






Materiales para la construcción de una vivienda sostenible en el Altiplano Peruano.
Zapana Quispe E.
Revista de Arquitectura y Urbanismo Taypi Vol. 1, N° 3 / Pag. 15 - 22
Doi: 10.5281/zenodo.7686517

Recibido 05/08/2022
Aceptado 10/02/2023
Artículo Original

MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA SOSTENIBLE EN EL ALTIPLANO PERUANO.

MATERIALS FOR THE CONSTRUCTION OF A SUSTAINABLE HOUSE IN THE PERUVIAN ALTIPLANO.

Zapana Quispe E.

 Universidad Nacional del Altiplano, Perú.
 <https://orcid.org/0000-0002-2082-5574>
 ezapana@unap.edu.pe

Cita este artículo:

Zapana Quispe E. (2023). Materiales para la construcción de una vivienda sostenible en el Altiplano Peruano. *Revista de Arquitectura y Urbanismo Taypi*, 1(3), 15 - 22. Doi: 10.5281/zenodo.7686517

Resumen

La utilización de materiales de construcción en la región Puno, en el altiplano peruano, se basa en el consumo local sin considerar sus características ecológicas y su comercialización, lo que propicia el uso indebido de materiales procesados. En consecuencia, las viviendas construidas no satisfacen las necesidades ambientales de los usuarios. El objetivo es evaluar las características de los materiales utilizados en la construcción de viviendas en la región y examinar la posibilidad de utilizar materiales ecológicos propios. Se han aplicado teorías de sostenibilidad a los procesos de construcción y utilización de las viviendas. Se analizaron dos tipos de viviendas, la de adobe y la de ladrillo, ubicadas en zonas circunlacustres y altoandinas, respectivamente. Con el uso de una Matriz de Leopold, se extenderá el nivel de sostenibilidad de los materiales utilizados, considerando las características definidas en base a los objetivos de la arquitectura sostenible y la cantidad proporcional utilizada en la construcción de cada vivienda. Los resultados obtenidos indican un nivel referencial de sostenibilidad de 2,99, que en una escala de 0 a 5, significa entre bajo y medio. Este resultado se debe principalmente a la utilización de materiales procesados que ofrece el mercado de la construcción y el desconocimiento de sus cualidades. Por lo tanto, se concluye que los materiales utilizados en la construcción de viviendas en el altiplano peruano son principalmente materiales procesados y no permiten la sostenibilidad de la vivienda. Se recomienda implementar un conjunto de recomendaciones técnicas en los procesos de selección de materiales.

Palabras clave

Materiales de construcción, sostenibilidad y vivienda.

Abstract

The use of construction materials in the Puno region, in the Peruvian highlands, is based on local consumption without considering their ecological characteristics and their commercialization, which leads to the improper use of processed materials. As a result, the houses built do not meet the environmental needs of the users. The objective is to evaluate the characteristics of the materials used in housing construction in the region and to examine the possibility of using environmentally friendly materials of their own. Sustainability theories have been applied to the processes of construction and use of housing. Two types of houses were analyzed, adobe and brick, located in the circum-Andean and high Andean areas, respectively. With the use of a Leopold Matrix, the level of sustainability of the materials used will be extended, considering the characteristics defined based on the objectives of sustainable architecture and the proportional amount used in the construction of each house. The results obtained indicate a referential level of sustainability of 2.99, which on a scale of 0 to 5, means between low and medium. This result is mainly due to the use of processed materials offered by the construction market and the lack of knowledge of their qualities. Therefore, it is concluded that the materials used in housing construction in the Peruvian highlands are mainly processed materials and do not allow for housing sustainability. It is recommended that a set of technical recommendations be implemented in the material selection process.

Keywords

Building materials, housing, and sustainability.

Introducción

En la región Puno localizada en el área del altiplano peruano, tradicionalmente en el sector de la construcción, se utilizaba materiales de procedencia local, tales como el ladrillo, la madera, la piedra, la tierra etc., lo que significaba costes energéticos e impactos ambientales reducidos. Asimismo, existía una adaptación del diseño del edificio a las condiciones climáticas locales, lo que repercutía en una mayor calidad del edificio y un mayor confort térmico para los ocupantes (Loyola, 2010). En la actualidad, el uso masivo de materiales de carácter global como el cemento, el aluminio, el hormigón, el PVC, etc., ha causado un incremento notable en los costes energéticos y medioambientales. Esto nos permite afirmar que, históricamente la construcción en la región del altiplano peruano era formalmente sostenible, al menos en un sentido ambiental porque los volúmenes de construcción eran limitados, los materiales eran extraídos de lugares cercanos y el uso de leña era la única fuente de energía utilizada (Gutiérrez & Pernaut, 1986).

Sobre los materiales utilizados en esta región en la actualidad, no tenemos referencias específicas de estudios realizados, salvo algunos referidos mayormente a la climatización sin considerar la procedencia de los materiales utilizados, entre estos tenemos el proyecto de "Casitas calientes", desarrollado por el Centro de Consultoría y Servicios Integrados Pontificia Universidad Católica del Perú, que se basa en la implementación de un muro "trombe"; el proyecto es importante porque hace referencia a la utilización de tecnologías para dar solución a necesidades climáticas de las viviendas del área rural del altiplano puneño, sin considerar el aspecto económico de los usuarios. Del mismo modo, hacemos referencia de trabajos de investigación realizados en el ámbito nacional e internacional, con la finalidad de conocer y proponer soluciones sobre materiales sostenibles en la región del altiplano peruano.

Rocha (2011), En su artículo, "Construcciones sostenibles: materiales, certificaciones y evaluación del ciclo de vida". presenta los sistemas de certificación de construcciones sostenibles desarrollados en diversas regiones del mundo, herramientas que ayudan a los profesionales mencionados a acometer la tarea de producir construcciones "verdes"; las características que deben tener los materiales de construcción para considerarlos sostenibles, y los sistemas para evaluar el ciclo de vida de las edificaciones, herramienta para la medición del impacto ambiental de las edificaciones y su verificación en términos de sostenibilidad.

Osorio (2011), en su trabajo de investigación "El consumo sostenible de los materiales usados en la construcción de vivienda", las tipologías de vivienda y el consumo de materiales, han sido diferentes a través del tiempo, generándose construcciones que evidencian el desconocimiento de los conceptos de consumo sostenible. El trabajo consistió en tomar tres tipologías de vivienda utilizadas en la ciudad de Manizales de Colombia, las cuales tienen cada una diferentes materiales en su construcción, haciendo su valoración para cada una de ellas, considerando sus características referentes a su producción y comportamiento sísmico y determinar su sostenibilidad. Bajo esta mirada se observa de manera aislada a la vivienda, como el simple elemento que sirve para habitar.

Aroquipa (2014), "Procesos constructivos de edificaciones y sus impactos ambientales con relación a una producción limpia y sostenible". En su trabajo de tesis doctoral, se arribó a la conclusión: Los impactos ambientales en los procesos constructivos en edificaciones, tienen una implicancia directa en la calidad de ejecución para un proceso constructivo limpio y sostenible en un 95.70%, siendo el de mayor incidencia "obras de concreto armado" y menor incidencia "instalaciones eléctricas", estos aspectos se cuantifican en costos por partida ejecutada que corresponden a un 3 a 6% del presupuesto total, que puede ser plasmado en la mejora del proceso constructivo con una adecuada actualización de la tecnología, capacitación al personal y mejora en los equipos.

Estos indicadores nos dan a conocer que efectivamente los procesos constructivos en nuestra región no están cumpliendo con objetivos ambientales y requieren mayor interés para su mejoramiento y orientación al desarrollo sostenible.

Metodología

El ámbito de estudio se localiza en el área del altiplano peruano, correspondiente a la región Puno de la República del Perú. Esta se desarrolla en una planicie de los andes denominada meseta del Collao, está conformado por once provincias, y representa aproximadamente el 70% de la superficie de la región, donde se encuentra el lago navegable más alto del mundo, el Titicaca. En el ámbito de esta meseta es posible identificar tres centros urbanos de mayor población: Juliaca, Puno e Ilave, de los cuales Puno constituye el centro político cultural por ser capital de la región.

Descripción del trabajo por objetivos específicos: considerando los objetivos específicos del presente estudio, para su desarrollo se utilizó el método descriptivo y la observación científica participativa en el primer objetivo y el método analítico explicativo en el segundo objetivo (Caballero, 2011). Las técnicas utilizadas corresponden a la revisión de documentos, entrevistas y cuestionarios acompañados de un registro de imágenes, y su procesamiento se realizó mediante la deducción e inducción de los resultados.

En el primer objetivo específico “Establecer las características de la vivienda construida en la región altiplánica y los materiales utilizados en su construcción”, se realizó el diseño de fichas para la recolección de la información referida a construcciones típicas del área de estudio, visita a lugares típicos de la zona de estudio, realizando trabajos sobre la identificación de los materiales utilizados en la construcción de una vivienda. Para el segundo objetivo específico “Analizar y determinar la incidencia del uso de los materiales, para la construcción de viviendas sostenibles, en la región del altiplano peruano”, realizamos el análisis del aspecto cultural utilizado en los procesos constructivos, análisis de las características constructivas de una vivienda, identificación y caracterización de los materiales utilizados en la construcción, análisis del nivel de sostenibilidad, definición de los criterios de ponderación para determinar el nivel de sostenibilidad y la implementación de recomendaciones para lograr la construcción de una vivienda sostenible.

Resultados

Concepción andina del clima: El clima del área andina está determinado básicamente por su topografía y altitud sobre el nivel del mar, caracterizándose especialmente por su sequedad higrométrica, por la periodicidad de sus lluvias durante el verano y por su temperatura fría o templada, según la altura (Valladolid, 1994). La meseta del Collao o altiplano peruano, además de presentar una topografía plana, la presencia del lago Titicaca genera un área denominada circunlacustre con características climáticas favorables para la agricultura. En esta región, se puede identificar tres tipos de climas (Norma Técnica EM.110), la mesoandina, altoandina y nevado, de las cuales las que predominan son la mesoandina y la altoandina.

Tipología de la vivienda andina: La población actual en el altiplano andino, está concentrado mayoritariamente a orillas del lago Titicaca y sus alrededores, donde las características físico culturales de sus viviendas son semejantes entre ellas, lo que repercute en zonas urbanas. Esta área corresponde a dos zonas climáticas, la mesoandina y la altoandina, en ellas se manifiesta dos tipos de construcción, las viviendas de ladrillo y las de adobe respectivamente como se muestra en tabla 1.

Tabla 1.

Viviendas según material predominante y área de residencia en la región Puno.

| Componente estructural | Material predominante | Área de residencia y % de uso | |
|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------|
| | | Urbano | Rural |
| Muros | Ladrillo o bloques de cemento | 67.2 | 6.9 |
| | Piedra o sillar | 0.8 | 0.4 |

Materiales para la construcción de una vivienda sostenible en el Altiplano Peruano.
Zapana Quispe E.

| | | | |
|--------|----------------------------|------|------|
| | Adobe o tapia | 20.8 | 72.3 |
| | Quincha | 1.8 | 1.8 |
| | Madera | 6.3 | 11.4 |
| | Carrizo, caña partida | 2.5 | 3.6 |
| Techos | Concreto armado | 51.0 | 2.5 |
| | Madera | 2.7 | 0.4 |
| | Tejas | 4.6 | 23.4 |
| | Calamina, fibra de cemento | 34.9 | 58.1 |
| | Esteras con torta de barro | 4.5 | 2.3 |
| | Paja, palmera | 1.0 | 12.6 |
| Pisos | Parquet o madera pulida | 6.7 | 0.1 |
| | Cerámico, loseta, terrazo | 17.8 | 0.5 |
| | Madera, entablado rustico | 4.4 | 8.9 |
| | Cemento, ladrillo, piedra | 54.7 | 17.5 |
| | Tierra apisonada | 16.2 | 72.7 |

Fuente: INEI Encuesta nacional de hogares 2013.

Características de los materiales más utilizados en la región: los materiales más utilizados en esta región, se precisa en tabla 1, y corresponde a construcciones tradicionales (adobe) y construcciones contemporáneas (ladrillo cemento); los cuales fueron previamente agrupados en materiales naturales y materiales procesados, y las características obtenidas se muestra en tabla 2, cuyos valores nos permitirá obtener un nivel promedio de sostenibilidad.

Tabla 2.

Resumen de las características de los materiales de construcción utilizados en la región.

| MP | MC | Principales características | | | | | | | |
|--------------------|-------------------|-----------------------------|-------|-------|--------|------|------|--------|-------|
| | | P | D | M | EC | DE | CE | CT | IE |
| El barro | adobe | local | media | medio | 0.35 | 1600 | 950 | 0.50 | bajo |
| La arcilla | arcilla | local | media | medio | 0.35 | 1600 | 950 | 1.50 | bajo |
| Pétreos | sin procesar | local | alta | bajo | 4.50 | 1650 | 840 | 0.76 | medio |
| | procesada | local | alta | bajo | 4.50 | 1650 | 840 | 0.76 | alto |
| Áridos | naturales | local | alta | bajo | 4.50 | 2000 | 910 | 2.00 | alto |
| Conglome Rantes | cal | local | alta | bajo | 4.50 | 3350 | 910 | 0.30 | alto |
| | yeso | local | media | medio | 4.50 | 900 | 1000 | 0.30 | media |
| Orgánicos | concreto | local | alta | bajo | 1.60 | 2000 | 873 | 1.25 | alto |
| | madera | local | alta | medio | 1.20 | 700 | 1340 | 0.16 | bajo |
| | tatora | local | bajo | alto | 1.00 | 120 | 1800 | 0.05 | bajo |
| Cerámicos | paja | local | bajo | alto | 1.00 | 120 | 1400 | 0.09 | bajo |
| | ladrillo | local | alta | bajo | 4.50 | 1700 | 840 | 0.84 | medio |
| | teja | local | alta | bajo | 4.50 | 1800 | 800 | 0.90 | medio |
| Vidrios | baldosa | externo | alta | bajo | 7.50 | 2000 | 879 | 0.46 | alto |
| | sanitarios | externo | alta | bajo | 7.50 | 2000 | 879 | 0.46 | alto |
| Metales | vidrio plano | externo | alta | bajo | 15.90 | 2600 | 833 | 0.81 | alto |
| | fierro | externo | alta | medio | 34.00 | 7850 | 460 | 52.00 | alto |
| Plásticos | calamina | externo | alta | bajo | 227.00 | 2700 | 900 | 220.00 | alto |
| | cobre | externo | alta | bajo | 70.00 | 8900 | 390 | 378.00 | alto |
| Pinturas | pvc | externo | alta | bajo | 103.00 | 1180 | 0.01 | 0.19 | alto |
| | policarbonat o | externo | alta | bajo | 103.00 | 1200 | 0.01 | 0.20 | alto |
| Pinturas | pint. plástica | externo | baja | alto | 90.40 | 1000 | --- | --- | alto |
| | choccorosi | local | medio | medio | 0.30 | 1600 | --- | --- | bajo |
| | ecológica | externo | baja | alto | 90.00 | 1000 | --- | --- | medio |

MP: materia prima, MC: material de construcción, P: Procedencia, D: Durabilidad, M: mantenimiento, EC: energía consumida J/kg, DE: densidad Kg/m³, CE: calor específico J/kg °c, CT: conductib térmica W/mk, IE: Impacto Ecológico.

Fuente: Resumen elaborado en base a la identificación de materiales utilizados en viviendas tipo. Ref.: “Código técnico de la construcción sostenible” (MVC, 2015), “Materiales sostenibles” (Rocha, 2011), “Manual del ingeniero” (Perry, 1974).

Nivel de sostenibilidad de los materiales utilizados: Para valorar y expresar el nivel de sostenibilidad, se ha utilizado una matriz de Leopold, cuyas dimensiones lo constituyen: Por una parte los indicadores, obtenidos a partir de valorar relativamente las características de los materiales identificados y clasificados en base a cinco objetivos de la arquitectura sostenible (Garrido, 2014): Optimización de recursos naturales y artificiales, disminución del consumo energético, disminución de residuos y emisiones, aumento de la calidad de vida de los ocupantes de los edificios y disminución del mantenimiento; y la otra dimensión lo constituye la cantidad relativa de materiales utilizados en una tonelada de construcción (Arguello 2013).

Los indicadores asignados a cada material están referidos a una escala de valores de 0 a 5 bajo el criterio de: Ausencia (0), muy bajo (1), bajo (2), medio (3), alto (4), muy alto (5); y la proporciones relativas a la cantidad de materiales contenidos en una tonelada de construcción (porcentaje de ponderación). Obteniéndose la tabla 3, donde los áridos (arena, hormigón, piedra, tierra) son los materiales con mayor nivel de sostenibilidad y las pinturas representan el menor nivel.

Tabla 3.

Nivel de sostenibilidad ponderado de los materiales utilizados en la región del altiplano peruano.

| Materiales | Peso (kg) | Ponderación (%) | Nivel promedio | |
|-------------------|-----------|-----------------|----------------|-----------|
| | | | Sostenibilidad | Ponderado |
| 1. áridos | 450 | 45.0 | 3.10 | 139.5 |
| 2. pétreos | 190 | 19.0 | 3.13 | 59.4 |
| 3. tierra | 450 | 21.0 | 2.76 | 57.9 |
| 4. cerámicos | 210 | 21.0 | 2.62 | 55.0 |
| 5. conglomerantes | 100 | 10.0 | 3.03 | 30.3 |
| 6. orgánicos | 15 | 1.5 | 3.90 | 5.8 |
| 7. metales | 15 | 1.5 | 3.03 | 4.5 |
| 8. vidrios | 10 | 1.0 | 3.20 | 3.2 |
| 9. plásticos | 5 | 0.5 | 2.95 | 1.4 |
| 10. pinturas | 5 | 0.5 | 2.00 | 1.0 |
| total | 1000 | 100 | 2.97 | -- |

Fuente: Elaboración en base a datos obtenidos en cuadro, nivel de sostenibilidad de los materiales utilizados en la región.

Propuesta de vivienda sostenible: para realizar el diseño y la construcción de una vivienda sostenible en la región del altiplano andino, consideramos importante contar con el perfil de la vivienda en la región, el cual podemos deducir de las características identificadas en las viviendas tipo, tales como: Casa independiente, localizado en el área rural, con dos habitaciones, materiales con muros de adobe, techo de calamina y pisos de tierra apisonada, servicios de red pública como agua, desagüe y luz. A partir de este perfil proponemos que una vivienda sostenible mínimamente deberá cumplir con lineamientos que nos permitan realizar un adecuado diseño arquitectónico, su construcción y uso sostenible, de la vivienda típica construida en el altiplano peruano, y deberán cumplir con los objetivos básicos de la construcción sostenible: Reducir el impacto ambiental de los materiales de construcción, incidir la sostenibilidad en los procesos del diseño y la construcción, y mejorar la calidad de vida de los ocupantes. Los cuales deben ser

incorporados en los procesos del diseño, la construcción y su utilización de la vivienda; estos objetivos traducimos en: uso de materiales ecológicos de la región y el diseño especializado para el caso.

Conclusiones

El hecho de analizar una vivienda típica localizada en el área del altiplano andino, nos permite afirmar que, la construcción y su uso está fuertemente relacionado con el aspecto socio cultural referido a la utilización de materiales, su procedencia, su extracción y su construcción. Sin embargo, este hecho no garantiza su uso eficiente, porque el nivel de sostenibilidad de los materiales utilizados no es óptimo, alcanzando un valor de 2.9 equivalente a “ligeramente deficiente” (tabla 3), debido a que los procedimientos de construcción no cumplen con las recomendaciones técnicas existentes, menos cuando se trata de elegir el uso de los materiales.

La localización mayoritaria de viviendas en el área rural de la región (54%), nos permite afirmar que el material por excelencia lo constituye el adobe y los procedentes de la región, porque cumplen ampliamente con los niveles de sostenibilidad.

Los conceptos de sostenibilidad sobre los materiales de construcción, nos permite identificar que, los materiales ecológicos existentes en el área del altiplano peruano, son accesibles y económicos, por sus condiciones físicas y de localización, generar construcciones sostenibles, debido a que, estos representan un menor consumo energético en las etapas de su ciclo de vida y garantizan una vivienda saludable.

Referencias Bibliográficas

- Andrade, M. (2017). Clima y eventos extremos del altiplano central Perú - Boliviano. La Paz: Ediciones A.G. Carrasco.
- Antón V. & Ma A. (2004). Metodología del Análisis de Ciclo de Vida. Artículo de la Universidad Politécnica de Cataluña. España.
- Araújo, A. (2016). Artículo: A moderna construção sustentável. Artículo de Instituto para o desenvolvimento da habitação ecológica. Brasil.
- Arguello, T. (2013). Metodología para el análisis del Ciclo de vida de los materiales de construcción. México.
- Aroquipa, H. (2014), "Procesos constructivos de edificaciones y sus impactos ambientales con relación a una producción limpia y sostenible", Tesis doctoral. Universidad Nacional del Altiplano. Puno.
- Chambi, P. (1991). Cosmovisión, conocimiento campesino y tecnología tradicional de los criadores aymaras. Documento de estudio PRATEC. Puno.
- Claverías, R. (2015). Cultura andina: Cosmovisión, modernidad, interculturalidad y desarrollo. Recuperado en www.monografias.com.
- CEPAL. (2017). Agenda 2030 y los objetivos del desarrollo sostenible. Santiago: Publicación de las Naciones Unidas.
- Cuchí, A. (2005). Arquitectura y Sostenibilidad. Barcelona: Ediciones UPC.
- De Garrido, L. (2014). Los Indicadores Sostenibles para una nueva Arquitectura. España: Instituto Monsa de Ediciones.
- Díaz, Carpio & Ramírez. (2012). Estudio geológico, económico de rocas y minerales industriales en la región Puno. Boletín n° 30, Serie B Geología Económica. Lima.
- Flores, L. (2015). Tras los pasos de Wendell C. Bennett en la cuenca del Lago Titicaca. Artículo de la Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Perú.
- Gobierno Regional de Puno. (2016). Plan Estratégico Institucional 2016-2018. Puno, Perú.
- Grillo, E. (1994). El paisaje en las culturas, andina y occidental moderna. Lima: G y G impresiones.

- Gutiérrez & Pernaut. (1986). *Arquitectura del Altiplano Peruano*. Buenos Aires: Ed. Hispanoamérica.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2010). *Estimaciones y Proyecciones de Población total, urbana y rural 1970 - 2025*. Lima.
- Jacobsen, N. (1982). *Ilusiones de la transición: El Altiplano Peruano 1780-1930*. Lima: Instituto de estudios peruanos.
- Ministerio del Ambiente (2016). *Objetivos del desarrollo sostenible e indicadores*. Lima: GRAFICA 39 SAC.
- Murra, J.V. (1988). *Raíces de América: El mundo aymara*. UNESCO 13. Madrid: Sociedad Quinto Centenario, Alianza Editorial.
- Osorio, J. (2011), "El consumo sostenible de los materiales usados en la construcción de vivienda", tesis de investigación. Colombia.
- Rocha, E. (2011). *Materiales Sostenibles*. Bogotá: ISBN.
- Valladolid, J. (1994). *Visión andina del clima*. Universidad nacional Federico Villarreal. Lima.
- Vargas, Julio. (2010). *Casas sismo-resistentes y saludables de adobe reforzado con geomallas Zona de la sierra*. Lima: Universidad Católica del Perú.
- Walsh Perú SA. (2009). *Evaluación de Impacto Ambiental del Sistema de Transporte Andino del Sur*. Lima.
- Xercavins i Valls, J. (2005). *Desarrollo Sostenible*. España: Ediciones UPC.