

# **Calidad del agua, contexto social e higiene en comunidades rurales alto-andinas de Huancavelica (Perú)**

## ***Water quality, social context and hygiene in high-Andean rural communities in Huancavelica (Peru)***

**Sonia Fernández Alba, Laura Vinardell Magre, Claudia Álvarez Pujol**

Grupo de Investigación Ciencias de la Ingeniería y Desarrollo Global (EScGD),  
Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)

**Luz Marina Acharte Lume**

Universidad Nacional de Huancavelica (UNH)

**Filimon A. Quispe Coica, Agustí Pérez Foguet**

Grupo de Investigación Ciencias de la Ingeniería y Desarrollo Global (EScGD),  
Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad Politécnica de Cataluña  
(UPC)

### **Resumen**

Proyecto de investigación entre la Universidad Nacional de Huancavelica (UNH) y Centro de Cooperación para el Desarrollo (CCD) de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), con la finalidad de mejorar la gestión del agua y fortalecer las capacidades técnicas de los operadores de agua en comunidades rurales alto-andinas de Huancavelica (Perú). La primera fase de este proyecto, realizada en julio y agosto 2019, tuvo como objetivo hacer un estudio del contexto social, higiene y calidad del agua en 5 comunidades rurales del departamento de Huancavelica, así como una evaluación de los sistemas de cloración y protocolos utilizados. Los resultados concluyeron: necesidad de capacitación a representantes de las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS), establecimiento de protocolos de cloración adecuados, dotación de insumos (cloro, detergentes), mantenimiento/limpieza de infraestructuras, falta de acceso a jabón en centros educativos, muy baja participación de la mujer en las JASS y problemas de acceso al agua.

**Palabras clave:** calidad de agua; cloración; contexto social; higiene; comunidades rurales

### **Abstract**

Research project between the National University of Huancavelica (UNH) and Center for Development Cooperation (CCD) of the Polytechnic University of Catalonia (UPC), with the purpose of improving water management and strengthening the technical capabilities of water operators in high-Andean rural communities in Huancavelica (Peru). The first phase of this project, carried out in July and August 2019, aimed to study the social context, hygiene and water quality in 5 rural communities in the department of Huancavelica, as well as an evaluation of the chlorination systems and protocols used. The results concluded: need to train the representatives of the Sanitation Services Administrative Committees (JASS), establishment of adequate chlorination protocols, provision of consumables (chlorine, detergents), maintenance/cleaning of infrastructures, lack of access to soap in educational centers, very low participation of women in the JASS and water access problems.

**Keywords:** water quality; chlorination; social context; hygiene; rural communities

## **1. Introducción**

En Perú un 50% de la población total (datos del año 2017) dispone de acceso a agua para el consumo humano gestionada de forma segura, mientras que, en el sector rural, este indicador llega sólo al 21%, según últimos reportes de (WHO/UNICEF, 2017) para Perú. Esto significa que la mitad de la población total y sólo 2 de cada 10 personas en el ámbito rural, tienen garantizado el acceso al agua ubicado en instalaciones, disponible cuando sea necesario y libre de contaminación. Si aterrizamos más a nivel local, en el Departamento de Huancavelica la prevalencia de enfermedades diarreicas agudas en niños (as) menores de 5 años, se encuentran entre el 10-12.8%. Mientras que la prevalencia de anemia en niños (as) de 6-59 meses de edad, se encuentra entre el 40-49% (ENDES, 2018). Siendo muchos de ellos atribuibles a la falta de condiciones adecuadas de servicios de Agua, Saneamiento e Higiene (ASH).

Por otro lado, en las comunidades rurales es muy habitual no contar con información de la calidad de agua que dotan los gestores y representantes de las Juntas Administradoras de Servicios y Saneamiento (JASS) hacia sus usuarios. Es en ese sentido, que nace la iniciativa de investigadores y estudiantes de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) en contra parte con los investigadores de la Universidad Nacional de Huancavelica (UNH), para llevar a cabo una serie de actividades que subsanen la poca información existente y ayuden a garantizar el consumo de agua potable a las comunidades rurales. A su vez, se llevó a cabo un estudio del contexto social e higiene en comunidades rurales.

## **2. Metodología**

La fase de diagnóstico de este proyecto tuvo como objetivo estudiar la calidad del agua en las cinco comunidades rurales alto-andinas de Huancavelica (Perú), así como la evaluación de los sistemas de cloración utilizados en los reservorios principales de agua. Las comunidades seleccionadas para el estudio fueron Pueblo Libre, San Gerónimo, Sachapite, Antacocha y Pampachacra.

El estudio tuvo una duración de 6 semanas, realizándose de mitad de julio a finales de agosto del 2019. Como se muestra en la Tabla 1, se contó con el apoyo de la Unidad de Salud Ambiental (unidad ejecutora 406) de la Red de Salud Huancavelica, a través del programa de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano, para los análisis físico-químicos en campo de temperatura ( $T^a$ ), pH, conductividad y cloro residual, así como para los análisis en laboratorio de color, dureza total, cloruros, nitratos, nitritos, sulfatos, análisis parasitológicos y metales pesados (16 metales). En la sede de Lircay de la Universidad Nacional de Huancavelica (UNH) se realizaron también de forma paralela análisis de metales pesados (11 metales). El Laboratorio de Microbiología y Parasitología de la UNH prestó sus instalaciones y ayudó en la realización de los análisis de Coliformes totales y termotolerantes. Durante las campañas de muestreos en las comunidades rurales se cogieron muestras de los diferentes manantiales, reservorios principales y del grifo de la vivienda más alejada al reservorio principal, por ser la más susceptible a tener una disminución de cloro residual por recorrer una mayor distancia el agua hasta llegar a la vivienda.

**Tabla 1.** Análisis de parámetros de calidad del agua en comunidades rurales

<b>PARÁMETROS FÍSICO - QUÍMICOS</b>	<b>Manantiales</b>	<b>Reservorios</b>	<b>Viviendas</b>
Turbiedad	Turbidímetro portátil HANNA HI93703 (Unidad de Salud Ambiental de la Red de Salud Huancavelica)		
Temperatura	Medidor portátil HQ40d de Hach (Unidad de Salud Ambiental de la Red de Salud Huancavelica)		
pH			
Conductividad			
Cloro residual libre	Fotómetro portátil de cloro libre y total HANNA HI96734 (Unidad de Salud Ambiental de la Red de Salud Huancavelica)		
Color	Espectrofotometría (Unidad de Salud Ambiental de la Red de Salud Huancavelica)		
Dureza total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed.2017.Hardness. EDTA Titrimetric Method. Laboratorio CERPER S.A., Lima. (Unidad de Salud Ambiental de la Red de Salud Huancavelica)	-	
Cloruros	EPA Method 300.0. 1993 Determination of inorganic anions by ion chromatography. Laboratorio CERPER S.A., Lima. (Unidad de Salud Ambiental de la Red de Salud Huancavelica)	-	
Nitratos			
Nitritos			
Sulfatos			
<b>PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>	<b>Manantiales</b>	<b>Reservorios</b>	<b>Viviendas</b>
Coliformes totales y termotolerantes	Método del número más probable (NMP) (Laboratorio de microbiología y parasitología - UNH)		
Parásitos y organismos de vida libre	Cámara Sedgwick - Rafter (Unidad de Salud Ambiental de la Red de Salud Huancavelica)		
<b>PARÁMETROS INORGÁNICOS</b>	<b>Manantiales</b>	<b>Reservorios</b>	<b>Viviendas</b>
Mo, Mn, Cd, As, Cu, Cr, Pb, Zn, Sb, Al	ISO 17294-2. 2016. Water quality -- Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). Laboratorio CERPER S.A., Lima. (Unidad de Salud Ambiental de la Red de Salud Huancavelica)	-	
	Espectrofotometría de Absorción Atómica (EAA) (Laboratorio de Química – UNH)		
Ba, B, Fe, Hg, Na, U	ISO 17294-2. 2016. Water quality -- Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). Laboratorio CERPER S.A., Lima. (Unidad de Salud Ambiental de la Red de Salud Huancavelica)	-	
Ni	Espectrofotometría de Absorción Atómica (EAA) (Laboratorio de Química – UNH)		

Con respecto al estudio realizado de contexto social e higiene en las comunidades rurales, las actividades realizadas fueron seis grupos focales de mujeres en cuatro de las comunidades (Tabla 2), visitas a nueve escuelas de primaria y secundaria, visitas a cuatro postas de salud y entrevistas con 7 JASS (tanto hombres como mujeres).

**Tabla 2.** Grupos focales entrevistados en comunidades rurales

COMUNIDAD RURAL	ENTIDAD	NÚMERO DE PARTICIPANTES
SACHAPITE	Club de Madres	11 (han hablado 5)
SAN GERÓNIMO	Posta de Salud	8 (han hablado 4)
	Club de Madres	12 mujeres
ANTACCOCHA	Club de Madres y Comedor	6 mujeres (las presidentas y vicepresidentas) + 1 enfermera traduciendo
	Mujeres del Lote 1 + presidenta de la JASS del Lote 1	15 mujeres (la presidenta iba traduciendo muchas veces)
PUEBLO LIBRE	Posta de Salud	6 mujeres

### 3. Resultados

Todas las comunidades cuentan con un sistema de agua similar. El agua proveniente de un ojo de agua llega a un manantial y a través de una tubería subterránea es enviada a un reservorio de agua. De este reservorio se distribuye a las diferentes viviendas de la comunidad rural mediante una tubería subterránea.

Durante los muestreos, en primer lugar, se realizó una inspección visual de los manantiales como se muestra en la Tabla 3, observando si el manantial estaba cercado, si existía maleza alrededor del manantial, e indicando el estado de la tapa del manantial y el estado de la cámara húmeda.

**Tabla 3.** Resultados inspección visual de los manantiales

Nombre comunidad rural	Nombre manantial	¿Está cercado el manantial?	¿Existe maleza alrededor del manantial?	Estado de la tapa del manantial	Estado cámara húmeda de la captación
Pueblo Libre	Manantial 1	Sí	Sí	Tapa de metal oxidada	Sedimentos, insectos
	Manantial 2	Sí	Sí	Tapa de metal	Sedimentos, anfibios (sapo)
	Manantial 3	Sí	No	Tapa de metal oxidada	Sedimentos, hierba
	Manantial 4	Sí	Sí	Tapa de metal oxidada	Pocos sedimentos, no insectos
	Manantial 6	Sí	Sí	Tapa de metal oxidada	Sedimentos, no insectos
	Manantial 8	Sí	Sí	Tapa de metal oxidada	Sedimentos, gusanos
	Manantial 9	Sí	Sí	Tapa de metal oxidada	Sedimentos, no insectos
	Manantial	No	Sí	No existe construcción de captación	

San Gerónimo	Puquiocucho 1				
	Manantial Putaccapuquio	Sí	No	Tapa de metal oxidada	Sedimentos
Sachapite	Manantial Huariccaca	Sí	Sí	Tapa de metal oxidada	Sedimentos
	Manantial Picchapuquio	No	Sí	Tapa de metal oxidada	Sedimentos
Pampachacra	Manantial Barrio Villa Libertad	Sí	Sí	Tapa de metal oxidada	Sedimentos
	Manantial Barrio Imperial (Asto1)	Sí	Sí	Tapa de metal oxidada	Sedimentos
	Manantial Barrio Imperial (Asto2)	Sí	Sí	Tapa de metal oxidada	Sedimentos
	Manantial 1 Barrio Condorsenca	Sí	Sí	Sí	Sedimentos
	Manantial 2 Barrio Condorsenca	Sí	Sí	Sí	Sedimentos
Antacoccha	Manantial sector 1 (YuraccanCHA)	No	Sí	Tapa de piedra sucia	Sedimentos
	Manantial sector 2	No	Sí	Tapa de piedra sucia, con insectos	Sedimentos
	Manantial sector 3 y 5	No	Sí	Tapa rota (vandalismo)	Sedimentos. Agua turbia
	Manantial sector 4	No	Sí	Tapa de piedra sucia, con insectos	Sedimentos
	Manantial Mulaccarana	No	Sí	Sin tapa	Sedimentos, hierba. Agua muy turbia

Con respecto a los sistemas de cloración, los reservorios cuentan en algunos casos con un sistema de cloración y en otros casos no, como se muestra en la Tabla 4. En el caso de disponer de un sistema de cloración, en la mayoría de los casos consiste en un sistema de cloración por goteo, siendo el más habitual un depósito de Rotoplas ubicado en la parte superior del reservorio y en algún caso disponen de una cloración por difusión que consiste en un tubo de PVC con agujeros, en el que se introduce una bolsa con hipoclorito de calcio en polvo y al ser cubierto por agua va liberando el cloro por difusión. Se observó que en los diferentes reservorios utilizan diferentes concentraciones de hipoclorito de calcio y diferentes frecuencias de cloración (quincenal, mensual, trimestral). Se detectó que en las comunidades rurales no existen protocolos de cloración que aseguren una correcta cloración de los reservorios. Los niveles de cloro libre a la salida de los reservorios en la mayoría de los casos se encontraban por debajo de 0,5mg/l y en algún caso por encima de 5mg/l, es decir, por encima o por debajo de los límites establecidos en el Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano.

**Tabla 4.** Sistema de cloración de los reservorios de aguas en comunidades rurales

Comunidad rural	Nombre del reservorio	¿Disponen de sistema de cloración?	Tipo de cloración	Protocolo de cloración (frecuencia)	Población por depósito (Fam*)
Pueblo Libre	Reservorio principal	Sí	Por goteo	4kg hipoclorito de calcio 70% en 250L depósito Rotoplas (mensual)	1.150 (230)
San Gerónimo	Reservorio Puquiocucho	Sí	Por difusión	1kg hipoclorito de calcio 70% (quincenal)	200 (40)
	Reservorio Putaccapuquio	Sí	Por goteo	1.5kg hipoclorito de calcio 70% en 600L depósito Rotoplas (quincenal)	400 (80)
Sachapite	Reservorio Huariccacca	Sí	Por goteo	No cloran desde mayo 2019. 250L depósito Rotoplas	250 (50)
	Reservorio Picchapuquio	No	NA	NA	200 (40)
Pampachacra	Reservorio Villa Libertad	Sí	Por goteo	1kg hipoclorito 70% (mensual)	200 (40)
	Reservorio Miraflores	No	NA	NA	40 (20)
	Reservorio Barrio Centro	No	NA	NA	250 (50)
	Reservorio Barrio Imperial	Sí	Por goteo	No cloran desde hace un mes	150 (30)
	Reservorio Condorsenca	No se tiene información	No se tiene información	NA	50 (10)
Antacocha	Reservorio sector 1	Sí	Por goteo	1.5kg hipoclorito en 250L depósito Rotoplas (trimestral)	300 (60)
	Reservorio sector 2	No	NA	NA	400 (80)
	Reservorio sector 3 y 5	Sí	Por goteo	No se clora	600 (120)
	Reservorio sector 4	No	NA	NA	200 (40)

Fam\*: número de familias (media de 5 individuos/familia) NA: No Aplica

Se obtuvieron los resultados de los diferentes parámetros físico-químicos, microbiológicos y parasitológicos, así como de parámetros inorgánicos de manantiales, reservorios y viviendas de las cinco comunidades. Para aguas procedentes de manantiales se compararon los resultados con los rangos establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua – Categoría 1 – Subcategoría A – A1 (Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección) (ECA, 2017) y para aguas procedentes de reservorios y viviendas de las comunidades se compararon con los valores establecidos por el Reglamento para Agua de Consumo D.S. N° 031-2010-SA (DIGESA-MINSA, 2011). A continuación, los resultados obtenidos de calidad del agua en las cinco comunidades:

- Pueblo Libre: se observó con respecto a los parámetros físico-químicos que los niveles de cloro libre en reservorio principal y vivienda eran de 0mg/l, teniendo que estar los valores cloro libre en 0,5-5mg/l según el Reglamento para Agua de Consumo. En relación a los parámetros microbiológicos y parasitológicos, en el manantial 2 se detectó 240NMP/100ml de Coliformes totales, siendo el valor máximo permitido por los ECA de 50NMP/100ml. Y en el reservorio principal se detectaron 21NMP/100ml, siendo el valor

permitido por el Reglamento para Agua de Consumo de  $\leq 1,8\text{NMP}/100\text{ml}$ . A su vez, también se detectaron en los manantiales 1 y 2 presencia de algas, concretamente Diatomeas. En el manantial 6 se encontraron protozoos, *Euglena sp.*, *Paramecium sp.* En el reservorio principal se detectaron también Diatomeas, *Euglena sp.*, *Paramecium sp.* y en la vivienda de la comunidad muestreada se halló nuevamente *Euglena sp.*, *Paramecium sp.*

- San Gerónimo: se observó en relación a los parámetros físico-químicos que en el reservorio de Putaccapuquio y vivienda abastecida por este reservorio presentaban niveles de cloro libre de  $6,5\text{mg}/\text{l}$ , por encima de lo establecido en el Reglamento para Agua de Consumo, que es de  $5\text{mg}/\text{l}$ . Y en la vivienda de Puquiocucho el nivel de cloro libre era inferior a lo establecido en el Reglamento para Agua de Consumo, siendo de  $0,05\text{mg}/\text{l}$ . Con respecto a los parámetros microbiológicos y parasitológicos, se detectó presencia de nemátodos parasitarios, *Nematodirus sp.*, *Strongiloides sp.*, *Cooperia sp.* en manantial y reservorio de Puquiocucho, así como de *Nematodirus sp.*, y *Strongiloides sp.* en la vivienda que abastece el reservorio de Puquiocucho. También se detectaron presencia algas en el manantial de Puquiocucho, así como cópepodos en el manantial, reservorio de Putaccapuquio y vivienda abastecida por éste. Los cópepodos representan vías de transmisión directas o indirectas de parásitos oportunistas que pueden infectar a humanos y a otros vertebrados, convirtiéndose en vectores de algunos de estos parásitos, como es el caso de los nematodos.

- Sachapite: se observó en relación a los parámetros físico-químicos que en el reservorio de Huariccacca y de Picchapuquio, así como en las viviendas abastecidas por ellos, los niveles de cloro libre eran de  $0\text{mg}/\text{l}$ . Con respecto a los parámetros microbiológicos y parasitológicos, se detectó presencia de Coliformes totales de  $3\text{NMP}/100\text{ml}$  en el reservorio de Huariccacca y de  $3,6\text{NMP}/100\text{ml}$  en el reservorio de Picchapuquio. Así como presencia de algas en los manantiales de Huariccacca y Picchapuquio.

- Pampachacra: con respecto a los parámetros físico-químicos se observa que la vivienda de Barrio Villa Libertad presentaba un valor de turbiedad de  $7,8\text{UNT}$ , superior a lo establecido en el Reglamento para Agua de Consumo, que es de  $5\text{UNT}$ . También los niveles de nitratos en el manantial de Barrio Imperial (Asto2) fueron de  $117,7\text{mg}/\text{l}$ , superior a lo establecido en los ECA, que es de  $50\text{mg}/\text{l}$ . Y los niveles de cloro libre en todos los reservorios y viviendas de la comunidad estaban por debajo de  $0,5\text{mg}/\text{l}$ . En relación a los parámetros microbiológicos y parasitológicos, se detectó en el manantial de Barrio Villa Libertad presencia de algas y cópepodos y en el manantial de Barrio Imperial (Asto1) se detectó algas y *Euglena sp.*

- Antacoccha: se observa que los niveles de turbiedad del manantial del sector 3 y 5, manantial Mulaccarana y vivienda del sector 1 están por encima del valor establecido en los ECA y en el Reglamento para Agua de Consumo. Únicamente el reservorio del sector 1 presentaba niveles de cloro libre dentro del rango establecido por el Reglamento para Agua de Consumo, mientras que el resto de reservorios y viviendas de la comunidad presentaban los niveles de cloro por debajo de  $0,5\text{mg}/\text{l}$ . Con respecto a los parámetros microbiológicos y parasitológicos, se detectó presencia de Coliformes totales por encima de lo establecido en el Reglamento para Agua de Consumo, en la vivienda del sector 1 y en la vivienda del sector 4, siendo los valores de 21 y  $9\text{NMP}/100\text{ml}$  respectivamente.

Con respecto a los resultados del estudio realizado de contexto social e higiene en comunidades rurales, se obtuvo que de las 9 escuelas visitadas de primaria y secundaria ninguna de las escuelas tiene jabón en el sanitario y 4 de ellas disponen de jabón que los alumnos piden a los profesores cuando tienen que ir al baño. Del estudio de equidad de

género en las JASS, se obtuvo que de las 7 JASS entrevistadas 4 de ellas están formadas únicamente por varones, 1 de ellas es mixta, 1 formada únicamente por mujeres y otra es muy difícil el acceso de las mujeres. En cuanto a los hábitos en torno al agua en Club de Madres y Vasos de Leche de las comunidades se detectó rechazo al cloro, no les gusta ni el olor ni el gusto y comentan que hace tiempo, cuando no se cloraba no se enfermaban como en la actualidad. Son conscientes de la presencia de enfermedades como diarreas, anemias y enfermedades respiratorias. No todas las comunidades tienen la posibilidad de comprar jabón. Por último, no todas las viviendas tienen acceso al agua, escaseando el agua en época seca y en algunos casos a veces consumen agua directamente del manantial.

#### **4. Discusión y conclusiones**

Con respecto al estudio de calidad de agua, los resultados evidencian que existe poco o nulo mantenimiento de las infraestructuras en las fuentes de agua, lo que permite que ingresen residuos u otros materiales contaminantes a las redes. Por lo tanto, es necesario la protección con infraestructura adecuada, que asegure un abastecimiento seguro y no se necesite implementar componentes adicionales para el tratamiento. Se evidencia claramente la necesidad de implementar protocolos de cloración, acordes al sistema que se presentan en cada comunidad. En caso contrario se seguirán teniendo valores de cloro residual por fuera de los límites permitidos por la normativa de salud. Además, es necesario la capacitación de los gestores de agua locales (JASS, responsables del agua en comunidades, etc.) para asegurar la dotación de agua gestionada de forma segura a sus usuarios. Por otro lado, los gestores de agua no cuentan con insumos básicos para la operación y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua, por lo que se sugiere la asociatividad entre ellos con la finalidad de adquirir en conglomerado y reducir costos en insumos y logística.

Con respecto al estudio de contexto social e higiene concluimos que hay falta de acceso a jabón en gran parte de las Instituciones Educativas. Muy baja participación de la mujer en las JASS, lo que conlleva a que, en la gestión del agua comunitaria aún están lejos de alcanzarse la equidad de género. Rechazo al cloro, generalizado en las comunidades, y existen problemas de acceso al agua.

#### **Referencias bibliográficas**

DIGESA-MINSA. (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Retrieved from [www.digesa.minsa.gob.pe](http://www.digesa.minsa.gob.pe)

ECA (2017). *Estándares de Calidad Ambiental para Agua*. Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

ENDES, I. N. (2018). *Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - ENDES*.

WHO/UNICEF. (2017). *Joint Monitoring Programme for Water Supply, Sanitation and Hygiene*.