



# Determinación de la calidad del agua de consumo humano mediante parámetros físicos, químicos y microbiológicos en la ciudad de Huancavelica

Determination of the water quality for human consumption through physical, chemical and microbiological parameters in the city of Huancavelica

Elmer Chávez<sup>1</sup> • Luz Huamani<sup>2</sup> • Yeni Yauri<sup>3</sup> • Rildo Ataucusi<sup>4</sup>

Recibido: 21 de Marzo del 2022 / Aceptado: 06 de Julio del 2022

## RESUMEN

El agua está siendo cada vez limitado para consumo humano debido a alto costo de su potabilización. Se determinó la calidad del agua de consumo humano mediante algunos parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la ciudad de Huancavelica. El estudio es de tipo aplicada, nivel descriptivo y transeccional, implicó una evaluación tal como se presentó en la realidad. Las características fisicoquímicas no superaron los estándares de calidad de agua categoría 1, excepto los sólidos totales en la estación de abasto en el barrio Santa Bárbara y en todas las muestras presentó indicios de minerales en el agua, los parámetros microbiológicos en todas las muestras de agua se encontraron exenta de coliformes fecales, coliformes totales 3 NMP/mL se presentó en el barrio Santa Bárbara. Los niveles de calidad en las tres estaciones de muestreo de agua sin tratamiento fueron de calidad media y en la muestra de agua potabilizada fue de calidad buena de acuerdo a los estándares de calidad de agua y el INSF. Se concluye, la calidad media de agua indica que los pobladores de la ciudad de Huancavelica están expuestos a cierto nivel de riesgo a contraer algunas enfermedades transmitidas por el agua de consumo.

**Palabras clave:** agua, parámetros físicos, parámetros químicos, parámetros microbiológicos, calidad de agua.

## ABSTRACT

Water for human consumption is increasingly limited due to its high cost of purification. The quality of water for human consumption in the city of Huancavelica was determined by physical, chemical and microbiological parameters. The study is of an applied type, descriptive level and cross-sectional, it involved an evaluation as it was presented in reality. The physicochemical characteristics did not exceed the category 1 water quality standards, except for total solids in the supply station in the Santa Bárbara neighborhood and in all the samples it showed signs of minerals in the water, the microbiological parameters in all the water samples were found free of fecal coliforms, total coliforms 3 MPN/mL occurred in the Santa Bárbara neighborhood. The quality levels in the three untreated water sampling stations were of medium quality and in the purified water sample it was of good quality according to the water quality standards and the INSF. It is concluded, the average water quality indicates that the residents of the city of Huancavelica are exposed to a certain level of risk to contract some diseases transmitted by drinking water.

**Keywords:** water, physical parameters, chemical parameters, microbiological parameters, water quality.

## 1. INTRODUCCIÓN

La investigación se realizó en la ciudad de Huancavelica, ubicada a 3660 m.s.n.m. al oeste de la región Lima de Perú, durante el periodo agosto 2019 a mayo del 2020, con el objetivo de determinar la calidad de agua para consumo humano mediante parámetros físicos, químicos y microbiológicos en la ciudad de Huancavelica en varios puntos de muestreo.

✉ Luz L. Huamani  
[luz.huamani@unh.edu.pe](mailto:luz.huamani@unh.edu.pe)

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias de Ingeniería, Unidad de Posgrado, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias de Ingeniería, Escuela profesional de Ingeniería Ambiental y sanitaria, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.

<sup>3</sup> Facultad de Zootecnia, Universidad nacional de Huancavelica. Huancavelica, Perú.

<sup>4</sup> Facultad de Ciencias de Ingeniería, Escuela profesional de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.

Teniendo en cuenta que el agua es esencial para la vida de la humanidad, este recurso hídrico está siendo cada vez limitado y muy vulnerable a ser contaminada, más aún, si el agua para consumo no tiene un eficiente proceso de purificación o tratamiento adecuado; genera enfermedades en las ciudades vulnerables en especial en las naciones en progreso. En tal sentido, en la ciudad de Huancavelica es necesario realizar un monitoreo permanente de la calidad de agua que la población consume mediante el análisis físico, químico y microbiológico, los cuales deben cumplir con los límites máximos permisibles, a fin de garantizar la calidad de agua, en su defecto recomendar el uso de técnicas adecuadas para su tratamiento y de esta forma contribuir en la prevención de enfermedades relacionadas con el agua.

En esta perspectiva, se realizó la recolección de datos in situ, mediante la técnica de la observación de las condiciones de captación del agua para consumo e información de fuentes secundarias del área de medio ambiente del municipio Huancavelica y de los diferentes sectores o barrios que captan agua de la naturaleza paralelamente al municipio; luego realizar muestreos de agua en diferentes sectores para sus respectivos análisis, determinación de su calidad contrastando con estándares nacionales entre otras fuentes documentales para cumplir con el objetivo planteado.

## 2. METODOLOGÍA

El estudio es de tipo aplicada, determina la calidad de agua de consumo en base a sus características fisicoquímicas y microbiológicas del agua y su desarrollo permite dar solución al problema en

particular de tipo práctico, en un área del conocimiento. El grado de profundidad que se desarrolló en el presente estudio fue el nivel descriptivo.

El estudio no pretendió manipular variables para analizar las consecuencias de esta acción. El análisis por parte del investigador fue de manera natural. De acuerdo a los criterios que se establecen para la selección del diseño la investigación se define de forma no experimental, puesto que, no se manipuló variables; y según la perspectiva temporal se considera transeccional.

Se estableció cuatro estaciones de muestreo de agua en las áreas o barrios de la ciudad de Huancavelica. En estas estaciones de muestreo se recolectaron agua en contra corriente para los análisis físico-químico.

De las estaciones in situ se recogieron los datos de algunos parámetros como; temperatura, turbidez del agua y luego las muestras se llevaron al laboratorio de la Universidad Nacional de Huancavelica para su análisis, se utilizó GPS y se tomaron fotografías con el propósito de evidenciar dicha situación.

Puntos de monitoreo:

E1: Barrio Yananaco, San Gerónimo, cerca al Puesto de Salud

E2: Centro de Huancavelica, calle Agustín gamarra N° 220

E3: Barrio Ascensión, comunidad 03 de mayo sector Pucarumi

E4: Barrio Santa Bárbara, sector Saccsamarca cerca al río disparate.

**Tabla 1**

*Estaciones de muestreo y ubicación geográfica.*

Estación	Denominación	Posición geográfica
		UTM: 8775235
E.1	Barrio Yananaco, San Gerónimo, cerca al Puesto de Salud	Latitud: 18L0375512 Altitud: 4099 HT: Altitud: 2000 500 s.n.m
E.2	Centro de Huancavelica, calle Agustín gamarra N° 220	UTM: 8766743 Latitud: 18L0391295 Altitud: 4106
E.3	Barrio Ascensión, comunidad 03 de mayo sector Pucarumi	UTM: 8790920 Latitud: 18L0384129 Altitud: 4110
E.4	Barrio Santa Bárbara, sector Saccsamarca cerca al río disparate.	UTM: 8773293 Latitud: 18L0377014 Altitud: 4089

HT: Altitud. 2000

### Cálculo del índice de calidad del agua.

Para el cálculo de NSF-WQI se utilizaron factores de ponderación para cada variable, para así determinarse por medio de la siguiente ecuación.

$$WQI = \sum_{i=1}^9 W_i \times Q_i$$

Donde  $W_i$  es el factor de ponderación de la variable  $i$  respecto a las otras variables que conforman el índice,  $Q_i$  es el factor de escala la cual depende de la magnitud de la variable e independiente de las restantes y se determina por medio de diagramas de cada variable, donde se trabaja a una misma escala. En la siguiente tabla se muestran los factores  $W_i$ .

A partir de los datos experimentales de % saturación de oxígeno, coliformes fecales, pH, DBO5, nitratos fosfatos, variación de temperatura, turbidez y sólidos disueltos totales de las muestras de agua de consumo de cada estación de muestreo se obtuvo los factores de escala  $Q_i$  directamente de los diagramas presentados en el anexo, estos resultados son multiplicados con los factores de ponderación el cálculo de NSF-WQI, luego al sumar los resultados de la multiplicación se obtuvo los índices de calidad del agua y por último el resultado final se interpretó de acuerdo con la siguiente escala de clasificación en el cual el fondo representa el color correspondiente a cada rango.

**Tabla 2**

*Parámetros de calidad de agua*

Excelente	91 - 100
Buena	71 - 90
Media	51 - 70
Mala	26 - 50
Muy mala	0 - 25

## 3. RESULTADOS

### 4.1.1 Parámetros físicos del agua de consumo de la ciudad de Huancavelica.

En la tabla 3, se observa que la diferencia de la temperatura ambiental y temperatura de las

muestras del agua son mayores a 3°C indicadas para aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, estos parámetros han sido tomados como referencia de ECA DS N°015- 2015-MINAM.

**Tabla 3**

*Parámetros físicos in situ de agua de consumo-Hvca.*

Parámetros	E1	E2	E3	E4	A1	*LMP
Temperatura °C (ambiental - Tagua)	9.2	9.3	9.4	9.6	Δ3	--
Conductividad (uS/cm)	190	165	220	200	1500	1500
Dureza (mg/L)	546	498	683	685	500	500

E: Estaciones de muestreo.

A1: ECA DS N°015- 2015- MINAM. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

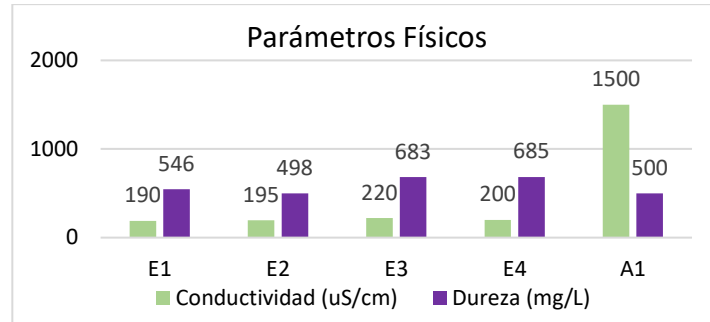
(\*): Calidad de agua para consumo humano DS N°031-2010-SA (2011)

Se observa en la tabla 3 y figura 1, a la conductividad entre 165 y 220 uS/cm, y la dureza se encuentra entre 498 y 685 en las estaciones de muestreo de las aguas de consumo por los habitantes de la ciudad de

Huancavelica. Asimismo, las muestras de agua presentan dureza desde 498 mg/L hasta 685 mg/L; de acuerdo a estos resultados se puede inferir que existe presencia de metales en las muestras de agua.

**Figura 1**

*Parámetros físicos in situ de agua de consumo-Hvca*



E: Estaciones de muestreo.

A1: ECA DS N°015- 2015- MINAM. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

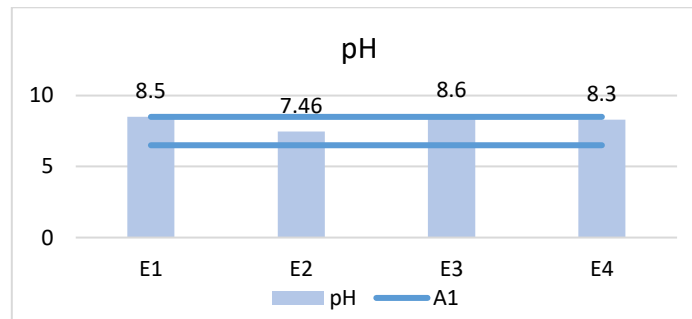
**4.1.2 Parámetros químicos del agua de consumo de la ciudad de Huancavelica**

En la figura 2, correspondiente al agua de consumo de la ciudad de Huancavelica es potabilizada en la estación de muestreo E2, mientras que en las estaciones 1, 2, y 3 no reciben ningún tratamiento

ya que provienen de manantiales; sin embargo, la población lo consume por necesidad en vista que, no son abastecidas por el municipio de la ciudad. El potencial de hidrógeno se encuentra ligeramente alcalino con valores de pH 7.46 a 8.46.

**Figura 2**

*Potencial de hidrógeno de muestras de agua de consumo.*



E: estaciones de muestreo.

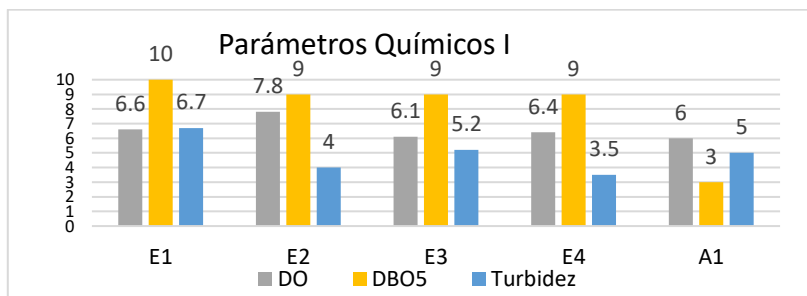
A1: ECA DS N°015- 2015- MINAM. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

La figura 3 presenta los parámetros fisicoquímicos, en el cual la demanda de oxígeno (DO) 7.8 mg/L en la estación 2 es superior a las otras estaciones de muestreo, mientras el DBO5 de la estación 1 es superior con respecto a las demás estaciones de muestreo;

en cuanto a la turbidez en la estación 1 de muestreo 6.7 mg/L, se observa que, es superior a las demás muestras analizadas incluso superando al ECA de 5 mg/L para aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

**Figura 3**

Parámetros fisicoquímicos DO, DBO5 y turbidez de agua.



E: estaciones de muestreo.

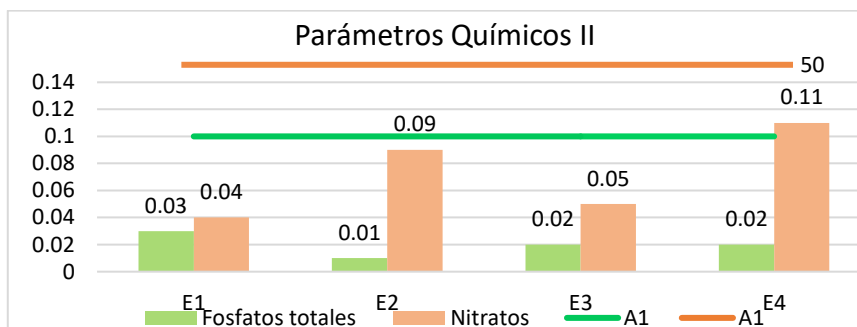
A1: ECA DS N°015- 2015- MINAM. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

En la figura 4 se puede apreciar los parámetros fisicoquímicos de fosfatos totales y nitratos en cantidades mínimas. Los fosfatos se encuentran

por debajo del ECA 0.1 mg/L y los nitratos se encuentran en cantidades mínimas en comparación al ECA 50 mg.

**Figura 4**

Parámetros fisicoquímicos fosfatos y nitratos de muestra de agua.



E: estaciones de muestreo.

A1: ECA DS N°015- 2015- MINAM. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

El contenido de los sólidos totales de las muestras de agua de consumo humano, en la primera estación 750 mg/L es mayor con respecto a las demás estaciones y la segunda estación 503 mg/L es menor debido ya que es la única muestra potabilizada. Sin embargo, todas las muestras están por debajo de las concentraciones de sólidos totales

de 1000 mg/L del ECA DS N°015- 2015- MINAM. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

#### 4.1.3 Parámetros microbiológicos del agua de consumo de la ciudad de Huancavelica

**Tabla 4**

Parámetros fisicoquímicos in situ de agua de consumo-Hvca.

Parámetros	E1	E2	E3	E4	A1	*LMP
Coliformes totales (NMP/mL)	0	0	0	3	50	0
Coliformes fecales (NMP/mL)	0	0	0	0	0	0

E: estaciones de muestreo.

A1: ECA DS N°015- 2015- MINAM. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

(\*): Calidad de agua para consumo humano DS N°031-2010-SA (2011)

En cuanto a los parámetros microbiológicos que se muestra en la tabla 4. En todas las muestras se encuentra exenta de coliformes fecales. En cuanto a la presencia de coliformes totales solo en la muestra de la estación 4, existe 3 NMP/mL.

En la tabla 5 se observa los rangos de índice de calidad de agua de la fundación nacional de saneamiento INSF y en la figura 7 se observa que, los índices de calidad de agua de las muestras de las estaciones de la ciudad de Huancavelica E1 de 69.93, E3 de 68.91 y E4 de 68.57 se encuentran en el rango de una calidad media, mientras E2 de 73.23 se encuentra en el rango de calidad buena, debido a que es muestra de agua potable.

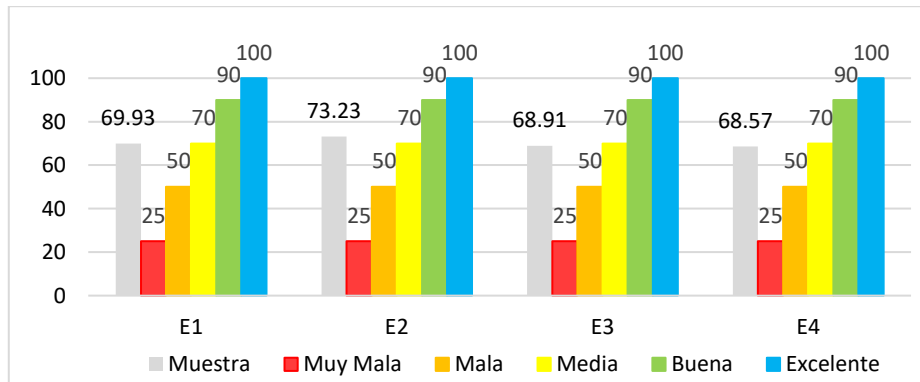
**4.1.4 Comparación de parámetros del agua de consumo con los valores del NSF**

**Tabla 5**  
*índice de calidad de agua NSF de las estaciones de muestreo*

Estación	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>
Índice de calidad de muestra- agua	69.93	73.23	68.91	68.57
Escala de Índice	Media	Buena	Media	Media
*NSF	51 - 70	71 - 90	51 - 70	51 - 70

E: estaciones de muestreo  
(\*): Índice de la fundación Nacional de saneamiento INSF

**Figura 5**  
*Índice NSF de muestras de agua de consumo.*



E: estaciones de muestreo.  
(\*): Índice de la fundación Nacional de saneamiento INSF de los EE.UU.

**4. DISCUSIÓN**

**4.1.1 Parámetros físicos del agua de consumo de la ciudad de Huancavelica**

De acuerdo a la figura 1 de los parámetros obtenidos de las muestras de agua de las fuentes de abasto no son potabilizados excepto de la muestra de la estación 2, el cual se encuentra ubicado en el centro de la ciudad. Estos resultados evidencian que la población está consumiendo aguas sin previo tratamiento a pesar de que las normas indican que deben de cumplir ciertos requisitos de calidad. Según el reglamento de la calidad de agua para consumo humano DS N°031-210- SA del MINSA (2010) de acuerdo a los

requisitos sanitarios de los componentes de los sistemas de abastecimiento de agua deberá considerar protección, condiciones sanitarias internas y externas de las instalaciones, sistema de desinfección y otros requisitos de índole sanitario. En consecuencia, las aguas de las estaciones en estudio necesitan ser tratadas para liberarlas de los componentes contaminantes para atender la relación agua y desarrollo sostenible y de acuerdo a la declaración de Dublín en el segundo principio rector menciona “el aprovechamiento y la gestión del agua deben inspirarse en un planteamiento basado en la participación de los usuarios, los planificadores y los responsables de las decisiones a todos los niveles”.

Teniendo en cuenta la conductividad entre 165 y 220 uS/cm, y la dureza entre 498 mg/L hasta 685 mg/L; contenidos en las muestras de agua analizadas, se puede inferir que, existe presencia de metales en las muestras de agua. La presencia de metales pesados en el agua de consumo puede ser debido a la presencia de minerales en la superficie, en el subsuelo o interior de las montañas de donde son trasladados por el agua y puede resultar muy peligroso por los efectos que pueden causar su bioacumulación.

#### **4.1.2 Parámetros químicos del agua de consumo de la ciudad de Huancavelica**

En las aguas muestreadas, el potencial de hidrógeno se encuentra ligeramente alcalino con valores de pH 7.46 a 8.46, esencialmente es la medida de la concentración de hidrógenos presentes en el agua y se constituye en un indicativo muy importante para la calidad de agua de consumo humano y para los sistemas acuáticos en un rango de pH de 6.0 a 7.2. En estos casos, las muestras de agua presentan mayores a 7.0 de potencial de hidrógeno debido a la presencia de sales de bases fuertes o bases fuertes por la descomposición como su disolución de algunas rocas y vegetales; sin embargo, los valores de pH de las muestras se encuentran en el rango permitido de pH de 6.5 a 8.5 por el ECA DS N°015- 2015- MINAM. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección. Asimismo, las muestras se encuentran dentro los estándares internacionales para la calidad de agua para consumo humano establecidos por la organización mundial para la salud (OMS) de pH de 6.5 a 8.5.

Es necesario resaltar que la demanda de oxígeno es necesario para la biodiversidad acuática y su solubilidad en el agua depende de varios factores como la salinidad, la temperatura y la turbulencia entre otros factores. En la figura 4 se presenta la demanda de oxígeno (DO) en el cual 7.8 mg/L en la estación 2 es superior a las otras estaciones de muestreo, mientras el DBO5 de la estación 1 es superior con respecto a las demás estaciones de muestreo; en cuanto a la turbidez en la estación 1 de muestreo 6.7 mg/L, se observa que superior a las demás muestras analizadas incluso superando al ECA de 5 mg/L para aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

En la figura 4 se puede apreciar los parámetros fisicoquímicos de fosfatos totales y nitratos en cantidades mínimas. Los fosfatos se encuentran por debajo del ECA 0.1 mg/L y los nitratos se encuentran en cantidades mínimas en comparación al ECA 50 mg/L. Las aguas de abasto analizadas de las cuatro estaciones de muestreo están en contacto con varios

contaminantes durante su trayecto en el subsuelo de las montañas, aire, suelo, polvo, minerales entre otros. Los cuales son incorporados al agua en concentraciones de trazas por lixiviación en el interior de las montañas en los casos de los manantiales y en contacto con el medio ambiente exterior ocurre la adición de diferentes compuestos en concentraciones mínimas de carbonatos, nitratos, sulfatos, silicato entre otros compuestos. Por tanto, es necesario potabilizar el agua de consumo en estudio para purificar de los compuestos contaminantes.

El Programa 21, plantea como objetivo general velar por que se mantenga un suministro suficiente de agua de buena calidad para toda la población del planeta y preservar al mismo tiempo las funciones hidrológicas, biológicas y químicas de los ecosistemas, adaptando las actividades humanas a los límites de la capacidad de la naturaleza y combatiendo los vectores de las enfermedades relacionadas con el agua.

El contenido de sólidos totales de las muestras de agua de consumo humano, en la primera estación 750 mg/L es mayor con respecto a las demás estaciones y la segunda estación 503 mg/L es menor debido a que es la única muestra potabilizada. Sin embargo, todas las muestras están por debajo de las concentraciones de sólidos totales de 1000 mg/L del ECA DS N°015- 2015- MINAM. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

#### **4.1.3 Parámetros microbiológicos del agua de consumo de la ciudad de Huancavelica**

En las estaciones de muestras de agua E1, E2 y E3 no presentan coliformes totales mientras en la E4 se encontró 3 NMP/mL, estos resultados son menores que 50 NMP/mL que, recomienda los ECA del DS N°015- 2015- MINAM. Asimismo, en las cuatro estaciones analizadas no presentan coliformes fecales, es decir las fuentes de agua muestreadas son aptas para el consumo humano. Se puede atribuir a que las muestras E1, E3 y E4 provienen de fuentes de puquiales y entubados mientras la E2 si bien proviene del agua de río está potabilizada por la planta procesadora de agua de la ciudad de Huancavelica. En contraste a Tarqui et al (2016) quienes al evaluar el agua de consumo de 706 hogares en tres regiones entre ellos la región de Huancavelica, sostienen que, la mayoría de las muestras de agua fueron de mala calidad bacteriológica. La mayoría de las muestras de agua tuvieron Coliformes totales. La tercera parte de Huancavelica tuvieron presencia de E. coli en el agua de consumo humano.

En este caso las aguas muestreadas en las E1, E3 y E4 están libres de coliformes totales, también libres de coliformes fecales ya que están entubadas para no estar en contacto con las aguas de lluvia que pueden arrastrar coliformes de animales, estas aguas son trasladadas hasta el grifo o lugar de toma de agua para los hogares en su mayoría en estado de pobreza. Según Miranda, Aramburu, Junco y campos (2010). La correspondiente a agua libre de coliformes y *E. coli* asciende a 38,3%. Existe una marcada diferencia de los resultados por área de residencia; los ámbitos más afectados fueron sierra rural y selva.

#### 4.1.4 Comparación de parámetros del agua de consumo con los valores del ECA.

En la tabla 5 se observa los rangos de índice de calidad de agua de la fundación nacional de saneamiento INSF y en la figura 7 se observa que, los índices de calidad de agua de las muestras de las estaciones de la ciudad de Huancavelica E1 de 69.93, E3 de 68.91 y E4 de 68.57 se encuentran en el rango de una calidad media, mientras E2 de 73.23 se encuentra en el rango de calidad buena, debido a que es muestra de agua potable. Según Villena (2018) la calidad del agua promueve la condición humana y es un primer nivel de intervención de la salud ambiental a nivel de las unidades familiares.

Los resultados de los factores físicos y químicos de las aguas muestreadas en la ciudad de Huancavelica al ser comparadas con los estándares de calidad de agua ECA del DS N°015-2015- MINAM se encuentran dentro del rango establecido para aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección y de acuerdo a los índices del NSF resultaron de calidad media. Sin embargo, en tres estaciones que son fuentes de manantiales no se realizan ningún tratamiento de desinfección como es en el Barrio Yananaco, San Gerónimo, cerca al Puesto de Salud (E1), Barrio Ascensión, comunidad 03 de mayo sector Pucarumi (E3) y en el Barrio Santa Bárbara, sector Saccsamarca cerca al río disparate (E4). Según Torres, Cruz y Patiño (2009) “la evaluación de la calidad del agua permite tomar acciones de control y mitigación del mismo, garantizando el suministro de agua segura”.

En el caso de las aguas de consumo de la ciudad de Huancavelica se han determinado como calidad media en estas tres estaciones de acuerdo a las características físicas, químicas y microbiológicas y se puede inferir que, los consumidores están expuestos a cierto grado de riesgo de contraer algunas enfermedades transmitidas a causa de los componentes existentes de estas aguas sin tratamiento. De acuerdo a

Briñez, Guamizo y Arias (2012) “las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano, consideran que habitantes de estos municipios (departamento de Tolima) con algún grado de riesgo en la calidad del agua tienen mayor probabilidad de enfermedades transmitidas por consumo de agua contaminada”.

De acuerdo al programa 21. El suministro de agua potable y el saneamiento ambiental son vitales para la protección del medio ambiente, el mejoramiento de la salud y la mitigación de la pobreza. El agua potable también es fundamental para muchas actividades tradicionales y culturales. Se estima que el 80% de todas las enfermedades y más de un tercio de los fallecimientos en los países en desarrollo se deben al consumo de agua contaminada y que, en promedio, hasta la décima parte del tiempo productivo de cada persona se pierde a causa de enfermedades relacionadas con el agua.

En tal sentido, es necesario prever la calidad del agua de consumo con la finalidad de prevenir las enfermedades transmitidas mediante este líquido elemental. De acuerdo a la OMS “el tratamiento y almacenamiento inocuo del agua en los hogares es una intervención importante en materia de salud pública que permite mejorar la calidad del agua potable y reducir la incidencia de enfermedades diarreicas”. La calidad media de la mayoría de las muestras del agua de consumo demuestra que no es inocua, es decir, contiene compuestos adheridos durante la etapa de captación y conducción. Según Rodríguez et al (2003) en la calidad de las aguas o en su contaminación contribuyen especialmente factores que intervienen en diversas fases del abastecimiento y que en el caso de las fuentes se refieren a la captación y conducción.

## 5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados y niveles de calidad de agua en las tres estaciones de muestreo de las aguas sin tratamiento son de calidad media y la muestra de agua potabilizada es de calidad buena de acuerdo a los estándares de calidad de agua y el índice de calidad de agua NSF.

Los parámetros físicos de las estaciones en estudio se encuentran dentro de los niveles máximos permisibles y los ECA para agua que pueden ser potabilizadas mediante desinfección. Sin embargo, la conductividad se encuentra entre 165 y 220 uS/cm, y la dureza entre 498 mg/L hasta 685 mg/L; indicativos de presencia de metales en las muestras de agua. Asimismo, las fuentes de



aguas no potabilizadas tienen una infraestructura precaria y están expuestas a la contaminación por agentes externos derivados de las diferentes actividades de la población, es necesario el apoyo inmediato de las autoridades locales de brindar un servicio de calidad de agua potable.

Las aguas muestreadas tienen valores de pH 7.46 a 8.46 ligeramente alcalino, la DO, DBO<sub>5</sub>, la concentración de sulfatos y nitratos se encuentran en concentraciones mínimas y en los rangos permitidos por los ECA – agua categoría 1. Sin embargo, el índice de calidad media de agua de los sectores de consumo indica que los pobladores de la ciudad de Huancavelica están expuestos a cierto nivel de riesgo a contraer algunas enfermedades transmitidas por el agua de consumo.

En las estaciones de muestras de agua E1, E2 y E3 no presentan coliformes totales mientras en la E4 se encontró 3 NMP/mL, estos resultados son menores que 50 NMP/mL que recomienda los ECA del DS N°015- 2015- MINAM. Asimismo, en las cuatro estaciones analizadas no presentan coliformes fecales, es decir las fuentes de agua muestreadas son aptas para el consumo humano.

## 6. REFERENCIAS

- Abramovich, B. y Carrera, E. (2004). Acción de distintos coagulantes para la eliminación de *Cryptosporidium* spp. en el proceso de potabilización del agua. *Revista Argentina de Microbiología*. Argentina.
- Autoridad Nacional del Agua - A. (2016). Protocolo de Monitoreo de la calidad de los Recursos Hídricos. Lima, Perú.
- Briñez, K., Guamizo, G. y Arias, S. (2012). Calidad del agua para consumo humano en el departamento del Tolima. *Revista el escenario para la salud pública desde la ciencia*, (30)2. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5079698>
- Castro, M. (1987). Parámetros Físico-Químicos que influyen en la Calidad y en el Tratamiento del Agua. Trabajos presentados al Curso Taller sobre Control de Calidad Analítica. Lima, CEPIS. p. 1-72.
- Cava, T. y Ramos, F. (2016). Caracterización físico – química y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad Las Juntas del distrito Pacora – Lambayeque, y propuesta de tratamiento. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Perú.
- Carrillo, E. Lozano, A. (2008). Validación del método de detección de coliformes totales y fecales en agua potable utilizando Agar Chromocult. Tesis para optar por el título de Microbiólogo Industrial. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá – Colombia.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD). 3 a 14 de junio de 1992. Río de Janeiro, 1992.
- Chávez, L. (2015). Evaluación espacial y temporal del índice de calidad del agua del río Cazones en Coatzintla, Ver. Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. México.
- ECA – Estándares de calidad de agua. (2015). DS N° 015 -2015-MINAM. Modificación de estándares nacionales de calidad ambiental para agua y establecimiento de las disposiciones complementarias para su aplicación. Ministerio del Ambiente. Lima-Perú. [https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/ds\\_002\\_2008\\_eca\\_agua.pdf](https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/ds_002_2008_eca_agua.pdf)
- Gil, A. (2014). Determinación de la calidad del agua mediante variables físico químicas, y la comunidad de macroinvertebrados como bioindicadores de calidad del agua en la cuenca del río Garagoa. Universidad de Manizales. Posgrado de la Facultad de ciencias contables económicas y administrativas. Colombia.
- Guzmán et al (2011), Evaluación espacio-temporal de la calidad del agua del río San Pedro en el Estado de Aguascalientes, México.
- INSF. Índice de calidad (ICAs) y de contaminación (ICOs) del agua de importancia mundial. [http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home\\_10/recursos/general/pag\\_contenido/libros/06082010/icatest\\_capitulo3.pdf](http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_10/recursos/general/pag_contenido/libros/06082010/icatest_capitulo3.pdf)
- León, V. (1992). Índices de calidad del agua, forma de estimarlos y aplicación. Modelos: VII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.
- LMP – Límites máximos permisibles. (2011). DS N° 031 – 2010-SA. Reglamento de la calidad de agua para consumo humano. Dirección General de Salud Ambiental Ministerio de

- Salud. Lima-Perú.  
[http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento\\_Calidad\\_Agua.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf)
- Minaya, R. (2017). Parámetros físicos, químicos y microbiológicos para determinar la calidad de agua en la laguna de Moronacocha, época de transición creciente – vaciante. Iquitos. Perú. 2016.
- Miranda, M., Aramburu, A., Junco, J. y Campos, M. (2010). Situación de la calidad de agua para consumo en hogares de niños menores de cinco años en Perú, 2007-2010. *Rev. Perú. med. exp. salud publica* v.27 n.4 Lima oct./dic. 2010.  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-46342010000400003](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342010000400003)
- Monteagudo, M. (2015). Análisis comparativo de los Índices de Calidad de Agua de los ríos Lampa y Cabanillas. Universidad Nacional del Altiplano Facultad de Ingeniería Agrícola. Perú.
- Ocasio, F. (2008). Evaluación de calidad del agua y posibles fuentes de contaminación en un segmento del río Piedras. San Juan, Puerto Rico.
- ONU. Protección de la calidad y el suministro de los recursos de agua dulce: aplicación de criterios integrados para el aprovechamiento, ordenación y uso de agua dulce. División de desarrollo sostenible. Programa 21.  
<https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter18.htm>
- OMS. Salubridad y calidad del agua [Internet]. Agua, saneamiento e higiene. Organización Mundial de la Salud. [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/water-quality/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/es/).
- Rodríguez García, Rita, Martínez Muñoz, Carmen, Hernández Vizcaino, Domiciano, Lucas Veguillas, Jesús de, & Acevedo de Pedro, M<sup>a</sup> Luisa. (2003). Calidad del agua de fuentes de manantial en la zona básica de salud de Sigüenza. *Revista Española de Salud Pública*, 77(3), 423-432.  
[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1135-57272003000300012&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272003000300012&lng=es&tlng=es).
- Samboni N. E., Carvajal Y. y Escobar J. C. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Ingeniería e Investigación* 27, 172–181.
- Sedeño-Díaz J. E. y López-López E. (2007). Water Quality in the Rio Lerma, México: An Overview of the Last Quarter of the Twentieth Century. *Water Resour Manage* 21,1797–1812.
- Tarqui et al. (2016). Calidad bacteriológica del agua para consumo en tres regiones del Perú. *Rev. salud pública* 18 (6) Nov-Dec 2016.  
<https://www.scielo.org/article/rsap/2016.v18n6/904-912/>
- Torres, P., Cruz, C., Patiño, P., Escobar, J. y Pérez, A. (2010). Aplicaciones de índice de calidad de agua – ICA orientados al uso de la fuente para consumo humano. *Ingeniería e investigación*, 30 (3), 86-87.
- Torres, P., Cruz, C. y Patiño, P. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica. *Revista de Ingenierías: Universidad de Medellín*, (8)15, 3.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4845739>
- Villena, J. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 35(2), 304-308.  
<https://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2018.35.2.3719>