Normatización. (2014):9.
- [13] Fistera. Cálculo de muestra. Estimar una proporción.
www.fistera.com/mbe/investiga/9muestras/9muestras2.asp
- [14] Google. Altitud de Cuenca Ecuador.

https://www.google.com.ec/search?dcr=0&source=hp&q=altitud+de+cuenca+ecuador&oq=altitud+&gs_l=psy-ab.1.1.014.2627.5396.0.8779.8.8.0.0.0.0.561.1468.2-2j1j0j1.4.0....0...1.1.64.psy-ab..4.4.1462...0i131k1.O1hgmSpLypc

[15] S. Lazarte, E. Issé. Prevalencia y etiología de anemia en el embarazo. Estudio observacional descriptivo en el Instituto de Maternidad de Tucumán. Rev. Argent. Salud Pública. 28 (2011)28-35.

[16] J. Narváez, R. Herrera, M. Orellana, G. Franco. Prevalencia de Anemia con y sin Hemoglobina ajustada, en parturientas del Hospital Vicente Corral Moscoso. Revista Médica HJCA 42 (2012)181-185.

Prevalencia y factores asociados a disfunción eréctil en diabéticos tipo 2.

Sarmiento, Pablo¹; Castro, Alejandro¹; Roldán José²; Jiménez, Gabriela^{1*}.

¹Unidad de Medicina Interna B, ² Unidad de Farmacología, Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Médicas, Av. 12 de abril y El paraíso 3-52, 010150, Cuenca, Ecuador. gabriela.jimenez@ucuenca.edu.ec

Palabras Claves: disfunción eréctil, diabetes, prevalencia, impotencia

Resumen

La disfunción eréctil (DE) es una consecuencia microvascular y neurológica de la diabetes. **OBJETIVO:** Determinar la prevalencia y factores asociados a DE en diabéticos. Se realizó un estudio transversal analítico con 212 diabéticos ambulatorios. Se analizó edad, instrucción, años de evolución, control glucémico e hipertensión arterial. La DE se estableció mediante Índice Internacional de Función Eréctil (IIEF-5). Se utilizó: frecuencia, porcentaje, media y desvío estándar; chi cuadrado con una $p < 0,05$; odds ratio ajustado mediante regresión logística. **RESULTADOS:** El 93,1% de los pacientes resentió DE. Los ≥ 45 años, la escolaridad baja o nula y un tiempo de evolución ≥ 5 años aumentaron la probabilidad de desarrollarla en 2,4, 2,2, 2,7 ocasiones, respectivamente. **CONCLUSIONES:** La prevalencia de DE fue alta. Los factores asociados fueron edad, baja escolaridad y tiempo de evolución de la diabetes. Se recomienda aplicar el IIEF-5 en pacientes diabéticos y dar relevancia a la salud sexual.

Introducción

Dentro de las consecuencias de la diabetes está la DE, que genera inconvenientes fisiológicos y psicológicos. Su prevalencia oscila entre el 20 al 70%; y puede iniciar 10 o 15 años antes que en los no diabéticos, razón por la cual, se la considera un signo temprano de diabetes, sobretodo en hombres menores de 45 años[1]. Según la Massachusetts Medical Society, la posibilidad o riesgo de que un paciente diabético sufra de DE es 3 veces mayor, comparado con un paciente que no la padece[2]. Asociado a la diabetes existen otros factores capaces de desarrollar esta condición; tales como, medicamentos o abuso de sustancias, que se estima pueden provocar hasta el 25% de los casos[3]. Se ha observado además, una relación con la enfermedad cardiovascular, dado que la DE es muy frecuente en pacientes que han sufrido infarto agudo de miocardio [4]. Las hipótesis que relacionan la diabetes con la DE incluyen insulinoresistencia, hipogonadismo, daño endotelial y neurológico.

Los factores asociados, según estudios, son la edad, la instrucción, el tiempo de evolución de diabetes, el control glucémico y la hipertensión arterial (HTA) [5, 6]. En nuestro medio no existe información sobre la frecuencia de DE en pacientes diabéticos, lo que demuestra el poco interés que suele darse a la esfera sexual, teniendo en cuenta que, además de intervenir en la calidad de vida de los individuos, puede ser un marcador precoz de enfermedad cardiovascular y coronaria.

Objetivo

Determinar la prevalencia y factores asociados a DE en pacientes con diabetes tipo 2.

Métodos

Se realizó un estudio analítico transversal, con un universo de 480 pacientes diabéticos que acudían al servicio de consulta externa de Endocrinología del Hospital Vicente Corral Moscoso (HVCN), de ellos se tomó una muestra de 212 diabéticos, y se realizó un muestro no probabilístico secuencial. Los criterios de inclusión fueron: pacientes diabéticos varones, con historia clínica del HVCN, que sean atendidos en el servicio de consulta externa. Por otra parte, los criterios de exclusión fueron: pacientes con discapacidad física o intelectual que les impida llenar formularios, aquellos que consuman fármacos que alteren la respuesta sexual y pacientes que no firmen el consentimiento informado para la investigación.

La variable a analizar fue DE y las variables independientes: edad, instrucción, años de evolución, control glucémico e HTA. Se diseñó un formulario para la recolección de datos, al que se adjuntó el IIEF-5, mismo que posee una sensibilidad del 98% y una especificidad del 88% para diagnóstico de DE, previo consentimiento informado. El manejo de la información se hizo de manera confidencial.

En el análisis se utilizó el programa SPSS aplicando estadística descriptiva: frecuencia, porcentaje, media y desvío estándar; para el análisis bivalente se utilizó el chi cuadrado, considerando significativo una $p < 0,05$; y para la intensidad de asociación se calculó el odds ratio (OR) simple, además del OR ajustado mediante regresión logística.

Resultados y Discusión

La edad media fue 58 años. Más de la mitad de la población estudiada tuvo instrucción primaria. En relación a los años de evolución de la enfermedad, el promedio fue 10 años. Con respecto al control glucémico, sólo un 23,6% de las personas mostró valores menores al 7% de hemoglobina glicosilada (HbA1C). El 41,5% de individuos presentó HTA.

Tabla 1. Características sociodemográficas

Variable(s)		N	%
Grupos de Edad	< 30 años	10	4,7%
	30 a 45 años	28	13,2%
	46 a 64 años	99	46,7%
	≥ 65 años	75	35,4%
Instrucción	Ninguna	20	9,4%

	Primaria	120	56,6%
	Secundaria	44	20,8%
	Superior	28	13,2%
Tiempo del Diagnóstico	0 a 5 años	80	37,7%
	6 a 10 años	44	20,8%
	11 a 15 años	42	19,8%
	> 15 años	46	21,7%
Nivel Hb A1C	< 7%	50	23,6%
	7 a 8,99%	74	34,9%
	≥ 9%	88	41,5%
HTA	Sí	88	41,5%
	No	124	58,5%
Total		212	100,0%

El 93,1% de los entrevistados presentaron DE, y el 69,3% disfunción moderada a severa. Un valor muy por encima de las estadísticas reportadas, como el estudio en 2013 por López en Chile, que informó una prevalencia de disfunción eréctil del 55% [2].

Tabla 2. Grados de disfunción eréctil

Variable(s)		N	%
Grado de Disfunción	Sin Disfunción	13	6,1%
	Disfunción leve	54	25,5%
	Disfunción leve-moderada	82	38,7%
	Disfunción moderada	40	18,9%
	Disfunción severa	23	10,8%
Total		212	100,0%

Al analizar los individuos que presentan un grado moderado a severo, comparado con los que no tienen o presentan disfunción leve, se aprecia una mayor frecuencia del problema en los mayores de 45 años (74,4%), nivel de instrucción baja o nulo (75,7%), si el diagnóstico de diabetes fue hace más de 5 años (78,0%), mal control glucémico (72,8%) y antecedentes de HTA (76,1%). Resultando significativa ($p < 0,05$) en las cuatro primeras variables.

Tabla 3. Factores asociados a disfunción eréctil moderada a severa

Variable(s)		Disfunción Eréctil						
		Moderada a Severa		Leve o Ninguna		p valor	OR	IC 95%
		N	%	n	%			
Grupos de Edad	> 45 años	128	74,4%	44	25,6%	0,001*	3,22	1,58 – 6,53
	≤ 45 años	19	47,5%	21	52,5%			
Nivel de Instrucción	baja o nula	106	75,7%	34	24,3%	0,005*	2,36	1,29 – 4,32
	media a alta	41	56,9%	31	43,1%			
Tiempo del Diagnóstico	> 5 años	103	78,0%	29	22,0%	0,000*	2,91	1,59 – 5,31
	≤ 5 años	44	55,0%	36	45,0%			
Control Glucémico	≥ 7%	118	72,8%	44	27,2%	0,047*	1,94	1,004 – 3,76
	< 7%	29	58,0%	21	42,0%			
Hipertensión Arterial	Sí	67	76,1%	21	23,9%	0,071	1,76	0,95 – 3,24
	No	80	64,5%	44	35,5%			
Total		147	69,3%	65	30,7%			

* El estadístico de chi-cuadrado es significativo en el nivel 0.05

Cuando se realiza el análisis multivariable, se aprecia que la edad mayor de 45 años, el tener una instrucción baja o nula y presentar diabetes por más de 5 años aumenta la probabilidad de desarrollar DE moderada a severa en 2.4, 2.2 y 2.7 veces, respectivamente. El hecho que el control glucémico no sea significativo en esta evaluación puede deberse al alto grado de descontrol metabólico presente tanto en los pacientes con DE negativa o leve como en aquellos con un grado moderado a severo.

Tabla 4. Corrección de factores por regresión logística

	B	Error estándar	Wald	gl	Sig.	Exp(B)	IC 95% Inferior	IC 95% Superior
Grupos Edad	0,880	0,386	5,195	1	0,023*	2,410	1,131	5,136
Nivel de Instrucción	0,787	0,329	5,711	1	0,017*	2,197	1,152	4,191
Tiempo del Diagnóstico	0,995	0,326	9,327	1	0,002*	2,706	1,428	5,125
Control Glucémico	0,551	0,360	2,345	1	0,126	1,736	0,857	3,515
Hipertensión Arterial	0,444	0,341	1,700	1	0,192	1,559	0,800	3,039
Constante	-5,797	1,074	29,133	1	0,000	0,003		

* El estadístico es significativo en el nivel 0.05

Lewis [7] en su estudio realizado en Georgia, EEUU; concuerda que el principal factor de riesgo de DE es la edad. Rosales [8] por su parte, en México,

demostró que el grado de primaria incompleta tiene una significancia estadística entre ambas variables. Según Shamnoul[9], la diabetes tiende a producir DE dentro de los primeros 10 años de su diagnóstico en aproximadamente la mitad de los pacientes, y a medida que avanza la enfermedad, la cifra aumenta[10].

Conclusiones

La prevalencia de DE en la muestra estudiada fue alta (93,9%) con un 69,3% de grado moderado a grave. El presente estudio establece que la edad mayor de 45 años, el tener una instrucción baja o nula y presentar diabetes por más de 5 años aumenta la probabilidad de desarrollar un grado moderado a severo de DE.

El cuestionario IIEF-5, debería ser aplicado en todos los pacientes diabéticos para determinar si poseen algún grado de DE. Aquellos con grado moderado y severo deberían ser abordados por un equipo multidisciplinario por las implicancias psicológicas, metabólicas y cardiovasculares que su condición presenta.

Se debería continuar la investigación de la relación entre la DE con otras variables como el hipogonadismo y el riesgo de enfermedad coronaria para fortalecer la terapéutica y la prevención de eventos coronarios.

Referencias

- [1]The National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Disease. Bethesda. [Online].; 2011 [cited 2016 Diciembre21].
- [2]Ceballos M, Alvarez J, Silva J, Mantilla D, Uribe J. Guía de disfunción eréctil. Sociedad Colombiana de Urología. 2015; 1(32)
- [3]Información Farmacoterapéutica de la Comarca. Disfunción Sexual por Fármacos.RevMed INFAC. 2013. 21 (8)
- [4]J Pomerol. Disfunción eréctil en pacientes con enfermedad cardiovascular. Instituto de Andrología y Medicina Sexual. MedClin (Barc). 2008;000(0):0-0
- [5]Lopez Cruz M, Heredia ME, González HR. Disfunción eréctil en portadores de diabetes mellitus tipo 2. Rev. Med. Chile. 2013 Diciembre;141(2)
- [6]Kiskac M, Zorlu M, Cakirca M, Büyükdin B. Frequency and determinants of erectile dysfunction in Turkish diabetic men. Niger J ClinPract. 2015;18(2)
- [7]Lewis RW, Fugl-Meyer KS, Corona G, Hayes RD, Lauman EO, Moreira ED. Definitions, epidemiology, risk factors for sexual dysfunction. J Sex Med. 2010;10(7)
- [8]Rosales Nuñez LA. Disfunción eréctil y disfuncionalidad del subsistema conyugal, en pacientes diabéticos de la unidad de medicina familiar no 75.2013. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/14039/397362.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [9]Shamloul R, Ghanem H. ErectileDysfunction. Lancet. 2013;381(9861).
- [10] Ledón Llanes L, Elías-Calles LC. Afrontamiento al estrés relacionado con la disfunción eréctil en varones con diabetes mellitus tipo 2. Revista cubana de Endocrinología. 2013;24(2)

Niveles de procesamiento de alimentos y calidad de la dieta en consumidores frecuentes y no frecuentes fuera de casa

García García Ana Angélica ^{1*}, Zúñiga Carpio Gabriela Alexandra ¹, Córdova Jimbo Diana Paola ¹, Morillo Argudo Diana Alexandra ¹, Andrade Muñoz Diana Jesús ^{1,2}, Donoso Moscoso Silvana Patricia ^{1,2}, Andrade Tenesaca Dolores Susana ^{1,2}, Ochoa Avilés Angélica María ^{1,2}

1 Departamento de Biociencias, Universidad de Cuenca, Av. 12 de abril y El Paraíso 3-52, Cuenca, Ecuador, ana.garciag@ucuenca.edu.ec

2 Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Cuenca, Av. 12 de abril y El Paraíso 3-52, Cuenca, Ecuador

Palabras Claves: calidad dietaria, comer fuera de casa, niveles de procesamiento de alimentos

Resumen

Comer fuera de casa está relacionado a conductas alimenticias no saludables ricas en grasas y azúcares, y con menos nutrientes. La finalidad de este estudio fue comparar la calidad dietética y niveles de procesamiento de alimentos entre consumidores frecuentes y no frecuentes fuera de casa. Se realizó un estudio transversal en 779 adolescentes de Azuay-Ecuador (2008-2009). Se aplicaron dos recordatorios de 24 horas y se identificaron como consumidores frecuentes aquellos con al menos el 25% de su ingesta energética diaria fuera del hogar. Los niveles de procesamiento se clasificaron según el criterio NOVA brasileño. El 71,9% fueron consumidores frecuentes, y tuvieron un alto consumo energético y de grasas comparado con los consumidores no frecuentes ($p < 0,001$). Los consumidores frecuentes obtuvieron más energía de alimentos procesados y ultra-procesados ($p < 0,001$) que los consumidores no frecuentes. Por tanto, los lugares de preparación de alimentos fuera de casa son claves para establecer políticas nutricionales.

Introducción

La creciente urbanización ha dado lugar a un mayor consumo de comidas preparadas y fuera de casa, especialmente en adolescentes [1]. Este hecho influencia la calidad nutricional de la dieta, ya que el comer fuera de casa se ha asociado a patrones de alimentación poco saludables ricos en alimentos procesados y ultra-procesados, lo que contribuye a problemas crónicos de salud, en especial al desarrollo de sobrepeso/obesidad [2, 3]. En Ecuador, en donde la prevalencia de sobrepeso/obesidad afecta a más del 25% de la población adolescente [4], no se han reportado estudios que analicen las características nutricionales de la dieta en consumidores frecuentes fuera de casa ni que evalúen su dieta de acuerdo al nivel de procesamiento de alimentos. Por tanto, el objetivo de este estudio es comparar la calidad dietética y los niveles de procesamiento de alimentos entre consumidores frecuentes y no frecuentes fuera de casa.

Métodos

Un estudio transversal se efectuó en 779 adolescentes del área urbana (Cuenca) y rural (Nabón) de la provincia del Azuay-Ecuador (2008-2009). En Nabón se invitó a participar a todos los adolescentes de 8vo, 9no y 10mo año de educación básica ($n=173$). En Cuenca, se realizó un muestreo aleatorio por conglomerados en dos niveles (colegios y adolescentes) ($n=606$), para lo cual se calculó el tamaño muestral considerando un 10%

de precisión, un efecto de agrupamiento de 2 y un consumo medio energético estimado por *Segarra E.* de 1700 kcal en adolescentes de Cuenca, Ecuador (datos no publicados, 2006). En el primer nivel, mediante probabilidad proporcional al tamaño de la muestra, 30 colegios fueron seleccionados; y en el segundo nivel, en cada colegio se escogieron aleatoriamente mínimo a 20 estudiantes entre 9 y 18 años. Para estimar la ingesta dietética, se aplicaron 2 recordatorios no consecutivos de 24 horas [5].

El comer fuera de casa se definió cuando los alimentos se prepararon en cualquier lugar diferente de la casa del estudiante, familiar o amigos [1]. Los participantes fueron clasificados como consumidores frecuentes si obtuvieron $\geq 25\%$ de su ingesta diaria de energía fuera del hogar; mientras que los que obtuvieron $< 25\%$ de la ingesta diaria de energía fuera del hogar, fueron identificados como consumidores no frecuentes [6, 7].

Los niveles de procesamiento de alimentos se clasificaron, según la clasificación NOVA brasileña [8] en:

Alimentos no procesados o mínimamente procesados: de origen vegetal o animal consumidos directamente después de la cosecha o acopio, o que han sido procesados físicamente sin cambiar las propiedades nutricionales de los alimentos originales, por ejemplo, frutas, legumbres, leche, tubérculos, etc.

Ingredientes culinarios: productos extraídos de alimentos enteros mediante transformaciones físicas y químicas, normalmente no consumidos de forma sola, sino añadidos a preparaciones o productos para realzar el sabor, como azúcar, sal, aceites, etc.

Alimentos procesados: fabricados con adición de ingredientes culinarios y con cierto procesamiento para preservar su atractivo y sabor agradable, pero que sus alimentos originales son todavía reconocibles en el producto final, aunque no se puedan reconstituir a partir de ellos, por ejemplo, enlatados, queso, carnes salteadas y ahumadas, etc.

Alimentos ultra-procesados: elaborados a partir de derivados alimenticios, con pocos o ningún contenido de alimentos completos, creados para ser duraderos, apetecibles y listos para comer o calentar. Son irreconocibles de los alimentos originales, por ejemplo, bebidas azucaradas, pasteles, snacks, dulces, etc.

El análisis estadístico fue realizado en STATA 12.0 (College Station, TX, USA). Se utilizó la prueba t de student (nivel de significancia del 95%) para comparar la ingesta media energética diaria, la densidad energética, el % de energía de macronutrientes y el consumo de sodio y calcio (Ca) en mg, así como el % de ingesta energética en los diferentes niveles de procesamiento, entre los consumidores frecuentes y no frecuentes fuera de casa.

Resultados y discusión

Casi 2/3 de los participantes (71,9%) se clasificaron como consumidores frecuentes fuera de casa, similar a lo obtenido en adolescentes en Vietnam (72,7%), un país de ingresos medios semejante al nuestro [9]. No obstante, estas cifras son sólo un poco inferiores a las encontradas en países industrializados como Irlanda en donde se halló un 77.3% de consumidores frecuentes fuera de casa entre 5-12 años [10].

El consumo de energía total (1927,8 kcal vs 1825,2 kcal, $p=0,01$), densidad energética (1,82 kcal/g frente a 1,62 kcal/g, $p<0,05$), grasa total (24,7% frente a 22,1%; $p<0,05$) y Ca (510,2 mg vs 436,8 mg, $p<0,05$), fue más alta entre los consumidores frecuentes fuera de casa, comparados con los consumidores no frecuentes. Estos datos concuerdan con una revisión sistemática a nivel internacional, a excepción del consumo de Ca, el cual reporta una menor ingesta en los consumidores frecuentes [1]. Esta discrepancia con la literatura puede deberse a que la mayoría de países considerados en dicha revisión son

desarrollados, mientras que el Ecuador constituye un país en desarrollo. Esta mayor ingesta de Ca en los consumidores frecuentes podría estar influenciada por la incorporación, en la alimentación escolar, de alimentos y bebidas fortificados con micronutrientes a través del Programa de Alimentación Escolar ejecutado por el Ministerio de Educación desde 1999 [11]; sin embargo, las cifras en este estudio no llegan a cubrir los requerimientos nutricionales (referenciados en 1100 mg/día) [12].

Además, los consumidores frecuentes obtuvieron menos energía de los alimentos no procesados (48,4% frente a 60,7%, $p < 0,05$) y de ingredientes culinarios (12,3% vs 14,4%, $p < 0,05$), pero más energía de los procesados (4,5% vs 2,2%, $p < 0,05$) y ultra-procesados (34,7% vs. 22,5%, $p < 0,05$) en comparación con los consumidores no frecuentes.

Conclusiones

Un gran porcentaje de nuestra población se clasificó como consumidores frecuentes fuera de casa y su calidad dietética fue considerablemente no saludable. Los consumidores frecuentes fuera de casa consumieron más alimentos procesados y ultra-procesados, los cuales se asocian con el desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles. Por tanto, los lugares de preparación de alimentos fuera de casa deben ser considerados como puntos claves para establecer políticas nutricionales.

Agradecimientos

Se agradece la colaboración de la Universidad de Cuenca, a su Departamento de Investigación (DIUC) y al trabajo realizado por las investigadoras del programa VLIR “Alimentación Nutrición y Salud”.

Referencias

- [1] C. Lachat, E. Nago, R. Verstraeten, D. Roberfroid, J. Van Camp, and P. Kolsteren, "Eating out of home and its association with dietary intake: a systematic review of the evidence," *Obesity Reviews*, vol. 13, no. 4, pp. 329-346, 2012.
- [2] J. Jabs and C. M. Devine, "Time scarcity and food choices: an overview," (in eng), *Appetite*, vol. 47, no. 2, pp. 196-204, Sep 2006.
- [3] Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, Ed. *Guidelines of the Collection of Information on Food Processing through Food Consumption Surveys*. Rome: FAO, 2015, p. 44.
- [4] W. Freire *et al.*, *Tomo I: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de la población ecuatoriana de cero a 59 años. ENSANUT-ECU 2012*, 1era ed. Quito, Ecuador: Ministerio de Salud Pública/Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2014, p. 722.
- [5] R. S. Gibson and E. L. Ferguson, "An interactive 24-hour recall for assessing the adequacy of iron and zinc intakes in developing countries," *Washington, DC: HarvestPlus*, 2008.
- [6] S. Vandevijvere, C. Lachat, P. Kolsteren, and H. Van Oyen, "Eating out of home in Belgium: current situation and policy implications," (in eng), *Br J Nutr*, vol. 102, no. 6, pp. 921-8, Sep 2009.
- [7] P. Orfanos *et al.*, "Eating out of home and its correlates in 10 European countries. The European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) study," (in eng), *Public Health Nutr*, vol. 10, no. 12, pp. 1515-25, Dec 2007.
- [8] C. Monteiro, G. Cannon, R. Levy, R. Claro, and J. Moubarac, "The Food System. Processing. The big issue for disease, good health, well-being. World Nutrition 3: 527-569," ed, 2012.
- [9] C. Lachat *et al.*, "Factors associated with eating out of home in Vietnamese adolescents," (in eng), *Appetite*, vol. 57, no. 3, pp. 649-55, Dec 2011.

- [10] S. J. Burke *et al.*, "An examination of the influence of eating location on the diets of Irish children," (in eng), *Public Health Nutr*, vol. 10, no. 6, pp. 599-607, Jun 2007.
- [11] Subsecretaría de Administración Escolar. (2017, 11 septiembre). *Programa de Alimentación Escolar*. Available: <http://www.pae.gob.ec/>
- [12] FAO/WHO, *Vitamin and mineral requirements in human nutrition*, 2nd ed. Geneva-Suiza: OMS, 2004.

Hipertensión arterial en adultos mayores de la zona urbana de Cuenca

Encalada Lorena ^{1*}, Álvarez Karen ¹, Barbecho Paul ¹, Wong Sara ²

¹ Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de Cuenca, Av. 12 de Abril y Paraíso, Cuenca, Ecuador, 010204.

² Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, Universidad de Cuenca, Av. 12 de Abril y Agustín Cueva, Cuenca, Ecuador, 010201
lorena.encalada@ucuenca.edu.ec

Palabras Claves: Hipertensión arterial, adulto mayor, zona urbana

Resumen

Introducción: La población de adultos mayores se ha incrementado, y con ella las enfermedades crónicas no transmisibles como la hipertensión arterial (HTA), considerada un problema de salud pública.

Objetivo: Determinar la frecuencia de HTA en adultos mayores de parroquias urbanas de la ciudad de Cuenca.

Metodología: Estudio descriptivo en 387 adultos mayores, considerándose hipertensos luego de dos tomas de presión arterial (PA) separadas por una semana. Se empleó zonas censales de cada parroquia, con muestreo aleatorio simple. Se usó frecuencias, porcentajes, media y desvío estándar. Resultados: La frecuencia de HTA fue 52,5%; 65,1% mujeres; 57,6% entre 65 y 74 años, 41,2% completaron la primaria, 76,4% sin ocupación salarial, 51,2% sin antecedentes familiares de HTA, 40% realizaron actividad física moderada y 41,9% presentaron obesidad.

Conclusión: La frecuencia de HTA en adultos mayores urbanos de Cuenca fue del 52,5% superando las cifras mundiales establecidas para este grupo.

Introducción

En el 2012, la Organización Mundial de la Salud (OMS) informó que a nivel global en las personas mayores de 60 años, una de cada tres sufre de HTA y una de cada diez diabetes, ambas constituyen enfermedades crónicas responsables de la mitad de muertes por infartos y patologías cardíacas [1]. La prevalencia de HTA en este grupo poblacional es menor al 35% en países desarrollados comparados con un 40% en países en vías de desarrollo, una diferencia que se la atribuye al mejor servicio en salud a este grupo etario [2]. En Ecuador, la prevalencia de HTA en población mayor de 50 años es de 38.7 % [3], considerada la segunda causa de muerte (INEC, 2012) [4].

La PA está relacionada con factores como historia familiar, existiendo el 25% de probabilidad de desarrollarla si uno de los padres tiene HTA [5], dicha relación en México fue del 34.3%, correspondiendo 86.2% a la rama materna, evidenciando además que los hombres normotensos tenían un riesgo relativo 2,5 veces mayor de desarrollar HTA futura si tenían un familiar directo hipertenso y 3,8 veces mayor si tenían dos o más familiares con HTA [6].

Un estudio en Colon-Cuba evidencia HTA en hombres 50% y mujeres 38% [7], en Brasil, con mayor frecuencia en hombres [8], y en Ecuador (INEC, 2011) del total nacional de hipertensos el 58,14% fueron hombres y 41,86% mujeres [9].

Las personas con actividad física baja o inactivos tienden a desarrollar HTA por la estrecha relación de ésta con el sobrepeso y obesidad; en Costa Rica, las personas con PA normal con vida sedentaria incrementan el riesgo de padecer HTA entre un 20% y 50%, estimándose que el 60% de los individuos que padecen HTA presentan sobrepeso[10]. Otros estudios establecen que las ocupaciones que requieran esfuerzo físico intenso y continuo pueden elevar las cifras de tensión arterial [11].

El propósito de esta investigación fue determinar la frecuencia de HTA en adultos mayores (AM) de las parroquias urbanas de la ciudad de Cuenca.

Métodos

Estudio descriptivo en 387 adultos mayores (AM) de la zona urbana del cantón Cuenca. Para el muestreo se empleó zonas censales de cada parroquia urbana, según el INEC, y en cada una se realizó un muestreo aleatorio simple. Fueron incluidos AM de 65 años que desearon participar y firmaron el consentimiento informado, excluyéndose a personas con deficiencia mental, con alteración del estado de conciencia, con impedimento físico o evidencia de diabetes.

Fase I: se visitó las viviendas de las personas en estudio. Se tomó la PA según normas JNC 7 con estetoscopio y tensiómetro marca Riester, el encuestado debió estar en reposo 5 minutos previos antes de la toma, de las fases I y V de Korotkoff. Se consideró PA elevada cuando los valores fueron ≥ 140 mmHg para presión sistólica o 90 mmHg para presión diastólica. Se obtuvo índice de masa corporal (IMC) según fórmula: Peso (Kg)/Talla² (m) empleándose balanza y tallímetro de pared HealthOMeter 402LB. Se preguntó sobre: nivel de actividad física según escala IPAQ versión corta [12], ocupación, edad e instrucción. Fase II: se les volvió a realizar una segunda toma después de una semana.

Los datos fueron recolectados por una encuesta realizada por los autores, para control de calidad se realizó una prueba piloto en 30 AM diferentes al grupo de investigación. Se empleó el programa SPSS v15.0, se utilizó distribución de frecuencias, media y desvío estándar. Se obtuvo la autorización de la Comisión de Bioética de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca.

Resultados y discusión

Del total de AM, el sexo femenino (63,6%) fue el más frecuente, con edades prevalentes entre los 65 a 74 años (media $72,7 \pm 7,47$ años) (64,6%); de estado civil casado (55,8%); con nivel de instrucción más frecuente de primaria completa (53,4%) y que mayormente no realizaban ninguna actividad laboral (73,9%). La frecuencia de HTA en los AM fue del 52,5%, con una PA media de 137/83 mmHg, ($\pm 13,9$ para PAS y $\pm 8,3$ para PAD) cifras similares a Colombia (69,06%) [13] y Venezuela (51,85%) [14], superando a los valores establecidos a nivel nacional (38,7%) [3]. Según la clasificación de JNC 7, la HTA en estadio 1 fue la más frecuente (48,5%) (Tabla 1).

Tabla 19: .Valores de presión arterial de adultos mayores urbanos de Cuenca según JNC 7

Clasificación de la presión arterial	n=387	100%
Normal	100	25,8
Prehipertensión	84	21,7
HTA estadio 1	188	48,5
HTA estadio 2	15	4

Del total de AM hipertensos el 65,1% fueron mujeres, valores comparables a España (70,4%) [15], pues con el aumento de la edad, la mujer pierde su factor protector vascular, los estrógenos. La HTA fue más frecuente entre 65 a 74 años de edad (57,6%) al igual que en Colombia y Venezuela[14], con nivel escolar de primaria completa (41,2%), evidenciándose una relación inversamente proporcional, puesto que a mayor cifras de PA los AM hipertensos tuvieron menor grado de escolaridad, resultados comparables a un estudio en América Latina, con prevalencias de HTA que aumentaron del 19% en personas con menor nivel de instrucción, a 50% en los carentes de instrucción[16]. Los AM hipertensos fueron en su mayoría económicamente no activos (76,4%) (Tabla 2).

El 44,8% de hipertensos tuvieron algún familiar con HTA, cifra inferior a la demostrada en un estudio realizado en Chile quienes demostraron un 58% de antecedentes familiares de HTA [17]; el 40% mantenían un nivel moderado de actividad física, mientras que el 26,6% tuvieron bajo nivel de actividad física o eran inactivos, el 41,9% fueron obesos y el 40,9% con sobrepeso (Tabla 3), cifras similares a Venezuela (50%) [14]. La PA promedio de acuerdo a la edad tuvo una media mayor en el grupo adulto mayor mayor (75 a 84 años) con 140/84 mmHg. Durante la ejecución del proyecto se evidenció un número de 30 nuevos pacientes diagnosticados de HTA, a quienes se georeferenció a sus respectivos centros de salud.

Tabla 2: Frecuencia de HTA en adultos mayores urbanos de Cuenca según características sociodemográficas.

Variable		HIPERTENSIÓN ARTERIAL				Total	
		SI		NO		n=387	100%
		n=203	100%	n=184	100%		
Sexo	Masculino	71	34,9	70	38	141	36,4
	Femenino	132	65,1	114	62	246	63,6
Edad	Adulto Mayor Joven	117	57,6	133	72,3	250	64,6
	Adulto Mayor Mayor	61	30	40	21,7	101	26,1
	Longevo	25	12,4	11	6	36	9,3
Estado civil	Soltero	26	55,3	21	44,7	47	12,1
	Casado	104	48,1	112	51,9	216	55,8
	Divorciado	21	53,8	18	46,2	39	10,1
	Unión libre	2	50	2	50	4	1,0
	Viudo	50	61,7	31	38,3	81	20,9
Instrucción	Primaria incompleta	69	34,3	53	28,8	122	31,5
	Primaria completa	84	41,2	53	28,8	137	35,4
	Secundaria incompleta	18	8,8	17	9,2	35	9,0
	Secundaria completa	21	10,3	34	18,5	55	14,2
	Superior Incompleta	3	1,5	5	2,7	8	2,1
	Superior completa	8	3,9	15	8,2	23	5,9
Ocupación Laboral	Activo	48	23,6	66	35,9	114	29,5
	No activo	155	76,4	118	64,1	273	70,5

Tabla 3. Frecuencia de HTA de adultos mayores urbanos de Cuenca según factores modificables y no modificables.

Variable		Hipertensión Arterial				Total	
		SI		NO		n=387	100%
		n=203	100%	n=184	100%		
Antecedentes familiares de HTA	Si	99	44,8	63	34,3	162	41,9
	No	104	51,2	121	65,8	225	58,1
Actividad física	Nivel alto	76	37,4	98	53,3	174	45,0
	Nivel moderado	81	40	63	34,2	144	37,2
	Nivel bajo	46	26,6	23	12,5	69	17,8
Estado nutricional	Bajo	0	0	2	1,1	2	0,5
	Normal	34	17,2	38	20,7	72	18,6
	Sobrepeso	83	40,9	87	47,2	170	43,9
	Obesidad	85	41,9	57	31	142	36,7

Conclusiones

Con estos resultados se determina la importancia del reconocimiento temprano de la HTA, en este grupo poblacional, que debe ser fundamental en los programas de educación sanitaria básica orientados a su prevención, pues se puede trabajar con factores modificables como es su actividad física y su condición nutricional.

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado gracias al financiamiento de la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca (DIUC) y al Proyecto Prometeo de la SENESCYT.

Referencias

- [1] Organización Mundial de la Salud. [Internet]. Washington: Reducción del consumo de sal en la población. OMS. 2007 [Citado 12 de Julio del 2017]. Disponible en: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/salt-report-SP.pdf?ua=1>
- [2] Instituto nacional de estadística y geografía México. [Internet]. Aguascalientes: Estadísticas a propósito del día mundial de la salud (07 de abril). AGS. 2015 [citado 17 de febrero del 2016]. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2015/salud0.pdf>
- [3] Organización Mundial de la Salud. [Internet]. Ginebra: Global Health Observatory Data Repository OMS 2010. [citado 2016 Feb 11] Available from :<http://apps.who.int/gho/data/view.main>
- [4] Instituto nacional de estadísticas y censos. Nacimientos y defunciones generales y fetales. INEC. [Internet]. 2012 Abril [citado el 22 de febrero de 2016] :[cerca 2 p.]. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/nacimientos-y-defunciones-2012/>
- [5] Lemus Valdéz M. Agrupación familiar para la hipertensión arterial en un consultorio del Policlínico "19 de Abril" Plaza de la Revolución. Genética comunitaria y enfermedades complejas [Internet]. 2014 [citado 22 de febrero de 2016]:[cerca 2 p.] Disponible en: <http://geneticacomunitaria2014.sld.cu/index.php/geneticacomunitaria/2014/paper/view/633>
- [6] Guerrero-Romero JF, Rodríguez-Morán M. Prevalencia de hipertensión arterial y factores asociados en la población rural marginada. Salud Pública Mex 1998;40:339-346. Disponible en: <http://www.scielosp.org/pdf/spm/v40n4/Y0400406.pdf>
- [7] Acosta Rodríguez L, Molero Segura M. Caracterización de la hipertensión arterial en los ancianos de un área de salud de Manzanillo. Hospital Clínico Quirúrgico Granma. 2001 [citado el 22 de mayo del 2015]. Disponible en: http://www.sld.cu/galerias/pdf/servicios/hta/caracterizacion_de_la_hipertension_arterial_en_los_ancianos_de_un_area_de_salud_de_manzanillo.pdf

- [8] Nigro D, Vergottini J, Kuschnir E, Bendersky M, Campo I. Epidemiología de la hipertensión arterial en la ciudad de Córdoba. Rev Fed Arg Cardiol. 1999 [citado el 18 febrero 2015]. ;28:69-75.. Disponible en: <http://www.fac.org.ar/revista/99v28n1/nigro/nigro.htm>
- [9] INEC. Población y demografía base de datos de censo 2010. [Citado 23 febrero 2015] Disponible en: www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-2010
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75232004000200001&lang=pt
- [10] Caja Costarricense de Seguro Social. Guías para la Detección, Diagnóstico y Tratamiento de la Hipertensión Arterial en el Primer Nivel de Atención. 2009. [citado 10 abril de 2015] Disponible en: <http://www.binasss.sa.cr/libros/hipertension09.pdf>
- [11] F.. González F, Jiménez A, Quevedo E, Guzmán R. Correlación de sobrepeso y obesidad con la presión arterial en adultos mayores en una unidad de primer nivel en Tabasco. Horizonte Sanitario.2015. [citado el 20 de Junio del 2017];14(1):[cerca de 4 p.] Disponible: <http://www.revistas.ujat.mx/index.php/horizonte/article/view/799/683>
- [12] Chimbo JC, Chuchuca, AJ, Encalada LE, Wong S. Nivel de actividad física medida a través del Cuestionario Internacional de Actividad Física, en Adultos Mayores de las parroquias urbanas de Cuenca-Ecuador, 2015. Revista de la Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de Cuenca. 2016; 34(2), 51-56.
- [13] Guzmán L, Durán M. Hipertensión arterial en el adulto mayor: caracterización clínica epidemiológica. . Portales Médicos.com. 2009. [citado el 21 de Junio del 2017]; [cerca de 3 p.]Disponible en :<http://www.portalesmedicos.com/publicaciones/articles/2539/1/Hipertension-arterial-en-el-adulto-mayor.-Caracterizacion-clinica-epidemiologica>.
- [14] Brito A, Ledesma N. Hipertensión arterial y su relación con el deterioro cognitivo en adulto del Monte. Universidad de Oriente. Venezuela. 2010. Disponible en <http://ri.bib.udo.edu.ve/bitstream/123456789/2218/1/46%20Tesis.%20WG9%20D542h.pdf>.
- [15] Morón S. La hipertensión arterial en la población mayor de 55 años que viven en Zaragoza: prevalencia, características y relación con la existencia de psicopatología (especialmente deterioro cognitivo y demencia) y discapacidad. Universidad de Zaragoza. España. 2013. Disponible en :<https://zaguan.unizar.es/record/12521/files/TESIS-2013-087.pdf>
- [16] Sánchez, R. et al. Guías Latinoamericanas de Hipertensión Arterial. Rev Chil Cardiol [online]. 2010, vol.29, n.1 [citado 2017-07-22], pp.117-144. Disponible en: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-85602010000100012&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0718-8560. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-85602010000100012>.
- [17] Pérez B, Francisco et al. Prevalencia de obesidad, hipertensión arterial y dislipidemia en grupos aborígenes rurales de Chile. Rev. méd. Chile [online]. 1999, vol.127, n.10 [citado 2017-07-22], pp.1169-1175. Disponible en: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98871999001000003&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0034-9887. <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98871999001000003>.

Prueba en saliva para determinar la deficiencia de la enzima DPD, para identificar a los pacientes con riesgo de toxicidad severa por el uso de fluoropirimidinas, una herramienta de fácil uso en pacientes con tumores gastrointestinales. Hospital de Clínicas de Porto Alegre

Andrade Aa c d. Schwartzmann G a, Linden R b, M Antunesb, F Spilkib

a Departamento de Oncología, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Universidad Federal de Rio Grande do Sul, Porto Alegre- RS, Brasil.

b Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Feevale, Novo Hamburgo- RS, Brasil.

c Hospital de Solca – Cuenca Ecuador

d Universidad de Cuenca

RESUMEN

El cáncer es una enfermedad de alta incidencia y mortalidad a nivel mundial, y se encuentra considerada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) entre las cinco principales causas de muerte en el mundo. 1,2,3,4

La quimioterapia es uno de los pilares en el tratamiento de los tumores, las fluoropirimidinas (5 Fluoracilo y Capecitabina) son un grupo de quimioterápicos utilizados en el tratamiento de los tumores gastrointestinales y de uso diario por los médicos oncólogos. La enzima dihidropirimidina deshidrogenasa (DPD) es la principal responsable por la degradación de las fluoropirimidinas, sin embargo existen diferencias genéticas y fenotípicas de los pacientes que llevan a un funcionamiento variado de la enzima lo que puede producir efectos adversos graves debido al acúmulo de estos quimioterápicos. 5,6,7,8 Recientemente se demostró que el 70% de las toxicidades graves y 80% de las muertes a causa de los efectos secundarios de las fluoropirimidinas está relacionado con la deficiencia de la enzima DPD. Desafortunadamente, no hay ninguna prueba de rutina en la práctica médica para identificar a los pacientes de alto riesgo de tener toxicidad grave por el uso de fluoropirimidinas. 7,8, 9,10,11,12

Actualmente existen algunas técnicas para identificar la deficiencia de la enzima DPD entre ellas, la evaluación genética que permite rastrear las mutaciones estudiadas del gen DPYD, pero tiene como limitante que existen varias mutaciones que aún no son conocidas por tanto este método es de bajo valor predictivo y con costos muy altos. 13,14,15

En los últimos 3 años se han propuesto métodos más simples y baratos para la determinación de la enzima DPD, como lo es la determinación de la razón dihidrouracil (UH2) – uracil (U), ya que normalmente en todas las personas se da la transformación del uracil en dihidrouracil por medio de la enzima DPD, y el método que puede realizar la medición de estos metabolitos es la cromatografía líquida que se puede aplicar en fluidos como el plasma y la saliva 16,17,18,19,20

El objetivo de este trabajo fue evaluar la efectividad de los métodos para verificar la deficiencia de la enzima DPD en los pacientes con tumores gastrointestinales tratados con fluoropirimidinas del Hospital de Clínicas de Porto Alegre.

Además desarrollar una técnica fácil y económica para latinoamérica que pueda ser usada de rutina por los médicos que usan las fluoropirimidinas.

Métodos

Antes de la terapia con fluoropirimidinas en pacientes con tumores gastrointestinales se obtendrá una muestra de saliva y por medio del kit salitest se evaluarán los niveles de uracil (U) y dihidrouracilo (UH2) mediante Cromatografía líquida de alta eficiencia. Para el genotipo fueron extraídas muestras de sangre en ayunas de los pacientes participantes de la cual se obtenía por centrifugación el plasma, el cual por sistema automatizado de extracción de ADN Magna Pure Compact® (Roche Diagnostics), a través de reacción en cadena de polimerasa en tiempo real PCR se identificará los polimorfismos de los genes de la enzima DPD, entre los que se conocen son los causantes de los efectos adversos, siendo (DPYD)1905+1 G>A (DPYD 2), 2846A>T (DPYD 9B) e 1679T>G (DPYD 7) los conocidos. Para la toxicidad por las fluoropirimidinas se usará la clasificación de la OMS.

Resultados

Fueron estudiados 60 pacientes con diagnóstico de cáncer gástrico, colorrectal, páncreas, que tenían planificado iniciar tratamientos adyuvantes, neoadyuvantes o paliativos con 5 FU en esquemas infusionales, bolos o esquema oral con Capecitabina. En 21 pacientes (35%) se documentó toxicidad severa. En ellos, no se identificó ningún portador de polimorfismos para el gen DPYD. Las relaciones metabólicas UH2 / U en saliva tienen una mayor correlación con el grado de toxicidad en comparación con el plasma (r_s 0.52 vs 0.28). Se estableció un límite de 1,16 para la relación UH2 / U salival (AUC 0,84) con una sensibilidad del 86% y una especificidad del 77% para la identificación de la toxicidad del grado 3-4. Un corte de plasma de 4,0 (AUC 0,75) reveló una sensibilidad del 71% y una especificidad del 76%. Además, la saliva se fue aplicada en papel de filtro (dispositivo de saliva seca DSS) y se envió al laboratorio por correo ordinario. Fue patentado de nuestra parte el salitest kit que fue desarrollado en Brasil. En la tabla 1 podemos observar que los pacientes con toxicidad grave se puede identificar un metabolismo deficiente de la enzima DPD por medio de la razón UH2/U, siendo más sensible y estable estos metabolitos en saliva en relación al plasma. Y que también es ratificado en la figura 1 por medio de la curva ROC donde se evidencia que la saliva es un mejor método para identificar la deficiencia de la enzima DPD.

Conclusiones

De los métodos conocidos para evaluar la funcionalidad de la enzima DPD el genotipo DPYD no identificó polimorfismos que justifiquen la deficiencia severa de la enzima. Pero el método que evaluó la razón de los metabolitos UH2 / U en la saliva y el plasma mostraron suficiente sensibilidad y especificidad para determinar los pacientes que tienen mayor riesgo de tener efectos secundarios graves. Las muestras de saliva seca podría ser unaherramienta útil a los oncólogos médicos que trabajan en sitios distantes, para enviar las muestras por correo normal, con resultados disponibles en una semana. Con lo que podemos evitar toxicidades graves en los pacientes de usan fluoropirimidinas. Pudimos desarrollar un nuevo método que en la actualidad fue patentado en Brasil y que esperamos replicarlos en nuestro país

Palabras Claves

Fluoropirimidinas, Dihidropirimidina Deshidrogenasa (DPD), Cromatografía líquida.

Referencias

- 1) Organização Mundial da Saúde. Cause-specific mortality: regional estimates for 2008. Genebra, 2011. Disponível em: http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/estimates_regional/en/index.html
- 2) Organização Mundial da Saúde. Causes of death 2008: data sources and methods. Genebra, 2011. Disponível em: http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/cod_2008_sources_methods.pdf
- 3) I Brasil. Ministério da Saúde, Instituto Nacional do Câncer. [Internet]. Rio de Janeiro: INCA. Estimativa 2012: Incidência de Câncer no Brasil. Disponível em: <http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/inca/portal/home>.
- 4) The Free Merriam – Webster Dictionary. **Fluorouracil - Definition and More**. Retrieved 2014; 11-19.
- 5) Blaschke M, Cameron S, Emami K, Blumberg J, Wegner U, Nischwitz M, et al. **Measurement of 5-FU plasma levels in patients with advanced cancer: correct approach to practical procedures is essential**. Int J Clin Pharmacol Ther 2011;49(1):83-5.
- 6) Breda M, Barattè S. **A review of analytical methods for the determination of 5-fluorouracil in biological matrices**. Anal Bioanal Chem 2010;397(3):1191-201.
- 7) Cordier PY, Nau A, Ciccolini J, Oliver M, Mercier C, Lacarelle B, et al. **5-FU-induced neurotoxicity in cancer patients with profound DPD deficiency syndrome: a report of two cases**. Cancer Chemother Pharmacol 2011;68(3):823-6.
- 8) Lee A, Ezzeldin H, Fourie J, Diasio R. **Dihydropyrimidine dehydrogenase deficiency: impact of pharmacogenetics on 5-fluorouracil therapy**. Clin Adv Hematol Oncol 2004;2(8):527-32.
- 9) Gamelin E, Delva R, Jacob J, Merrouche Y, Raoul JL, Pezet D, et al. **Individual fluorouracil dose adjustment based on pharmacokinetic follow-up compared with conventional dosage: results of a multicenter randomized trial of patients with metastatic colorectal cancer**. J Clin Oncol 2008;26(13):2099-105.
- 10) Loganayagam A, Arenas-Hernandez M, Fairbanks L, Ross P, Sanderson JD, Marinaki AM. **The contribution of deleterious DPYD gene sequence variants to fluoropyrimidine toxicity in British cancer patients**. Cancer Chemother Pharmacol 2010;65(2):403-6.
- 11) Schwab M, Zanger UM, Marx C, Schaeffeler E, Klein K, Dippon J, et al. **Role of genetic and nongenetic factors for fluorouracil treatment-related severe toxicity: a prospective clinical trial by the German 5-FU Toxicity Study Group**. J Clin Oncol 2008;26(13):2131-8.
- 12) van Staveren MC, Theeuwes-Onk B, Guchelaar HJ, van Kuilenburg AB, Maring JG. **Pharmacokinetics of orally administered uracil in healthy volunteers and in DPD-deficient patients, a possible tool for screening of DPD deficiency**. Cancer Chemother Pharmacol 2011;68(6):1611-7.
- 13) Afzal S, Gusella M, Vainer B, Vogel UB, Andersen JT, Broedbaek K, et al. **Combinations of polymorphisms in genes involved in the 5-Fluorouracil metabolism pathway are associated with gastrointestinal toxicity in chemotherapy-treated colorectal cancer patients**. Clin Cancer Res 2011;17(11):3822-9.

- 14) Deenen MJ, Meulendijks D, Cats A, Sechterberger MK, Severens JL, Boot H, Smits PH, Rosing H, Mandigers CM, Soesan M, Beijnen JH, and Schellens JH. **Upfront Genotyping of DPYD*2A to Individualize Fluoropyrimidine Therapy: A Safety and Cost Analysis.** J Clin Oncol 2016, 34 (3) 227 – 234.
- 15) Yang CG, Ciccolini J, Blesius A, Dahan L, Bagarry-Liegey D, Brunet C, et al. **DPD-based adaptive dosing of 5-FU in patients with head and neck cancer: impact on treatment efficacy and toxicity.** Cancer Chemother Pharmacol 2011;67(1):49-56.
- 16) Alnaim L. Individualization of 5-Fluorouracil in the Treatment of Colorectal Cancer. SRX Pharmacology 2010;2010:1-12.
- 17) Cordier PY, Nau A, Ciccolini J, Oliver M, Mercier C, Lacarelle B, et al. 5-FU-induced neurotoxicity in cancer patients with profound DPD deficiency syndrome: a report of two cases. Cancer Chemother Pharmacol 2011;68(3):823-6.
- 18) Blaschke M, Cameron S, Emami K, Blumberg J, Wegner U, Nischwitz M, et al. Measurement of 5-FU plasma levels in patients with advanced cancer: correct approach to practical procedures is essential. Int J Clin Pharmacol Ther 2011;49(1):83-5.
- 19) Gamelin E, Delva R, Jacob J, Merrouche Y, Raoul JL, Pezet D, et al. Individual fluorouracil dose adjustment based on pharmacokinetic follow-up compared with conventional dosage: results of a multicenter randomized trial of patients with metastatic colorectal cancer. J Clin Oncol 2008;26(13):2099-105.
- 20) Carlsson G, Odin E, Gustavsson B, Wettergren Y. Pretherapeutic uracil and dihydrouracil levels in saliva of colorectal cancer patients are associated with toxicity during adjuvant 5-fluorouracil-based chemotherapy. Cancer Chemother Pharmacol 2014 august 8.

ANEXOS

Table 1

Table 1. Uracil, dihydrouracil and [UH₂]/[U] metabolic ratios in plasma and saliva samples, according to adverse events grade, data are represented as median (25 and 75 percentiles) (N=60). P value as Kruskal-Wallis test ($\alpha = 0.05$)
 (a.b.same letter in the column do not differ in at 5 % of significance)

Figure 1. Receiver operating characteristics (ROC) curves of [UH₂]/[U] plasma and salivary metabolic ratios to identify patients with 5-FU-related severe toxicity



**DECLARAÇÃO DE COTITULARIDADE DE INVENTORES COM
PERCENTUAIS DIFERENTES**

OBJETO: KIT E MÉTODO PARA TESTE DE DEFICIÊNCIA DA ENZIMA DPD PARA PACIENTES EM
TRATAMENTO COM FLUOROPIRIMIDINAS

Figure 2

Plataforma de análisis de arritmias en Unidad de Cuidados Intensivos

Llavisaca, Christian M. 1 , Mejía, Carlos E. 1 , Mejía Pedro A. 1 , Wong, Sara. 2

¹ Escuela de Electrónica y Telecomunicaciones, Universidad de Cuenca, Av. 12 de Abril & Agustín Cueva, Cuenca – Ecuador.

² Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, Universidad de Cuenca, Av. 12 de Abril y Agustín Cueva, Cuenca, Ecuador, 010201

Palabras Claves: ECG, frecuencia cardiaca, alarmas, arritmia, UCI, CSP

Resumen

Este trabajo presenta el desarrollo y evaluación de una plataforma basada en la estimación de la frecuencia cardiaca para la clasificación de arritmias malignas presentes en sujetos recluidos en una Unidad de Cuidados Intensivos. Se utilizó la base de datos disponibles para el reto PhysioNet/Computing in Cardiology 2015. El resultado del algoritmo basado en la frecuencia cardiaca tiene alta sensibilidad, pero muy baja especificidad. Por lo cual la detección de falsas arritmias en función de este único parámetro parece no ser un enfoque adecuado para la reducción de falsas alarmas en una UCI, sin embargo la plataforma puede ser utilizada con fines de docencia e investigación, se espera que pueda ser usado por experto en ECG para anotar otras bases de datos.

Introducción

Las falsas alarmas en una UCI (Unidad de Cuidados Intensivos) producen una serie de molestias a las personas debido a que pueden generar una interrupción en la atención, que repercute tanto en el paciente y en el personal clínico. La tasa de falsas alarmas es muy alta y solo un bajo porcentaje (2% a 9%) requieren atención importante del paciente [1]. Es por ello que optimizar los algoritmos para la detección de falsas alarmas constituye una importante tarea para mejorar el ambiente clínico.

Basado en esta problemática el desafío del año 2015 de PhysioNet/Computing in Cardiology planteó como temática el desarrollo de algoritmos para mejorar el desempeño de las alarmas de la UCI, centrado en cinco tipos de arritmia que son potencialmente mortales. Los participantes recibieron señales de electrocardiogramas (ECG) de pacientes incluidos en una UCI identificados con cada una de las cinco patologías. El reto consistió en diseñar un algoritmo para determinar cuáles de estas alarmas representaban verdaderos positivos, basándose únicamente en la información disponible antes de que se active la alarma. Existe la posibilidad de que las señales puedan ser afectadas por factores como el ruido, movimiento del paciente, las desconexiones de cables o simplemente la mala identificación de las características del ECG [2].

Dentro del marco del proyecto final de la optativa de Procesamiento de Señales Biomédicas que es parte de la Escuela de Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad de Cuenca, este trabajo presenta el desarrollo y evaluación de una plataforma basada en la estimación de la frecuencia cardiaca para la clasificación de diferentes arritmias, usando la base de datos disponibles para el reto del PhysioNet/Computing in Cardiology 2015.

Métodos

Esencialmente, hay tres enfoques técnicos para ayudar a reducir las falsas alarmas: (1) Mejorar la extracción de la señal (prevención o detección de artefactos); (2) la mejora de algoritmos para la generación de la alarma; (3) la mejora de la validación de alarma. Un algoritmo para la generación de la alarma se puede basar en un único parámetro (por ejemplo, ritmo cardiaco o la presión arterial media) o de varios parámetros simultáneamente (por ejemplo, ritmo cardiaco, saturación de oxígeno). La mayoría de los dispositivos están equipados con alarmas en función de un solo parámetro [3].

Este trabajo se basa en un único parámetro, a partir de los valores de la frecuencia cardiaca se clasifica el tipo de arritmia presente en los registros. En base a esta clasificación implementó una interfaz en la plataforma Matlab 2016.

En la Figura 1, se muestra las etapas del algoritmo para la detección de arritmias, a continuación se describe cada una de las etapas.



Figura 25. Comprobación de la Configuración

- **Detector de Pam-Tompkins:** Esta etapa es la encargada de obtener la serie RR, a partir del registro ECG, para ello aplicamos un detector de Pam-Tomkins [7].
- **Calculo de la FC:** Esta etapa cumple con la función de calcular la frecuencia cardiaca sobre la serie RR, para ello implementamos la siguiente ecuación:

$$FC = \frac{60 * 1000}{4 * RR} [lpm] \quad (1)$$

FC: frecuencia cardiaca en ppm (latidos por minuto).

RR: Intervalo RR promedio (ms).

- **Reglas Lógicas:** Esta etapa consiste en 5 reglas lógicas una por cada arritmia. Cada regla evalúa la frecuencia cardiaca, para que un registro apruebe una regla lógica debe cumplir con la característica única de cada arritmia.

Bases de Datos

PhysioNet / CinC Challenge 2015 proporciona los conjuntos de entrenamiento y prueba de datos de alarma de referencia con un total de 1250 registros [1]. Cada registro contiene una de las cinco categorías de alarmas de arritmia ECG críticas, asistolia (ASY), fibrilación / fluctuación ventricular (VFB), bradicardia extrema (EBR), taquicardia extrema (ETC) y taquicardia ventricular (VTA). La duración de cada registro es alrededor de cinco minutos, cada registro puede tener hasta cuatro canales (2 ECGs, ABP (Presión Arterial) y/o PPG (*Fotoplethismograma*), etc.). El conjunto de datos consta de 750 registros, de los cuales 375 son registros cortos y los otros 375 son registros largos. El conjunto de pruebas tiene 250 registros cortos y 250 registros largos [4].

Descripción de arritmias

Asistolia: Ausencia del segmento QRS durante al menos cuatro segundos. En la Figura 2 (a), se puede observar un caso de Asistolia, en la cual no es posible identificar el segmento QRS.

Bradicardia Extrema: (<60 lpm). En la Figura 2 (b), se puede observar que los pulsos son lentos el intervalo RR oscila entre 300ms y 400ms.

Taquicardia Extrema: (>140 lpm). En la Figura 2 (c), se puede verificar un caso de taquicardia extrema, la tasa de pulsos es muy elevada, el segmento RR está alrededor de los 100ms, lo cual corresponde a 150 lpm.

Taquicardia Ventricular: (>100 lpm).

Aleteo Ventricular/Auricular: (250-350 lpm). En la figura 2(d), se puede verificar un casode aleteo ventricular con una tasa de pulsos muy elevada.

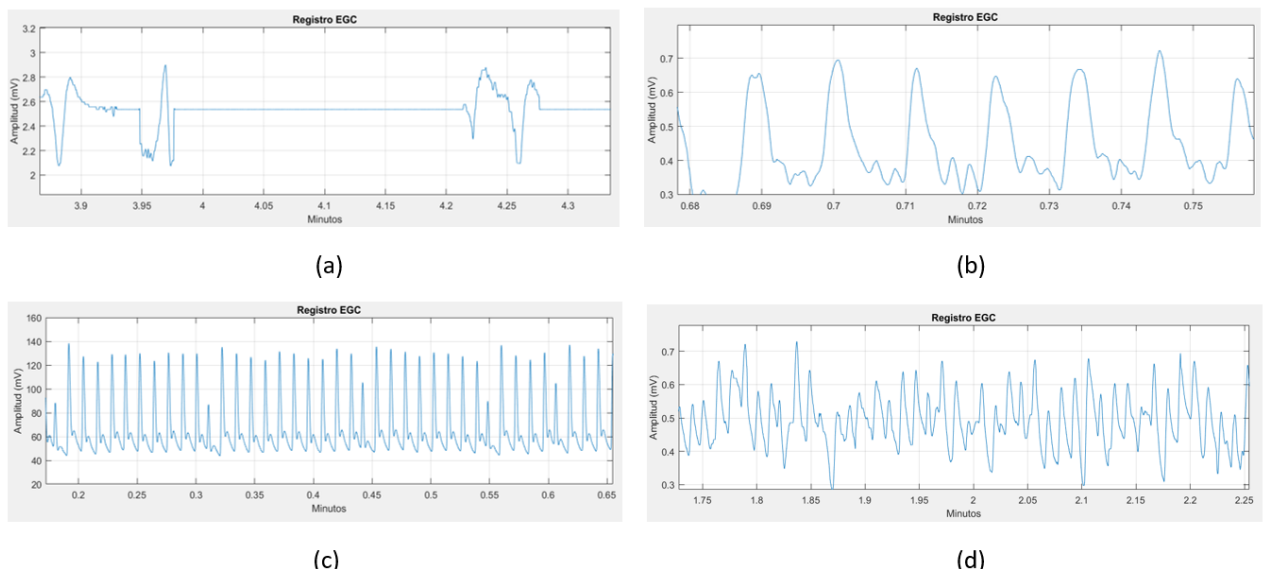


Figura 2. (a) Asistolia, (b) Bradicardia, (c) Taquicardia Extrema, (d) Aleteo ventricular/auricular

Resultados

La interfaz implementada permite analizar cada uno de los registros, consta de dos paneles:

- Panel de registros: Permite seleccionar y cargar cada uno de los registros para su respectivo análisis.
- Panel de Alarmas: Indica si el registro posee algún tipo de arritmia. Este panel muestra los resultados del algoritmo implementado por PhysioNet/Computing in Cardiology 2015 y el algoritmo propuesto por los autores.
- Panel de Anotación: permite ingresar las anotaciones de los expertos.

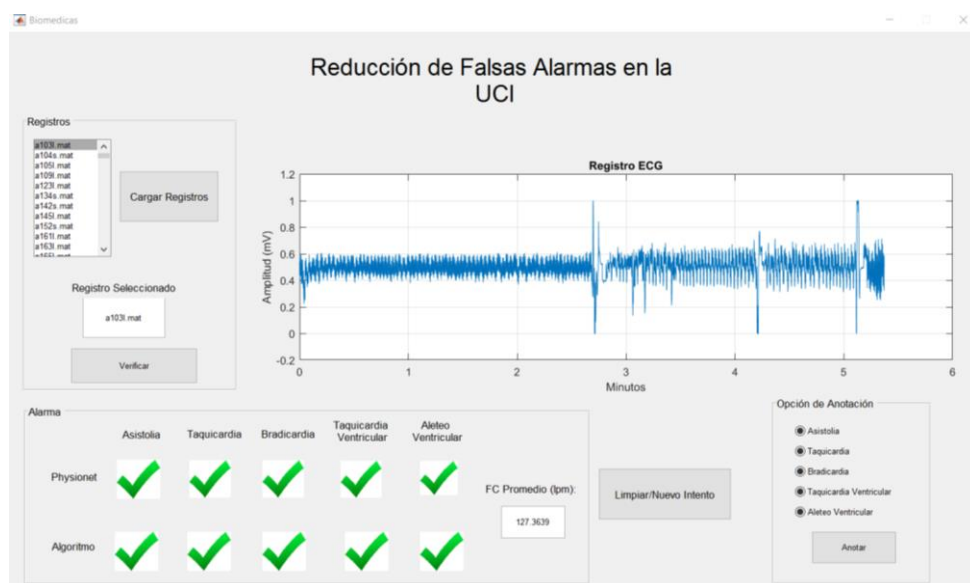


Figura 3. Registro "a103l"

En la Figura 3, se presenta la interfaz implementada, para este caso se está analizando el registro "a103l", en el cual se puede verificar que el algoritmo implementado, detecta de manera correcta cada una de las alarmas.

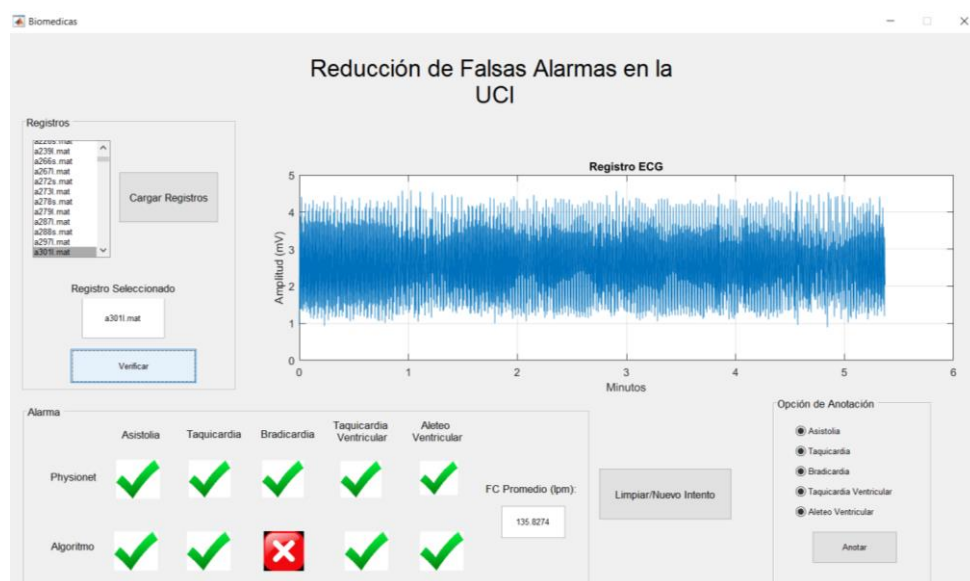


Figura 4. Registro "a301l"

En la Figura 4, se presenta un caso en que el algoritmo implementado no consigue detectar de manera correcta, la alarma correspondiéndote a Bradicardia.

El puntaje generalizado para cada tipo de alarma se calculó de acuerdo con la siguiente fórmula, propuesta por PhysioNet/Computing in Cardiology 2015:

$$P_Cinc2015 = \frac{TN + TP}{TP + TN + FP + 5 * FN}$$

Donde:

TN, verdadero positivo; TP, verdadero negativo; FP, falso positivo; FN, falso negativo

En la Tabla 1, se muestra la sensibilidad, especificidad y puntuación obtenida (P CINc).

Tabla 1. Desempeño del algoritmo basado en frecuencia cardiaca.

Tipo de Arritmia	Sensibilidad	Especificidad	<i>P_Cinc2015</i>
Asistolia	95.88	1.14	56.51
Bradycardia	94.43	8.46	51.30
Taquicardia	92.59	10.23	53.36
Taquicardia Ventricular	93.90	9.66	62.47
Aleteo Ventricular/Auricular	89.09	16.29	49.48

Conclusiones

Se ha desarrollado una plataforma que permite analizar, detectar y anotar las arritmias que pueden presentar los pacientes recluidos en una UCI. El resultado del algoritmo basado en la frecuencia cardiaca tiene alta sensibilidad, pero muy baja especificidad.

La detección de falsas arritmias en función de este único parámetro parece no ser un enfoque adecuado para la reducción de falsas alarmas en una UCI, sin embargo la plataforma puede ser utilizada con fines de docencia e investigación, se espera que pueda ser usado por experto en ECG para anotar el set de datos sin anotaciones.

Referencias

- [1] Physionet. The PhysioNet/Computing in Cardiology Challenge 2015. Febrero 2015.
- [2] Clifford, G. D., Silva, I., Moody, B., Li, Q., Kella, D., Shahin, A., Kooistra, T., Perry, D., and Mark, R. G. (2015). The PhysioNet/computing in cardiology challenge 2015: Reducing false arrhythmia alarms in the ICU. In 2015 Computing in Cardiology Conference (CinC). IEEE.
- [3] Chambrin, M. C. (2001). Alarms in the intensive care unit: how can the number of false alarms be reduced. *Critical Care*, 5(4), 184.
- [4] Zong, W. (2015). Reduction of false critical ECG alarms using waveform features of arterial blood pressure and/or photoplethysmogram signals. In 2015 Computing in Cardiology Conference (CinC). IEEE.
- [5] Plesinger, F., Klimes, P., Halamek, J., & Jurak, P. (2015, September). False alarms in intensive care unit monitors: detection of life-threatening arrhythmias using elementary algebra, descriptive statistics and fuzzy logic. In *Computing in Cardiology Conference (CinC), 2015* (pp. 281-284). IEEE.
- [6] Serackis, A., Abromavičius, V., & Gudiškis, A. (2015, September). Identification of ECG signal pattern changes to reduce the incidence of Ventricular Tachycardia false alarms. In *Computing in Cardiology Conference (CinC), 2015* (pp. 1193-1196). IEEE.
- [7] Pan, J., & Tompkins, W. J. (1985). A real-time QRS detection algorithm. *IEEE transactions on biomedical engineering*, (3), 230-236.

Aplicación e impacto de las tics en la enseñanza de las matemáticas: una revisión sistemática

Guachún Lucero Freddy Patricio* Illescas Peña Lourdes Eugenia

Universidad de Cuenca, Carrera de Matemáticas y Física.

Universidad de Cuenca, Facultad de Filosofía, letras y Ciencias de la Educación, Avenida 12 de Abril y Avenida Loja, 0101168, Cuenca, Ecuador. patricio.guachun@ucuenca.edu.ec

Palabras Claves: Revisión Sistemática, Tics, Enseñanza, Aprendizaje, Matemáticas.

Resumen

Esta investigación buscó, recolectó y sistematizó información sobre estudios empíricos de las Tics aplicadas a la enseñanza de las matemáticas. Se utilizó el método de la revisión sistemática; las unidades de estudio fueron las tesis de maestría publicadas a nivel nacional, a las que se pudo acceder a través del repositorio digital COBUEC; de los 765 estudios encontrados, en base a los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 28 para su estudio donde se determinó el estado del arte, impacto, aportaciones y limitaciones.

La investigación permitió evidenciar la escasa información sobre esta temática, la mayoría de las tesis de maestría son propuestas metodológicas o guías didácticas mas no realizan intervención empírica. El software Geogebra es el más utilizado y los temas más abordados son función lineal y ecuaciones lineales en la educación superior. Todos los estudios analizados generan aportaciones ayudando a mejorar aspectos motivacionales, actitudinales y académicos.

Introducción

La tecnología está cada vez más presente en las actividades diarias de las personas, avanzamos inexorablemente, hacia la “Sociedad de la información y el conocimiento” [1]. En el ámbito educativo las Tics ofrece nuevos enfoques para la enseñanza y el aprendizaje dentro y fuera del aula [2]. Las Tics pueden llegar a jugar un papel muy importante en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, pero si se utilizan de manera correcta [3] por lo que todas las posibilidades que brindan estos recursos obligan a los maestros a estar al día con ella, para poder preparar a los estudiantes para el futuro y sus innovaciones [4].

Este proyecto brinda una información sistematizada y útil, con el fin de que se puedan tomar decisiones sobre el uso de las Tics y conocer qué impacto podría ocasionar su utilización en la práctica educativa. Servir como punto de partida para futuras investigaciones y conocer su estado del arte.

Métodos

Se trata de una revisión sistemática cuyo propósito fue: identificar, evaluar, valorar e interpretar algunos estudios relevantes desarrollados alrededor del uso de las Tics en la enseñanza de las matemáticas. Se trabajó bajo la guía del manual Cochrane de revisiones sistemáticas [5].

La población de estudio escogido para la investigación son las tesis de maestría encontradas en la base digital COBUEC (Consorcio de bibliotecas universitarias del Ecuador) [6]. La muestra comprende las tesis seleccionadas mediante la aplicación de criterios de inclusión y exclusión.

Se desarrolló en tres fases:

- Identificación de la necesidad de la revisión sistemática y diseño del protocolo.
- Selección de estudios, evaluación de calidad mediante los criterios de inclusión y exclusión, extracción de datos, análisis de los resultados y discusión.
- Presentación de resultados y conclusiones.

Resultados y discusión

A través de la cadena de búsqueda se obtuvieron 765 resultados, 72 fueron preseleccionadas mediante los criterios de inclusión y al aplicar los criterios de exclusión se obtuvieron finalmente 28.

Criterios de inclusión: Tesis de maestría, el título debe contener algunos de los términos de búsqueda, conceptos de matemática a nivel inicial, medio y superior, que sean de Ecuador.

Criterios de exclusión: Tesis de pregrado, tesis incompletas, tesis duplicadas, en el resumen no hay los términos principales de búsqueda, no son intervenciones empíricas, no presentan con claridad los datos, no describen la metodología, no presentan conclusiones, no utilizan únicamente recursos tics en las intervenciones.

De los estudios seleccionados, se extrajo los datos para su análisis descriptivo.

El 53% de los estudios utilizaron el software Geogebra como recurso didáctico, esto evidencia la utilidad y versatilidad de este recurso, pues al ser un software libre está al alcance de todos, convirtiéndose en una herramienta prometedora para incluirla dentro de una planificación. Los temas abordados con este software son función lineal y ecuaciones lineales o más generalmente la geometría analítica, no obstante algunos autores también lo utilizaron en temas más complejos como cálculo diferencial e integral. Existen un 17% de autores que trabajaron con recursos tics de su autoría. El nivel educativo superior fue donde más se realizaron las intervenciones un 64%, esto evidencia que los maestrantes son o eran docentes universitarios. De los estudios analizados el 50% cuentan con una guía didáctica explícita y detallada, esto puede ser de gran ayuda para docentes que quieran consultar y replicarlas en sus clases.

La metodología de intervención más utilizada fue el utilizar un grupo control y un experimental siendo un 64% de estudios de este tipo, se refiere al grupo control al que no se le aplicó la intervención y al grupo experimental al que si se lo hizo. Al final se comparan y se evalúan las habilidades, destrezas y conocimientos adquiridos por ambos grupos para verificar aquel que alcanzó mejores resultados. El grupo experimental siempre obtuvo una mejoría ya sea académica, motivacional o actitudinal. De los estudios el 46 % utilizó un examen inicial y final para evaluar la intervención.

Todos los autores recomiendan utilizar las tics dentro del proceso de aprendizaje ya sea en matemáticas o en otras asignaturas, sin embargo los autores no mencionan de manera explícita las desventajas o limitaciones que se encontraron al momento de realizar la intervención, esto genera desconocimiento sobre los errores que se deberían evitar al momento de aplicarlos. Si bien es cierto, se mejoró el rendimiento académico de los estudiantes lo cuál se ve reflejado en sus calificaciones, en algunos casos, el promedio general del grupo experimental comparado con el grupo control no difieren significativamente, existiendo en algunos casos inclusive un pequeño porcentaje de estudiantes que ni no reflejan cambios, esto podría sugerir que las tics no causaron ningún impacto. En otros casos el grupo de control fue superior en logros educativos específicos, lo cual sugiere que las tics no permitirían alcanzar todos los logros educativos propuestos.

Son pocos los estudios que evalúan la parte motivacional a más de la académica mediante una encuesta de percepción sobre la intervención, sin embargo, mencionan que los estudiantes se mostraron seguros y motivados al realizar las actividades, mejorando la participación individual y colectiva.

Finalmente, se puede indicar que en todos los estudios los recursos Tics mejoraron de una u otra manera el aprendizaje de las matemáticas, ya sea académicamente a través de sus calificaciones, actitudinalmente, adquiriendo nuevas destrezas o motivacionalmente al tener seguridad, confianza y agrado por el estudio de las matemáticas.

Se puede resumir en la siguiente tabla los resultados más relevantes obtenidos de los estudios analizados.

	Software más utilizado	Tema más estudiado	Forma de aplicar	Nivel educativo	Lugar dónde se realizó la intervención	Metodología utilizada
Tesis	Geogebra	Función Lineal	Guía didáctica	Básico, medio superior		Grupo Control= GC y Grupo experimental= GE
[7]	x			Superior	Riobamba	GE
[8]	x	x	x	Medio	Chordeleg	GE
[9]	x		x	Superior	Latacunga	GC y GE
[10]	x	x	x	Medio	Colta	GC y GE
[11]	x	x	x	Medio	Guano	GC y GE
[12]				Superior	Latacunga	GC y GE
[13]	x	x		Medio	Cuenca	GC y GE
[14]				Básico	Colta	GE
[15]			x	Superior	Latacunga	GC y GE
[16]	x	x	x	Medio	Cuenca	GE
[17]		x		Superior	Quito	GC y GE
[18]				Básico	Pujilí	GE
[19]	x	x		Básico	Riobamba	GE
[20]		x		Básico	Ambato	GE
[21]	x	x	x	Básico	Cuenca	GC y GE
[22]	x		x	Básico	Cuenca	GE
[23]			x	Superior	Cuenca	GC y GE
[24]	x			Superior	Santo Domingo	GE
[25]	x	x	x	Medio	Riobamba	GC y GE
[26]	x		x	Superior	Latacunga	GC y GE
[27]				Básico	Riobamba	GC y GE
[28]	x	x	x	Medio	Cuenca	GE
[29]				Básico	Portoviejo	GC y GE
[30]		x		Medio	Riobamba	GC y GE
[31]				Superior	Portoviejo	GC y GE
[32]	x			Superior	Latacunga	GC y GE
[33]			x	Básico	Chimborazo	GC y GE
[34]		x		Superior	Puyo	GC y GE

Tabla 20. Resumen Resultados.

Conclusiones

En el Ecuador es escasa la información sobre esta temática, la mayoría de las tesis son propuestas metodológicas que presentadas como solución a un problema específico, no se desarrollan mediante una intervención que permita medir su impacto, aportaciones y limitaciones. El software más utilizado es el Software Geogebra. Los temas más abordados son funciones y ecuaciones lineales. En el nivel superior es donde más se desarrollan las investigaciones. Todas las investigaciones presentaron mejoras tanto motivacionales, actitudinales y académicas en los estudiantes, sin embargo, muy pocos estudios indican si obtuvieron mejoras en los tres ámbitos. En la mayoría de estudios después de utilizar la intervención se descubrió que el ámbito actitudinal es donde mayor aporte presenta pues los estudiantes adquieren destrezas al ser motivados con las tics. Los investigadores no presentan las limitaciones de sus intervenciones de manera explícita, lo cual no aportaría en la aplicación de propuestas de esta línea. Para analizar el impacto la mayoría de los investigadores utilizaron un grupo experimental y un grupo control, esta metodología permite observar, comparar y analizar mejor la información. Finalmente, este trabajo constituye un punto de partida para investigaciones enfocadas en identificar las limitaciones en el uso de la tics en el área de las matemáticas.

Referencias

- [1] F. Teliz; Uso didáctico de las TIC en las buenas prácticas de enseñanza de las matemáticas. Estudio de las opiniones y concepciones de docentes de educación secundaria en el departamento de Artigas (2015) 13-31. Montevideo.
- [2] F. Córdoba; Las tic en el aprendizaje de las matemáticas: ¿qué creen los estudiantes?, Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación (2014). Argentina.
- [3] M. Real; Las TIC en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Sevilla. https://personal.us.es/suarez/ficheros/tic_matematicas.pdf 10 de septiembre de 2017.
- [4] N. Herrera, W. Montenegro y S. Poveda. Revisión teórica sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas (2012). Revista Virtual Universidad Católica del Norte. Colombia.
- [5] Centro Cochrane Iberoamericano; Manual Cochrane de Revisiones sistemáticas de intervenciones, versión 5.1.0 Barcelona. (2011).
- [6] Repositorio digitales y bibliotecas del Ecuador; COBUEC. <http://www.bibliotecasdelecuador.com/cobuec/> 16 de julio de 2017
- [7] F. Barahona; La utilización adecuada de software Geogebra para la enseñanza de la matemática ii y su incidencia en el rendimiento académico de los estudiantes de la escuela de ingeniería en industrias pecuarias (eiip) de la Escuela superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) en el periodo marzo-agosto del 2014 (Tesis de maestría) Escuela Superior politécnica de Chimborazo (2014). Riobamba.
- [8] J. Barrazueta; el aprendizaje de la línea recta y la circunferencia a través de secuencias didácticas de aprendizaje fundamentadas en la teoría social-cognitivo y desarrollada en Geogebra (Tesis de maestría) Universidad de Cuenca (2014). Cuenca.
- [9] N. Barreno; desarrollo de aplicaciones con software libre matemático y su incidencia en el aprendizaje del cálculo diferencial en el i semestre de la ESPE-I (Tesis de Maestría) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (2015). Riobamba.
- [10] J. Biñán; La utilización del laboratorio virtual de matemática y su incidencia en el rendimiento académico de los alumnos del decimo año “a”, en los temas de funciones y gráfica de funciones, de la unidad educativa intercultural “Oswaldo Guayasamín”. Cantón Colta (Tesis de Maestría) Escuela superior Politécnica de Chimborazo (2015) Riobamba.
- [11] M. Campoverde; La utilización del software Geogebra como apoyo didáctico en la enseñanza de los temas de sistemas de ecuaciones y funciones y su relación con el rendimiento académico de los estudiantes

de décimo año de la unidad educativa Tuntatacto, cantón guano (Tesis de Maestría) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (2015) Riobamba.

[12] P. Chávez; Uso de software educativo en el proceso enseñanza aprendizaje del cálculo integral (Tesis de Maestría) (2011). Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito.

[13] D. Chogollo; Implementación de estrategias innovadoras apoyadas en las TIC'S para el aprendizaje de las matemáticas del bloque número uno del segundo año de bachillerato general unificado en la unidad educativa Zoila Esperanza Palacios. (Tesis de Maestría) (2015). Universidad de Cuenca. Cuenca.

[14] J. Cutiupala; Mejoramiento del aprendizaje de la aritmética básica, apoyado en software libre, para el quinto año de educación general básica (Tesis de Maestría) (2015). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.

[15] I. Delgado; El modellus 4.0 como herramienta didáctica para el aprendizaje de ecuaciones diferenciales en los estudiantes del iii nivel de mecatrónica de la universidad de las Fuerzas Armadas Espe, en el período marzo – agosto 2014 (Tesis de Maestría) (2015). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.

[16] M. Durán; Los recursos informáticos en la enseñanza de las matemáticas en el primero de bachillerato del Colegio Técnico “César Andrade y Cordero (Tesis de Maestría) (2014). Universidad de Cuenca. Cuenca.

[17] Y. García; Incorporación de las Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación NTICs en el Área de Matemática de la Facultad de Ciencias Administrativas y Contables de la PUCE y su impacto en el proceso de aprendizaje. (Tesis de Maestría) (2011). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito.

[18] M. Gordillo; Desarrollo del pensamiento lógico matemático en los niños de primer año de educación general básica, basado en la aplicación de software educativo (Tesis de Maestría) (2016). Escuela Politécnica de Chimborazo. Riobamba.

[19] D. Guilcapi; Impacto del uso de las herramientas computacionales como apoyo en el proceso de enseñanza - aprendizaje en la asignatura de matemática en los estudiantes de noveno año de educación básica del colegio bachiller “Juan de Velasco” de la ciudad de Riobamba en el período lectivo 2013–2014 (Tesis de Maestría) (2015) Escuela superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.

[20] D. Jaramillo; El software didáctico y su incidencia en el aprendizaje significativo de los sistemas de ecuaciones lineales en los estudiantes del distrito uno norte (Tesis de Maestría) (2013). Universidad Técnica de Ambato. Ambato.

[21] F. Jerves; Estrategias didácticas basadas en tic para el aprendizaje del módulo de función lineal y exponencial del décimo de básica en la unidad educativa salesiana “María Auxiliadora” (Tesis de Maestría) (2014). Universidad de Cuenca. Cuenca.

[22] C. Morales; Estrategias metodológicas para contribuir el aprendizaje del algebra y geometría en el primero de bachillerato del colegio nacional mixto San Joaquín, durante el año lectivo 2012–2013 (Tesis de Maestría) (2014). Universidad de Cuenca. Cuenca.

[23] V. Morquecho; Laboratorio experimental con tecnología de realidad aumentada para la transición del trazado de elementos en el plano de dos dimensiones a la abstracción tridimensional en el aprendizaje de algebra lineal. (Tesis de Maestría) Universidad de Cuenca (2014) Cuenca.

[24] J. Peralta; Propuesta metodológica basada en software para el aprendizaje de funciones matemáticas en el tercer nivel de la escuela de ciencias administrativas y contables de la pontificia Universidad Católica sede Santo Domingo. (Tesis de Maestría) Pontificia Universidad Católica del Ecuador. (2015) Quito.

[25] H. Pomboza; La utilización de las tics para el aprendizaje de programación lineal y su incidencia en el rendimiento académico de los estudiantes del primer año de bachillerato de la unidad educativa fiscal Milton reyes, período académico 2013-2014. (Tesis de Maestría) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (2014).

[26] P. Proaño; Geogebra, su aplicación en las cónicas como recurso didáctico, y su incidencia en el rendimiento académico de los estudiantes de nivelación de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE - Extensión Latacunga (Tesis de Maestría) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (2015) Riobamba.

[27] R. Quillapa; Implementación de la modalidad blended learning y su incidencia en el rendimiento académico de la asignatura de matemática en los estudiantes del séptimo año de educación (Tesis de Maestría) (2015). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.

[28] W. Sarmiento; Implementación y Aplicación de practicas experimentales de laboratorio en el aprendizaje de la geometría analítica en los alumnos del tercer año de bachillerato del Colegio Particular Universitario “La Asunción” (Tesis de Maestría) (2014). Universidad de Cuenca. Cuenca.

[29] J. Silva; La innovación tecnológica aplicada en la asignatura de matemática y su incidencia en el desarrollo académico de los estudiantes del Décimo año básico del Colegio de Informática “Portoviejo” (Tesis de Maestría) (2009). Universidad Tecnológica Equinoccial. Portoviejo.

[30] A. Soto; Uso de tutoriales multimedia como complemento pedagógico para la enseñanza de funciones de variable real en educación media (Tesis de Maestría) (2015). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.

- [31] C. Tamayo; Utilización de la computadora e incidencia en el rendimiento académico en la asignatura de matemáticas de estudiantes del nivel básico universitario de la carrera de auditoría, 2009 (Tesis de Maestría) (2010). Universidad Tecnológica Equinoccial. Portoviejo.
- [32] C. Torres; Aplicación de software matemático interactivo a la enseñanza del tema de Triángulos de la Geometría Plana, como una herramienta de trabajo que le permita al Docente facilitar y mejorar el proceso educativo de los estudiantes, de acuerdo al programa de asignatura de Nivelación de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-EL (Tesis de Maestría) (2015). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.
- [34] B. Vaca; Propuesta metodológica de aprendizaje colaborativo con soporte en las tic, que mejore el desarrollo de competencias en matemática, para el décimo año de educación general básica (Tesis de Maestría) (2016). Escuela Politécnica de Chimborazo. Riobamba.
- [34] D. Zambrano; Elaboración de un software educativo como apoyo para la enseñanza de la asignatura de matemática i en la escuela de ingeniería ambiental de la Universidad Estatal Amazónica (Tesis de Maestría) (2015). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.

Modelo de programación de la producción para troquelado de cuero en la industria de calzado

*John Reyes *, Darwin Aldas *, Israel Altamirano *, Renato Reyes *, Luis Morales **

** Universidad Técnica de Ambato, Chasquis Avenue and Río Payamino Street. Huachi Campus,
Ambato, Ecuador
johnpreyes@uta.edu.ec*

Palabras Claves: Teoría de restricciones; Programación de la producción; Calzado

Resumen

Este trabajo desarrolla un modelo de programación de la producción para el proceso de troquelado de calzado de cuero, con el fin de generar una carga uniforme de trabajo. El análisis se realiza en dos empresas pertenecientes a la Cámara Nacional de Calzado (CALTU). Inicialmente se identifican las restricciones que limitan el proceso, se calculan las capacidades de producción para definir el cuello de botella que (tambor). Luego se establece el modelo de programación (Cuerda) que está basado en un sistema de producción Pull. Empleando células de manufactura se optimiza eficientemente la maquinaria y el recurso humano (amortiguador). Los resultados del modelo radican en estimar el número de turnos necesarios para cumplir con los requerimientos de producción. La eficiencia en la capacidad de producción aumenta desde el 4% al 16% para la empresa A y de 6 hasta el 13% para la empresa B.

Introducción

Producción esbelta (en inglés, Lean manufacturing) es un método que tiene como objetivo la eliminación de desperdicios [1], es así que la evidencia sugiere que las herramientas lean han ayudado a mejorar operaciones y procesos [2].

La programación de las operaciones es reconocida por su eficacia al establecer un ritmo característico de la producción en función de la proyección de las fechas de culminación de un pedido [3], en ese contexto es clave también utilizar Teoría de Restricciones (en inglés, TOC) para identificar el eslabón débil en la cadena de suministro para el desarrollo de un modelo programación que determine las cantidades óptimas de fabricación para un período de tiempo dado [4].

Relacionando las herramientas Lean y TOC, se hace frente a la variabilidad de la demanda permitiendo reducir el tiempo de ciclo del producto [5]. Programar la producción influye en la aplicación de TOC, ya que si se trabaja con un sistema de producción sobre pedido es mucho más fácil realizar la planificación de producción [6].

Un sistema de manufactura a través de órdenes de producción permite sincronizar y controlar el flujo de los procesos de trabajo [3]. El problema del control de la producción se centra en la asignación de recursos escasos para lograr la satisfacción del cliente [7]. La correcta selección de la herramienta de control puede ser de gran utilidad y contribuye a incrementar los indicadores productivos [8].

La carencia de la planeación y el despilfarro de recursos en empresas de calzado motivan el plantear un modelo de programación de la producción para troquelado de cuero con el fin de proporcionar una referencia para una gestión acertada y eficiente de la materia prima y recurso humano. Su correcta ejecución plantea elevar los niveles de eficiencia del proceso de troquelado para elaboración de calzado.

Métodos

Al clasificar el calzado, es importante determinar de qué tipo es y si tiene una finalidad especial. Este estudio se realiza considerando una población de 12 tipos de calzado y la muestra se centra en 4 tipos (zapato deportivo, zapato casual, calzado de seguridad y bota de marcha), debido a que estos tienen el elevado índice de rotación de producción y demanda en el mercado nacional [3]. Los modelos son producidos por dos empresas de la Cámara Nacional de Calzado (CALTU); Empresa A y Empresa B. Como resultado se plantea y experimenta un modelo de programación para el proceso de troquelado, el mismo que establece los siguientes pasos secuenciales: Implementar la Teoría de Restricciones (TOC), secuenciación de órdenes de producción, estimar del recurso humano y de las células de manufactura necesarias.

Análisis de Operaciones: El modelo propuesto utiliza conceptos de TOC y está subordinado al cuello de botella del sistema. Utilizando el fundamento TAC (Tambor, Amortiguador, Cuerda) se identifica, eleva y optimiza este recurso. En la Figura. 1 se muestra la interacción de estos elementos.

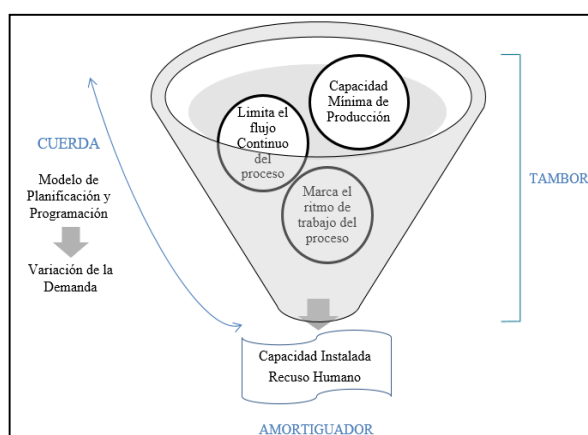


Figura 1. Tambor-Amortiguador-Cuerda del Modelo propuesto

Estudio de la Demanda: Para determinar la demanda futura de los modelos de estudio se trabaja con pronósticos a mediano plazo con el método de Winter, lo que permite usar con eficiencia el sistema productivo.

Sistema de Producción Pull: Al optimizar el proceso productivo se emplea la estrategia de fabricación por pedido con el objetivo de establecer calendarios óptimos y acelerar las órdenes de producción.

Análisis de la Capacidad de Producción: El análisis de la capacidad de producción permite precisar el número de cortes de cuero que se pueden producir en una unidad de tiempo y distribuir el recurso humano y maquinaria en el sistema para que el proceso de troquelado sea óptimo.

Cuello de Botella del Proceso de Troquelado: Con la ejecución del modelo de programación propuesto se marca el ritmo de trabajo del sistema con el proceso de menor capacidad de producción. El modelo determina los tiempos de producción y asigna el recurso humano necesario para cada jornada de trabajo de las células manufactureras.

Resultados y discusión

Mediante el indicador de eficiencia se compara los valores obtenidos del modelo de programación de la producción propuesto con los valores de producción reales tomados en campo. En ambos casos se considera la misma cantidad de recursos. En la Figura 2 se

- [5] K. Alvarez, D. Aldas y J. Reyes, «Towards Lean Manufacturing from Theory of Constraints: A Case Study in Footwear Industry,» de *Industrial Engineering, Management Science and Application (ICIMSA), 2017 International Conference on*, Seul, 2017.
- [6] W. Marín y E. Gutiérrez, «Development and implementation of a theory of constraints model to synchronize the supply chain operations with production constraints,» *Revista EIA*, vol. 10, nº 19, pp. 67-77, 2013.
- [7] R. Filippini y C. Forza, «The Impact of the Just-in-Time Approach on Production System Performance: A Survey of Italian Industry. A Review and Outlook,» de *A Journey through Manufacturing and Supply Chain Strategy Research*, vol. 44, Springer, Cham, 2016, pp. 19-39.
- [8] A. G. Tamayo y I. G. Urquiola, «Design of a Process for Planning and Controlling Production by Using Mathematical Tools,» *Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, vol. 18, pp. 130-145, 2014.

Geoportal e infraestructura de datos espaciales de la información del plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la Provincia del Cañar

***Sayago Heredia Jaime, Suárez Carreño Franyelit.**

Escuela de Sistemas y Computación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Esmeraldas, Ecuador.

E-mail: jaime.sayago@pucese.edu.ec

Palabras Claves: geoportal, información cartográfica, infraestructura de datos, software libre

Resumen

La planificación como política de Estado está fundamentada en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT), para su elaboración, una de estas herramientas son los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Con la creación del software propuesto se pretende fortalecer la accesibilidad y transparencia de la información, que tiene como finalidad integrar un sistema único de información provincial, que será parte del Sistema Nacional de información (SNI), cuyo fin es ahorrar tiempo, esfuerzos y uso de la información. Este geoportal desarrollado en software libre con estándares internacionales, ofrece un servicio a los ciudadanos e investigadores, ya que proporciona datos reales de la provincia que pueden ser aprovechados para diferentes aplicaciones o futuras colaboraciones de mejora. El trabajo desarrollado muestra que los SIG son útiles para la planificación de las distintas instituciones ya que brinda información precisa y eorreferenciada para la toma de decisiones y es una iniciativa para llegar a una sistematización y articulación ordenada de la información cartográfica a nivel nacional.

Introducción

El plan de desarrollo y ordenamiento territorial es una herramienta técnica que poseen los gobiernos para planificar y ordenar su territorio. Tiene como objetivo integrar la planificación física y socioeconómica, así como el respeto al medio ambiente: estos documentos pueden incluir estudios sobre temas como la población, las etnias, el nivel educativo, así como los lugares donde se presentan fenómenos meteorológicos y tectónicos como riesgos naturales. Estableciéndose como un instrumento que debe formar parte de las políticas de estado, con el fin de propiciar desarrollos sostenibles, contribuyendo a que los gobiernos orienten la regulación y promoción de ubicación y desarrollo de los asentamientos humanos.

El Ordenamiento Territorial se entiende en el mundo como una política de Estado y proceso de planificación territorial integral y concertada, con la que se pretende configurar, en el largo plazo, una organización espacial del territorio, acorde con los objetivos del desarrollo económico, social, cultural y la política ambiental [1]. Sus componentes están dados por la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) [2], siendo además desarrollada con la participación de la ZONA 6 de planificación y con el equipo técnico del PDOT de la Provincia del Cañar por lo que se conformó los componentes: Subsistema físico ambiental, Subsistema económico, Subsistema social y cultural, Subsistema asentamientos humanos, Subsistema movilidad y conectividad, Modelo territorial actual, Modelo territorial futuro, Modelo Propuesta.

Un Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial puede ser aplicado dentro de muchos aspectos como por ejemplo para decisiones territoriales, para decisiones estratégica, para programas y proyectos, para gestión, etc. [2]. En este caso el PDOT va a ser aplicado en lo siguiente: Estrategias Territoriales, Desarrollo territorial, Conectividad provincial, Gestión y equilibrio ambiental, Fortalecimiento de la cultura y Gestión territorial

Conocemos que los SIG son definidos por el Nacional Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA) de USA como “sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas de la planificación y gestión”.

Los SIG se han convertido en la última década en herramientas de trabajo esenciales en el planeamiento urbano y en la gestión de recursos, debido a su capacidad para almacenar, recuperar, analizar, modelar y representar amplias extensiones de terreno con enormes volúmenes de datos espaciales, han hecho que estén ubicados a la cabeza de una gran cantidad de aplicaciones, igualmente se utilizan en la planificación de los usos del suelo, gestión de servicios, modelado de ecosistemas, valoración y planificación del paisaje, planificación del transporte y de las infraestructuras, marketing, análisis de impactos visuales, gestión de infraestructuras, asignación de impuestos, análisis de inmuebles y otras muchas [3].

Se ha evidenciado en varios proyectos como los SIG y los PDOT van juntos y pueden aplicarse en muchos ámbitos como se mencionó en párrafos anteriores, tal es el caso del estudio “Sistema de información geográfica orientado a un plan de ordenamiento territorial con enfoque al sistema físico-ambiental” de [4], donde, se evidencia como se complementan estos dos campos. Otro ejemplo de esto es “Análisis, diagnóstico y planificación socio demográfico del sistema territorial de la provincia de los Ríos, con el uso de herramientas SIG y de estadística espacial” [5], en el que nos demuestra que los SIG son herramientas indispensables en el desarrollo de un PODT.

La definición clásica de una IDE es básicamente tecnológica: “Se la presenta como una red descentralizada de servidores, que incluye datos y atributos geográficos; metadatos; métodos de búsqueda, visualización y valoración de los datos (catálogos y cartografía en red) y algún mecanismo para proporcionar acceso a los datos espaciales” [6].

Por lo que, una IDE es una herramienta perfecta para la difusión debido a que toda la información cartográfica obtenida, recopilada o procesada debe estar disponible para el público, existen varios proyectos de esta naturaleza en el país, como el desarrollado por [7] que se titula “Análisis e implementación de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE). Caso de estudio: Gobierno autónomo descentralizado municipal del cantón Guachapala”; o la infraestructura de datos espaciales impulsada por el Consorcio Ecuatoriano para el Desarrollo de Internet Avanzado (CEDIA) en el ámbito del Ecuador, que tiene como finalidad integrar todas las IDEs a nivel nacional como un solo nodo, de tal manera que se pueda tener disponible toda la información disponible.

El presente proyecto se enmarca en la necesidad de conformar un geoportal y una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) que permita el almacenamiento y distribución de datos geográficos que hacen al interés, planificación y desarrollo del

país. Lo que se espera de esta iniciativa es la de lograr configurar una estructura organizada y estandarizada de datos geográficos, que satisfagan las necesidades de todas las instituciones públicas inmersas en el desarrollo de sistemas de información geográfica. Igualmente, la de contrarrestar la poca distribución de esta información y contribuir a la democratización en su acceso para el público en general. Se pretende montar todo un sistema integrado de información, que permita articular la información del PDOT Provincial, para los territorios y como objetivo primordial la planificación de nuestros recursos, partiendo desde la implementación de un geoportal e infraestructura de datos espaciales de la información (Geoportal-IDE) como componente del Sistema de Información en la Zona 6 de planificación que permita la generación, manejo, integración, difusión y sostenibilidad de la información en los territorios de esta parte del país.

Métodos

La metodología a utilizar para el desarrollo del sistema, se manipula técnicas de análisis y diseño de sistemas de información tal como el modelo cascada [8] realizando un híbrido junto con Scrum [9], que son aplicables en los componentes del proyecto. Y otros estándares para modelamiento como Lenguaje de Modelamiento Unificado UML (Unified Modeling Language) [10]. La catalogación de la información se llevó a cabo a normas internacionales ISO 19115 [11]. Las herramientas de software libre utilizadas para la base de datos son Postgres - PostSIG [12] y para la aplicación y su desarrollo, se utiliza: Quantum SIG [13], Apache Tomcat [14], Geoserver [15], Geonetwork [16], que permiten la creación del portal geográfico. Toda la información cargada en la Base de Datos Cartográfica del Gobierno Provincial del Cañar ha sido recolectada de distintos entes de gobierno como son SENPLADES, Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador (IERSE), Comité de Gestión de la Cuenca del Paute (CGPAUTE), Municipios de la Provincia del Cañar, además, se ha realizado el levantamiento de información por parte de los técnicos del GPC, toda esta información cartográfica está dentro del Plan de Ordenamiento Territorial del Gobierno Provincial del Cañar que viene implementando desde el año 2011. La información cartográfica se encuentra estructurada en un modelo de datos relacional que es el modelo más utilizado en la actualidad [17]. Para el proceso de información se dispone de herramientas SIG Server Open Source para publicación de información espacial y para aplicaciones de mapas interactivos en la web (Geoserver), y su respectiva integración herramientas de programación Open Source (Java [18] y JavaScript [19]), y el uso de herramientas SIG Open Source (Quantum SIG, GvSig [20], Ilwis [21]), a continuación en la figura 1 se presenta la metodología de proceso de datos en un SIG.



Figura 1. Metodología proceso datos SIG

Arquitectura

El Geoportal-IDE funciona en entorno web y trabaja utilizando una arquitectura cliente-servidor que es una de las más importantes y utilizadas en el ámbito de enviar y recibir información y una herramienta potente para guardar información en base de datos [22] y SOAP (*Simple Object Access Protocol*) para los servicios (WMS, WFS, WCS) que son protocolos estandarizados por OGC (Open Gis Consortium) organismo que lidera este tema a nivel mundial se denomina que permiten buscar, visualizar, transferir, solicitar, promover y diseminar datos espaciales de diferentes fuentes vía Internet [23], en la cual Geoserver será el que proporcione toda la información de datos geográficos por medio de una interfaz, el cliente consume todos los servicios necesarios para su funcionamiento, enviando y recibiendo información por parte del servidor. Igualmente, el servicio de catálogo está dado por Geonetwork que consta de una interfaz gráfica de usuario para gestionar metadatos y tenemos la información alfanumérica que está presente en el Geoportal. A continuación, figura 2, se describe la forma gráfica la arquitectura del sistema, las capas que la conforman, su funcionalidad y la integración de cada uno de ellos.

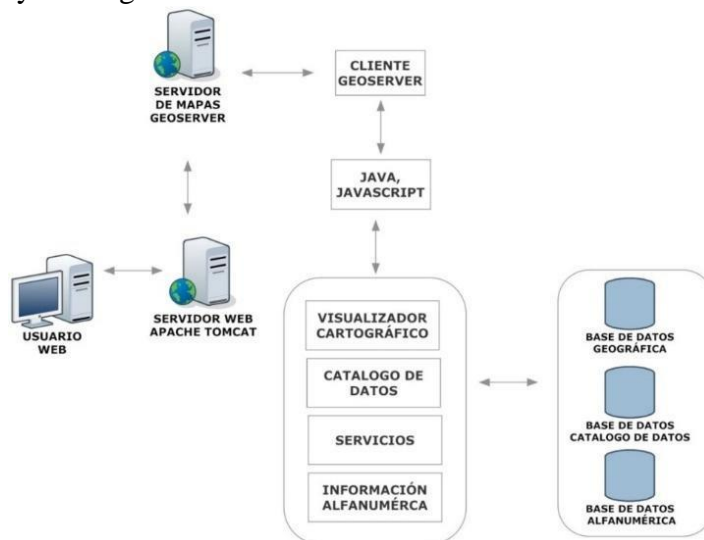


Figura 2. Arquitectura Geoportal-IDE

Diagramas de objetos

La configuración principal y manejo de los datos los hace el software Geoserver, en el cual se especifica la petición hacia la base de datos geográfica y la posterior presentación del objeto junto con su Styled Layer Descriptor (SLD) que es un formato estándar para los colores y símbolos en georeferenciación y aborda la necesidad de que los usuarios y el software sean capaces de controlar la representación visual de los datos geoespaciales, es utilizado para mapas, visores cartográfico o servicio wms [24].

Diseño de la base de datos geográfica

Esta sección contempla el entendimiento entre los usuarios y el equipo desarrollador, primordialmente identifica los usuarios, requerimientos, datos y objetivos desde un punto de vista holístico, es decir define el proceso geográfico/cartográfico, tal y como lo muestra el siguiente cuadro de la estructura de la base de datos geográfica del Geoportal-IDE. La base de datos cartográfica consta de diversos formatos, tales como los archivos tipo shp que son los que almacena las entidades geométricas de los jets dentro de estos

se encuentra puntos, líneas y polígonos. Los archivos .shx que almacenan el índice de las entidades geométricas. En la base de datos geográfica contiene la información cartográfica que se utiliza en el Geoportal-IDE y la base de datos del catálogo que almacena la información de los metadatos de la información geográfica.

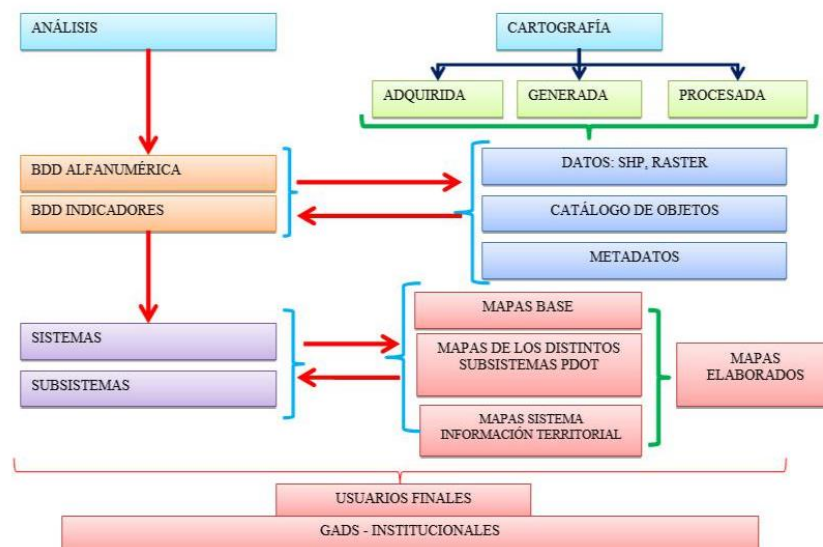


Figura 3. Estructura base de datos

Diseño de metadatos

Dentro de la familia de la ISO/TC211 la 19115 corresponde a la creación de Metadatos, la misma que tiene su soporte para materializarlos bajo el software geonetwork. El Perfil Ecuatoriano de Metadatos (PEM) elaborado por Consejo Nacional de Geoinformática (CONAGE), es un documento basado en las normas de metadatos ISO 19115:2003 e ISO 19115-2:2009 que muestra, en base a un análisis exhaustivo y participativo, los acuerdos que se han logrado tomando como referencia la experiencia de varias instituciones en este tema [25].

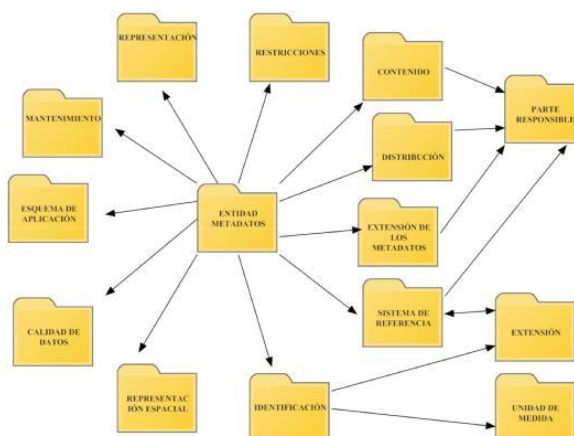


Figura 4. Esquema de la norma 19115:2003

Resultados y discusión

El Geoportal-IDE implementado es una aplicación web-mapping basada en navegador para la visualización, carga y publicación de capas, mapas e

información del PDOT en internet a continuación describimos los principales componentes:

Interfaz gráfica del usuario web

La interfaz gráfica con los que cuenta este momento el Geoportal-IDE en producción son: visor cartográfico, servicios web, catálogo de metadatos, información del PDOT de la Provincia del Cañar. Se pueden acceder, mediante <http://www.gobiernodelcanar.gob.ec> o <http://ide.gobiernodelcanar.gob.ec/>



Figura 5. Geoportal Inicio

Visor de mapas

Esta interfaz es un recurso importante dentro del Geoportal-IDE con la cual el usuario interactúa con las distintas capas que se encuentran en la base de datos. La interfaz se encuentra dividida en las siguientes secciones: a) Herramientas de Navegación, b) El panel de capas y leyenda y c) El panel principal. Como se puede observar en la figura 6.

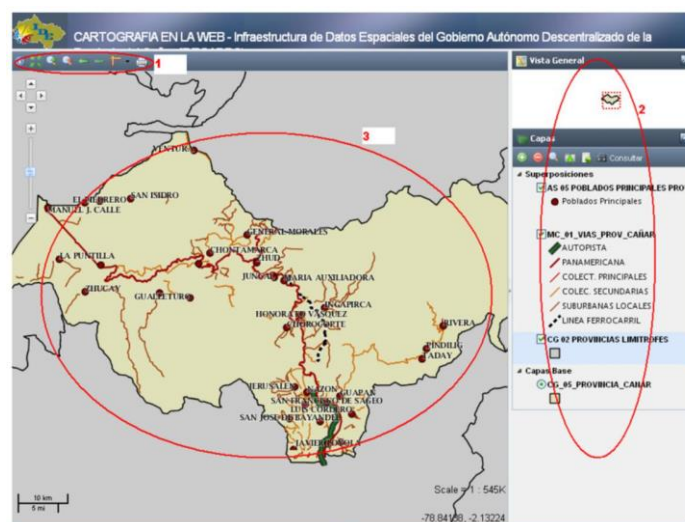


Figura 6. Geoportal: Visor cartográfico

El catálogo de metadatos y de la información geoespacial disponible para su consulta, como se aprecia en la figura 7. El servidor web de la información geoespacial puede ser consultada y descargada como servicios WMS, WFS, WCS, con su plantilla de estilo precargada, como se aprecia en la figura 8.



Figura 7. Geoportal: Visor metadatos



Figura 8. Geoportal: Servidor de mapas 1

La integración con distintos nodos institucionales fue realizada para que cualquier institución pública o privada que cuente con servicios WMS, WFS,

WCS pueda ser consultada o viceversa. Esta función se encuentra ubicada dentro del visualizador cartográfico que describimos anteriormente, se observa la interfaz en la figura 9.



Figura 9. Geoportal: Servicios WMS

El desarrollo y ordenamiento territorial es complejo, debido a que varios campos son considerados para su análisis. Una de sus principales tareas de estos equipos multidisciplinarios que tratan estos aspectos, es obtener información precisa que sirva de herramienta, y así, para alcanzar el buen vivir, una política de estado que considera principalmente al ser humano. Por lo que, la información y datos obtenidos, deben ser reflejados en una correcta planificación para la elaboración de planes, programas y proyectos para lograr este fin.

La iniciativa del Geoportal Alemán [26], hace hincapié en la importancia de estas tecnología para el acceso a este tipo de datos y su utilidad para la planificación y el intercambio de información entre los distintos entes gubernamentales y privados. Una característica a considerar en una IDE son los estándares a utilizar para que exista interoperabilidad entre las instituciones proveedoras de datos, los usuarios y las IDE [27].

Podemos decir que en el país, la implementación de Geoportales e IDEs es valiosa, porque existen iniciativas de adquisición y publicación de datos espaciales de varias instituciones a distintos niveles jerárquicos, como lo que vemos en la investigación de Navas y Prieto [28], donde se describe su utilidad para proveer el acceso a la ciudadanía a este tipo de información y que el uso de estándares en los servicios web de acceso interinstitucional permite crear una sinergia entre las organizaciones, evitando así duplicar la información y logrando eficiencia en la información entregada.

Además, tenemos la implementación una IDE cantonal [7], la cual pone a consideración de la ciudadanía esta herramienta que permite consultar y obtener información geográfica correspondiente al PDOT (Plan De Ordenamiento Territorial).

Conclusiones

Al formular, diseñar y desarrollar el Geoportal-IDE, sé evidencia que, resulta de gran interés en el contexto nacional e internacional la implementación de una IDE, que permitió obtener una herramienta que puede ser considerada como un referente para el resto de provincias a nivel nacional. En este sentido, su ejecución, estructuración y la puesta en marcha, fue debido a la orientación hacia el uso de las tecnologías basadas en software libre que, como política de estado, trata de encaminar a un crecimiento de la innovación e investigación en el país. Estas tecnologías libres nos brindan ventajas tales como independencia tecnológica, implementación de estándares, reducción costos y mayor seguridad.

Además, se ha logrado ejecutar el Geoportal-IDE bajo estándares de calidad internacionales para optimizar y mejorar la información generada y recopilada por la institución, que facilita la colaboración, uso y democratización de esta, hacia la ciudadanía y las instituciones de distinta competencia territorial, convirtiéndose en un instrumento válido, eficaz y real de planificación o de investigación en distintas áreas, que al ser diseñada para un ambiente web es de fácil acceso.

De la misma manera, otra característica principal es ser un nodo o parte de un sistema integral a nivel nacional que lleva el nombre de la Infraestructura Ecuatoriana de Datos Geoespaciales (IEDG) este esquema que inicia desde las parroquias pasando por cantones, provincias, zonas de planificación, agrupando al Ecuador en su conjunto, ofreciendo información geoespacial para los usuarios, para su aplicación en la toma de decisiones, alojado e integrado en el Sistema Nacional de Información.

En consecuencia, la información cartográfica, Geoportales y las IDEs se convierten en herramientas muy importantes de apoyo de la elaboración de los PDOT, a la toma de decisiones y para su respectiva generación, articulación, publicación y compartición de esta información para las distintas instituciones públicas, privadas, usuarios y ciudadanía en general.

Y, por otra parte, este estudio puede ser implementado por otras instituciones, siendo un factor que puede potencializar la imagen y posición del Gobierno Provincial del Cañar a nivel nacional e internacional con respecto a las plataformas informáticas a nivel público.

Referencias

- [1] GPC, Gobierno Provincial del Cañar, «Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Gobierno Provincial del Cañar». 2012.
- [2] SENPLADES, «Guía de contenidos y procesos para la formulación de planes provinciales de desarrollo y ordenamiento territorial». 2011.
- [3] A. Aguirre-Araus, «SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA GESTIÓN DE LA BIOSEGURIDAD EN LA PROVINCIA HOLGUÍN», *Cienc. En Su PC*, n.º 4, 2013.
- [4] J. E. Lazo Tufiño y others, «Sistema de información geográfica orientado a un plan de ordenamiento territorial con enfoque al sistema físico-ambiental», B.S. thesis, Quito, 2014, 2014.
- [5] Z. N. Merino Acosta y others, «Análisis, diagnóstico y planificación socio demográfico del sistema territorial de la provincia de los Ríos, con el uso de herramientas SIG y de estadística espacial», B.S. thesis, Quito: USFQ, 2013, 2013.
- [6] Junta de Andalucía, «Normalización y desarrollo de la Infraestructura de Datos Espaciales», 2010. [En línea]. Disponible en: http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam/menuitem.04dc44281e5d53cf8ca78ca731525ea0/?vgnextoid=9f1a24363a488110VgnVCM1000000825e50aRCRD&vgnnextchannel=df1b7d087270f210VgnVCM1000001325e50aRCRD&vgnnextfmt=rediam&lr=lang_es. [Accedido: 13-jul-2015].

- [7] J. Veintimilla-Reyes y F. A. Larrea, «Análisis e implementación de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE). Caso de estudio: Gobierno autónomo descentralizado municipal del cantón Guachapala», *Rev. Tecnológica-ESPOL*, vol. 28, n.º 2, 2015.
- [8] I. Sommerville, *Software engineering*, 9th ed. Boston: Pearson, 2011.
- [9] R. Pope-Ruark, M. Eichel, S. Talbott, y K. Thornton, «Let's Scrum: How Scrum methodology encourages students to view themselves as collaborators», *Teach. Learn. Together High. Educ.*, vol. 1, n.º 3, p. 5, 2016.
- [10] C. Larman y B. Moros Valle, *UML y patrones: una introducción al análisis y diseño orientado a objetos y al proceso unificado*. Madrid: Pearson Education, 2010.
- [11] A. S. Maganto, J. N. Iso, y D. Ballari, «Normas sobre Metadatos (ISO 19115, ISO 19115-2, ISO 19139, ISO 15836)», *Mapp. 123*, pp. 48–57, 2008.
- [12] EcuRed, «PostgreSQL». [En línea]. Disponible en: <https://www.ecured.cu/PostgreSQL>. [Accedido: 01-jul-2017].
- [13] F. Donnelly, «Introduction to GIS Using Open Source Software», 2016.
- [14] V. Chopra, Ed., *Professional Apache Tomcat 5*. Indianapolis, IN: Wiley Pub, 2004.
- [15] S. Iacovella y B. Youngblood, **HR6HUYHUEHJLQQHU¶JXLGHVKDUH and edit geospatial data with this open source software server*, 1. publ. Birmingham: Packt Publ, 2013.

Análisis de asociaciones entre polimorfismos genéticos y fenotipos relacionados con actividad física mediante minería de datos

Ilbay Yupa Elsi Elizabeth

Europa: Universidad de Granada, ETSI Informática y de Telecomunicación, C/Periodista Daniel Saucedo Aranda s/n, Granada, 18071, Granada, España. elizabeth.ilbay@gmail.com

Palabras Claves: minería de datos, clustering, biclustering, genotipo, fenotipo y polimorfismo

Resumen

El presente trabajo analizó las asociaciones entre polimorfismos genéticos y fenotipos relacionados con actividad física mediante minería de datos. En una muestra de 1085 adolescentes (instancias) de toda Europa en edades comprendidas entre 12 años seis meses y 17 años seis meses, información proporcionada por la Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Granada, base de datos Helena (The Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence). Para el modelado se empleó la metodología propuesta por CRISM –MD por ser considerada como la mejor para investigación de minería de datos, los métodos aplicados a este conjunto de datos son métodos simbólicos como: clustering y biclustering, siendo técnicas relevantes para análisis de expresión genética. Los resultados presentan asociación entre polimorfismos genéticos y fenotipos (p -value < 0.05 y R^2 ajustado mayor al 0.9) relacionados con actividad física para los genes: POMC, UPC y ZAC (actividad física moderada) y CETP, CH₁₅, C3, MTHFR, NOS2A, PCSK9, HSD11B1, LIPC (actividad física moderada- vigorosa). Sin embargo, no existe relación del fenotipo de forma física con los genotipos.

Introducción

Las ciencias médicas en los últimos años han tenido un avance espectacular como resultado del proyecto Genoma Humano. La tecnología basada en la informática y la genética molecular, son claves para el desarrollo humano, suministrando potentes instrumentos para la obtención y el análisis de la información genética [1], [2]. La información sobre funciones e interacciones de genes se encuentra en la literatura y en las bases de datos, siendo necesaria aplicar nuevos y potentes métodos de procesamiento y acceso a la información como la minería de datos [3].

La minería de datos permite gestionar gran cantidad de información, extrayéndola de diversas fuentes y aplicando distintos procesos como el procesamiento, modelado y generación de nuevo conocimiento [4]. La minería de datos ha crecido enormemente en los últimos años; a partir del 2000, surgen varios modelos que plantean un enfoque sistemático para llevar a cabo proyectos de minería de datos. Según un estudio publicado en el año 2014 por la comunidad KDnuggets (Data Mining Community's Top Resource), donde se comparó las metodologías CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining), SEMMA (Sample, Explore, Modify, Model, and Assess) y KDD (Knowledge Discovery in Databases) para el periodo 2007 y 2014. CRISP-DM obtuvo el mayor porcentaje (43%), SEMMA el 13% y KDD el 7.5%. Siendo CRISP-DM una herramienta útil y la más desarrollada actualmente en proyectos de minería de datos.

La minería de datos desarrollada sobre datos de expresión genética es utilizada para responder cuestiones biológicas acerca de una gran variedad de organismos en una gran variedad de condiciones, en especial el análisis de expresión génica. Varios estudios se han realizado sobre polimorfismo de un solo nucleótido (SNPs). Los más recientes estudio sobre el origen genómico [3][5][6] y otro de comparaciones genómica utilizando conjuntos de datos de perfiles de expresión génica de ratones y humanos que habían sido tratados con drogas anticancerígenos , para determinar las similitudes y diferencias en la antitumoral en los dos mamíferos [7].

Actualmente varias investigaciones se han realizado entre perfil genotípico y actividad física utilizando técnicas de estadística habituales y minería de datos aplicando clustering a las variables de actividad física, sendarismo y dieta, estos estudios se realizaron sobre la base de datos Helena [8],[9],[10]. Sin embargo, nuevas técnicas de minería de datos no han sido aplicadas sobre esta base de datos. Es ahí, donde entra en escena aplicar los modelos más utilizados sobre expresión génica como Clustering y Biclustering [5],[11],[12],[13]. Modelos que fueron aplicados en este trabajo, para analizar asociaciones entre polimorfismos genéticos y fenotipos relacionados con actividad física. Información que permitirá responder a cuestiones como asociación entre perfil genético y forma física; asociación entre perfil genético y perfil inflamatorio; asociación entre perfil genético y perfil de riesgo cardiovascular.

Métodos

Datos

El trabajo se realizó en una muestra de 1085 adolescentes de Europa (Grecia, Alemania, Bélgica, Francia, Hungría, Italia, Suecia, Austria y España), edad comprendida entre 12 años seis meses y 17 años seis meses. En ellos se realizaron análisis de sangre para evaluar el nivel de: glucosa, triglicéridos, colesterol, lipoproteínas, apolipoproteínas, img, iga, c3, c4, igg. Información proporcionada por el Centro de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad de Granada base de datos Helena o en inglés The Healthy Life style in Europe by Nutrition in Adolescence. Helena es una base de datos con información de ingestión dietética, conocimientos nutricionales y actitudes alimentarias, opciones y preferencias alimentarias, composición corporal, lípidos plasmáticos y perfil metabólico, estado vitamínico, función inmunológica relacionada con el estado nutricional, actividad física y condición física y genotipo (para analizar las interacciones gen-nutriente y gen-ambiente).

La base de datos se caracteriza por ser de gran dimensionalidad y la ejecución de los algoritmos implica altos costos computacionales, por ello se definió la infraestructura de trabajo mediante la plataforma de Google Cloud con sistema operativo Linux y lenguaje de programación R. Mediante la metodología de CRISP-MD.

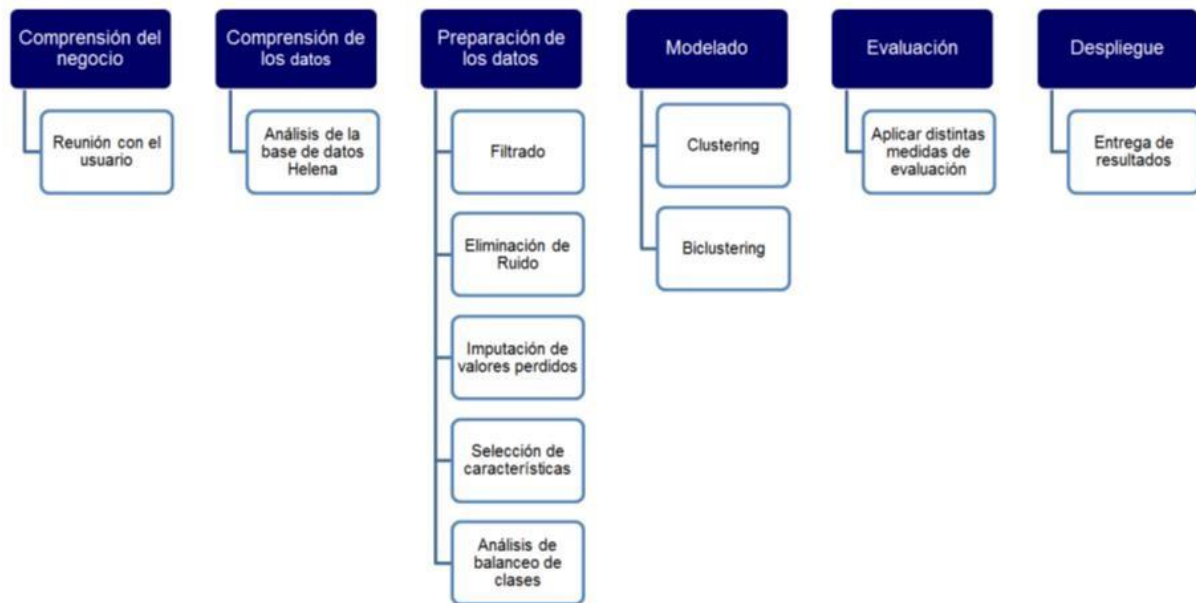


Figura 1: Fases del proyecto

Comprensión de los Datos

Helena, consta de 3552 instancias (adolescente) y 6051 variables. Para el estudio se trabajó con una muestra de 1085 instancias y 644 variables.

- 612 variables SNPs e información de genotipos
- 6 variables de condición física: fuerza en el brazo izquierdo y derecho, salto largo, pruebas de 20 metros, consumo máximo de oxígeno (vo2max) y test de lenger (vo2max_lenger)
- 6 variables de actividad física: Sedentarismo, ligera, moderada, vigorosa, moderada vigorosa.
- 11 variables de perfil lipídico: glucosa, triglicéridos, colesterol, dhl, ldl, ratios dhl y ldl, lipoproteína, apoproteína y ratio de apoproteína.
- 6 variables de perfil inflamatorio: IgA, IgG, IgM, C3 y C4.
- 3 variables informativas: sexo, centro y edad

Preparación de los Datos

Filtrado

En la preparación de los datos se realizó el filtrado manual, donde se detectó valores perdidos en cada una de las variables, se tomó la decisión de eliminar las variables con valores perdidos superiores al 5%, porcentaje validado según $p\text{-value} < 0.05$ [4].

Eliminación de ruido

Se empleó el algoritmo IPF (*Iterative-PartitioningFilter*), se eliminó casos ruidosos en múltiples iteraciones [5], [6]. Adicionalmente se aplicó otra técnica basada en el rango intercuartílico (*IQR*).

Imputación de valores perdidos

Se aplicó la imputación de valores [14][15], dado que la base presenta un gran número de valores faltantes.

En este proceso se realizó el siguiente procedimiento:

- 1) Evaluar el patrón de pérdidas de datos.
- 2) Seleccionar una muestra de 450 instancias completas (sin ninguna instancia ni variable con datos faltantes).
- 3) Realizar una copia de la muestra completa. En ella, de acuerdo con el patrón del punto 1 insertar valores nulos del 5% en las primeras 70 variables y el 33% de valores nulos en las restantes 8 variables, de manera aleatoria en cada una de las variables.
- 4) Ejecutar los algoritmos de imputación seleccionado.
- 5) Comparar resultados de precisión con la muestra completa.

Se aplicó diferentes técnicas como: determinísticas a través de Regresión Lineal; modelos probabilísticos con imputación múltiple y la media; clasificación y predicción con *Random Forest*.

En la tabla 1, se detalla los resultados obtenidos de cada técnica. Se consiguió una precisión promedio del 88% luego de aplicar modelos probabilísticos utilizando *Mice* [16]. La Imputación determinística con regresión lineal [17], [18], se alcanzó una precisión del 86%, la media el 87%. Finalmente, la imputación con la técnica de clasificación y predicción con *Random Forest* [19], se obtuvo un 89% de precisión promedio.

Para seleccionar el mejor resultado se utilizó la precisión (*accuracy*) [20], es una prueba para diferenciar correctamente los valores completos y valores nulos. Para estimar la exactitud se calculó la proporción de verdaderos positivos y verdaderos negativos en todos los casos evaluados. El mejor *accuracy* es 89% con la técnica de *Random Forest*.

Tabla 21: Resultados de Imputación de valores

Técnicas de imputación	Función	Técnica	Accuracy promedio
Modelos Probabilísticos	Mice	Imputación Múltiple	88
Determinística	Lm	Regresión Lineal	86
Median			87
Clasificación y predicción	missForest	Random Forest	89

Selección de características

En la literatura existe infinidad de algoritmos de selección de características basados en búsqueda *Forward*, *Backward* y *Bidireccional* [21], los mismos que se reducen, debido a que, nuestro conjunto de datos contiene un alto número de variables (*high dimensional data*) [21] y de diferente tipo (continuas, discretas y binomial). Luego de varias revisiones se encontró dos algoritmos que aceptan variables numéricas y categóricas, uno de ellos fue el algoritmo que *RFE (recursive feature elimination)* [21], [22]. Es básicamente un algoritmo recursivo que clasifica las características según alguna medida de su importancia. Este algoritmo en cada iteración, mide la importancia y se eliminan las menos relevantes. Otra posibilidad no utilizada, es

eliminar cada vez un grupo de características con el fin de acelerar el proceso. El segundo fue *Random Forest Filteres* un algoritmo que encuentra los pesos de los atributos usando el algoritmo de *RandomForest* [23].

Análisis de balanceo de clases

La última parte del preprocesamiento correspondió al análisis del desbalanceo de clases. El desbalanceo se presenta cuando una o más clases (clase minoritaria) se encuentran menos representadas en el número de patrones en comparación con el número de patrones de otra clase (clase mayoritarias)[24][25].

El problema del desbalanceo de clases, puede producir un deterioro importante en la efectividad del clasificador, en particular con los patrones de las clases menos representadas.

El conjunto de datos presentó un desbalanceo de clases, para solucionar este problema se desarrolló una función en R que permita aplicar *random over sampling* [26] a las clases binarias y para los casos con multiclases se crea otra función que realiza lo siguiente:

1. Se identificó la clase de las variables de salida.
2. Se consiguió un conjunto de datos de las clases minoritarias y mayoritaria.
3. Se aplicó *random oversampling* utilizando la función *ubOver* del paquete *unbalanced* por cada clase minoritaria, hasta obtener el mismo número de registros de la clase mayoritaria,

Modelado

En la figura 2, modelos de minería de datos [21], existen dos métodos de obtención del conocimiento: predicción y la descripción. Dentro de los modelos de predicción se encuentran los métodos estadísticos y los métodos simbólicos. Los métodos estadísticos son usualmente caracterizados por la representación del conocimiento a través de modelos matemáticos. Mientras que, los métodos simbólicos representan el conocimiento por medio de los símbolos y conectivas más interpretables para los seres humanos.

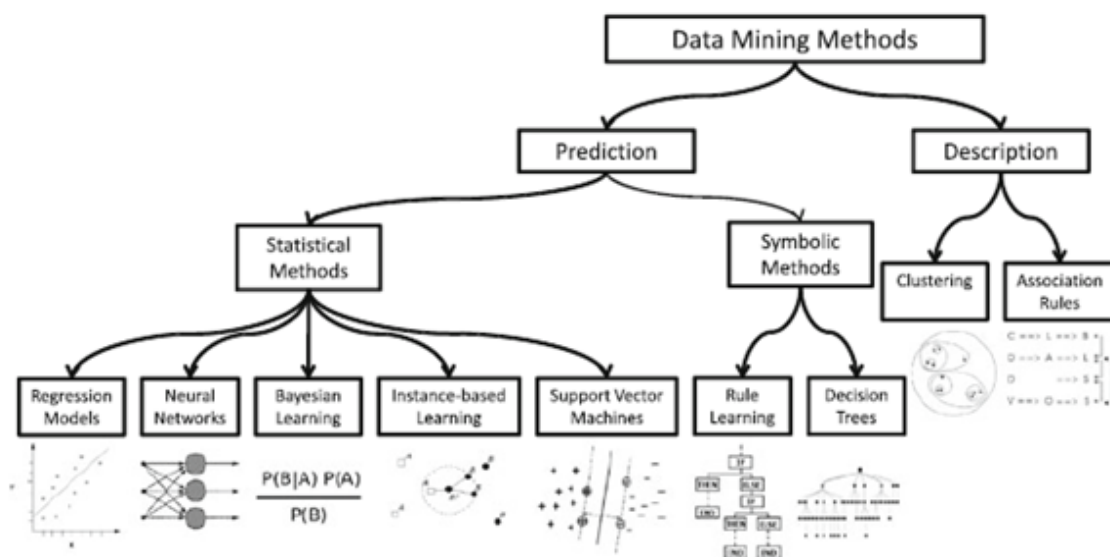


Figura 2: Métodos de Minería de Datos

En el trabajo se definió plasmar los métodos simbólicos: clustering y biclustering, dado que los resultados describan la asociación entre genotipo y fenotipo y a la vez caracterizarse por ser de fácil interpretación para los expertos.

Clustering

Clustering [27], es una técnica de minería de datos que identifica de forma automática agrupaciones o clústeres de elementos de acuerdo a una medida de similitud entre ellos. El objetivo fundamental es identificar grupos o clústeres de elementos tal que:

- La similitud media entre elementos del mismo clúster sea alta.
- La similitud media entre elementos de distintos clústeres sea baja

Para aplicar esta técnica se realizó una serie de actividades:

1. Se crearon variables ficticias de cada una de las variables genotipo puesto que estas variables contienen información categórica (11,22: homocigoto y 12 heterocigoto) y la mejor forma de tratar este tipo de variables es crear variables dicotómicas (0 y 1), además es recomendable para este método. En consecuencia, se aplicó la función *dummy Vars* del paquete *caret*.
2. Se calculó la matriz de disimilaridades entre las observaciones de la base de datos. Dado que el conjunto de datos cuenta con variables mixtas se utilizó el coeficiente de Gower [28][29], es una medida de similitud que permite la utilización simultánea de variables cuantitativas, cualitativas y dicotómicas. Aplicando este coeficiente de similitud se puede determinar el grado de semejanza o similitud entre individuos; a los cuales se le han medido características cualitativas y cuantitativas.
3. Trabajamos con dos técnicas de clúster: jerárquico y particional. Primero, aplicamos el algoritmo jerárquico como *AGNES (Agglomerative Nesting)* [30][31][5], es un algoritmo que inicia considerando cada observación como un grupo y en sucesivos pasos se van uniendo, según la similitud, hasta que finalmente todos los datos están en un único conglomerado. Este algoritmo nos permite definir el número grupos en los que se divide el conjunto de datos. Luego un algoritmo particionado como *PAM (Partitioning Around Medoids)*[5], [32], es un algoritmo que divide un conjunto de observaciones en clústeres, el objetivo principal es que encuentre *clústers* cuyas observaciones muestran un alto grado de similitud, mientras que las observaciones pertenecientes a diferentes grupos son tan diferentes como sea posible. Para trabajar con este algoritmo es necesario conocer el punto de corte (k).
4. Escogimos estos algoritmos porque Agnes no necesita un número pre especificado de grupos. Por otro lado, Pam es efectivo para conjunto de datos pequeños y es más robusto que K-medias.
Para el algoritmo jerárquico se utilizó la función *agnes* del paquete *cluster* y se realizaron pruebas con distintos métodos como *single*, *complete*, *average* y *ward*.
5. Para el algoritmo particionado se aplicó la función *pam* del paquete *cluster* y se realizaron pruebas con 2, 3, 4, 5 grupos.

Biclustering

Biclustering se ha convertido en una técnica popular para el estudio de datos de expresión genética [11],[12],[33],[34]. Es una técnica de análisis no supervisada que busca grupos de genes con un perfil de expresión similar bajo un subconjunto de condiciones [35].

Las técnicas de *biclustering* [12], son una variante de las técnicas de *clustering*, donde la búsqueda se realiza simultáneamente sobre las filas y columnas en la matriz. Existe una infinidad de algoritmos de bicluster, sin embargo se seleccionó dos algoritmos: Cheng and Church por ser uno de los más utilizados[11],[34],[36] y el algoritmo *Iterative Signature Algorithm* (ISA) por ser uno de los más eficaces en un conjunto de datos de expresión genética, según encuestas recientes [37], [38].

Algoritmo Cheng and Church , conocido también como CC, se basa en una estrategia de optimización voraz, que intenta minimizar el valor *mean square residue* (MSR) de los biclusters, a la vez que intenta maximizar el número de genes y condiciones dentro de estos. La búsqueda de cada bicluster, parte de la matriz A de entrada, en la cual sustituyen los valores nulos por valores tomados de forma aleatoria, entre un rango de valores que cubre, a su vez, el rango de valores de los datos que no son nulos. A este proceso de sustitución, le sigue un proceso de eliminación de múltiples filas y columnas que intenta reducir el valor MSR, seguido por un proceso que intenta agregar filas y columnas, manteniendo la submatriz con un valor MSR menor o igual que el obtenido en el proceso anterior.

Interactive Signature Algorithm [39], es uno de los más eficaces. Dada una matriz de expresión génica, el algoritmo ISA descubre conjuntos de genes coregulados y los correspondientes conjuntos de condiciones experimentales. Estos biclusters son denominados módulos de transcripción por los autores de ISA.

El algoritmo ISA [37], es un algoritmo no determinista que busca biclusters con dos requisitos simétricos: cada columna en el bicluster debe tener un valor promedio por encima de cierto umbral; asimismo, cada fila debe tener un valor medio por encima de un cierto umbral. El algoritmo comienza con un bicluster de datos que consiste en filas seleccionadas aleatoriamente. Actualiza iterativamente las columnas y filas del bicluster hasta converger. Al volver a ejecutar el paso de iteración con fila diferente, el algoritmo encuentra diferentes biclusters.

Evaluación

Algoritmo AGNES

Los resultados obtenidos del algoritmo AGNES utilizando los distintos métodos: *single*, *complete*, *average* y *Ward* fueron bajos. Sin embargo, en el cuarto método (*Ward*) se obtuvo un mejor coeficiente aglomerado de 0.64.

En la figura 3, se puede observar el dendrograma del algoritmo AGNES, este dendrograma nos indica el número de cluster en los que se divide el conjunto de datos, en nuestro caso se obtuvieron 3 cluster. Este valor ($k=3$) no empleamos como punto de partida en el algoritmo PAM.

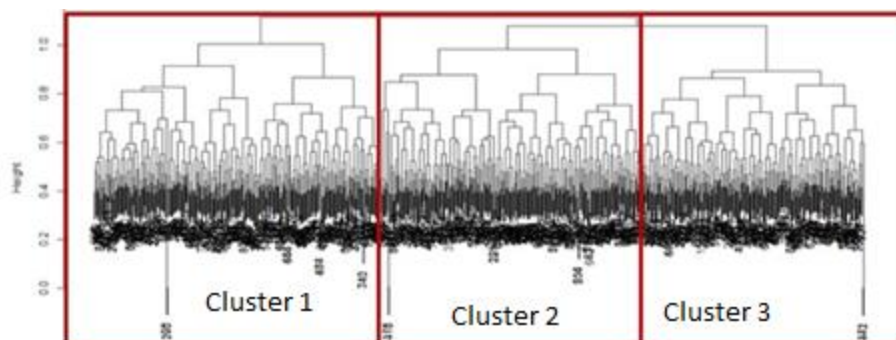


Figura 3: Dendrograma del algoritmo Agnes

Algoritmo PAM

Con los resultados de AGNES este algoritmo lo ejecutamos con valores de k desde 2 a 5, entonces se validaron los resultados utilizando el coeficiente de silueta [30],[31], es una media que permite identificar el número óptimo de agrupamientos, el valor más alto de este índice indica un caso más deseable del número de clústeres, este coeficiente toma valores en el rango de $[-1,1]$.

Los resultados obtenidos en este algoritmo fueron bastante bajos, el coeficiente de silueta decrece a medida que incrementamos el número de grupos, el mayor coeficiente fue de 0.03 obtenidos con $k=3$, a partir de este grupo existe un decrecimiento leve, al parecer el punto de inflexión del coeficiente de silueta es en el grupo 3. Este número de grupo coincide con los grupos obtenidos con el algoritmo AGNES.

Biclustering

Algoritmo Cheng and Church (CC)

Los resultados obtenidos con CC son cinco bicluster: El primer bicluster tiene 746 filas y 450 columnas, el segundo bicluster está formado por 88 filas y 110 columnas, el tercero por 90 filas y 45 columnas, el cuarto bicluster por 55 filas y 86 columnas, y el quinto bicluster por 63 filas y 43 columnas.

Número de *clusters* encontrado: 5

BC 1		BC 2	BC 3	BC 4	BC 5
Número de filas:	746	88	90	55	63
Número de columnas:	450	110	45	86	43

La Figura 4, corresponde a un heatmap del bicluster 1. Es una representación en dos dimensiones de la matriz, donde las filas representan genes y las columnas condiciones. Cada nivel de expresión se representa como un cuadrado de color en la posición correspondiente a su gen y su muestra. Las filas y columnas se han reordenado para mostrar un bicluster. Es importante destacar que el color depende del nivel de expresión y suele seguir una escala bicolor o tricolor. En nuestro caso el verde nos indica baja expresión, el negro expresión media y el rojo alta expresión

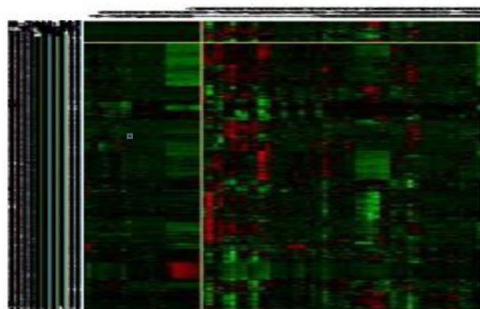


Figura 4: Headmap bicluster 1

La figura 5 corresponde a heatmaps de 4 biclusters. En los cuatro bicluster se puede destacar que el color verde es predominante y nos indica baja expresión, en pocos genes existe el color negro que nos indica una expresión media.

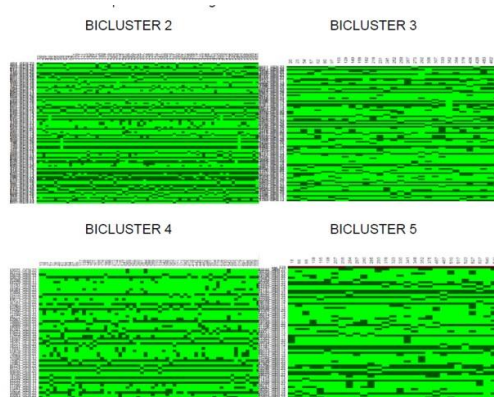


Figura 5: Head map de cuatro biclusters

Algoritmo ISA

Los resultados obtenidos con ISA son 761 cluster. Dado su gran número de clúster se aplicaron medidas de validación con la función *robustness*³², son más significativos mientras más robustos son.

En la tabla 2 se pueden ver los clústeres 497, 747, 725, 721 y 754 son los más robustos, sin embargo, el bicluster 497 y 747 tienen una robustez del 90.

Tabla 22: Resultados de Robustez

Bicluster	Robustez
497	90
747	90
725	89
721	89
754	88

³² <https://cran.r-project.org/web/packages/isa2/isa2.pdf>

Posteriormente, se tomó la decisión de analizar los resultados de dos bicluster con mayor robustez, para lo cual se aplicó la función de headmap y se observó que el color verde y negro tienen una participación media lo cual indica que los genes tienen una participación media en cada uno de los biclusters.

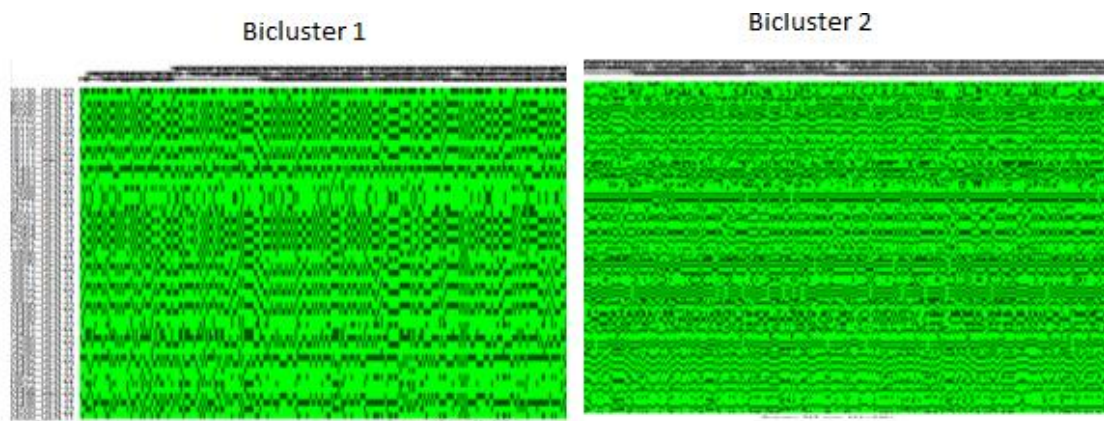


Figura 6: Head map bicluster 497 y 747

Resultados y discusión

Algoritmo AGNES vs PAM

Los resultados obtenidos al comparar el algoritmo AGNES Y PAM fueron bastante bajos, este valor tiende a cero, este valor no es referencial para obtener grupos compactos con características homogéneas y a la vez muy diferenciados de otros grupos, razón por la cual se descartó este método para el análisis de nuestros objetivos.

Biclustering CC vs ISA

Para seleccionar el mejor algoritmo y cuyos resultados sean de fácil interpretación para el usuario experto se procedió a validar los parámetros que se presentan en la tabla 3.

Partimos el análisis con el número de clusters, el algoritmo CC generó 5 e ISA 761 clústers. Número de genes en CC 961 y para ISA 85. Número de muestras en CC 734 y en ISA 221. Tamaño mínimo de genes en CC 42 x 63 (2646 genes) y para ISA 12 x 28 (336 genes). Tamaño máximo de genes en los clústeres de CC son 746x450 (335700 genes) y para ISA 14x73 (1022 genes). Variación promedio en CC 2.97 y para ISA 2.65. Índice de Jaccard [42], mide el grado de similitud entre dos conjuntos, sea cual sea el tipo de elementos, el valor de este índice fue 0.002, dato que indica que los resultados de los algoritmos son completamente diferentes. CC no tiene solapamiento de biclusters mientras de ISA si lo tiene. En CC los genes tienen un nivel de expresión media y alta mientras que en ISA predomina el nivel de expresión media y baja.

Tabla 23: Comparación algoritmo CC vs ISA

	Algoritmo	
	CC	ISA
Numero de bicluster	5	761
Número de genes	961	85
Número muestra	734	221
Mínimo tamaño	42 x 63	12 x 28
Máximo tamaño	746 x 450	14 x 73
Variación promedio	2,97	2,65
Solapamiento	No	Si
Índice de Jaccard	0.002	
Nivel Expresión de genes (Headmap)	Alta y media	media

Luego de analizar los parámetros de la tabla 4, se dio mayor importancia a los parámetros de nivel de expresión de los genes y el solapamiento. El primero, permitió seleccionar los mejores biclusters con mayor nivel de expresión génica, según las gráficas del algoritmo CC el Biclusters 1 presentó mayores niveles que el resto de biclústrs. El segundo, representó el solapamiento, los biclusters se cubren parcial o totalmente entre sí, el algoritmo CC no presenta solapamiento y esto facilita la interpretación de los resultados. Finalmente, considerando estos dos parámetros se decidió analizar los resultados del algoritmo CC de los biclusters 1.

Análisis del algoritmo CC.

De 1085 estudiantes se analizaron 450 estudiantes que corresponden al bicluster seleccionado, el 65% de los estudiantes son mujeres y 35% son hombres.

Tabla 24: Resumen por Sexo

BC	Mujeres	Hombres
450	65%	35%

En la tabla 5, el mayor porcentaje (13%) de estudiantes son de España, seguidamente de Creta, Hungría, Grecia, Bélgica, Austria, Alemania, Francia, Suecia y con menor porcentaje de estudiantes está Italia.

Tabla 25: Resumen por Centro

Centro	%
España	13%
Creta	12%
Hungría	12%

Grecia	10%
Bélgica	10%
Austria	10%
Alemania	9%
Francia	9%
Suecia	8%
Italia	7%

En la tabla 6, el mayor porcentaje de estudiantes están en la edad de 12 años seis meses y 13 años 11 meses, seguidamente se encuentran los jóvenes de 14 años y 14 años 11 meses con un 26%, jóvenes de 15 años y 11 meses con un 24%, jóvenes de 16 años y 17 años 6 meses en un 17% y un mínimo porcentaje (1%) de jóvenes menores a 12 años 6 meses.

Tabla 26: Resumen por Edad

<i>Edad</i>	<i>%</i>
< 12 años y seis meses	1%
12 años seis meses - 13 años y 11 meses	32%
14 años - 14 años y 11 meses	26%
15 años - 15 años y 11 meses	24%
16 años – 17 años y seis meses	17%

Resultado final

Dado que nuestro resultado representa a un gran número de genotipos, se tomó la decisión de aplicar el Modelo de regresión Múltiple, puesto que el modelo puede mejorar el poder, la robustez y la interpretación en el análisis de asociación genética [43].

Así, el modelado se realizó sobre 450 adolescentes, 559 variables genotipos y 27 fenotipos (bicluster 5). En la tabla 7 se pueden ver los resultados de cada modelo con su respectivo R cuadrado ajustado y el p-value, la mayoría de variables tiene un R cuadrado ajustado bastante bueno y explican la variación de las variables, sin embargo, el p-value es mayor a 0.05 lo que indica que las variables genotipo no afectan a las variables fenotipo. Por otro lado, existen 5 variables que tienen el valor de significancia muy pequeño ($p - \text{value} < 0.05$) y el R cuadrado ajustado es del 99 % y 100% en algunos casos (variables marcadas con asterisco).

En consecuencia, el análisis se realizó sobre dos variables de actividad Física (moderate_mean_FAF, mvpa_mean_FAF), dos de perfil inflamatorio (iga_FPI, igm_FPI) y una de perfil lipídico (hdl_FPL)

Tabla 27: Resultado del modelo de Regresión Múltiple

Grupo	Fenotipo	R cuadrado ajustado	p – value
Actividad Física	cpm_mean_FAF	0,9736	0,1289
	inactive_mean_FAF	0,3172	0,5908
	low_mean_FAF	0,9866	0,09209

	moderate_mean_FAF	0,9988	0,02721	*
	mvpa_mean_FAF	0,9985	0,03059	*
	vigorous_mean_FAF	0,963	0,1524	
Condición Física	pf_20msr_FCF	-0,5142	0,7811	
	pf_hgl_FCF	0,953	0,1714	
	pf_hgr_FCF	0,9569	0,1642	
	pf_sbj_FCF	0,8866	0,2633	
	vo2max_FCF	0,5699	0,4875	
	vo2max_leger_FCF	0,6496	0,4455	
Peril				
Inflamatorio	c3_FPI	0,94	0,20	
	c4_FPI	0,64	0,45	
	iga_FPI	1	2,15E-11	*
	igg_FPI	0,9736	0,1289	
	igm_FPI	1	7,869E-12	*
Perfil Lipídico	apo_a1_FPL	0,60	0,47	
	apob_apoa1_FPL	0,90	0,24	
	glc_FPL	0,9615	0,1553	
	hdl_FPL	1	2,70E-11	*
	ldl_FPL	0,987	0,09064	
	ldl_hdl_FPL	0,9796	0,1134	
	lpa_FPL	0,9948	0,05744	
	tc_FPL	0,9546	0,1685	
	tc_hdl_FPL	0,9262	0,2138	
	tg_FPL		0,93	0,2031

En la tabla 8 analizamos la asociación entre polimorfismo genético y fenotipo de las variables seleccionadas, las presencias de genes se encuentran ordenados según la frecuencia de mayor a menor.

En el primer grupo, los jóvenes con una media de 41.42 en actividad física moderada (moderate_mean) se activa el Polipéptido proopiomelanocortina (POMC), esto ayuda a reducir el apetito e induce a la baja de peso, seguidamente están las proteínas de desacoplamiento (UPC), ayuda a convertir la energía en calor es la encargada de determinar la eficiencia metabólica, las proteínas que regulan la apoptosis y la detención del ciclo celular (ZAC). La variable fenotipo de actividad física moderada vigorosa (mvpa_mean) con una media de 58,85 se relaciona con el gen de transferencia del colesterol (CETP), misma que ayuda regular el tamaño de las lipoproteínas sanguíneas que contienen colesterol. El gen CH_15 son genes que se relacionan con el complemento 3 (c3) y la enzima metilentetrahidrofolato reductasa (MTHFR) que limita la velocidad en el ciclo del grupo metilo, se dice que existe la variación de este gen solo en gente sana, el gen de complemento 3 (c3), componente que favorece a la inflamación, existe la presencia de la enzima de óxido nítrico sin tasa (NOS2A) que activa la defensa inmune contra patógenos. La convertasa de proteínas subtilisina/kexina 9 (PCSK9) proteína sérica que se produce a nivel hepático y se une a los receptores para LDL, facilitando su

degradación. El gen hidroxisteroide 11-beta deshidrogenasa 1 (HSD11B1) y el gen de lipasa hepática (LIPC) permite descomponer lípidos.

En el grupo de perfil inflamatorio, en el fenotipo de Inmunoglobina A (IgA) con una media de 20, se relaciona con 3 genes: gen de Factor neurotrófico ciliar (CNTF), es una proteína que da respuesta a lesiones en el sistema nervioso; proteína de desacoplamiento (UCP 2), el gen *Nicotinamida N-Metiltransferasa* (NNMT), es un enzima que se encuentra principalmente en el hígado.

El fenotipo Inmunoglobina M con una media de 104,96 se relaciona con dos genes: Lipoproteína Lipasa (LPL) enzima clave en el metabolismo lipídico; el gen de isoforma A1 del ATP-binding cassette (ABCA1), regulador del HDL plasmático.

En el grupo de perfil lipídico, el fenotipo de proteína de alta densidad (hdl) con una media de 55 se relaciona con 9 genes: el gen peroxisoma proliferador activado receptor gamma (PPARG), es un receptor que se acopla a una gran variedad de moléculas (ligandos); gen de convertasa de proteínas subtilisina/kexina 9 (PCSK9); Lipoproteína Lipasa (LPL); el gen receptor de transferrina (TFR2), proteína transportadora de superficie celular; el gen adiponectina (ADIPOQ); las proteínas que regulan la apoptosis y la detención del ciclo celular (ZAC); la enzima metilentetrahidrofolato reductasa (MTHFR) y el gen neuropéptido (NPY).

En conclusión, los fenotipos de actividad física se encuentran en rangos normales y se asocian con diferentes genotipos, sin embargo, el gen común en el grupo es la proteína que regula la apoptosis y la detención del ciclo celular (ZAC). En cuanto al grupo del perfil inflamatorio intervienen varios genotipos y sus valores se encuentran dentro de los rangos normales, dando así, una respuesta inflamatoria inmediata ante un proceso infeccioso. Finalmente, en el grupo de Perfil lipídico los genotipos que intervienen son varios y que estos en su debido momento se alteraran y provocaran un proceso cardiovascular y dentro de los resultados obtenidos todos los valores se encuentran dentro de los rangos normales.

Los resultados obtenidos de 450 jóvenes de los países Grecia, Alemania, Bélgica, Francia, Hungría, Italia, Suecia, Austria y España de edades comprendidas entre 12 años 6 meses y 17 años 6 meses son jóvenes de actividad física moderada y vigorosa, con indicadores de perfil inflamatorio y cardiovascular dentro de los rangos normales, sin embargo, se recomienda mantener las actividades físicas y controles oportunos cada cierto tiempo para descartar el riesgo de un proceso cardiovascular.

Tabla 28: Análisis Genotipo y Fenotipo de Actividad Física, Perfil Inflamatorio y Perfil Lipídico

Grupo	Fenotipo	Gen	Cantidad	Media
Actividad Física	moderate_mean	POMC (2) CART (1) ZAC (1) UCP1(1)	5	41,42
	mvpa_mean	CETP (2) CH_15_ (2) mthfr (1) C3 (1) NOS2A (1) PCSK9 (1) ZAC (1) HSD11B1 (1) LIPC (1)	11	58,85
Perfil Inflamatorio	Iga	CNTF (2) UCP 2 (1) NNMT (1)	5	20

	igm	LPL (2) ABCA1 (1)	3	104,96
Perfil	hdl	PPARG (2) PCSK9 (2) LPL (2)		
Lipídico		TFR2 (1) GHRL (1) ADIPOQ (1)	12	55
		ZAC (1) mthfr (1) NPY (1)		

Conclusiones

Existe asociación entre polimorfismos genéticos y fenotipos relacionados con actividad física, donde la de actividad física moderada es explicada por tres genes (POMC, UPC y ZAC) y para la variable fenotipo de actividad física moderada-vigorosa se relaciona con ocho genes (CETP, CH₁₅, C3, MTHFR, NOS2A, PCSK9, HSD11B1, LIPC). Sin embargo, no existe relación del genotipo con fenotipo de forma física.

En perfil inflamatorio se encuentra influenciado por tres genes: Factor neurotrófico ciliar (CNTF), proteína de desacoplamiento (UCP 2), el gen *Nicotinamida N-Metiltransferasa* (NNMT) en el fenotipo de Inmunoglobina A (igA). Para la variable fenotípica Inmunoglobina M se relaciona con dos genes: Lipoproteína Lipasa (LPL) e isoforma A1 del ATP-binding cassette (ABCA1).

El perfil cardiovascular para el fenotipo de proteína de alta densidad (hdl) se encuentra asociado con nueve genes: peroxisoma proliferador activado receptor gamma (PPARG), Convertasa de Proteínas Subtilisina/Kexina 9 (PCSK9), Lipoproteína Lipasa (LPL), Receptor de Transferrina (TFR2), Adiponectina (ADIPOQ), ZAC, Metilentetrahidrofolato reductasa (MTHFR) y neuropéptido (NPY).

Agradecimientos

Mi gratitud a la Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Granada por el apoyo con la base de datos Helena y en especial a Jonatan Ruiz por su expertis en el área de genética y estilo de vida.

A mi tutor Juan Manuel Fernández Luna por sus aportes en el desarrollo de este trabajo. A Coral por sus conocimientos en el área de biología.

Referencias

- [1] Y.-Z. Ge *et al.*, "A *BAP1* Mutation-specific MicroRNA Signature Predicts Clinical Outcomes in Clear Cell Renal Cell Carcinoma Patients with Wild-type *BAP1*," *J. Cancer*, vol. 8, no. 13, pp. 2643–2652, 2017.
- [2] J. H. Lim *et al.*, "Genome-wide gene expression analysis in the placenta from fetus with trisomy 21," *BMC Genomics*, vol. 18, no. 1, p. 720, 2017.
- [3] R. Raveendran and R. R. Menon, "A novel aggregated statistical feature based accurate classification for internet traffic," in *2016 International Conference on Data Mining and Advanced Computing (SAPIENCE)*, 2016, pp. 225–232.
- [4] M. Maurizio, "Data Mining Concepts and Techniques," *Book*, 2011.
- [5] B. Liao, X. Li, L. Cai, Z. Cao, and H. Chen, "A hierarchical clustering method of selecting kernel SNP to unify informative SNP and tag SNP," *IEEE/ACM Trans.*

- Comput. Biol. Bioinforma.*, vol. 12, no. 1, pp. 113–122, 2015.
- [6] L. Miguel and B. Natividade, “Data Mining para análise dos resultados de Gene Expression,” 2017.
 - [7] Y. Guo, Z. Liang, X. Hou, and Z. H. I. Zhang, “Diverse gene expression patterns in response to anticancer drugs between human and mouse cell lines revealed by a comparative transcriptomic analysis,” pp. 4469–4474, 2017.
 - [8] S. Bokor *et al.*, “Single nucleotide polymorphisms in the FADS gene cluster are associated with delta-5 and delta-6 desaturase activities estimated by serum fatty acid ratios,” *J. Lipid Res.*, vol. 51, no. 8, pp. 2325–2333, 2010.
 - [9] V. Legry *et al.*, “Associations between common genetic polymorphisms in the liver X receptor alpha and its target genes with the serum HDL-cholesterol concentration in adolescents of the HELENA Study,” *Atherosclerosis*, vol. 216, no. 1, pp. 166–169, 2011.
 - [10] C. Ottevaere *et al.*, “Clustering patterns of physical activity, sedentary and dietary behavior among European adolescents: The HELENA study,” *BMC Public Health*, vol. 11, no. 1, p. 328, 2011.
 - [11] P. Sun, N. K. Speicher, R. Röttger, J. Guo, and J. Baumbach, “Bi-Force: Large-scale bicluster editing and its application to gene expression data biclustering,” *Nucleic Acids Res.*, vol. 42, no. 9, pp. 1–12, 2014.
 - [12] B. Pontes, R. Giráldez, and J. S. Aguilar-Ruiz, “Biclustering on expression data: A review,” *J. Biomed. Inform.*, vol. 57, pp. 163–180, 2015.
 - [13] M. Cochez, “Twister Tries : Approximate Hierarchical Agglomerative Clustering for Average Distance in Linear Time,” pp. 505–517, 2015.
 - [14] R. Roberto, M. Surmay, S. B. Atuesta, V. M. Ospina, and R. Rojano, “Imputación de Valores Faltantes y Detección de Valores Atípicos para Datos Funcionales funcional en la zona de mayor densidad , lo que permite detectar valores atípicos para datos funciona-,” no. 2001, pp. 1–5, 2015.
 - [15] L. L. Doove, S. Van Buuren, and E. Dusseldorp, “Recursive partitioning for missing data imputation in the presence of interaction effects,” *Comput. Stat. Data Anal.*, vol. 72, pp. 92–104, 2014.
 - [16] S. Jolani, T. P. A. Debray, H. Koffijberg, S. van Buuren, and K. G. M. Moons, “Imputation of systematically missing predictors in an individual participant data meta-analysis: A generalized approach using MICE,” *Stat. Med.*, vol. 34, no. 11, pp. 1841–1863, 2015.
 - [17] K. J. Lee and J. A. Simpson, “Introduction to multiple imputation for dealing with missing data,” *Respirology*, vol. 19, no. 2, pp. 162–167, 2014.
 - [18] J. Kasza and R. Wolfe, “Interpretation of commonly used statistical regression models,” *Respirology*, vol. 19, no. 1, pp. 14–21, 2014.
 - [19] A. Hapfelmeier, T. Hothorn, K. Ulm, and C. Strobl, “A new variable importance measure for random forests with missing data,” *Stat. Comput.*, vol. 24, no. 1, pp. 21–34, 2014.
 - [20] A. Baratloo, M. Hosseini, A. Negida, and G. El Ashal, “Part 1: Simple Definition and Calculation of Accuracy, Sensitivity and Specificity,” *Emerg. (Tehran, Iran)*, vol. 3, no. 2, pp. 48–9, 2015.
 - [21] S. García, *Intelligent Systems Reference Library 72 Data Preprocessing in Data Mining*. 2015.
 - [22] W. You, Z. Yang, and G. Ji, “Feature selection for high-dimensional multi-

- category data using PLS-based local recursive feature elimination,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 41, no. 4 PART 1, pp. 1463–1475, 2014.
- [23] Q. Zhou, H. Zhou, and T. Li, “Cost-sensitive feature selection using random forest: Selecting low-cost subsets of informative features,” *Knowledge-Based Syst.*, vol. 95, pp. 1–11, 2016.
 - [24] B. Krawczyk, “Learning from imbalanced data: open challenges and future directions,” *Prog. Artif. Intell.*, vol. 5, no. 4, pp. 221–232, 2016.
 - [25] V. López, A. Fernández, and F. Herrera, “On the importance of the validation technique for classification with imbalanced datasets: Addressing covariate shift when data is skewed,” *Inf. Sci. (Ny)*, vol. 257, pp. 1–13, 2014.
 - [26] Q. Wu, Y. Ye, H. Zhang, M. K. Ng, and S. S. Ho, “ForesTexter: An efficient random forest algorithm for imbalanced text categorization,” *Knowledge-Based Syst.*, vol. 67, pp. 105–116, 2014.
 - [27] A. Saxena and M. Singh, “Using Categorical Attributes for Clustering,” no. 2, pp. 324–329, 2016.
 - [28] A. Sardesai, V. Kharat, P. Sambarey, and A. Deshpande, “Efficacy of fuzzy-stat modelling in classification of gynaecologists and patients,” *J. Intell. Syst.*, vol. 25, no. 2, pp. 147–157, 2016.
 - [29] Gower J.C, “A General Coefficient of Similarity and Some of Its Properties,” vol. 27, no. 4, pp. 857–871, 2007.
 - [30] B. Seifert, M. Ritz, and S. Csősz, “Application of Exploratory Data Analyses opens a new perspective in morphology- based alpha-taxonomy of eusocial organisms,” *Myrmecological News*, vol. 19, no. January, pp. 1–15, 2014.
 - [31] F. Murtagh and P. Legendre, “Ward ’ s Hierarchical Agglomerative Clustering Method : Which Algorithms Implement Ward ’ s Criterion ?,” *J. Classif.*, vol. 31, no. October, pp. 274–295, 2014.
 - [32] J. Oyelade, E. Adebisi, and B. Brors, “Ensemble based Clustering of Plasmodium falciparum genes,” 2015.
 - [33] J. Tang, M. Liu, and H. Ye, “A Novel Method for Selecting Informative SNPs from Both Haplotype and Genotype Datasets,” *J. Comput. Theor. Nanosci.*, vol. 12, no. 10, pp. 3495–3499, 2015.
 - [34] J. Greene, M. Lin, J. Wang, J. Ye, and G. Wittenberg, “339. Biclustering of Blood Gene Expression Data Identifies Patient Subtypes with Different Biological Pathologies in Major Depressive Disorder,” *Biol. Psychiatry*, vol. 81, no. 10, p. S139, 2017.
 - [35] J. A. Nepomuceno, A. Troncoso, I. A. Nepomuceno-Chamorro, and J. S. Aguilar-Ruiz, “Integrating biological knowledge based on functional annotations for biclustering of gene expression data,” *Comput. Methods Programs Biomed.*, vol. 119, no. 3, pp. 163–180, 2015.
 - [36] D. Dede and H. O??ul, “TriClust: A tool for cross-species analysis of gene regulation,” *Mol. Inform.*, vol. 33, no. 5, pp. 382–387, 2014.
 - [37] K. Eren, M. Deveci, O. Kktun, and mit V. atalyrek, “A ccomparative analysis of biclustering algorithms for gene expression dat,” *Brief. Bioinform.*, vol. 14, no. 3, pp. 279–292, 2013.
 - [38] L. Li, Y. Guo, W. Wu, Y. Shi, J. Cheng, and S. Tao, “A comparison and evaluation of five biclustering algorithms by quantifying goodness of biclusters for gene expression data,” *BioData Min.*, vol. 5, no. 1, p. 8, 2012.

- [39] A. Fiannaca, M. La Rosa, L. La Paglia, R. Rizzo, and A. Urso, "Analysis of miRNA expression profiles in breast cancer using biclustering," *BMC Bioinformatics*, vol. 16, no. Suppl 4, p. S7, 2015.
- [40] M. Nilashi, D. Jannach, O. Bin Ibrahim, and N. Ithnin, "Clustering- and regression-based multi-criteria collaborative filtering with incremental updates," *Inf. Sci. (Ny)*, vol. 293, pp. 235–250, 2015.
- [41] MCM, "Indice Silueta," pp. 0–3, 2011.
- [42] L. Lee, "Measures of distributional similarity," *Proc. 37th Annu. Meet. Assoc. Comput. Linguist. Comput. Linguist.* -, pp. 25–32, 1999.
- [43] Y. J. Yoo, L. Sun, J. G. Poirier, A. D. Paterson, and S. B. Bull, "Multiple linear combination (MLC) regression tests for common variants adapted to linkage disequilibrium structure," *Genet. Epidemiol.*, vol. 41, no. 2, pp. 108–121, 2017.

Análisis y diseño de un software de gestión de procesos y costos en empresas de producción

Eduardo Merchán¹, Erik Sigcha¹, Villie Morocho¹, Paúl Cabrera, Lorena Siguenza-Guzmán^{1,*}

1 Departamento de Ciencias de la Computación, Facultad de Ingeniería, Universidad de Cuenca, Ecuador

Autor para correspondencia: lorena.siguenza@ucuenca.edu.ec

Palabras Claves: gestión, procesos, costos, TDABC, BPMN

Resumen

En un entorno de alta competitividad empresarial, la gestión estratégica de procesos es un factor primordial para el normal desenvolvimiento de las industrias, debido a su impacto directo en los objetivos de toda empresa, entre los primordiales, minimizar costos y maximizar utilidades. Desafortunadamente, su consecución se ve afectada diariamente por factores internos y externos, que inciden en el cumplimiento de los procesos realizados. El presente artículo tiene dos propósitos. Primero, documentar el análisis y diseño de una plataforma informática para el apoyo a la gestión de costos y procesos de ensamblaje. Segundo, verificar si el desarrollo de este sistema dedicado potencia las bondades de la metodología de gestión de costes basados en el tiempo invertido por actividad (TDABC). Para esto, se establece primero un marco teórico sólido. Seguidamente, a través de metodologías ágiles, el estudio documenta el análisis y diseño de una plataforma informática, basada en la experiencia de desarrollo de un prototipo que aplica TDABC para el manejo de procesos de biblioteca. Adicionalmente, en la sección de discusión se presenta una interpretación sobre las principales implicaciones de usar el sistema informático como apoyo en la gestión de costos y procesos de ensamblaje. El artículo finaliza extrayendo las conclusiones más importantes del análisis efectuado.

Introducción

El alto nivel de competitividad que se da en el entorno empresarial ha motivado a las empresas a que, en su afán por conseguir los objetivos de minimizar costos y maximizar ganancias, enfoquen su atención en la búsqueda de nuevas alternativas para la mejora de sus servicios y procesos, implicando entre otras cosas una buena implementación de sistemas de contabilidad de costos. En efecto, la contabilidad se ha establecido como un medio imprescindible para las empresas en el conocimiento de su situación económica y financiera en determinado punto del tiempo. La contabilidad de costos, según Jaime León [1], ha evolucionado en tres generaciones: determinación de costos unitarios, predeterminación de costos y control de costos; surgiendo en cada una de ellas al paso del tiempo y de las necesidades, los distintos sistemas de costeo conocidos. En la tercera generación, específicamente, nace el sistema de costos basados en actividades – ABC³³, en el cual además del aporte de sus predecesores, se considera la aplicación de la investigación de operaciones y matemáticas en sus sistemas de cálculo [2]. Este enfoque para el análisis de costos resulta importante, ya que considera al factor humano como un aspecto cualitativo que acompaña al análisis cuantitativo frecuentemente olvidado dentro

³³ Por sus siglas en inglés, Activity-Based Costing

de los análisis de costos y muy importante en la gestión de las organizaciones, de impacto directo en sus costos y resultados [3].

ABC es un sistema de costos alternativo promovido por Robert S. Kaplan y Robin Cooper en 1998 [2]. Comparado con el método de costeo tradicional, ABC desarrolla un tratamiento más preciso y eficiente de los costos indirectos [4]. ABC primero acumula los gastos generales por cada actividad, y luego asigna los costos de las actividades a los servicios que generan esta actividad [5]. Posterior a este sistema de costeo, que revolucionó el manejo de costos de las empresas de servicios y de las industrias, surge un nuevo enfoque de costeo basado en el tiempo invertido por actividad denominado TDABC³⁴. TDABC es un sistema de costeo desarrollado por Kaplan y Anderson para superar las limitaciones de los antecesores [6]. Este sistema recoge adecuadamente la diversidad de procesos y aporta información precisa sobre los costos [7]. TDABC usa dos parámetros: el coste por unidad de tiempo de recurso utilizado, y el tiempo estimado necesario para realizar una actividad. En la literatura sobre TDABC [5], [8], se describen las siguientes ventajas: 1) la facilidad y rapidez en la construcción de modelos de costos precisos; 2) la posibilidad de diseñar modelos de costos para operaciones complejas gracias a la utilización de varios controladores de tiempo; 3) la buena estimación del consumo y capacidad de los recursos; 4) la versatilidad y modularidad para mantener y construir modelos económicos de costeo; y 5) la posibilidad de utilizar TDABC de manera predictiva [5]. Este nuevo método de análisis de costos proporciona datos precisos y acciones concretas de forma rápida, que pueden ser elaborados frecuentemente y a bajo costo, permitiendo a las organizaciones comprender de una mejor forma la rentabilidad del cliente [9]. El sistema TDABC, a través de las ecuaciones de tiempo, recoge de manera adecuada la diversidad de los procesos y, además, aporta una información precisa sobre los costes, un aspecto fundamental para que las empresas detecten las posibles ineficiencias internas, así como de oportunidades de desarrollo [10], [11]. Este nuevo enfoque también simplifica a su predecesor, el sistema ABC, ya que permite ser actualizado fácilmente cuando existen cambios en la estructura del modelo, además de incorporar estimaciones precisas de la capacidad de los recursos [5].

Desafortunadamente, pocos son los estudios que documentan el desarrollo e implementación de sistemas informáticos para TDABC. Cabrera y Ordoñez [12], y Siguenza-Guzman et al. [13], por ejemplo, describen el desarrollo de un módulo denominado TD-ABC-D, orientado a la gestión de costos en bibliotecas universitarias. La herramienta descrita en dichos artículos ha sido implementada como un módulo adicional en el software de gestión de bibliotecas ABCD³⁵. Sin embargo, este sistema se encuentra enfocado a procesos en empresas de servicios más que a procesos de industriales. Más estudios son necesarios que analicen la arquitectura de estos sistemas, así como, las implicaciones de su uso como apoyo a la gestión de costos y procesos de ensamblaje. En este contexto, este artículo presenta el análisis y diseño de una arquitectura de software para la gestión de procesos, costos y en empresas de ensamblaje basados en TDABC. Además, como pregunta de investigación, este trabajo plantea verificar si el sistema desarrollado, mejora las bondades de TDABC en empresas de ensamblaje.

³⁴ Por sus siglas en inglés, Time-Driven Activity-Based Costing

³⁵ Más información sobre el software ABCD ir a <http://wiki.bireme.org/es/index.php/ABCD>

Métodos

El estudio fue desarrollado a través de un diseño cualitativo descriptivo y un enfoque fuertemente tecnológico. El artículo describe las primeras fases del desarrollo de software: análisis de requerimientos y diseño de software [14]. Para el análisis de requerimientos se tiene como caso de estudio una empresa local con tres líneas de ensamblaje. La parte cualitativa del estudio requiere un análisis de situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción de los significados que les dan los miembros de la empresa a los procesos analizados. Para la parte descriptiva, se parte del diagnóstico de la situación actual, con el propósito de identificar los mejores modelos de gestión de procesos y costos de la organización. Mediante la determinación de estos puntos se podrá generar una mejor estructura para el desarrollo del sistema.

Para el diseño del software se ha considerado la metodología de desarrollo ágil SCRUM, que comprende cuatro fases: visualización, preparación, sprint y estabilización [15]. La primera reúne los requerimientos del sistema, necesidades del proyecto, procesos y actores de la organización, así como riesgos e interfaces con otros sistemas. Para realizar la identificación de los requerimientos de la plataforma se parte del análisis del desarrollo del prototipo TD-ABC-D [12] y de un diagnóstico de procesos realizado en la empresa de caso de estudio. Como resultado principal de esta fase se obtuvo un documento de “Especificación de Requerimientos”, que utiliza el formato ejemplificado en el Anexo 1. La segunda fase comprende la planificación del trabajo, configurar la arquitectura de la solución y listar las funcionalidades del sistema, para lo cual se analizan los requerimientos reunidos en la fase anterior. A partir de estos requerimientos se define un conjunto de funcionalidades que la plataforma debe proveer en un documento de descripción de casos de uso, el cual es utilizado para realizar la planificación del desarrollo. La configuración de la arquitectura se realiza mediante el análisis de los datos que se almacenarán en la plataforma informática, así como la relación de sus componentes, dando como resultado la definición del modelo conceptual de datos, ilustrado en la Figura 1. Con el objetivo de definir un entorno de desarrollo y una arquitectura de software, se ha realizado una evaluación de herramientas para el desarrollo del sistema, tomando como referencia el modelo conceptual y el listado de requerimientos funcionalidades; priorizando, además, el uso de software libre y la representación de flujos de procesos aplicando la notación BPMN³⁶ [16]. Adicionalmente, dentro de la planificación, se establece un plan de validación para la plataforma, que permita verificar el cumplimiento de los requerimientos, su correcta funcionalidad y que se ajuste a la información de la empresa de caso de estudio.

³⁶ Por sus siglas en inglés, Business Process Model and Notation

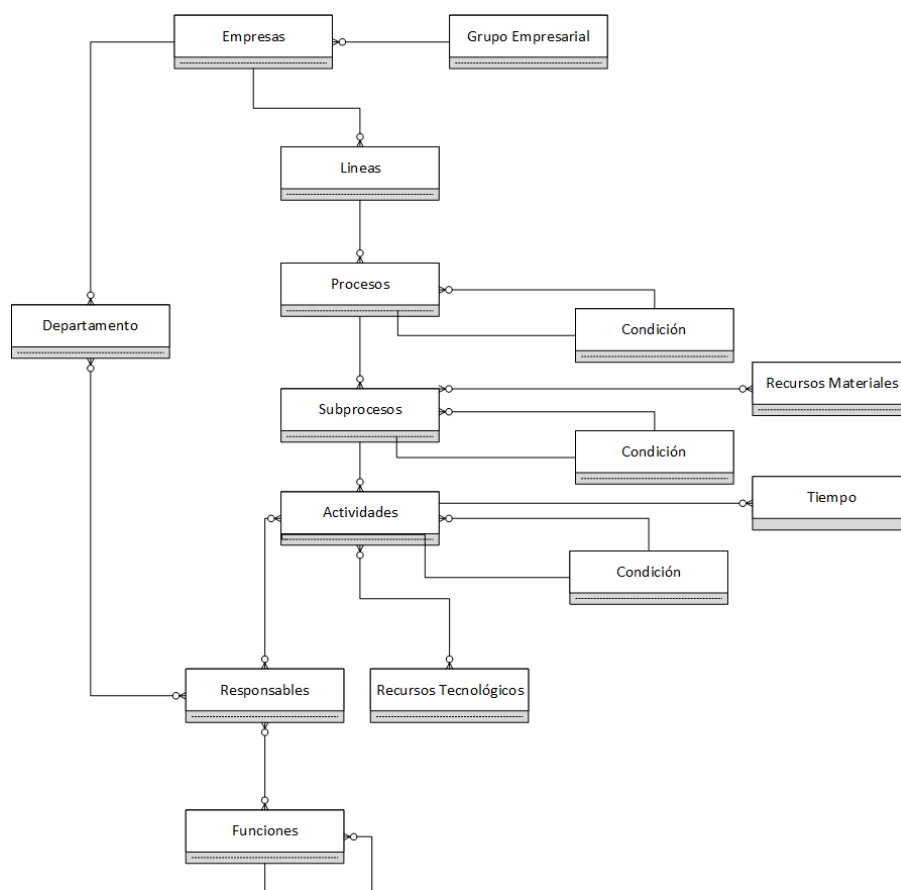


Figura 1. Modelo Conceptual de Datos de la Plataforma

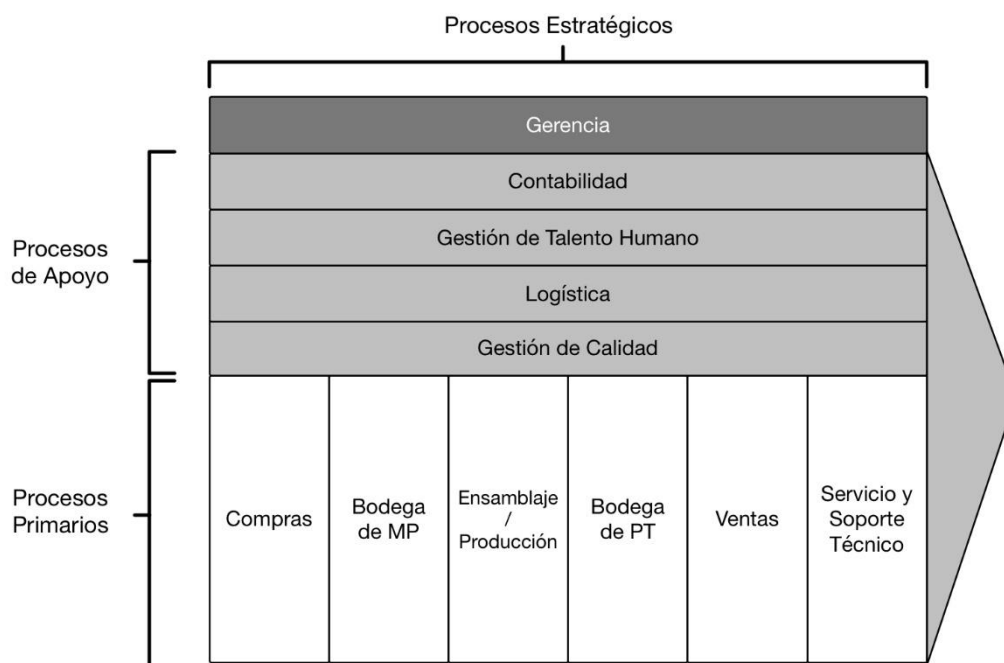
La implementación del sistema se realiza en las dos últimas fases: sprint y estabilización. La fase de sprint comprende una serie de periodos de programación denominados iteraciones, los cuales se desarrollarán siguiendo la planificación definida en la fase de preparación; es decir, el uso del denominado *product backlog* propuesto en la metodología SCRUM. Para terminar, la fase de estabilización prueba el producto final mediante la ejecución del “Plan de Validación de la Plataforma” y el uso de los casos de prueba establecidos en las fases anteriores. En esta fase, no se añaden nuevas funcionalidades, solo cambios pequeños que garanticen la funcionalidad correcta del software [15]. Como resultados de esta fase, se tienen los prototipos o entregables de cada uno de los componentes definidos en las etapas previas.

Una vez generados los resultados de costos en el sistema informático desarrollado, éstos se convertirán en insumos para generar varios modelos de optimización de procesos. Por ejemplo, es posible calcular de manera probabilística la rentabilidad financiera de producción en el tiempo, a través del modelo de producción que involucra distintas variables económicas, tales como, los costos de producción y operación, tasas de descuento, esquemas de amortización, entre otras. Este modelo, utilizando herramientas de simulación, a más de generar los flujos de efectivo, permitirá un análisis integral de rentabilidad y riesgo.

Resultados

Uno de los principales resultados del estudio es la definición de un **esquema de procesos generalizado** para empresas de ensamblaje en base a la cadena de valor de Porter [17]

(Ver Figura 2), el cual se ha obtenido en base al diagnóstico de procesos de las tres líneas de ensamblaje de la empresa de caso de estudio. Este esquema describe los procesos que comúnmente conforman un ciclo estándar de una línea de ensamblaje, así como los procesos que dan soporte a los demás. El esquema de procesos generalizado sirve como una referencia al momento de identificar los procesos de la empresa que se analizarán con la plataforma.



† MP: Materia Prima; PT: Productos Terminados

Figura 2, Esquema de procesos generalizado para una empresa de producción

Por otro lado, la arquitectura de software resultante, basada en el patrón de arquitecturas de software Modelo-Vista-Controlador (MVC), se presenta en la Figura 3. El bloque de *Fuentes de Datos* representa los recursos que proporcionan datos de la empresa a la plataforma. En este bloque se destacan los valores de *Tiempo por Actividad* y *Costo de Recurso* para el cálculo TDABC, así como la metodología y sistema de calidad utilizados en cada uno de los procesos y que proveerá información al software. Se incluyen también otras fuentes como archivos, sistemas transaccionales y herramientas de evaluación de calidad. El segundo bloque presenta las bases de datos y repositorios que almacenarán datos de los procesos de la empresa y los procesos de análisis de riesgo, optimización y simulación. Con estos últimos datos y mediante el uso del software @Risk se podrá simular diferentes tipos de escenarios, como por ejemplo la variación del flujo de caja en el tiempo presentada en la Figura 4. Para este cálculo se usaron 1.000 iteraciones y los datos históricos de las tres líneas. Otro ejemplo de los resultados a obtener a través de la simulación corresponde a la variación de precios en el tiempo en base a datos estadísticos, similar al presentado en la Figura 5, en donde existen datos desde 1978 con una proyección a 2026, usando el mismo número de iteraciones propuesto en el primer ejemplo. El bloque de *Procesamiento* encierra la lógica de la aplicación y controladores, los cuales permiten manipular los datos almacenados y realizar los cálculos del sistema TDABC. Finalmente, el bloque de *Presentación* describe la manera en que se mostrarán los datos al usuario, incluyendo los flujos de proceso y los costos obtenidos.

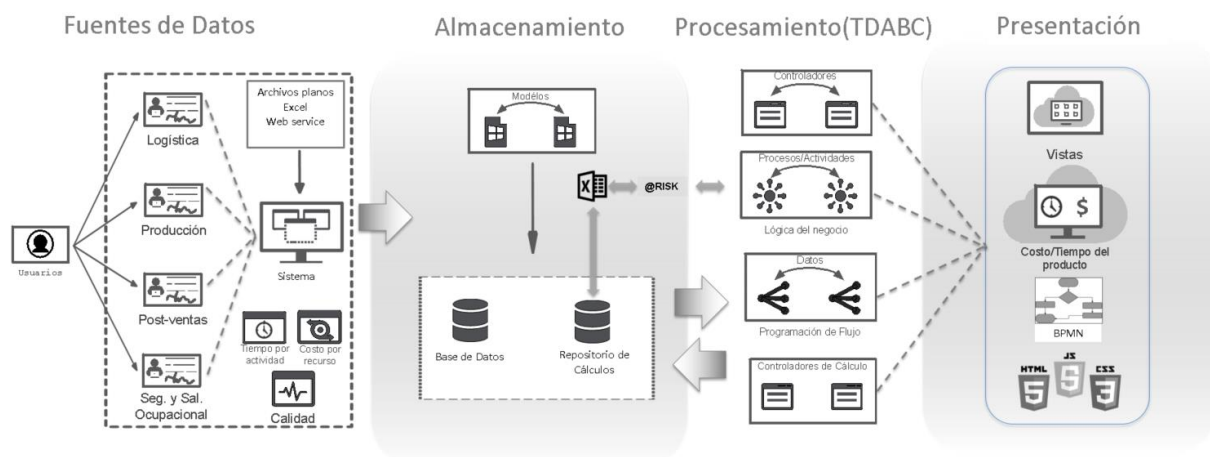


Figura 3. Arquitectura propuesta de la plataforma informática

PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AÑO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Precio del producto	1,256	1,262	1,307	1,354	1,402	1,420	1,420	1,420	1,420	1,420	1,420
Bloques de producción											
Línea de producción 1	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
Línea de producción 2	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Línea de producción 3	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
Bloques de producción acumulados											
Línea de producción 1	39	78	117	156	195	234	273	312	351	390	390
Línea de producción 2	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	250
Línea de producción 3	38	76	114	152	190	228	266	304	342	380	380
Producción											
Línea de producción 1	22,265	58,626	67,392	67,392	67,392	63,228	53,469	45,046	37,818	31,674	31,674
Línea de producción 2	26,500	29,670	33,300	35,905	35,975	35,550	31,826	27,800	24,221	21,081	21,081
Línea de producción 3	22,848	53,112	124,955	209,018	210,824	182,515	124,319	84,194	56,851	38,206	38,206
Producción total	71,613	141,408	225,647	312,315	314,191	281,293	209,614	157,040	118,890	90,961	90,961
Percentile de capacidad	90%	91,718	196,654	330,959	446,117	462,221	423,598	351,741	270,877	209,652	158,537
Capacidad máxima	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000
Total ingresos	2,682,822,440	90,406,134	184,870,009	305,622,406	437,811,980	446,121,069	399,409,066	297,631,765	222,981,730	168,812,391	129,155,891
Costos fijos											
Línea de producción 1	17,333,333	17,333,333	17,333,333	17,333,333	17,333,333	17,333,333	17,333,333	17,333,333	17,333,333	17,333,333	17,333,333
Línea de producción 2	12,166,667	12,166,667	12,166,667	12,166,667	12,166,667	12,166,667	12,166,667	12,166,667	12,166,667	12,166,667	12,166,667
Línea de producción 3	21,833,333	21,833,333	21,833,333	21,833,333	21,833,333	21,833,333	21,833,333	21,833,333	21,833,333	21,833,333	21,833,333
Total costos fijos	513,333,333	51,333,333	51,333,333	51,333,333	51,333,333	51,333,333	51,333,333	51,333,333	51,333,333	51,333,333	51,333,333
Costos variables											
Línea de producción 1	17,812,000	46,900,800	53,913,600	53,913,600	53,913,600	50,582,400	42,775,200	36,036,800	30,254,400	25,339,200	25,339,200
Línea de producción 2	22,525,000	25,219,500	28,305,000	30,519,250	30,578,750	30,217,500	27,052,100	23,630,000	20,587,850	17,918,850	17,918,850
Línea de producción 3	20,334,720	47,269,680	111,209,950	186,026,020	187,633,360	162,438,350	110,643,910	74,932,660	50,597,390	34,003,340	34,003,340
Total costos variables	1,653,084,780	60,671,720	119,389,980	199,428,550	270,458,870	272,125,710	243,238,250	180,471,210	134,599,460	101,439,640	77,261,390
Utilidad operativa	516,404,327	-21,598,919	14,146,696	60,860,523	116,019,777	122,662,026	104,837,483	65,827,221	37,048,936	16,039,418	561,168

Figura 4. Flujo de caja luego de la simulación

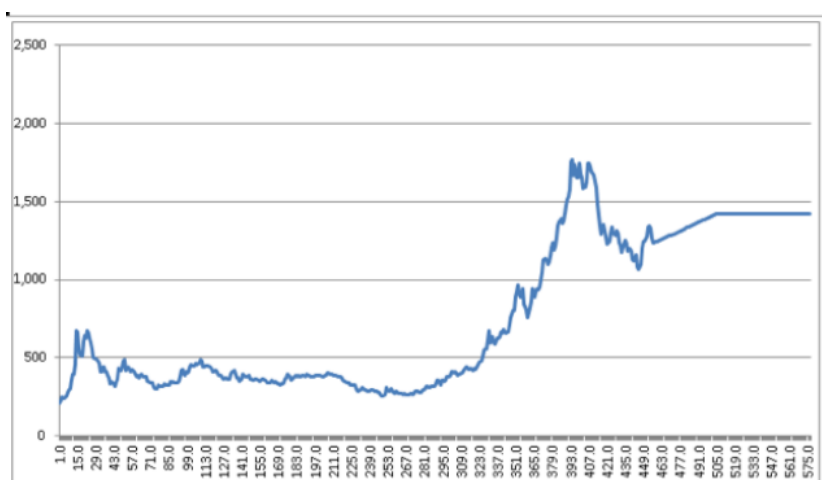


Figura 5. Variación de precios en el tiempo en base a históricos

Otro resultado de este estudio es la planificación de la implementación y validación de la plataforma. El plan de implementación comprende un listado de las funcionalidades que ofrecerá la plataforma, junto con sus respectivos tiempos de desarrollo o *sprints*; estas funcionalidades serán transformadas en prototipos o entregables. Dentro del plan de validación de la plataforma, se tiene previsto evaluar el cumplimiento de las funcionalidades en base a criterios de aceptación y productos entregables definidos en los documentos de especificación de requerimientos y casos de uso. Además, se debe validar el esquema de procesos generalizado de la Figura 2, comprobando que, no solo se ajuste al diagnóstico de procesos de la empresa de caso de estudio, sino que se ajuste también a otras empresas de ensamblaje.

De la misma forma, es posible mencionar algunos resultados en cada una de las fases de SCRUM. En la primera fase de visualización: 1) un documento de especificación de requerimientos de la metodología TDABC, 2) documento con la especificación de los cálculos básicos necesarios dentro de la metodología TDABC, 3) documentos con las especificaciones a tomar en cuenta dentro de la metodología SCRUM para el desarrollo del *product backlog*. Dentro de la segunda etapa, que corresponde a planificación, se tiene: 1) la descripción de la funcionalidad de la plataforma en un documento de casos de uso, 2) el diseño de pantallas de la plataforma, 3) la planificación de la fase de implementación o *product backlog*, 4) la planificación de la validación de la plataforma, 5) la estructuración de los casos de prueba de cada uno de los componentes de la plataforma y 6) la estructura de la plataforma aplicando MVC enfocados en primer lugar en el modelado.

Discusión

La implementación de la plataforma de gestión de procesos y costos para empresas de ensamblaje permite aprovechar varias ventajas del sistema de costeo TDABC. Con el objetivo de responder la interrogante de investigación planteada en la introducción de este trabajo, a continuación se revisa cada una de las ventajas, retos y oportunidades del sistema TDABC en base a lo expuesto en [5].

Como primera ventaja se tiene la simplicidad que proporciona TDABC para la construcción de modelos de costeo. El uso de una herramienta de software para crear diagramas de procesos hace que la construcción de modelos de costeo por procesos sea una actividad más simple e intuitiva, lo que simplifica aún más la construcción de modelos de costo. Otro beneficio es el uso de las ecuaciones de tiempo lo que permite una reducción de complejidad en los cálculos requeridos para el diseño de modelos de costos. Esta reducción de complejidad se acentúa mediante la automatización de los cálculos de costos provista por la plataforma. Adicionalmente, los resultados del análisis TDABC mediante la plataforma informática permitirán visualizar y detallar los costos de las diferentes situaciones o flujos que pueden darse en el desarrollo de un proceso. La visualización de la capacidad de utilización de recursos y responsables, es otra ventaja mencionada por Siguenza-Guzman et al. [5]. La plataforma aprovecha esta ventaja de TDABC debido a que se pueden realizar varias consultas de información por departamento, proceso, subproceso o actividad, para identificar como se están utilizando los recursos materiales y humanos, con la finalidad de realizar una mejor planificación de su asignación para el desarrollo de las actividades. La versatilidad y modularidad que provee TDABC al análisis de costos es una ventaja que se resalta aún más con la implementación de la plataforma. Esto se debe a que, la actualización de información

sobre el desarrollo de actividades requerirá solamente el ingreso de datos a la plataforma o la creación de una nueva versión de un proceso. Además, en este aspecto, la plataforma TDABC puede interactuar con otros sistemas por medio del uso de servicios web o conexiones con bases de datos externas para el intercambio de información. La capacidad de simulación de procesos, provista por TDABC, es aprovechada por la plataforma al momento de crear y visualizar diferentes flujos de procesos. Esto sumado al uso de BPMN con su detalle de costos, permite, al usuario del sistema informático, identificar las posibilidades de mejora (ej. procesos, actividades, recursos y tiempo). Se puede potenciar este beneficio aplicando herramientas de simulación y optimización automática sobre los datos obtenidos de la plataforma mediante la generación de modelos adaptados a las necesidades específicas de la empresa.

De igual forma, en [5], los autores señalan algunos retos y oportunidades que se presentan al aplicar TDABC. Uno de estos retos es la reducción del error en la toma de tiempos. En primera instancia, la plataforma no puede resolver este reto, ya que aún se requiere realizar mediciones manuales de tiempo cuyos datos son los que se ingresan en la plataforma. Una de las maneras de resolver parcialmente este desafío es implementar la plataforma para que interactúe con sistemas que permitan determinar el tiempo de manera más exacta. Esto podría hacerse principalmente en los procesos en los que intervengan equipos que ayuden en la toma de tiempos. Los demás procesos que requieren una observación o encuestas todavía tendrán ese error en la medición. Por otra parte, la cantidad de datos que requiere TDABC es amplia, por lo que la plataforma podría resolver el problema de tener que ingresar cada dato de manera manual. Esto por medio de la importación de archivos de texto o conexiones a bases de datos de sistemas propios de la empresa como sistemas ERP³⁷. Además, la posibilidad de elegir diferentes medidas de tendencia central o distribuciones estadísticas para hacer los cálculos con las ecuaciones de tiempo, puede ayudar a obtener una mayor precisión en los resultados. En [5], se concluye que TDABC está más orientado a actividades homogéneas, operacionales y repetitivas. La plataforma objeto de este estudio, no resuelve este problema en razón que el sistema TDABC por su naturaleza no está orientado a medir costos en actividades de apoyo o servicio que se den pocas veces al mes o año. Estos procesos tendrán una menor precisión, debido a que no se pueden obtener varios datos de su desarrollo y mayoritariamente depende de lo que se obtenga en encuestas y entrevistas. La capacidad de realizar evaluaciones comparativas de procesos es una oportunidad que ya se aprovechó en la implementación del prototipo del módulo TDABC para bibliotecas [12]. Esto mediante la implementación de una funcionalidad de comparación de procesos dentro de la empresa o entre empresas del mismo grupo empresarial, la cual se ha considerado como requerimiento para la plataforma propuesta. Esta funcionalidad ayuda a administradores a tener una mejor visión de las situaciones en las que se puedan optimizar los costos. Como se mencionó anteriormente, la plataforma TDABC puede interactuar con otros sistemas, no solo para recolectar datos, sino también para proveer información que ayude a la toma de decisiones. Por este motivo, resultaría útil aprovechar la información del sistema TDABC en áreas estratégicas como, por ejemplo, al integrar la plataforma TDABC con una herramienta de Balance Scorecard (BSC) para proveer información de los indicadores de gestión. Esto es algo que no se ha considerado en el diseño actual, pero que puede ser considerado para futuras versiones. De igual forma, la integración de TDABC con sistemas de calidad, tales como Total Quality Management (TQM) queda pendiente para un análisis posterior

³⁷ Por sus siglas en inglés, Enterprise Resource Planning

Conclusiones

El análisis de costos, procesos y optimización de datos resulta importante e innovador en la industria de la producción y ensamblaje ecuatoriana. Por este motivo y para aprovechar las experiencias y resultados obtenidos en investigaciones previas, se ha propuesto una arquitectura para el desarrollo de un software de soporte del modelo de gestión de procesos, costos que automatice y mejore el análisis TDABC en industrias de ensamblaje. Este estudio trata de actualizar y adaptar experiencias previas, para aplicarla a los procesos de empresas de ensamblaje. La implementación de una plataforma de gestión de TDABC permitirá obtener resultados de costos de forma más precisa, modelando los procesos por actividades y facilitando la visualización de los recursos sub-utilizados y sobre utilizados; además de la obtención de modelos de optimización y análisis de datos. La plataforma ayudará a los administradores a tomar decisiones más acertadas intentando llegar al equilibrio de las capacidades de cada una de las etapas productivas.

La arquitectura presentada es el resultado de una evaluación de las herramientas y metodologías para el desarrollo de software que mejor se ajustan a los datos y funcionalidades que serán provistas por la plataforma propuesta. La arquitectura, el esquema de procesos y la plataforma resultantes son validadas por medio de su aplicación en el análisis de los procesos de tres líneas de ensamblaje de una empresa de caso de estudio. Así también, para proceder con la implementación se seguirán procesos iterativos y graduales que permitirán la inserción de cada uno de los componentes de forma natural. Posteriormente, se espera que esta plataforma pueda ser reutilizada por otras empresas del ámbito nacional, con la finalidad de evaluar su rendimiento y contribuir al mejoramiento de los procesos de ensamblaje y, por lo tanto, contribuir al mejoramiento de la industria productiva del país.

El sistema informático brinda la posibilidad de potenciar las ventajas que posee TDABC, así como también, superar algunos desafíos presentados por este sistema de costeo. Sin embargo, el diseño actual no está exento de limitaciones, que deberán ser analizadas en futuras versiones de la plataforma.

Agradecimientos

El trabajo presentado en este artículo es parte del proyecto de investigación “Modelo de Gestión para la Optimización de Procesos y Costos en la Industria de Ensamblaje” ganador del XV Concurso Universitario de Proyectos de Investigación de la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca. Los autores agradecen al Grupo Ortiz y a la empresa MOTSUR por la valiosa información objeto de estudio en este artículo.

Referencias

- [1] J. León Mesías, “La comprensión de los costos en las organizaciones desde la perspectiva cualitativa,” in *Costos y Gestión: Una mirada panorámica sobre el tema en Latinoamérica y España*, 1a. ed., Osmar D. Buyatti - Librería Editorial, 2013, pp. 89–146.
- [2] R. S. Kaplan and R. Cooper, *Cost & Effect: Using integrated cost systems to drive profitability and performance*. Boston, MA, USA: Harvard Business School Press, 1998.

- [3] R. Cooper and R. S. Kaplan, "Measure costs right: Make the right decision," *Harv. Bus. Rev.*, vol. 66, no. 5, pp. 96–103, Sep. 1988.
- [4] J. Ellis-Newman and P. Robinson, "The cost of library services: Activity-based costing in an Australian academic library," *J. Acad. Librariansh.*, vol. 24, no. 5, pp. 373–379, Sep. 1998.
- [5] L. Siguenza-Guzman, A. Van den Abbeele, J. Vandewalle, H. Verhaaren, and D. Cattrysse, "Recent evolutions in costing systems: A literature review of Time-Driven Activity-Based Costing," *ReBEL - Rev. Bus. Econ. Lit.*, vol. 58, no. 1, pp. 34–64, Mar. 2013.
- [6] R. S. Kaplan and S. R. Anderson, "Time-Driven Activity-Based Costing - Tool Kit," *Harv. Bus. Rev.*, no. 82, pp. 131–138, 2004.
- [7] R. S. Kaplan and S. R. Anderson, *Time-Driven Activity-Based Costing: A simpler and more powerful path to higher profits*. Boston, MA, USA: Harvard Business School Press, 2007.
- [8] O. Dejnega, "Method Time Driven Activity Based Costing - Literature Review," *J. Appl. Econ. Sci.*, vol. 6, no. 1(15), pp. 7–15, 2011.
- [9] P. Everaert, G. Cleuren, and S. Hoozée, "Using time-driven ABC to identify operational improvements: A case study in a university restaurant," *Cost Manag.*, vol. 26, no. 2, pp. 41–48, Apr. 2012.
- [10] R. S. Kaplan and S. R. Anderson, "The innovation of time-driven activity-based costing," *J. Cost Manag.*, vol. 21, no. 2, pp. 5–15, 2007.
- [11] P. Everaert, W. Bruggeman, G. De Creus, and K. Moreels, "Chapter Nine. SANAC Logistics. Time Equations to Capture Complexity in Logistics Processes," in *Time-Driven Activity-Based Costing: A simpler and more powerful path to higher profits*, Harvard Business Press, 2007, pp. 165–178.
- [12] P. Cabrera Encalada and C. Ordoñez Parra, "Desarrollo de un módulo TDABC, aplicado al Centro de Documentación Regional Juan Bautista Vázquez," Tesis de Pregrado, Universidad de Cuenca, Ecuador, 2012.
- [13] L. Siguenza-Guzman, P. Cabrera, and D. Cattrysse, "TD-ABC-D: Time-Driven Activity-Based Costing Software for Libraries," presented at the 80th IFLA General Conference and Assembly, Lyon, France, 16-Aug-2014.
- [14] R. G. C. Rocha *et al.*, "Collaboration Models in Distributed Software Development: a Systematic Review," *CLEI Electron. J.*, vol. 14, no. 2, pp. 1–12, Aug. 2011.
- [15] E. De Mot, "Agile Software Maintenance Management," Master thesis, KU Leuven Faculteit Ingenieurswetenschappen, Leuven, 2012.
- [16] M. Geiger, S. Harrer, J. Lenhard, M. Casar, A. Vorndran, and G. Wirtz, "BPMN Conformance in Open Source Engines," in *2015 IEEE Symposium on Service-Oriented System Engineering*, 2015, pp. 21–30.
- [17] M. Porter, "The value chain and competitive advantage," in *Understanding Business: Processes*, D. Barnes, Ed. New York, NY, USA: Psychology Press, 2001, pp. 50–66.

Anexos

Anexo 1: Formato de especificación del requerimiento

Especificación de Requerimiento	
Código:	RF14
Nombre:	Representación de procesos gráficamente TDABC usando BPMN
Prioridad:	Alta – Sprint 2
Descripción:	La Plataforma debe permitir al usuario seleccionar un proceso y visualizar su flujo de manera gráfica, mediante el uso de notación BPMN. La notación BPMN será dada por herramientas javascript previamente definidas y probadas.
Criterios de Aceptación:	<ul style="list-style-type: none"> • Módulo de Administración de Procesos (Procesos almacenados en la BD), • Visualización correcta de las actividades. • Generación de variables para cada una de las actividades.

Experimentos Computacionales con Métodos Lineales en el Reconocimiento Taxonómico de Insectos

Ochoa-Tocachi, Diego R. ^{1*,2} ; Liria, Johnatan ² ; Soto-Vivas, Ana ³ ; Mendoza, Daniel E. ⁴ ; Avilés, Alex A. ⁵

1. Departamento de Matemáticas, Universidad San Francisco de Quito, Av. Diego de Robles y Vía Interocéanica, CP:170901, Quito, Ecuador, diego.ochoatocachi@gmail.com

2. Grupo de Matemáticas y Física, Universidad Regional Amazónica IKIAM, Km 7 Vía Muyuna, CP:150102, Tena, Ecuador

3. Carrera de Ciencias Biológicas, Universidad Central del Ecuador, --, CP:170403, Quito, Ecuador

4. Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Cuenca, Av. 12 de Abril sn, CP:010112, Cuenca, Ecuador

5. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Cuenca, Av. 12 de Abril sn, CP:010112, Cuenca, Ecuador

Palabras Claves: taxonomía, descomposición espectral, reconocimiento, morfometría

CSP: II Congreso de Procesamiento de Señales, Comunicaciones y Reconocimiento de Patrones

Resumen

Métodos de reconocimiento de objetos se aplicaron para la clasificación taxonómica mediante extracción de información característica de imágenes de alas de insectos. Se compara las alas de dos grupos de insectos (Triatominos y Culicoides) a partir del análisis de las imágenes de distintos niveles taxonómicos (géneros y subgéneros). Contrario a la morfometría geométrica, la cual requiere la digitalización previa de coordenadas que expliquen la geometría del ala, el procesamiento completo de la imagen con ruido mediante métodos lineales muestra que aquellos basados en entrenamiento supervisado logran en promedio el mismo resultado que el método tradicional. Esto sugiere que toda la estructura alar posee información taxonómica relevante.

Introducción

El reconocimiento facial humano (RFH) ha evolucionado rápidamente desde enfoques geométricos hasta la inclusión de resultados de análisis funcional, geometría diferencial y procesamiento de señales ([1-16], entre otros). Siendo el rostro humano un distintivo característico de nuestra especie, no lo es, sin embargo, en otras. Por ejemplo, se ha observado que en ciertas especies de insectos, tales como los *Triatominos*, su distintivo fenotípico son las alas y además la taxonomía se construye en base a ellas [17]. De ahí que, la aplicación de estos métodos fuera de la campo de reconocimiento humano esta iniciando [18,19 y sus referencias]. Con base en estos resultados, particularmente en biología, la técnica tradicional usada para reconocer o clasificar estas especies es conocida como morfometría geométrica [20], uno de los primeros enfoques ya usado en RFH. Esta técnica presenta sensibilidad a la manipulación por el investigador. Aunque los métodos de transformaciones lineales de RFH presenten problemas en cuanto a las características y calidad de las imágenes [8], han logrado mostrar buenos resultados bajo cierto preprocesamiento de ellas, ser buenos candidatos de uso por su sencillez y ser completamente automatizables [6,7].

En esta investigación aplicamos cuatro métodos de extracción de características globales (GFE, por sus siglas en inglés) [4], basados en reducción dimensional (DR, por sus siglas en inglés) [11,12,21] y descomposición espectral (SD, por sus siglas en inglés) [13,14,22], en bases de datos de imágenes pertenecientes a dos especies de insectos, *Hemiptera: Triatominae* y *Ceratopogonidae: Culicoides*, con el fin de evaluar su

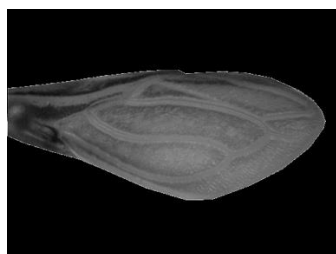
rendimiento a través de la precisión de acierto en la identificación y clasificación de individuos en dos niveles de su taxonomía.

Experimental

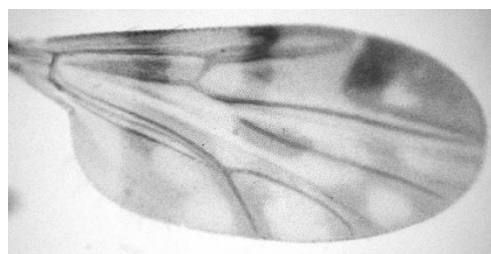
Datos

Las fotografías de se obtuvieron de ejemplares depositados en siete colecciones entomológicas. Se dispone de imágenes de alas para las dos especies y de cabezas solamente para la primera. Cuatro clases de bases de datos de imágenes fueron utilizadas para los Triatominos (T*), siendo tres de ellas de alas y una de cabezas. Una base de datos de alas fue utilizada para los Culicoides (C*).

T3: Alas. 8 fotos cada 3 especies. T3c: T3 con centrado manual. T6: Alas. 15 fotos cada 4 especies. T7: Cabezas. 16.75 fotos cada 4 especies. C5: Alas. 12.33 fotos cada 3 especies.



(a)



(b)

Figura 26. Fotografías de las alas. (a) Triatominos. (b) Culicoides.

General Graph Embedding Projection

Dadas $m \in \mathbb{N}$ muestras $\{\mathbf{x}_i\}_{i=1}^m \in \mathbb{R}^n$ representando los datos, encontrar $\{\mathbf{z}_i\}_{i=1}^m \in \mathbb{R}^d$ con $d \ll n$ en donde \mathbf{z}_i puede representar \mathbf{x}_i , $i = 1, \dots, m$. Este problema se llama Reducción dimensional.

Sea $\mathbf{W} \in \mathbb{R}^{d \times n}$ un mapa lineal tal que $\mathbf{z}_i = \mathbf{W}\mathbf{x}_i$ y $\mathbf{X} = [\mathbf{x}_i]_{i=1}^m$.

El método más familiar es Análisis de Componentes Principales (PCA, por sus siglas en inglés) [4]: $\max_{\mathbf{w}} \frac{\mathbf{w}^T \mathbf{X} \mathbf{X}^T \mathbf{w}}{\mathbf{w}^T \mathbf{w}}$.

Sin embargo, este método pertenece a una clase de problemas de optimización más amplio conocido como General Graph embedding Projection [9,10]: Sea $\mathbf{y} = [y_i]_{i=1}^m$ un mapa del espacio de muestras hacia la línea real \mathbb{R} . Dado un grafo completo $K = (\{\mathbf{x}_i\}_{i=1}^m, \mathbf{S})$ en donde $\mathbf{S} \in \mathbb{R}^{m \times m}$ es una matriz simétrica en donde \mathbf{S}_{ij} es el peso del arco $(\mathbf{x}_i, \mathbf{x}_j)$, encontrar \mathbf{y} tal que

$$\min \sum (y_i - y_j)^2 \mathbf{S}_{ij}.$$

Si $\mathbf{y} = \mathbf{X}^T \mathbf{w}$, tenemos que $\max_{\mathbf{w}} \frac{\mathbf{w}^T \mathbf{X} \mathbf{S} \mathbf{X}^T \mathbf{w}}{\mathbf{w}^T \mathbf{D} \mathbf{w}}$ en donde $\mathbf{L} = \mathbf{D} - \mathbf{S}$ es el grafo Laplaciano y $\mathbf{D} = f(\mathbf{S})$ es una matriz diagonal. Los vectores \mathbf{w} representan las características, extraídas gracias al problema de optimización anterior.

De aquí se pueden construir [7-12] los siguientes métodos bien conocidos:

$$\text{ULPP [9,10], si } S_{ij} = \begin{cases} \exp\left(-\frac{\|x_i - x_j\|}{t}\right) & \text{si } x_i \in N_k(x_j), \\ 0 & \text{si no} \end{cases}, D_{ii} = \sum_j S_{ij}$$

$$\text{SLPP [9,10], si } S_{ij} = \begin{cases} \exp\left(-\frac{\|x_i - x_j\|}{t}\right) & \text{si } x_i \text{ y } x_j \text{ son de la misma clase,} \\ 0 & \text{si no} \end{cases}, D_{ii} = \sum_j S_{ij}$$

$$\text{LDA [14], si } S_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{m_k} & \text{si } x_i \text{ y } x_j \text{ son de la misma clase,} \\ 0 & \text{si no} \end{cases}, D = I$$

FDA [8], siendo una variación de LDA en la fase PCA, con el número de componentes principales restringido al número de muestras menos el número de clases.

SRDA [13,14], si S_{ij} es definido como en LDA y L como la suma de los grafos Laplacianos de ULPP y LDA.

Siendo PCA y ULPP métodos no-supervisados, LDA, FDA y SLPP métodos supervisados y SRDA un método semi-supervisado. En esta investigación SRDA no es aplicado.

Preprocesamiento, Parámetros y medidas

Las fotografías fueron preprocesadas mediante la combinación de centrado y normalizado para todos los métodos. A excepción de los métodos LPP, los métodos no llevan parametros sin embargo la variación se da en los datos de entrada (entrenamiento y test) mediante preprocesamiento. Los valores de parámetros para los metodos LPP fueron $k, t \in \mathbb{N}, k, t \in \{1, \dots, 5\}$. Seis escenarios por base de datos fueron evaluados:

V1: Centrado y Normalizado. Clasificación: Centro de Masa. V2: Normalizado. Clasificación: Centro de Masa. V3: Original. Clasificación: Centro de Masa. V4: Centrado y Normalizado. Clasificación: k-Vecinos. V5: Normalizado. Clasificación: k-Vecinos. V6: Original. Clasificación: k-Vecinos.

Como medida de rendimiento usamos la relación entre el número de aciertos y el número total de imágenes en el conjunto de prueba, es decir la precisión de identificación.

Todos los métodos fueron aplicados a todas las base de datos salvo los métodos LPP en T3 y T7. Los sufijos en las base de datos, 60 o 70, se refiere al porcentaje de fotografías usadas en el entrenamiento.

Clustering

Para la identificación y clasificación se usaron dos métodos de clustering, a saber, k-Vecinos más cercanos [23] y Centro de clase más cercano [24] debido a la definición de S en los métodos.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos con respecto a la métrica son sumarizados en la tabla 1 y 2. La tabla 1 describe el mejor método sobre todo los otros. La tabla 2 el peor método.

Tabla 29: Mejor rendimiento (precisión de identificación) con respecto a cada base de datos

Base de datos	Método	Escenario	Rendimiento
C5_60	FDA	V4	84.0%
C5_60	LDA	V1	82.6%
C5_60	LDA	V4	82.6%
C5_70	FDA	V4	84.6%
C5_70	FDA	V5	84.2%
T3_70	PCA	V4	81.9%
T3_70	PCA	V6	78.1%
T3c_70	FDA	V6	99.7%
T3c_70	LDA	V3	99.7%
T3c_70	LDA	V6	99.7%
T6_70	LDA	V1	80.3%
T6_70	LDA	V4	80.3%
T7_70	LDA	V1	84.2%
T7_70	LDA	V4	84.2%

Tabla 30: Peor rendimiento (precisión de identificación) con respecto a cada base de datos

Base de datos	Método	Escenario	Rendimiento
C5_60	PCA	V6	65.3%
C5_70	PCA	V6	65.3%
T3_70	PCA	V2	48.9%
T3c_70	PCA	V2	82.4%
T6_70	ULPP	V2	47.8%
T7_70	PCA	V1	73.9%

Por una parte, el método que mejor responde a la identificación es LDA y por otra parte, el que peor se comporta es PCA. La diferencia radica en que en los métodos LDA y FDA, al ser supervisados, se incluye la información taxonómica del dataset de entrenamiento. Esto sugiere que aunque el ala contenga información relevante para la taxonomía, es complejo extraerla por los métodos no supervisados.

Particularmente, la base de datos T3c_70, que es la base de datos T3_70 corregida en rotación y traslación, muestra prácticamente acierto completo. Esto se debe a que la información común intraespecie y no común interespecie es extraída correctamente por, al menos, LDA.

La figura 1 muestra el rendimiento de los métodos con respecto a los escenarios. En general, los métodos supervisados alcanzan mejor rendimiento que aquellos no supervisados.

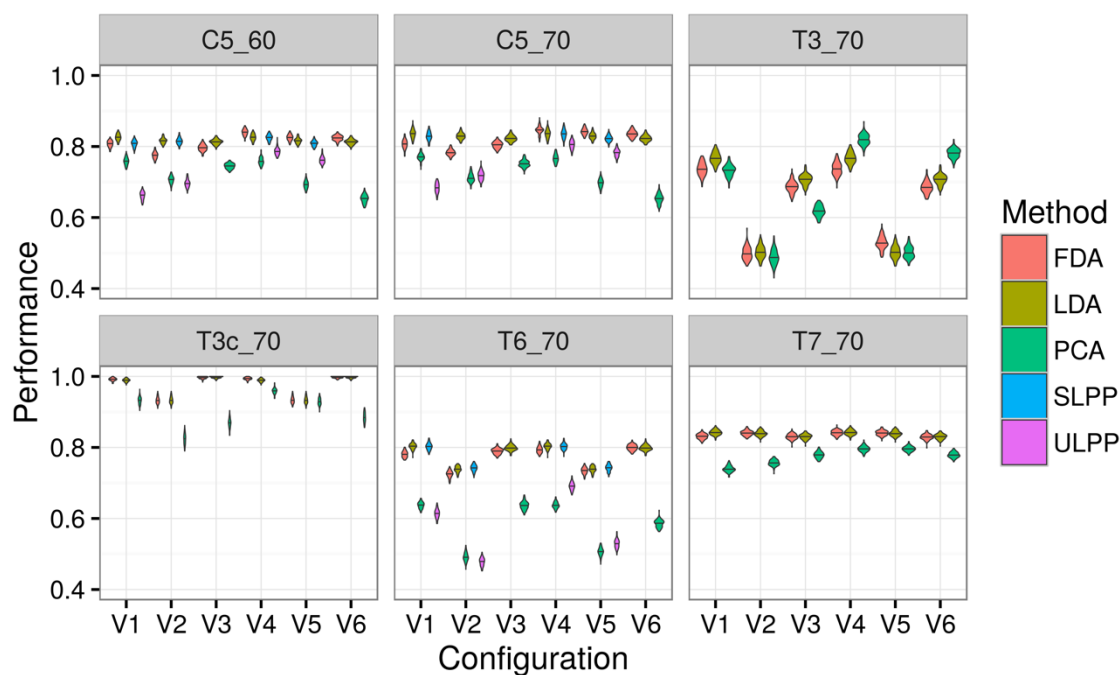


Figura 27. Rendimiento de los métodos.

Conclusiones

Los resultados presentan similitud estadística con la literatura de RFH y de identificación de especies, incluso, dada la alta cantidad de ruido en las imágenes. La comparación de la cantidad de información común para la extracción entre las alas y cabezas (T7) muestra que las primeras contienen, al menos, más información taxonómica que las últimas. La cuantificación de esta diferencia se podría estudiar introduciendo teoría de la información, como por ejemplo [25], en donde la entropía de Shanon describe como el principio de Preservación Maxima de Información esta presente en PCA.

Si bien los resultados se aplican sobre bases de datos relativamente pequeñas, [18] muestra que métodos más sofisticados de RFH pueden ser escalados en cantidad de imágenes y profundidad de la taxonomía. No obstante, esto no sugiere que la construcción automática de la taxonomía como un sistema de referencie general pueda ser puesta en marcha [26]. Es necesario recalcar que los métodos usados en esta investigación proveen mejor precisión de identificación bajo entrenamiento supervisado, es decir, es necesario que la taxonomía haya sido creada *a priori* y provista como entrada de la máquina. Y, bajo entrenamiento no supervisado o supervisado, la entrada principal de las máquinas es una proyección bidimensional de tan solo una parte del insecto que es usada para construir tal sistema de referencia y que el output no permite proveer una descripción científica completa del individuo. Sin embargo, mediante la modificación del algoritmo, el entrada podría sugerir, como mucho, la existencia de nuevas especies.

Agradecimientos

Este trabajo fue posible gracias al esfuerzo conjunto de la Universidad Regional IKIAM y bajo el apoyo de la Universidad Central del Ecuador, la Universidad San Francisco de Quito y la Universidad de Cuenca.

Referencias

- [1] W. W. Bledsoe, "The model method in facial recognition," *Panor. Res. Inc., Palo Alto, CA, Rep. PRI*, vol. 15, p. 47, **1966**.
- [2] R. Chellappa, C. L. Wilson, and S. Sirohey, "Human and machine recognition of faces: a survey," *Proc. IEEE*, vol. 83, no. 5, pp. 705–741, **1995**.
- [3] W. Zhao, R. Chellappa, P. J. Phillips, and A. Rosenfeld, "Face Recognition: A Literature Survey," *ACM Comput. Surv.*, vol. 35, no. 4, pp. 399–458, **2003**.
- [4] V. Bruce, "Essays in cognitive psychology. Recognizing faces." Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, **1988**.
- [5] T. Tan and H. Yan, "Face recognition by fractal transformations," in *Acoustics, Speech, and Signal Processing, 1999. Proceedings., 1999 IEEE International Conference on*, **1999**, vol. 6, pp. 3537–3540.
- [6] M. Turk and A. Pentland, "Eigenfaces for recognition," *J. Cogn. Neurosci.*, vol. 3, no. 1, pp. 71–86, **1991**.
- [7] M. A. Turk and A. P. Pentland, "Face recognition using eigenfaces," in *Computer Vision and Pattern Recognition, 1991. Proceedings CVPR '91., IEEE Computer Society Conference on*, **1991**, pp. 586–591.
- [8] P. N. Belhumeur, J. P. Hespanha, and D. J. Kriegman, "Eigenfaces vs. fisherfaces: Recognition using class specific linear projection," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 19, no. 7, pp. 711–720, **1997**.
- [9] X. He and P. Niyogi, "Locality preserving projections," in *Advances in neural information processing systems*, **2004**, pp. 153–160.
- [10] X. He, S. Yan, Y. Hu, P. Niyogi, and H.-J. Zhang, "Face recognition using laplacianfaces," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 27, no. 3, pp. 328–340, **2005**.
- [11] S. Yan, D. Xu, B. Zhang, and H.-J. Zhang, "Graph embedding: A general framework for dimensionality reduction," in *Computer Vision and Pattern Recognition, 2005. CVPR 2005. IEEE Computer Society Conference on*, **2005**, vol. 2, pp. 830–837.
- [12] S. Yan, D. Xu, B. Zhang, H. j. Zhang, Q. Yang, and S. Lin, "Graph Embedding and Extensions: A General Framework for Dimensionality Reduction," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 29, no. 1, pp. 40–51, Jan. **2007**.
- [13] D. Cai, X. He, and J. Han, "Spectral regression: A unified approach for sparse subspace learning," in *Data Mining, 2007. ICDM 2007. Seventh IEEE International Conference on*, **2007**, pp. 73–82.
- [14] D. Cai, X. He, and J. Han, "SRDA: An efficient algorithm for large-scale discriminant analysis," *IEEE Trans. Knowl. Data Eng.*, vol. 20, no. 1, pp. 1–12, **2008**.
- [15] C. Singh and A. M. Sahan, "Face recognition using complex wavelet moments," *Opt. Laser Technol.*, vol. 47, pp. 256–267, **2013**.
- [16] B. Mohamed, "A Novel Technique for Human Face Recognition Using Fractal Code and Bi-dimensional Subspace," in *Hybrid Artificial Intelligent Systems: 10th International Conference, HAIS 2015, Bilbao, Spain, June 22-24, 2015, Proceedings*, E. Onieva, I. Santos, E. Osaba, H. Quintián, and E. Corchado, Eds. Cham: Springer International Publishing, **2015**, pp. 87–98.
- [17] A. Soto-Vivas, "Clave pictórica de triatóminos (Hemiptera: Triatominae) de Venezuela," *Boletín Malariol. y Salud Ambient.*, vol. 49, no. 2, pp. 259–274, **2009**.
- [18] C. Favret and J. M. Sieracki, "Machine vision automated species identification scaled towards production levels," *Syst. Entomol.*, vol. 41, no. 1, pp. 133–143, **2016**.
- [19] M. Martineau, D. Conte, R. Raveaux, I. Arnault, D. Munier, and G. Venturini, "A survey on image-based insect classification," *Pattern Recognit.*, vol. 65, pp. 273–284, **2017**.
- [20] M. L. Zelditch, D. L. Swiderski, and H. D. Sheets, *Geometric morphometrics for biologists: a primer*. Academic Press, **2012**.
- [21] S. T. Roweis and L. K. Saul, "Nonlinear Dimensionality Reduction by Locally Linear Embedding," *Science (80-.)*, vol. 290, no. 5500, pp. 2323–2326, **2000**.

- [22] F. R. K. Chung, *Spectral graph theory*, no. 92. American Mathematical Soc., **1997**.
- [23] D. Coomans and D. L. Massart, "Alternative k-nearest neighbour rules in supervised pattern recognition: Part 1. k-Nearest neighbour classification by using alternative voting rules," *Anal. Chim. Acta*, vol. 136, pp. 15–27, **1982**.
- [24] J. MacQueen and others, "Some methods for classification and analysis of multivariate observations," in *Proceedings of the fifth Berkeley symposium on mathematical statistics and probability*, **1967**, vol. 1, no. 14, pp. 281–297.
- [25] R. Linsker, "Self-organization in a perceptual network," *Computer (Long. Beach. Calif.)*, vol. 21, no. 3, pp. 105–117, **1988**.
- [26] M. R. De Carvalho, F. A. Bockmann, D. S. Amorim, and C. R. F. Brandão, "Systematics must embrace comparative biology and evolution, not speed and automation," *Evol. Biol.*, vol. 35, no. 2, pp. 150–157, **2008**.
-