

## CARACTERIZACIÓN DEL AGUA ENTUBADA PARA CONSUMO HUMANO EN LA COMUNA DE MANANTIALES DEL CANTÓN MONTECRISTI

### CHARACTERIZATION OF PIPED WATER FOR HUMAN CONSUMPTION IN THE COMMUNE OF MANANTIALES DEL CANTÓN MONTECRISTI

González Cabo Pierre Andrés<sup>1\*</sup>; Tello Sasahuay Israel Steven<sup>2</sup>

<sup>12</sup>Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales y Ambientales. Manta, Ecuador.

\*Correo: andres-pag@hotmail.com

#### Resumen

El presente proyecto de investigación se realizó en la comuna de Manantiales del cantón Montecristi, y como propósito se llevó a cabo determinar la caracterización del agua entubada que abastece a la comunidad proveniente del distribuidor ubicado en el pozo subterráneo que se encuentra en la mencionada comuna hasta su consumidor final. Esta agua es extraída, almacenada y distribuida sin ningún tratamiento, donde se realizaron las características físico-químicas y microbiológicas necesarias para el consumo humano, que supondría un riesgo a la salud de los habitantes.

Para ello se analizaron 3 puntos de muestreo, de referencia al pozo, el sistema de almacenamiento y el consumidor final, durante 3 semanas con una frecuencia de 7 días, las muestras se tomaron por triplicado, con un total de 27 muestras colectadas, durante los meses de agosto y septiembre de 2016, para conocer las características del agua se analizó parámetros de carácter físico como: color, olor, sabor, turbidez, sólidos totales disueltos, temperatura, conductividad. Parámetros de carácter químico como: alcalinidad, dureza cálcica, cloro, pH, ortofosfatos, amonio, salinidad y parámetros de carácter microbiológico como Coliformes totales. Los valores se constataron con los límites máximos permisibles de las normas de calidad vigente de agua para consumo humano, normas INEN y TULSMA.

De manera general estas aguas presentaron propiedades físicas, medianamente turbia con un sabor de dureza, pese a que no se encontró un olor significativo. La temperatura media es de 25.42 °C y el Ph varía entre 7.97 a 9.12, con bajos niveles de cloro y una salinidad promedio de 756.37mg/, pero se presentaron concentraciones altas de turbidez, dureza y amonio que están por encima del límite permitido, dentro de los análisis microbiológicos presentan coliformes totales, incumpliendo la norma de calidad vigente. Por otro lado, con la ayuda de los análisis del municipio de Montecristi en la época lluviosa, en el mes de febrero de 2016 se comparó la variación temporal observándose cambios significativos de acuerdo a su variación estacional, con el incremento de concentraciones en el mes de febrero correspondiente a la época de lluvia y una minoría en la época seca, meses de agosto y septiembre, debido a la concentración de precipitaciones pluviales, escorrentías, que se infiltran en la capa freática además de una deteriorada infraestructura y mal manejo del recurso hídrico. Por lo que se concluye que el agua de la comuna de Manantiales del cantón Montecristi, provincia de Manabí, se cataloga como agua no apta para el consumo humano.

**Palabras clave:** aguas subterráneas, pozo, Manantiales, comunidad, normas ambientales.

---

### Abstract

---

The present research project was carried out in the municipality of Manantiales of the canton Montecristi, and as a purpose was carried out to determine the characterization of the piped water that supplies the community from the distributor located in an underground well located in the mentioned municipality until its final consumer. This water is extracted, stored and distributed without any treatment, where the physical-chemical and microbiological characteristics necessary for the human consumption were realized, that would pose a risk to the health of the inhabitants.

For this purpose, 3 sampling points, for reference to the well, the storage system and the final consumer, were analyzed for 3 weeks with a frequency of 7 days, samples were taken in triplicate, with a total of 27 samples collected during the Months of August and September of 2016 to know the characteristics of the water was analyzed physical parameters such as: color, smell, taste, turbidity, total dissolved solids, temperature, conductivity. Parameters of chemical character such as: alkalinity, calcium hardness, chlorine, pH, orthophosphates, ammonium, salinity and microbiological parameters such as total coliforms. The values were verified with the maximum permissible limits of the current quality standards of water for human consumption, INEN and TULSMA standards.

In general, these waters presented physical properties, moderately turbid with a hardness taste, although a significant odor was not found. The average temperature is 25.42 ° C and the pH varies from 7.97 to 9.12, with low levels of chlorine and an average salinity of 756.37mg /; But there were high concentrations of turbidity, hardness and ammonium that are above the limit allowed, within the microbiological analyzes present total coliforms, in breach of the current quality standard. On the other hand, with the help of the analyzes of the municipality of Montecristi in the rainy season, in February 2016 the temporal variation was compared with significant changes according to their seasonal variation, with the increase of concentrations in the month of February corresponding to the rainy season and a decrease in the dry season months of August and September, due to the concentration of rainfall, runoff, which infiltrate the water table in addition to a deteriorated infrastructure and poor management of the water resource.

Therefore, it is concluded that the water of the commune of Manantiales of the canton Montecristi, province of Manabí. It is classified as water not suitable for human consumption.

**Key words:** groundwater, well, Manantiales, community, environmental standards.

## 1. Introducción

Desde los tiempos más remotos el agua ha constituido un factor fundamental en el desarrollo y la estructuración política, social y económica de los pueblos. Considerando que el agua es uno de los elementos esenciales para la vida, siendo utilizada de manera diversa, tanto para la industria, ganadería, agricultura, consumo humano y doméstico. Nuestro planeta contiene más de mil millones de billones de litros de agua, pero poca de esta se puede beber, más del 97% del agua en la Tierra es salada. Dos tercios del agua dulce están retenidos en glaciares y capas de hielo polar. De lo que queda, la mayor parte está atrapada en el suelo o en acuíferos subterráneos (BBC, 2015).

Montes de oca (2009) realizó una investigación basada en el diagnóstico de calidad de agua en tres comunidades del Valle del Yeguaré, Francisco Morazán en Honduras realizó una caracterización físico-química y bacteriológica detallada de pozos artesanales en las comunidades mencionadas donde generó una base de datos actualizada sobre el estado del agua subterránea en la zona. Se analizaron las concentraciones de

nitratos, nitritos, amonio, fosfatos en los pozos con métodos colorimétricos, y parámetros físico-químicos generales como pH, conductividad, temperatura, turbidez, coliformes termotolerantes y totales. Los resultados muestran concentraciones de nitratos de valores tan altos como 29.6 mg L<sup>-1</sup> (NO<sub>3</sub>-N), altas concentraciones de coliformes termotolerantes (6300 UFC 100ml<sup>-1</sup>) lo que concluye que estos valores son el resultado de las actividades agrícolas y ganaderas presentes en las comunidades.

Pacheco *et al.* (2004) en México realizó un diagnóstico de la calidad de agua subterránea en los sistemas de abastecimiento de Yucatán. Analizando 22 parámetros en 106 sistemas teniendo en cuenta que la mayoría de los sistemas de abastecimiento municipales se encuentran principalmente en suelo agrícola y pecuario, por lo que el uso no controlado de agroquímicos y la disposición inadecuada de los desechos, son las principales fuentes de la contaminación del agua subterránea. Los resultados mostraron que el agua subterránea del Estado de Yucatán presenta una calidad bacteriológica

clasificada como “peligrosa” y “muy contaminada” por otra parte la calidad química del agua subterránea es de buena calidad. El 7.55% de los municipios excedieron 4 y 5 parámetros por encima de la norma mexicana. Esto da una idea de la calidad del agua y refleja la necesidad del estudio.

En otras investigaciones Chong (2010) evalúa la calidad de agua subterránea que consume el poblado de la Libertad en Perú, por medio de agua entubada, donde realizó un muestreo de 3 repeticiones en el agua de pozo y 3 de la red de distribución en dos oportunidades durante un año, el autor manifiesta una agua dura lo que ocasiona un mal sabor, además de contaminación por coliformes fecales indicando un problema de salubridad en la zona demostrado en el aumento de pacientes con síntomas de infección estomacal con un historial clínico de 19.2% en el sector, se presume que el agua del lugar estaba contaminada por residuos fecales que ingresaban al torrente por lixiviación, percolación o directamente, principalmente debido a la cercanía de los silos con los pozos de agua subterránea.

Datos del INEC (2010) indican que en el Ecuador el 28.01% de la población no disponen de agua potable usando como fuentes de agua pozos, ríos, vertientes y otros. Investigaciones en el Ecuador de Reasco y Yar (2010) demostraron que sus análisis de calidad de agua en acuíferos subterráneos, en la provincia de Imbabura en las zonas rurales del cantón Cotacachi que reciben y consumen solamente agua entubada de pozos sin ningún tratamiento se evidenció la calidad pésima del agua entubada, incluso peligrosa para el consumo humano que se manifiesta por el alto porcentaje, 52%, de ingresos hospitalarios en el cantón por enfermedades gastrointestinales influenciadas por coliformes fecales, como demostraron sus análisis. Además de uso irracional y su sobreexplotación.

Dentro del contexto local el INAMHI (2015) ha realizado investigaciones Hidrogeológicas en el sector de Cantagallo, en esta zona la prospección geofísica se realizó en tres zonas la de Río bravo, Manantiales y Cantagallo, cuyos estudios indicaron que, debido a ser una zona costera, su forma más común de contaminación del acuífero, es debido a la sobreexplotación. Si se

bombee una excesiva cantidad de agua, el agua del mar comienza a ingresar salinizándolo y volviéndolo inutilizable, provocando una intrusión marina.

En Manabí y Montecristi existen zonas en las que el agua subterránea es el único recurso accesible para abastecer poblaciones o para la irrigación de cultivos, constituye un recurso esencial para la seguridad alimentaria, a la vez que es vital para el funcionamiento de los ecosistemas. No obstante, los bienes y servicios que los acuíferos prestan en el desarrollo socio económico han sido poco estudiados en la provincia y no se tienen datos que valoren la calidad de agua para consumo humano y sobre la contaminación de los acuíferos.

## 2. Materiales y métodos

El área de estudio comprende la comuna denominada "Manantiales" la cual por derecho de territorio pertenece al cantón Montecristi, esta corresponde a una comunidad rural que abarca una franja larga y se encuentra localizada a unos 60 minutos del centro de la ciudad de Montecristi al sur de Manabí. Posición geográfica (S 1° 34'24.93" O 79°38'40.91").

### 2.1 Clima

El clima de la zona de estudio se clasifica en la región bioclimática subdesértico tropical (PDOT, 2014).

### 2.2 Precipitación

De acuerdo con la información proporcionada por el INAMHI, presenta una Precipitación media anual entre 375 y 440 mm. (INAMHI, 2015).

### 2.3 Temperatura

La temperatura media anual de la zona varía entre 23,7°C y 26,2°C con un promedio de 25,1°C. El mes de agosto presenta el menor valor de temperatura y los más altos valores en los meses de enero y febrero, época mayor lluvia (PDOT, 2014).

### 2.4 Humedad

La humedad relativa fluctúa entre el valor medio interanual de 77%, el valor más alto 81% y el más bajo 73% (PDOT, 2014).

### 2.5 Altitud

Máxima: 76 m.s.n.m

Mínima: 42 m.s.n.m (Google Earth, 2016)

### 2.6 Vientos

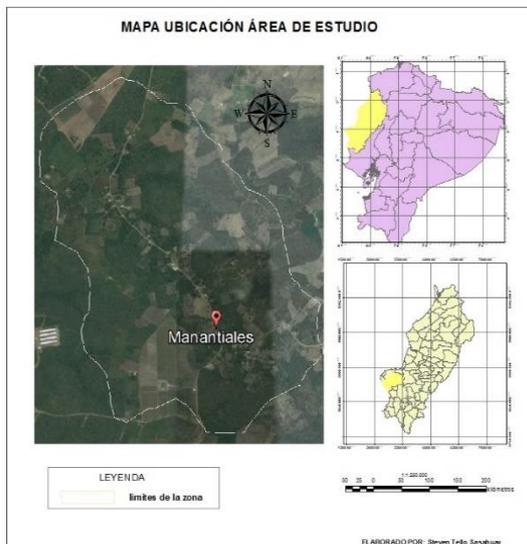
Se hallan vientos promedios de 11km/h desde el Oeste (INAMHI, 2015).

### 3. Resultados y Discusión

Diagnóstico general, de Manantiales, es una comuna se encuentra en la zona rural de Montecristi ubicada al suroeste del cantón, en la provincia de Manabí, a menos de 10 minutos de la playa de Puerto Cayo, y a 60 minutos de la zona urbana de Montecristi, esta comunidad ha tenido un gran crecimiento poblacional, por sus recursos naturales y sus oportunidades de desarrollo.

Limita al norte con el río de Río Bravo y la comuna del mismo nombre, al sureste con la comuna de Cantagallo (Jipijapa) al este con el cerro de Membrillar y al oeste con la vía a la carretera Spondylus (océano pacífico).

**Mapa 1.** Zona de estudio.



**Fuente:** (Google Earth, 2016)  
**Elaborado:** Steven Tello y Pierre González.

Estos datos se obtuvieron mediante pruebas realizadas por el municipio de Montecristi, que fueron colectadas en el campo en época de lluvia y se procedió al respectivo análisis de laboratorio, para poder determinar la calidad del agua que se está consumiendo.

La misma que se realizó en el mes de febrero de 2016, en la cual se recolectó la muestra en un solo punto establecido (pozo) analizando parámetros físicos, químico microbiológico. A continuación, se describirá los resultados.

**Tabla 1.** Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos Época lluviosa.

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	MUESTRA 1 AGUA CRUDA
Ph	Unidades	6,5-8,5	7,4
Color	UCV	15	10
Turbidez	N.T.U	5	6,8
Temperatura	°C	-	24
Sólidos totales disueltos	mg/l	1000	950
Conductividad	Us/cm	400	1250
Alc. Total	mg/l	-	700
Dureza calcica	mg/l	-	650
Dureza manganésica	mg/l	-	-
Cloro residual	mg/l	0,3 a 1,5	0.05
Hierro total	mg/l	-	-
Amoniaco	mg/l	0,5	-
Manganeso	mg/l	-	-
Nitratos	mg/l	50	56
Nitritos	mg/l	3	2,6
Fluor	mg/l	1,5	-
Fosfatos	mg/l	0,3	-
Cloruros	mg/l	250	-
Sulfatos	mg/l	400	-
Bacterias	U.F.C / 100 ml	0	-
Coliformes totales	U.F.C / 100 ml	<1	210
Coliformes fecales	U.F.C / 100 ml	<1	140

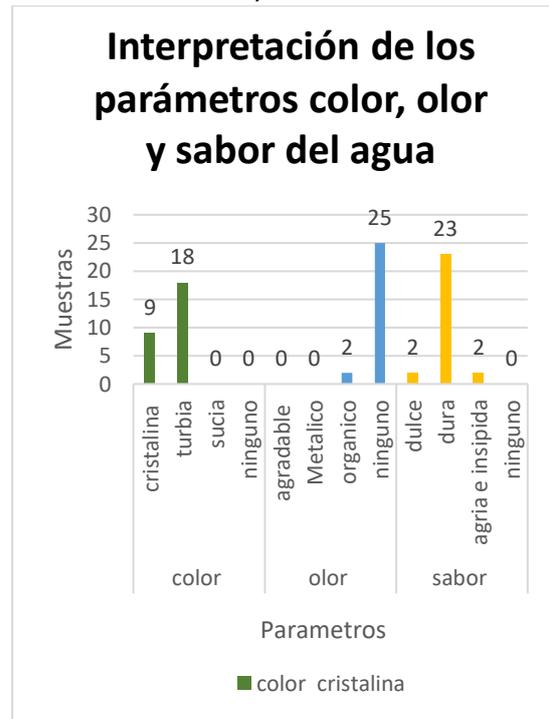
**Fuentes:** GAD Montecristi, 2016  
**Elaborado por:** Steven Tello y Pierre González.

Durante los parámetros evaluados se obtuvieron los siguientes resultados turbidez (6.8 NTU), conductividad (1250 Us/ cm), dureza cálcica (650 mg/l), y nitratos (56 mg/l) están por encima de los valores máximos permitidos, en cuanto a los parámetros microbiológicos, muestra presencia de coliformes totales (210 U.F.C / 100 ml) y coliformes fecales (140 U.F.C / 100 ml) que sobrepasan los valores establecidos en la norma INEN 1108:2014.

Los análisis físicos, químicos y microbiológicos del agua se realizaron en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí en el Laboratorio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, bajo la responsabilidad del Ing. Amado Alcívar.

En cuanto a las características de su calidad física, el análisis de las variables: color, sabor, olor da una información preliminar si se trata de un agua de buena o mala calidad. Estos parámetros fueron analizados de acuerdo con la interpretación y distinción del evaluador en el Gráfico 16 se observa la representación de los parámetros y las unidades consideradas para la evaluación de la calidad de agua.

**Gráfico 1.** Resultados de los parámetros: color, olor y sabor.



**Fuentes:** Elaboración propia.

**Elaborado por:** Steven Tello y Pierre González.

El agua por lo general se considera incolora, inodora e insípida, fueron 27 muestras analizadas y como resultado de la investigación, se presentó lo siguiente.

En cuanto al parámetro de color en 18 casos (66.66%) se presentó agua turbia, 9 veces (33.34%) se presentó cristalina. El parámetro de olor mayormente no se obtuvo un olor característico por lo que 25 casos (92.59%) dieron como resultado ninguno por lo que se representó con una condición inolora y solo 2 veces (7.41%) se presentó un olor orgánico. Por su parte el sabor que más

sobresale y se siente es agua dura que se representa en 23 casos (85.18%), y agria e insípido en 2 casos (7.41%) presentados y solo 2 caso (7.41%) se presentaron como agua dulce.

### Conclusiones

Con esta investigación se realizó una información para conocer las condiciones del agua entubada provenientes del pozo en la comuna de Manantiales durante las épocas lluviosa y seca, de 2016, tomando en cuenta los niveles permitidos en la norma técnica ecuatoriana INEN 1108:2014. Agua potable requisitos y el TULSMA.

En las encuestas realizadas se describió que la principal actividad del agua es destinada para riego y agricultura con un 72.5% seguido de consumo humano con un 22.5%, siendo el último el principal problema encontrado, por su afectación a la salud.

Durante la época lluviosa en el mes de febrero de 2016 los análisis físicos, químicos y microbiológicos realizados por el municipio de Montecristi, indican que los parámetros, de turbidez, conductividad, dureza cálcica y nitratos, están elevados por encima del límite

permitido, igualmente se encuentra presencia de coliformes, incumpliendo la norma INEN 1108:2014.

En la época seca en los meses de agosto y septiembre de 2016, los análisis determinan que las aguas de la comuna de Manantiales del cantón Montecristi, provincia de Manabí. Se cataloga como agua no apta para el consumo humano, debido al incumpliendo de los requisitos, físicos químicos y microbiológicos de las normas de calidad vigente INEN 1108:2014, y TULSMA.

Se realizó una comparación entre la época seca y lluviosa, el análisis muestra, que la contaminación más elevada está en la época lluviosa, probablemente debido a la existencia de escorrentías, elevación del nivel freático, el agua pluvial que arrastra la contaminación que se encuentra en la superficie, pudiendo filtrarse en el suelo y llegar al acuífero. Asimismo, el inadecuado mantenimiento del tanque de almacenamiento, y falta de concientización.

## Referencias bibliográficas

- BBC (Corporación Británica de Radiodifusión, UK). (2015). Por qué se está acabando el agua [http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/08/140821\\_tierra\\_agua\\_escasez\\_finde\\_dv](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/08/140821_tierra_agua_escasez_finde_dv)
- Chong, A. (2010). Evaluación de la calidad del agua subterránea en el centro poblado menor la libertad, distrito de San Rafael, provincia de Bellavista, región san Martín – Perú. (Tesis de posgrado). Universidad nacional de San Martín Tarapoto, Perú.
- GAD (Gobierno Autónomo descentralizado de Montecristi, EC). (2016). <http://www.gadmontecristi.gob.ec/>
- Google Earth. (2016). Ubicación de Manantiales. <https://www.google.com.ec/intl/es/earth/>
- INAMHI (instituto nacional de meteorología e hidrología, EC). (2015<sup>a</sup>). Hidrología en Manabí. <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos, EC). (2010). <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/>
- Montes de Oca, JJ. (2009). Diagnóstico de calidad de agua en tres comunidades del Valle del Yeguaré, Francisco Morazán, Honduras. (Tesis de pregrado). Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.
- NTE (Norma Técnica Ecuatoriana) INEN 2176. (1998). Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo. Quito, EC.
- Pacheco, J., Cabrera, A., Pérez, R. (2004). Diagnóstico de la calidad del agua subterránea en los sistemas municipales de abastecimiento en el Estado de Yucatán, México. *Ingeniería*, 8(2), 165-179.
- PDOT (Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de Montecristi, EC). (2014). Diagnóstico Estratégico: la estructura y funcionamiento de la Situación Actual. V 1.
- Reasco, B.A., Yar, B.M. (2010). *Evaluación de la calidad del agua para el consumo humano de las comunidades del cantón Cotacachi y propuesta de medidas correctivas*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del norte, Ecuador.
- TULSMA (Texto unificado de legislación secundaria, del ministerio del ambiente, EC) Registró oficial N° 387, miércoles 4 de noviembre del 2015, acuerdo 097-A.