# UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

## FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

# EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS, DISTRITO DE YARINACOCHA- REGION UCAYALI- 2018

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**BACH. ROLIN GONZALES TAVERA**

**PUCALLPA - PERÚ**

**2018**

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

## FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

### COMISION DE GRADOS Y TITULOS

**COMISION DE GRADOS Y TITULOS**

**ACTA DE SUTENTACION DE TESIS N°69**

En la sala de docentes de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales – UNU, siendo las 13:30 horas del día viernes 20 de Julio del 2018 se reunieron los miembros del jurado evaluador nombrado con Memo Múltiple -113-2018-UNU-FCFyA-CGT conformado por los siguientes docentes:

| | |
|---|---|
| Dr. Roly Baldoceda Astete | Presidente |
| Dr. Carlos Panduro Carbajal | Miembro |
| Ing. M. Sc. Fermín Campos Solórzano | Miembro |

Para evaluar la sustentación del trabajo de investigación (tesis) denominada: "Evaluación de la Calidad de Agua para Consumo Humano en el Asentamiento Humano Señor de los Milagros, Distrito de Yarinacocha - Región Ucayali - 2018". Presentado por la Bach. Rolin Gonzales Tavera.

Terminada la sustentación se procedió a realizar las preguntas de parte del jurado, los cuales fueron absuelto por el sustentante. Por esta razón el jurado APROBÓ la tesis por UNANIMIDAD; con el calificativo de Bueno, declarando al sustentante APTO para ostentar el título profesional de Ingeniero Ambiental, siendo la Asesora la Ing. M.Sc. Gladys Elena Rojas Gutiérrez.

Siendo las 14:40 horas del mismo día, se dio por concluida el Acto Académico.

Dr. Roly Baldoceda Astete
PRESIDENTE

Dr. Carlos Panduro Carbajal
MIEMBRO

Ing. M.Sc. Fermín Campos Solórzano
MIEMBRO

## ACTA DE APROBACIÓN

La presente tesis ha sido aprobada por los miembros del jurado evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Dr. Roly Baldoceda Astete

Presidente

Dr. Carlos Panduro Carbajal

Miembro

Ing. M. Sc. Fermín Campos Solórzano

Miembro

Ing. M. Sc. Gladys Elena Rojas Gutiérrez

Asesora

Bach. Rolin Gonzales Tavera

Tesista

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, quién me guía, me da fuerzas para luchar, seguir adelante día a día y ser mi compañía a lo largo de toda la historia de mi vida, en la cual hoy cierro una etapa muy importante.

A mis padres Vidal Gonzales Coral y Zoila Tavera Gonzales, por el ejemplo, amor, e inmensos esfuerzos que hicieron para poder terminar mi carrera profesional; siendo ellos la razón de mi esfuerzo y perseverancia en todos mis quehaceres.

A mis hermanos Dino, Orlando, Tito, Janeth y Alvaro, por su incondicional apoyo, y comprensión brindada durante mis estudios, quienes son mi inspiración para salir adelante y sé que siempre contaré con ellos.

A mi amada esposa Bárnaby Del Águila Del Águila, por su apoyo y ánimo que me brinda día a día para alcanzar nuevas metas, tanto profesionales como personales.

A mis amigos Luis Xavier, Letty Leonor, Mario, Romario, Salomón, quienes, con su apoyo, comprensión, compañía y valiosa amistad, me ayudaron a superar cada uno de los obstáculos a lo largo de este camino. Y a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

## AGRADECIMIENTO

Primero y antes que nada agradezco a Dios, por estar junto a mí en cada paso, por fortalecer mi corazón y por haber puesto en el camino a aquéllas personas que han sido soporte y compañía durante mis estudios.

A mi familia, por el apoyo y comprensión recibida de parte de ellos en todo este tiempo.

A la Universidad Nacional de Ucayali por brindarnos la oportunidad de realizarnos profesionalmente, a los docentes de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales por su esmerada labor y por transmitirnos sus enseñanzas y conocimientos en el transcurso de nuestra formación profesional.

A mi asesora Ing. Gladys Elena Rojas Gutiérrez y Co-Asesor Ing. Segundo Elmer Nieto Ampuero; por el asesoramiento, persistencia y motivación que fueron fundamentales para la formación como investigadores.

A la Oficina de Saneamiento Básico de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental, en especial al Ing. Luis Xavier Guimaraes Pérez, por brindarme las facilidades en el apoyo de asesoramiento, la toma y análisis de muestras.

A los comités de agua del asentamiento humano Señor de los Milagros por apoyo y colaboración, haciendo posible la realización del presente estudio.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA ..... i
AGRADECIMIENTO ..... ii
INDICE DE FIGURAS ..... v
INDICE DE TABLAS ..... vii
RESUMEN ..... viii
ABSTRACT ..... ix
INTRODUCCIÓN ..... 1
OBJETIVO GENERAL: ..... 3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: ..... 3
CAPITULO I ..... 4
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... 4
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA ..... 5
1.2.1. Problema General: ..... 5
1.2.2. Problemas Específicos: ..... 5
CAPÍTULO II ..... 6
2.1. MARCO TEÓRICO ..... 6
2.1.1. Antecedentes del problema ..... 6
2.1.2. Fundamentos Teóricos ..... 8
2.2. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS ..... 29
2.2.1. Acuífero ..... 29
2.2.2. Agua ..... 29
2.2.3. Agua potable ..... 30
2.2.4. Agua de Consumo Humano ..... 30
2.2.5. Agua subterránea ..... 30
2.2.6. Calidad ..... 30
2.2.7 Contaminación ..... 30
2.2.8. Metal pesado ..... 30
2.2.9. Parámetro ..... 30
2.2.10. Límite máximo permisible – LMP ..... 31
2.2.11. Asentamiento humano ..... 31
2.2.12. Zona Rural ..... 31
2.2.13. Zona Periurbano ..... 31
2.2.14. Casco urbano ..... 31
CAPÍTULO III ..... 32
3.1. METODOLOGÍA ..... 32

3.1.1. Descripción del área de estudio ..... 32
3.1.2. Situación actual de los pozos ..... 37
3.1.3. Método de la investigación. ..... 39
3.1.4. Población y muestra. ..... 39
3.1.5. Procedimiento para recolección de datos. ..... 42
3.1.6. Diseño estadístico. ..... 46
3.1.7. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos ..... 47
CAPITULO IV ..... 51
4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN ..... 51
4.1.1. Resultados ..... 51
4.1.2. Análisis estadístico físico químico y microbiológico ..... 59
4.2. DISCUSIÓN ..... 61
4.2.1. Parámetros microbiológicos ..... 61
4.2.2. Parámetros fisicoquímicos ..... 62
4.2.3. Parámetros de metales pesados ..... 65
CAPITULO V ..... 72
5.1. CONCLUSIONES ..... 72
5.2. RECOMENDACIONES ..... 73
REFERENCIAS ..... 74
ANEXOS ..... 77

## INDICE DE FIGURAS


| | | |
|---|---|---|
| Figura 1. | Elementos del flujo del agua subterránea..……..... | 13 |
| Figura 2. | Esquematización de la distribución de agua en el suelo y Subsuelo…….. | 13 |
| Figura 3. | Mapa de ubicación y localización de los pozos a muestrear…… | 32 |
| Figura 4. | Plano de accesibilidad a los pozos de muestreo……..…..…… | 34 |
| Figura 5. | Plano hidrológico de la zona de estudio……..... | 36 |
| Figura 6. | Pozo de abastecimiento N° 01 del asentamiento humano Señor de los Milagros……..……..... | 38 |
| Figura 7. | Pozo de abastecimiento N° 02 del asentamiento humano Señor de los Milagros…….…..... | 39 |
| Figura 8. | Plano de población de pozos……..…..... | 40 |
| Figura 9. | Plano de pozos a muestrear…… | 41 |
| Figura 10. | Determinación de los parámetros microbiológicos……..…… | 53 |
| Figura 11. | Determinación de la conductividad…….…… | 54 |
| Figura 12. | Determinación de sólidos disueltos totales…….…… | 54 |
| Figura 13. | Determinación de la turbiedad……..…..…..... | 55 |
| Figura 14. | Determinación de potencial de hidrógeno……..... | 55 |
| Figura 15. | Determinación de la temperatura..…….…….…..... | 56 |
| Figura 16. | Determinación del cloro residual libre…….…..... | 56 |
| Figura 17. | Determinación del aluminio, boro, bario y cadmio..……..... | 57 |
| Figura 18. | Determinación del cromo, cobre, hierro y manganeso…….... | 57 |
| Figura 19. | Determinación del molibdeno, níquel y plomo..……..... | 58 |
| Figura 20. | Determinación del sodio y zinc…….…..... | 58 |
| Figura 21. | Mapa de ubicación y localización de los pozos a muestrar…….…….…..... | 78 |
| Figura 22. | Limpieza de caño para la toma de muestra…….…..... | 79 |
| Figura 23. | Toma de muestra…….…..... | 79 |
| Figura 24. | Ácido Nítrico ($HNO_3$) concentrado para preservar la muestra de los metales pesados…….…..... | 80 |
| Figura 25. | Cerrado de la muestra de agua……..…….…..... | 80 |
| Figura 26. | Rotulado de la muestra de agua……..…….…..... | 81 |

| | | |
|---|---|---|
| Figura 27. | Almacenaje con refrigerante para transportarlos al laboratorio de control ambiental de la DESA y DIGESA en lima, en ternos de hielo…….. ..... | 81 |
| Figura 28. | Inexistencia de tapa sanitaria en la entrada del pozo……..... | 82 |
| Figura 29. | Disposición inadecuada de materiales en desuso cerca a la boca del pozo……..... | 82 |
| Figura 30. | Boca del pozo cuenta con tapa sanitaria……..... | 83 |
| Figura 31. | Presencia de lodo y basura al borde de la boca del pozo……..... | 83 |
| Figura 32. | Guía de entrevista a la población……..……..... | 84 |
| Figura 33. | Encuestando a poblador del AA.HH Señor de los Milagros……..... | 85 |
| Figura 34. | Encuestando a pobladora del AA.HH Señor de los Milagros……..... | 85 |
| Figura 35. | Formulario de registro del centro poblado - A……..... | 86 |
| Figura 36. | Formulario de registro del centro poblado - B……..... | 87 |
| Figura 37. | Repetición I, Resultados de Laboratorio del Pozo Nº 01 del AA.HH Señor de los Milagros……..... | 88 |
| Figura 38. | Repetición I, Resultados de Laboratorio del Pozo Nº 02 del AA.HH Señor de los Milagros……..... | 89 |
| Figura 39. | Repetición II, Resultados de Laboratorio del Pozo Nº 01 del AA.HH Señor de los Milagros……..... | 90 |
| Figura 40. | Repetición II, Resultados de Laboratorio del Pozo Nº 02 del AA.HH Señor de los Milagros……..... | 91 |
| Figura 41. | Repetición III, Resultados de Laboratorio del Pozo Nº 01 del AA.HH Señor de los Milagros……..... | 92 |
| Figura 42. | Repetición III, Resultados de Laboratorio del Pozo Nº 02 del AA.HH Señor de los Milagros……..... | 93 |
| Figura 43. | Resultados de Laboratorio de Metales Pesados del Pozo Nº 01 y Pozo Nº02 del AA.HH Señor de los Milagros……..... | 94 |

## INDICE DE TABLAS


| | | |
|---|---|---|
| Tabla 1. | Límites máximos permisibles para parámetros microbiológico y parasitológico……. | 21 |
| Tabla 2. | Límites máximos permisibles para parámetros de calidad organoléptica……. | 22 |
| Tabla 3. | Límites máximos permisibles de parámetros de químicos inorgánicos……. | 23 |
| Tabla 4. | Coordenadas geográficas de los pozos de muestreo……. | 33 |
| Tabla 5. | Cantidad de pozos a muestrear……... | 41 |
| Tabla 6. | Método de laboratorio para análisis físico……. | 44 |
| Tabla 7. | Método de laboratorio para análisis químico…… | 45 |
| Tabla 8. | Método de laboratorio para análisis microbiológico…… | 45 |
| Tabla 9. | Resultados de los análisis microbiológicos y físico-químico del pozo de abastecimiento N° 01 del AA.HH Señor de los Milagros…… | 51 |
| Tabla 10. | Resultados de los análisis microbiológicos y físico-químico del pozo de abastecimiento N° 02 del AA. HH Señor de los Milagros……. | 51 |
| Tabla 11. | Resultados de los análisis de metales pesados de los de abastecimiento N° 01 del AA.HH Señor de los Milagros…….. | 52 |
| Tabla 12. | Prueba de desviación estándar para el pozo de abastecimiento N° 01 del AA.HH Señor de los Milagros…… | 59 |
| Tabla 13. | Prueba de desviación estándar para el pozo de abastecimiento N° 02 del AA.HH Señor de los Milagros…… | 60 |

## RESUMEN

El objetivo principal de la investigación es la evaluación de la calidad de agua para consumo humano en el asentamiento humano Señor de los Milagros, distrito de Yarinacocha. Para determinar la calidad del agua se evaluaron los siguientes parámetros: coliformes totales, termotolerantes; pH, conductividad, turbiedad, sólidos disueltos totales, temperatura, cloro residual libre, aluminio, boro, bario, cadmio, cromo, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, sodio, níquel, plomo y zinc.

Los monitoreos se llevaron a cabo en la época de creciente en los meses de agosto y diciembre. En el asentamiento humano se identificó cuatro (04) fuentes de abastecimiento de agua, siendo las cuatro fuentes subterráneas, donde se identificó dos (02) puntos de monitoreo realizándose tres (03) repeticiones por cada punto en un intervalo mensual respecto a los parámetros fisicoquímico y microbiológico; y una (01) repetición por cada punto con respecto a los parámetros de metales pesados, en todos los casos se tomaron las muestras en los puntos donde se tiene mayor población abastecida.

En los análisis fisicoquímicos mostraron que los parámetros de ambos pozos no se encuentran apta para el consumo humano por no contar con cloro residual libre de acuerdo a lo establecido en el artículo 63º (parámetros de control obligatorio) del reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031 – 2010 – SA. En los análisis microbiológicos los parámetros microbiológicos de los pozos N° 01 y N° 02 se confirmaron que ambos pozos no son aptos para consumo humano por encontrarse presencia de coliformes totales y coliformes termotolerantes, por lo que no cumplen con lo establecido en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031 – 2010 – SA. En cuanto a nivel general se puede decir que no se evidencia afectación de aguas subterráneas por metales, a excepción del hierro (Fe) en el pozo N° 01 el cual supera en 0,0342 mg Fe $L^{-1}$, con respecto al LMP; Este valor es debido a los niveles normales presentes en la naturaleza de la zona en estudio.



**Palabras claves:** Calidad del agua, asentamiento humano, metales pesados, agua subterránea, límite máximo permisible.

## ABSTRACT

The principal aim of the investigation is the evaluation of the water quality for human consumption in the human accession master of the miracles, Yarinacocha's district. To determine the quality of the water the following parameters were evaluated: total coliformes, termotolerantes; pH, conductivity, turbidity, solid total disueltos, temperature, residual free chlorine, aluminium, boron, barium, cadmium, chrome, copper, iron, manganese, molybdenum, sodium, nickel, lead and zinc.

The monitoring was carried out during the growing season in the months of August and December. In the human settlement, four (04) sources of water were identified, being the four underground sources, where two (02) monitoring points were identified, three (03) repetitions being made for each point in a monthly interval with respect to the physical parameters -chemical and microbiological; and one (01) repetition for each point with respect to the parameters of heavy metals, in all cases the samples were taken at the points where there is a greater population supplied.

In the physicochemical analysis they showed that the parameters of both wells are not suitable for human consumption because they do not have free residual chlorine according to what is established in article 63 (mandatory control parameters) of the water quality regulation for Human consumption: DS N ° 031 - 2010 - SA. In the microbiological analyzes, the microbiological parameters of wells No. 01 and No. 02 confirmed that both wells are not suitable for human consumption due to the presence of total coliforms and heat-tolerant coliforms, so they do not comply with the provisions of the regulations of the quality of water for human consumption: DS N ° 031 - 2010 - SA. As regards the general level, it can be said that there is no evidence of groundwater contamination by metals, with the exception of iron (Fe) in well No. 01, which exceeds the Limit Máximo Permisible (LMP); This value is due to the normal levels present in the nature of the study area.



**Key words:** Quality of the water, human accession, heavy metals, underground water, limit máximo permisible (LMP).

# INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso natural necesario para el desarrollo de un gran número de actividades humanas. Su creciente degradación por disminución de su calidad implica la reducción del número de usos que se le da; es por ello, que se hace necesario la realización de estudios que permitan determinar la calidad del agua. En los países desarrollados, los sistemas de agua potable y alcantarillado, junto a los sistemas de distribución y de potabilización fiables, garantizan el abastecimiento generalizado de aguas salubres (Ballestero, 2009).

El peligro más común y difundido, en el agua de consumo humano es el de su contaminación microbiana con aguas servidas y excretas del hombre y de los animales. Si la contaminación es reciente y se hallan microorganismos patógenos, es posible que dichos microorganismos se encuentren vivos y con la capacidad de producir enfermedad (Vergaray y Méndez, 1994).

El agua para consumo humano debe cumplir con los parámetros de calidad y ser inocua. Por consiguiente, el agua no debe presentar ningún tipo de riesgo que pueda causar irritación química, intoxicación o infección microbiológica que sea perjudicial a la salud humana (Calsín, 2016).

Sin embargo, este no es el caso de la mayoría de países en desarrollo; en ellos, en las últimas décadas, la acelerada implantación del modelo de vida urbano industrial ha llevado a una grave crisis de salud, donde el agua se ha convertido en el principal agente propagador de enfermedades (Cerros, 2007).

En todo el Perú, las bajas coberturas de agua potable y saneamiento afectan la calidad de vida de la población, en especial de la más pobre, en la población de la Amazonía, en particular aquella en situación de pobreza y de extrema pobreza, se enfrenta a una situación en la que prevalece una alta tasa de enfermedades diarreicas por consumo de agua de mala calidad, lo que se aúna a la falta de servicios adecuados de agua potable y de alcantarillado y al alto costo del abastecimiento de agua por camiones cisterna y/o piletas públicas (Gaitán, 2008).

En cuanto al servicio de agua potable, la región de Ucayali se ubica entre las regiones con más bajo abastecimiento, conjuntamente con Puno, Pasco, Loreto, Huánuco y Huancavelica y en particular la ciudad de Pucallpa, se enfrenta con una provisión de agua poco continua e instalaciones muy antiguas. Según INEI (2007), el 32% de las viviendas de la región disponen del servicio de agua potable toda la semana, es decir, las 24 horas del día, más de la mitad de ellas sólo dispone de este servicio entre 1 y 12 horas al día.

Además, según INEI (2007), en el departamento de Ucayali el 1,2% de la población del área rural cuentan con red pública dentro y fuera de la vivienda, mientras que el 97,2% del resto de la población se abastecen de agua a través de camión cisterna, pozo, acequia, manantial y otros.

En la ciudad de Pucallpa, el servicio de agua es limitada, esto se debe a que la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Coronel Portillo S.A. (EMAPACOP S.A.), encargada de la distribución de este recurso no cuentan con suficientes redes de distribución, por tal motivo las zonas que no cuentan con este recurso municipal de agua potable se autoabastecen con sistemas de abastecimiento ubicados cerca de la fuente de agua subterránea. Estas aguas que se captan solo se cloran empíricamente en algunos hogares sin control, asimismo no se realiza el debido control de calidad fisicoquímico y microbiológico (Guimaraes, 2015).

**OBJETIVO GENERAL:**

- Determinar la calidad del agua de consumo humano en pozos del asentamiento humano (AA.HH.) Señor de los Milagros del distrito de Yarinacocha, región Ucayali.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Determinar los parámetros fisicoquímicos de acuerdo a lo establecido en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031 – 2010 – SA.

- Determinar los parámetros microbiológicos de acuerdo a lo establecido en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031 – 2010 – SA.

- Determinar los metales pesados de acuerdo a lo establecido en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031 – 2010 – SA.

# CAPITULO I

## 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El recurso hídrico en la actualidad está bajo presiones crecientes como consecuencia del crecimiento de la población, el establecimiento de asentamientos humanos en zonas no adecuadas, lo cual ha llevado a una competencia por los recursos limitados de agua dulce. La explotación incorrecta de las aguas subterráneas origina varios problemas (Calsín, 2016).

Uno de los problemas fundamentales que se presenta en el país y en nuestra región es la mala calidad del agua de consumo humano, debido a la contaminación de los suelos, ríos y quebradas, tanto los cuerpos de aguas superficiales como subterráneos continúan siendo contaminados y dejando de ser apto para el consumo humano. A pesar que como política nacional para el 2021, el gobierno tiene como meta que todos los peruanos se abastezcan de agua potable apta para el consumo humano con el respectivo reciclamiento (Plan Nacional de Acción Ambiental, 2011).

El servicio de agua en la ciudad de Pucallpa es limitado, esto se debe a que EMAPACOP S.A., la empresa encargada de la distribución de este recurso no cuenta con suficientes redes de distribución, por tal motivo, las zonas que no cuentan con el servicio municipal de agua potable se autoabastecen con sistemas de abastecimientos ubicados cerca de una fuente de agua subterránea. Estas aguas que se captan solo se cloran empíricamente en algunos hogares sin control, asimismo no se realiza el debido control de calidad fisicoquímico y microbiológico (Guimaraes, 2015).

En las aguas de pozo que utiliza el AA.HH. Señor de los Milagros no se utiliza ningún tipo de tratamiento, ni monitoreo medioambiental por lo que se considera de especial importancia determinar los parámetros físicos, químicos, metales pesados y microbiológicos; ya que estas son susceptibles a ser contaminadas por material orgánico que conllevan a la contaminación por microorganismos, exponiendo a las personas a un riesgo de enfermedades gastrointestinales y sustancias químicas, de esta manera

priorizar la solución del saneamiento básico que contribuiría en mejorar la calidad de vida de la población del AA.HH. Señor de los Milagros.

## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

### 1.2.1. Problema General:

- ¿Cuál es la calidad de agua para consumo humano en pozos del AA.HH. Señor de los Milagros del distrito de Yarinacocha, región Ucayali?

### 1.2.2. Problemas Específicos:

- ¿Los parámetros fisicoquímicos exceden los LMP establecidos en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031 – 2010 – SA.?

- ¿Los parámetros microbiológicos exceden los LMP establecidos en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031 – 2010 – SA.?

- ¿Los parámetros de los metales pesados exceden los LMP establecidos en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031 – 2010 – SA.?

# CAPÍTULO II

## 2.1. MARCO TEÓRICO

### 2.1.1. Antecedentes del problema

- **Espinoza, J (2007).** Realizó una tesis de post grado. "Contaminación de aguas subterráneas por lixiviados provenientes de sepulturas bajo suelo en el camposanto "Parques del Paraíso, Lurín, Lima – Perú" cuyo objetivo fue determinar el tipo y concentración de contaminantes presentes en las aguas subterráneas que presumiblemente provengan de lixiviados de sepulturas de cadáveres ubicados bajo suelo, concluyendo que los lixiviados provenientes de la descomposición de cuerpos sepultados bajo suelo tienen alto grado de toxicidad y patogeneidad, las principales características del suelo están constituidos por arena, grava, cantos rodados y con algo de arcilla; la permeabilidad del suelo es alto, el escurrimiento superficial es moderadamente lento, tiene buen drenaje, con relación al pozo 676 de Villa El Salvador P-5, contiene 4 UFC/ 100 ml coliformes termotolerantes y 5 UFC/100ml coliformes totales a 70 metros de profundidad y 10 años de antigüedad.
- **Salvador, M & Sandoval, L (2014).** Realizaron la tesis denominada: "Análisis de la contaminación de las fuentes de aguas subterráneas por lixiviados del entorno del vertedero del km. 22, Campo Verde – Ucayali", cuyo objetivo fue evaluar la calidad física, química y microbiológica de las fuentes de aguas subterráneas utilizadas para consumo humano del entorno del vertedero del km. 22, concluyendo que las concentraciones de los coliformes totales y termotolerantes en los pozos muestreados, a excepción de los pozos 9 y 10 superan los valores máximos admitidos por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031 -2010- SA, esto debido a la mala situación de los pozos tanto constructivo y de mantenimiento.

- **Guimaraes, L (2014).** Realizó la tesis denominada: "Calidad de agua para consumo humano abastecidas por EMAPACOP S.A. de

Nuevo Bolognesi y Víctor Manuel Maldonado Begazo a fin de generar cultura hídrica, distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali", cuyo objetivo fue determinar la calidad física, química y microbiológica de las fuentes de aguas subterráneas utilizadas para consumo humano del entorno del AA.HH. Nuevo Bolognesi y AA.HH. Víctor Manuel Maldonado Begazo, concluyendo que los análisis fisicoquímicos de ambos pozos se encuentran por debajo de los LMP y que los análisis microbiológicos del primer pozo se encuentra apta para el consumo humano, ya que en sus tres análisis indicaron que se encuentra por debajo de los LMP, sin embargo el segundo análisis del segundo pozo resultó con incidencia de coliformes termotolerantes, los cuales fueron subsanados por la junta administrativa de agua, ya que en el tercer análisis los resultados estuvieron por debajo de los LMP admitidos por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031 -2010- SA.

- **Talavera, M (2018).** Realizó la tesis denominada: "Evaluación de la calidad de agua para consumo humano en los Caseríos Nueva Luz de Fátima y Mariscal Sucre del distrito de Yarinacocha, departamento de Ucayali", cuyo objetivo fue determinar la calidad física, química y microbiológica de las fuentes de aguas subterráneas y superficiales utilizadas para consumo humano en los Caseríos Nueva Luz de Fátima y Mariscal Sucre del distrito de Yarinacocha, concluyendo que se registró la presencia de coliformes totales y termotolerantes por encima de los LMP, por lo que no se considera agua apta para el consumo humano; asimismo los parámetros fisicoquímicos determinados se encontraron por debajo de LMP a excepción de la turbiedad que se encontró por encima del LMP.
- **Apolinario, B & Araujo M (2018).** Realizaron la tesis denominada: "Evaluación de la calidad del agua subterránea en 12 asentamientos humanos de los distritos de Callería y Yarinacocha, provincia Coronel Portillo, departamento Ucayali", se concluyeron que los análisis fisicoquímicos mostraron que de algunos de los 12 pozos,

los valores sobrepasaron los LMP establecidos en el D.S.N°031-2010-S.A, las propiedades de los parámetros tales como turbiedad, color y hierro. Los análisis microbiológicos mostraron que 9 pozos no cumplieron el LMP en coliformes totales y que 8 pozos no cumplieron el LMP en coliformes termotolerantes establecidos en el D.S.N°031-2010-S.A, siendo el pozo 7 el que registró altos valores en coliformes totales y termotolerantes 138UFC/100 ml y 106 UFC/100 ml respectivamente, es decir que el agua subterránea se encuentra contaminada. En relación a las fuentes de contaminación, solo en 7 asentamientos humanos se identificaron letrinas, pozos sépticos y caños naturales que son empleados como canales de aguas negras y grises.

### 2.1.2. Fundamentos Teóricos

#### 2.1.2.1. Calidad de agua

Según, Lenntech (2006), sostiene que la calidad del agua depende de las características físicas, químicas y biológicas, tanto en su estado natural como después de haber sido alteradas por las acciones del hombre, dicho concepto ha sido asociado al uso del agua para consumo poblacional.

En este contexto, se entiende que el agua es de buena calidad cuando está libre de sustancias y microorganismos perjudiciales para la salud de las personas que lo consumen y esté exenta de sustancias que transmitan sensaciones sensoriales desagradables para el consumo, como son: el olor, color, sabor, turbiedad. Asimismo, resaltar que el agua es uno de los principales medios para la transmisión de muchas enfermedades que afectan a la salud de las personas (Lenntech, 2006).

Según OPS (2006), sostiene que la gran mayoría de los problemas de salud relacionados con el agua es resultado de la contaminación microbiana por bacterias, virus, protozoarios

u otros agentes biológicos. No obstante, un número apreciable de consecuencias puede ocurrir como resultado de la contaminación química del agua de bebida.

La calidad del agua es una medida crítica de las propiedades químicas y biológicas de los sistemas acuáticos que dependen del mantenimiento de una calidad del agua específica para poder sostener procesos bioquímicos necesarios para la vida de plantas y animales. Estos ecosistemas se ven influenciados por las entradas de metales, nutrientes, toxinas, erosión de la tierra, cenizas de fuegos, aguas residuales y biomasa. Los parámetros principales de la calidad del agua reflejan la función física y biológica del medio ambiente con el que el agua tiene interacción. Los parámetros principales (temperatura, conductividad específica, turbidez, pH, oxígeno disuelto) se pueden medir fácilmente y constituyen una manera de clasificar posibles factores de estrés para la salud del sistema acuático. Además, otras medidas de calidad del agua (nutrientes primarios, sólidos disueltos totales, metales pesados, agentes patógenos, compuestos orgánicos) ayudan a caracterizar la calidad del agua y a determinar los posibles impactos en la vida acuática y en seres humanos (Calixto, 2008).

La calidad del agua son atributos que presenta el agua, de tal manera, que reúna criterios de aceptabilidad para diversos usos. Que incluye todos los factores que influyen en el uso beneficioso del agua tanto físico, químico y biológico (Chang, J 2009).

#### 2.1.2.2. El agua de consumo humano en el Perú

En el 2011, el 54,8% de los hogares pobres y el 38,6% de los hogares pobres extremos se abastecen de agua para consumo humano proveniente de red pública (red pública dentro de la vivienda o fuera de la vivienda, pero dentro del edificio o mediante pilón de uso público). En el caso de los hogares no

pobres que se abastecen de agua para consumo humano mediante red pública llega al 84,0%, siendo 29,2 puntos porcentuales más que los hogares pobres y 45,4 puntos porcentuales más que los hogares pobres extremos (INEI, 2012).

En cambio, el 49,1% de los hogares pobres extremos se abastecen de agua para consumo humano proveniente del río, acequia o manantial, lo que evidencia que los pobres consumen agua de menor calidad a la que obtienen los hogares no pobres. (INEI, 2012)

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), ubica al Perú a nivel mundial en el puesto 17, en relación con la cantidad de agua disponible por persona y el Banco Mundial en el puesto 14 en acceso al agua a nivel de América Latina.

#### 2.1.2.3. Calidad de agua para consumo humano

Se refiere a las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua. Es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una o más especies bióticas o a cualquier necesidad humana o propósito. Se utiliza con mayor frecuencia por referencia a un conjunto de normas contra los cuales puede evaluarse el cumplimiento. Los estándares más comunes utilizados para evaluar la calidad del agua se relacionan con la salud de los ecosistemas, seguridad de contacto humano y agua potable (Cánepa, 2014).

Aquella que cumple con los requerimientos de las normas y reglamentos de las normas nacionales sobre calidad del agua para consumo humano y básicamente atiende a los siguientes requisitos: (Cánepa, 2004)

- Libre de microorganismos que causan enfermedades.
- Libre de compuestos nocivos a la salud.

- Aceptable para consumo, con bajo contenido de color, gusto y olor aceptables.
- Sin compuestos que causen corrosión o incrustaciones en las instalaciones sanitarias.

Según la organización mundial de la salud (OMS) 2001 o el marco para la seguridad del agua de consumo humano**:**

- Metas de protección de la salud basadas en una evaluación de los peligros para la salud.
- Evaluación del sistema de abastecimiento de agua para determinar si puede, en su conjunto (del origen del agua al punto de consumo, incluido el tratamiento), suministrar agua que cumpla con las metas de protección de la salud.
- Monitoreo operativo de las medidas del control del sistema de abastecimiento del agua que tengan una importancia especial para garantizar su inocuidad.
- Planes de gestión que documenten la evaluación del sistema y los planes de monitoreo, y que describen las medidas que deben adoptarse durante el funcionamiento normal y cuando se produzcan incidentes, incluidas las ampliaciones y mejoras, la documentación y la comunicación.
- Un sistema de vigilancia independiente que verifique el funcionamiento correcto de los componentes anteriores.

#### 2.1.2.4. Agua subterránea

El agua subterránea o subsuperficial es aquella que se filtra a través de la superficie de la tierra y es almacenada en los espacios porosos de las rocas o materiales aluviales (arcilla, limo arena y grava), así como en las grietas formadas entre las rocas duras fracturadas (Yoshinaga & Albuquerque, 2002).

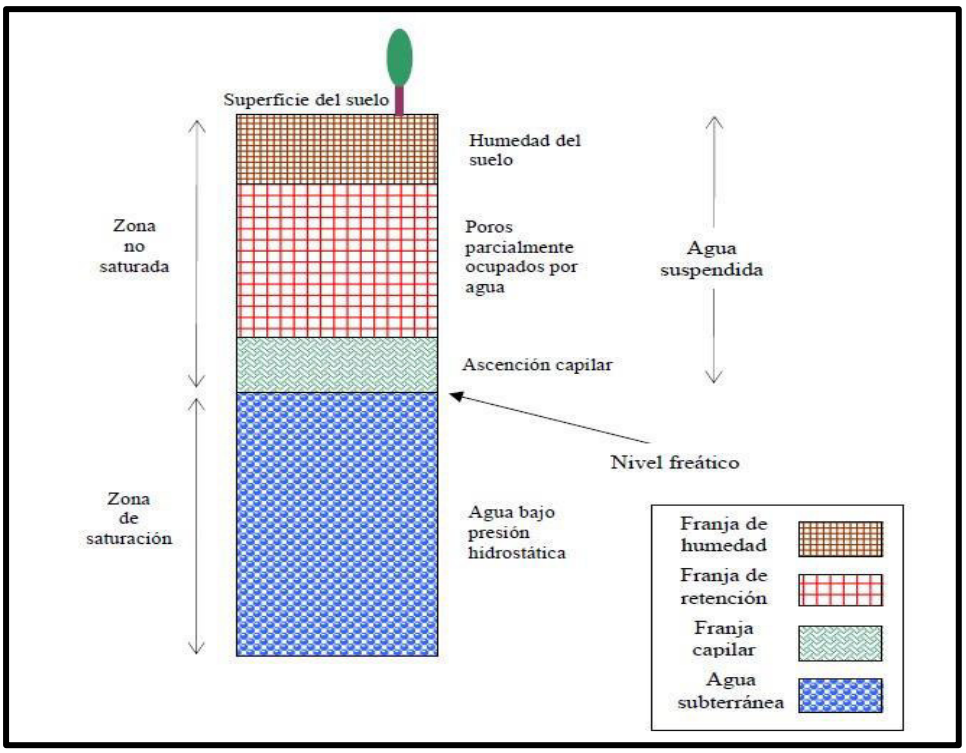
El agua subterránea forma parte del ciclo hidrológico, consiste en la continua circulación de agua entre la atmósfera, el subsuelo y las corrientes superficiales (Cerros, 2007). (Ver Figura 01).

Las precipitaciones se depositan en la superficie del suelo Posteriormente, el agua se distribuye por la superficie del terreno en forma de escorrentía o flujo superficial, o bien infiltrándose. En el primer caso, la concentración de agua da lugar a la formación de un flujo canalizado, que se puede acumular en corrientes y ríos, para llegar finalmente al océano. En el último caso, el agua infiltrada y percola por gravedad (infiltración) hasta alcanzar un depósito subterráneo, o es devuelta a la atmósfera (evaporación) (Menéndez, 2010).

Las aguas infiltradas no evaporadas son conducidas hacia el medio subterráneo. Inicialmente atraviesan la zona no saturada, donde los poros existentes entre las partículas del suelo contienen tierra, humedad y aire. El agua puede abandonar esta zona y alcanzar la zona saturada, o bien permanecer en forma de humedad del suelo para luego ser devuelta a la atmósfera por medio de la vegetación, o por acción animal, en un proceso denominado evapotranspiración. Cuando el agua alcanza la zona saturada, va fluyendo desde áreas de alta carga hidráulica a otras de baja carga. Los estratos o capas del subsuelo que facilitan el movimiento de las aguas se denominan acuíferos. Una vez incorporada al acuífero, se desplaza a través de los poros de los materiales subterráneos y puede reaparecer en superficie en aquellas zonas de niveles inferiores a los de recarga, descargando naturalmente en forma de manantiales o alimentando directamente al cauce, manteniendo el caudal de estiaje de los ríos (Menéndez A. 2010) (Ver Figura 2).




***Fuente:*** Cerros, G. (2007).
**Figura 1**. Elementos del flujo del agua subterránea




***Fuente:*** Menéndez A. (2010).
**Figura 2**. Esquematización de la distribución de agua en el suelo y subsuelo

De acuerdo al mapa hidrogeológico del Perú, el departamento de Ucayali es uno de los departamentos con más sobreabundancia de agua subterránea, y se caracteriza por

poseer un acuífero continuo de extensión regional. Su capacidad específica promedio es muy alta y con más de 5 l/s/m (Indicadores Ambientales Ucayali, 2013).

La profundidad de la napa freática en el distrito de Yarinacocha varía entre 2,00 y 18,00 m. La conductividad eléctrica fluctúa de 0,015 a 0.97 mmhos/cm, valores que representan aguas de baja mineralización. El pH fluctúa de 3,68 a 8,10; valores que representan aguas muy ácidas a alcalinas (Indicadores Ambientales Ucayali, 2013).

#### 2.1.2.5. Importancia del agua subterránea

Representan una garantía de la población mundial actual y futura; se contará como un abastecimiento de agua asequible y seguro. Las aguas subterráneas son predominantes; considerada un recurso renovable que, cuando se gestiona adecuadamente, garantiza un abastecimiento a largo plazo que contribuya a atender las crecientes demandas y a mitigar los impactos del cambio climático previsto. El desarrollo de las aguas subterráneas requiere una inversión de capital menor al desarrollo de las aguas superficiales y se puede poner en práctica en un plazo de tiempo más corto (Bellino, N 2012).

#### 2.1.2.6. Características microbiológicas del agua para consumo humano.

El grupo de bacterias Coliformes ha sido siempre el principal indicador de calidad de los distintos tipos de agua; el número de coliformes en una muestra se usa como criterio de contaminación y, por lo tanto, de calidad sanitaria de la misma (Cerros, 2007).

a) **Coliformes totales:** Camachi A., Giles M., Ortegón A., Palap M., Serrano B., & Velásquez O. (2009), señalan que comprende todos los bacilos gramnegativos aerobios

facultativos, no esporulados, que fermentan la lactosa con producción de gas en un lapso máximo de 48 h. a 35°C ± 1°C. Este grupo está conformado por 4 géneros principalmente: Enterobacter, Escherichia, Citrobacter y Klebsilla (Camachi, et al., 2009). Asimismo, Apella (s, f.), sostiene que los coliformes totales son un grupo que incluye a todos los coliformes de cualquier origen, que desarrollan a 35°C, sólo indica existencia de contaminación, sin asegurar su origen.

b) **Coliformes Termotolerantes:** Subgrupo de bacterias pertenecientes al grupo "Coliforme", propios del tracto digestivo del hombre y de animales de sangre caliente, que se caracterizan por ser capaces de fermentar la lactosa, con producción de ácido y gas a temperaturas de 44°C en un tiempo máximo de 24 horas. Son utilizadas como indicadores de la calidad sanitaria del agua, relacionada con la transmisión de patógenos (Aurazo, 2004).

#### 2.1.2.7. Características físicas del agua para consumo humano

a) **Color:** Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2004), señala que el color aparente es aquel que presenta el agua cruda o natural y color verdadero al que queda luego de que el agua ha sido filtrada. Existen muchos métodos de remoción del color. Los principales son la coagulación por compuestos químicos como el alumbre y el sulfato férrico a pH bajos y las unidades de contacto o filtración ascendente. Debido a que el color del agua se origina, en muchos casos, por la presencia de compuestos de naturaleza orgánica.

   El color es un parámetro de control obligatorio para todos los proveedores de agua, cuyo LMP es de 5 unidades de color verdadero en escala estandarizada de platino-cobalto

(UCV escala Pt / Co) por medio de un colorímetro (D.S. Nº 031- 2010- SA).

b) **Sabor y olor:** El sabor y olor del agua son determinaciones organolépticas de determinación subjetiva, para los que no existen instrumentos de observación, ni registro, ni unidades de medida. (D.S. Nº 031- 2010- SA).
El sabor y el olor son parámetros de calidad organoléptica, cuyo LMP deben ser aceptables (D.S. Nº 031- 2010- SA).

c) **Conductividad eléctrica:** Es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica, esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como la temperatura de la medición (DIGESA, 2015).
La conductividad representa la concentración de sales en aguas naturales, permite describir las variaciones de los sólidos disueltos en las descargas facilita el trabajo de laboratorio, pues se emplea para calcular diluciones y controlar la calidad de otras pruebas, en la industria se emplea para conocer el grado de corrosión del agua de calderas y la eficiencia de las mismas (Giraldo, 1995).
La conductividad es un parámetro organoléptico, cuyo LMP es de 1 500 micromhos por centímetro (µmho / cm) (D.S. Nº 031- 2010- SA).

d) **Temperatura**: Es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como la aptitud del agua para ciertos usos útiles. La temperatura es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el pH,

el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas (DIGESA, 2015).

e) **Turbidez:** Es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos que se presentan principalmente en aguas superficiales. Son difíciles de decantar y filtrar, y pueden dar lugar a la formación de depósitos en las conducciones de agua, equipos de proceso (Custodio & Lamas, 2004).
La turbiedad es un parámetro de control obligatorio para todos los proveedores de agua, cuyo LMP es de 5 unidades nefelométrica de turbiedad (UNT) (D.S. Nº 031- 2010- SA).

f) **Sólidos disueltos totales**: Los sólidos totales disueltos, es una medida de la materia en una muestra de agua, más pequeñas de 2 micrones (2 millonésimas de un metro) y no pueden ser removidos por un filtro tradicional. STD es básicamente la suma de todos los minerales, metales, y sales disueltos en el agua y es un buen indicador de la calidad del agua (Giraldo, 1995).
Los sólidos disueltos totales es un parámetro de calidad organoléptica, cuyo LMP es de 1 000 miligramos por litro (mg $L^{-1}$) (D.S. Nº 031- 2010- SA).

### 2.1.2.8. Características químicas del agua para consumo humano

a) **Potencial de Hidrogeno (pH):** Según (Sierra 2011), indica que es el término utilizado para expresar la intensidad de las condiciones ácidas o básicas del agua. Por convención está definido como:

$$\mathbf{pH = - \log [\ H^+] \text{ o } pH = \log \frac{1}{[H^+]}}$$

El pH representa la concentración de $H^+$ en su logaritmo negativo.

El pH es un parámetro de control obligatorio para todos los proveedores de agua, cuyo LMP del valor de pH se encuentra entre 6,5 a 8,5 (D.S. Nº 031- 2010- SA).

b) **Dureza total:** Mide la capacidad del agua para consumir jabón o producir incrustaciones. En la actualidad se le identifica con el contenido en iones alcalinotérreos ($Ca^{+2}$ y $Mg^{+2}$ principalmente), con las mismas unidades que la alcalinidad (Custodio & Lamas, 2004).

   La dureza total es un parámetro de calidad organoléptico, cuyo LMP es de 500 miligramos de carbonato de calcio por litro de agua (D.S. Nº 031- 2010- SA).

c) **Cloruros ($Cl^-$):** Se encuentran formando sales muy solubles asociados al ion sodio, pero no quiere decir que ambos estén en iguales proporciones; es estable y difícilmente precipitable, no se oxida ni se reduce en las aguas naturales (Custodio & Lamas, 2004).

   Los cloruros son parámetros de calidad organolépticos, cuyo LMP es de 250 miligramos de cloro por litro de agua (D.S. Nº 031- 2010- SA).

d) **Sulfatos ($SO_4^{-2}$):** Los sulfatos están presentes en forma natural en numerosos minerales y se utilizan comercialmente, sobre todo en las industrias químicas. Se descargan a través de los desechos industriales y de los depósitos atmosféricos; no obstante, las mayores concentraciones se dan, por lo común, en las aguas subterráneas estas se forman al moverse el agua a través de formaciones rocosas y suelos que contienen minerales sulfatados, una parte del sulfato se disuelve en las aguas subterráneas (DIGESA, 2015).

   Los sulfatos son parámetros de calidad organolépticos, cuyo LMP es de 250 miligramos de sulfato por litro de agua (D.S. Nº 031- 2010- SA).

e) **Amonio ($NH_4^+$):** El amonio es un ion monovalente positivo, de fórmula $NH_4$, derivado del amoníaco por adición de unión hidrógeno. Las fuentes naturales de amonio son provenientes de los detritus de los peces (materia fecal, orina), los animales muertos, las hojas y otras partes de las plantas muertas y los restos de comida, al entrar en putrefacción originan, entre otras sustancias, amoníaco ($NH_3$). El amoníaco es un gas con existencia propia, en tanto que el radical amonio sólo existe como parte de un compuesto, tal como el hidróxido de amonio ($NH_4OH$) o el cloruro de amonio ($NH_4Cl$). El amoníaco es venenoso, aún en bajas concentraciones, en tanto que el radical amonio sólo lo es en altas concentraciones (DIGESA, 2015).

   El amoniaco es un parámetro de calidad organoléptico, cuyo LMP es de 1,5 miligramos de unidad de amoniaco por litro de agua (D.S. Nº 031- 2010- SA).

f) **Hierro ($Fe^{+3}$):** Hierro disuelto es común en aguas subterráneas porque el oxígeno disuelto es típicamente bajo. Cuando el agua subterránea con hierro disuelto es traída a la superficie en un pozo, el hierro reacciona con el oxígeno y es convertido en visibles partículas de herrumbre rojo. También es posible que el hierro entre al agua potable si éste es disuelto en tuberías de metal (Singler & Bauder, 2012).

   El hierro es un parámetro de calidad organoléptico, cuyo valor es de 0,3 miligramos de hierro por litro de agua (D.S. Nº 031- 2010- SA).

g) **Metales pesados:** Los metales pesados son el grupo de elementos químicos que tienen una densidad relativamente alta y se caracterizan por su toxicidad en concentraciones bajas. Entre este grupo se incluyen el mercurio (Hg), aluminio (Al), cadmio (Cd), cobre (Cu), litio (Li), manganeso (Mn), níquel (Ni), arsénico (As), cromo (Cr), plomo (Pb) y zinc

(Zn). Estos elementos son componentes naturales de la corteza terrestre, no se degradan o destruyen. En pequeñas concentraciones son incorporados por las plantas y animales. La ingesta por los animales se hace a través de los alimentos, agua potable y el aire. Algunos de estos metales son esenciales para el metabolismo celular. Sin embargo, en concentraciones altas pueden conducir al envenenamiento. Ejemplo de ellos son el cobre, selenio, zinc, entre otros (Moore & Ramamoorthy, 2007).

#### 2.1.2.9. Límites máximos permisibles de calidad del agua

Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. (D.S. Nº 031- 2010- SA).

Además, en el Artículo 33º de la Ley Nº 28611, señala que el LMP guarda coherencia entre el nivel de protección ambiental establecido para una fuente determinada y los niveles generales que se establecen en los ECA. La implementación de estos instrumentos debe asegurar que no se exceda la capacidad de carga de los ecosistemas, de acuerdo con las normas sobre la materia (Ley general del Ambiente, Ley Nº 28611).

#### 2.1.2.10. Reglamento peruano de la calidad del agua para consumo humano

El agua para consumo humano no debe ser un vehículo de transmisión de enfermedades, por lo que es importante establecer parámetros y LMP para garantizar que sea sanitariamente segura.

Este reglamento tiene por objeto establecer los requisitos físicos, químicos y microbiológicos que debe cumplir el agua potable para proteger la salud pública.

Este reglamento aplica en todo el territorio nacional y considera todos los servicios públicos, municipales y privados sea cual fuere el sistema o red de distribución, en lo relativo a la prevención y control de la contaminación de las aguas, cualquiera que sea su estado físico (D.S. N° 031-2010-SA).

## Requisitos de calidad microbiológicos

**Tabla 1.** Límites máximos permisibles para parámetros microbiológicos y parasitológicos.

| Parámetros | Unidad de medida | Límite máximo permisible |
|---|---|---|
| 1. Bacterias Coliformes Totales | UFC /100 ml a 35°C | 0(*) |
| 2. E. Coli | UFC/ 100 ml a 44.5°C | 0(*) |
| 3. Bacterias Coliformes Termotolerantes | UFC/ 100 ml a 44.5°C | 0(*) |
| 4. Bacterias Heterotróficas | UFC/ 100 ml a 35°C | 500 |
| 5. Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos | N° org /L | 0 |
| 6. virus | UFC /ml | 0 |
| 7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos rotíferos, nematodos en todos sus estadios evolutivos | N° org /L | 0 |

UFC = Unidad formadora de colonias

(*) En Caso de analizar por la del NMP por tubos múltiples = < 1,8 / 100 ml

***Fuente:*** D.S. Nº 031-2010-S.A. Anexo I.

## Requisitos de calidad físicos y químicos

**Tabla 2.** Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organolépticas

| Parámetros | Unidad de medida | Límite máximo permisible |
|---|---|---|
| 1. Olor | ---------- | Aceptable |
| 2. Sabor | ---------- | Aceptable |
| 3. Color | UCV escala Pt / Co | 15 |
| 4. Turbiedad | UNT | 5 |
| 5. pH | Valor de pH | 6,5 a 8,5 |
| 6. Conductividad (25 °C) | µmho / cm | 1 500 |
| 7. Sólidos totales disueltos | mg $L^{-1}$ | 1 000 |
| 8. Cloruros | mg Cl $L^{-1}$ | 250 |
| 9. Sulfatos | mg $SO_4$ $L^{-1}$ | 250 |
| 10. Dureza total | mg Ca $CO_3$ $L^{-1}$ | 500 |
| 11. Amoniaco | mg N $L^{-1}$ | 1,5 |
| 12. Hierro | mg Fe $L^{-1}$ | 0,3 |
| 13. Manganeso | mg Mn $L^{-1}$ | 0,4 |
| 14. Aluminio | mg Al $L^{-1}$ | 0,2 |
| 15.Cobre | mg Cu $L^{-1}$ | 2,0 |
| 16. Zinc | mg Zn $L^{-1}$ | 3,0 |
| 17.Sodio | mg Na $L^{-1}$ | 200 |

UCV = Unidad de color verdadero
UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad
Fuente: D.S. Nº 031-2010-S.A. Anexo II.

## Requisitos de calidad físicos y químicos

**Tabla 3.** Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos

| Parámetro | Unidad de Medida | Límite Máximo Permisible |
|---|---|---|
| 1. Antimonio | mg Sb $L^{-1}$ | 0,020 |
| 2. Arsénico (Nota 1) | mg AS $L^{-1}$ | 0,010 |
| 3. Bario | mg Ba $L^{-1}$ | 0,700 |
| 4. Boro | mg B $L^{-1}$ | 1,500 |
| 5. Cadmio | mg Cd $L^{-1}$ | 0,003 |
| 6. Cianuro | mg CN $L^{-1}$ | 0,007 |
| 7. Cloro (Nota 2) | mg $L^{-1}$ | 5 |
| 8. Clorito | mg $L^{-1}$ | 0,7 |
| 9. Clorato | mg $L^{-1}$ | 0,7 |
| 10. Cromo Total | mg Cr $L^{-1}$ | 0,050 |
| 11. Flúor | mg $FL^{-1}$ | 1,000 |
| 12. Mercurio | mg Hg $L^{-1}$ | 0,001 |
| 13. Níquel | mg Ni $L^{-1}$ | 0,020 |
| 14. Nitratos | mg $NO_3$ $L^{-1}$ | 50 |
| 15. Nitritos | mg $NO_2$ $L^{-1}$ | 3,00 exposición Corta<br>0,20 exposición Larga |
| 16. Plomo | mg Pb $L^{-1}$ | 0,010 |
| 17. Selenio | mg se $L^{-1}$ | 0,010 |
| 18. Molibdeno | mg MO $L^{-1}$ | 0,07 |
| 19. Uranio | mg U $L^{-1}$ | 0,015 |

**Nota 1:** En caso de los sistemas existentes se establecerá en los Planes de Adecuación Sanitaria el plazo para lograr el límite máximo permisible para el arsénico de 0,010 $mgL^{-1}$
**Nota 2:** Par una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 $mgL^{-1}$
***Fuente:*** D.S. Nº 031-2010-S.A. Anexo III.

### 2.1.2.11. Reservorios elevados

Son unidades de almacenamiento de agua potable para garantizar la alimentación a la red de distribución y mantener una presión adecuada de servicio (Ministerio de Salud, 2010).

**a) Componentes del reservorio**

Para la operación de los reservorios elevados se debe conocer la función de los diferentes componentes (Ministerio de Salud, 2010).

- **Cuba de almacenamiento**

  Estructura elevada de forma cilíndrica donde se almacena antes de ser distribuida a la población. Son sostenidas por columnas de arriostramiento.

- **Tubería de entrada**

  Provista de válvula para el aislamiento del reservorio en caso de mantenimiento.

- **Tubería de paso directo - bypass**

  Provista de válvula, la cual trabajará cerrada en condiciones normales. Permite la distribución con el reservorio aislado del sistema.

- **Tubería de salida**

  Provista de válvula para el mantenimiento de la línea de aducción. La salida es por el fondo del reservorio con un desnivel de 10 cm. Esta provista de protección con rejilla.

- **Tubería de rebose**

  Empalma en forma directa sin válvulas a la tubería de limpieza. Evacua eventuales pérdidas de agua en el reservorio por un nivel elevado.

- **Tubería de limpieza**

Provista de válvula, va a la caja de limpieza y rebose. Conexión al fondo del reservorio de la misma forma que la tubería de salida. Se emplea cuando se realiza el mantenimiento del reservorio o ante la ocurrencia de cualquier emergencia que obligue al vaciado del agua del reservorio.

**b) Operación y mantenimiento**

- **Diario** (DESA, 2010).
  - ✓ Revisar si la válvula en el By-Pass se encuentra completamente cerrada.
  - ✓ Controlar el nivel de agua en el reservorio.
  - ✓ Comunicar al operador de la estación de bombeo los niveles de agua en el reservorio. Solicitar la reducción del caudal de bombeo, si el nivel de agua está próximo al rebose.
  - ✓ Controlar el cloro residual del agua que sale del reservorio (la muestra será tomada desde una válvula de globo).
  - ✓ Verificar el almacenamiento de cloro.
- **Quincenal** (DESA, 2010).
  - ✓ Inspeccionar el estado de la cámara de válvulas: puertas, accesos, ventanas, daños, acceso ilegal, etc.
  - ✓ Inspeccionar el estado de la ventilación del reservorio: daños en la malla, tapado por insectos u otros.
  - ✓ Revisar si el medidor de flujo trabaja apropiadamente (rotación del contómetro).
  - ✓ Inspeccionar el cerco perimétrico: daños, acceso ilegal, etc.

- ✓ Maniobrar las válvulas de compuerta ubicadas en la entrada y salida del reservorio para mantenerlas operativas.
- ✓ Comprobar el estado y ajuste de las empaquetaduras de las válvulas.
- ✓ Lubricar la rosca exterior de los vástagos de las válvulas.
- ✓ Limpiar las válvulas y tuberías con trapo y kerosene.

- **Mensual** (DESA, 2010).
  - ✓ Inspeccionar la condición del concreto del reservorio (externamente): rotura, visibilidad del refuerzo, daños. Reportar los daños encontrados.
  - ✓ Verificar el cierre total de la válvula ubicada en la tubería de limpia, dar movilidad a la válvula.
  - ✓ Accesorios: Revisar presencia de alguna pérdida de agua en todas bridas/uniones.
  - ✓ Limpiar la maleza en el contorno de la estructura.
  - ✓ Verificar el estado de los manubrios de la válvula y ajustar si es necesario.
- **Semestral** (DESA, 2010).
  - ✓ Limpiar y desinfectar el reservorio o cisterna.
  - ✓ Revisar si el filtro en el reservorio esta obstruido con arena u otros elementos. En caso el filtro estuviere obstruido, remover la arena con aire comprimido.
  - ✓ Pintar las escaleras y su canastilla de protección.
- **Anual** (DESA, 2010).

- ✓ Verificar la estructura de la unidad en forma integral y reparación de daños existentes.
- ✓ Reparación interior de tanques o cisternas (simultáneamente con limpieza).
- ✓ Pintar con pintura anticorrosivo los elementos metálicos interiores.

**c) Limpieza y desinfección del reservorio**

Esta actividad tiene por finalidad asegurar la calidad sanitaria del agua y del reservorio de almacenamiento. Los elementos desinfectantes más utilizados son: hipoclorito de calcio, cloro gasificado y HTH; el primero de ellos se utiliza con mayor frecuencia y tiene una concentración de cloro que varía entre 30 y 70% (DESA, 2010).

El procedimiento de limpieza es el siguiente (DESA, 2010):

- ✓ Programar la limpieza del reservorio y disminuir el tirante de agua mediante el consumo de la red.
- ✓ Cerrar la válvula de entrada del reservorio a ser lavado y mantener abierta la válvula de salida para que la descarga de agua sea rápida.
- ✓ Estar atento para que el nivel del agua no quede por debajo de la tubería de salida, evitando la entrada de aire en la línea de aducción.
- ✓ Cuando el nivel del agua alcance el mínimo establecido para el reservorio (1,0 m), para evitar la entrada de aire, cerrar la válvula de salida del reservorio.
- ✓ Abrir la descarga del reservorio, hasta que el nivel de la columna de agua alcance 20 cm.

- ✓ Cerrar esta descarga para que el personal de servicio utilice el agua almacenada en el lavado del reservorio.
- ✓ Después del lavado, abrir la válvula de descarga para la evacuación de los residuos.
- ✓ Dar algunas vueltas a la válvula de entrada del reservorio, para que cuando ingrese el agua limpia, pueda eliminar las impurezas restantes y luego cerrar la válvula de descarga.
- ✓ Abrir la válvula de entrada del reservorio y llenarlo hasta 0,30 m, a partir del cual se aplicará una solución de compuesto clorado que contenga 50 ppm. de cloro libre, refregando paredes y fondo con utilización de herramientas adecuadas. Se debe dejar en contacto con el agua un promedio de cuatro horas.
- ✓ Transcurrido el tiempo necesario para la desinfección, abrir nuevamente el registro de entrada, llenando el compartimento hasta 1,00 m de agua.
- ✓ Alcanzado el nivel necesario, abrir la válvula de purga del compartimento en limpieza, hasta descargar toda el agua con el cloro concentrado.
- ✓ Cerrar la válvula de purga y abrir la válvula de entrada del compartimiento lavado, volver a efectuar un enjuague final.
- ✓ Ejecutar las mismas maniobras para el lavado del otro compartimiento.
- ✓ Abrir nuevamente la purga y vaciar el agua almacenada.
- ✓ Abrir la válvula de entrada para poner en funcionamiento el compartimiento desinfectado.
- ✓ Ejecutar las mismas maniobras para el lavado del otro compartimiento.

#### 2.1.2.12. El cloro y la salud

El riesgo de cáncer en los humanos debido a la cloración del agua de consumo ha sido evaluado en distintos estudios.

La incidencia de cáncer de colon fue mayor para personas que bebían agua clorada, que las que no la bebían, en una relación aproximada de 2,5 veces más para las primeras.

La incidencia de cáncer de vejiga (2,3 veces mayor) sobre grupos de sujetos que recibieron agua clorada, de otros que bebieron otro tipo de agua.

Se demostró además que la toxicidad de los compuestos clorados presentes en el agua produjo cambios en la información genética de las células (OMS, 2010).

#### 2.1.2.13. Causas de contaminación de un pozo

- ✓ Filtración de aguas superficiales.
- ✓ Escurrimiento de aguas superficiales dentro del pozo.
- ✓ Caída de material dentro del pozo (basuras, tierra, excremento, etc.)
- ✓ Introducción de utensilios sucios dentro del pozo para extraer el agua (DIGESA, 2010).

## 2.2. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

### 2.2.1. Acuífero

Tipo de formación geológica o grupo de formaciones, que almacenan agua y permiten el movimiento de determinado volumen bajo condiciones naturales, suministrando agua en cantidades significativas (Collazo & Montaño, 2012).

### 2.2.2. Agua

Se define como un líquido transparente, incoloro, inodoro e insípido en estado puro, cuyas moléculas que están formadas por dos átomos de hidrogeno y uno de oxígeno, y que constituye el componente más abundante de la superficie terrestre y el mayoritario de todos los

organismos vivos (Formula $H_2O$) (Diccionario de la Real Academia española).

### 2.2.3. Agua potable

Agua que puede ser consumida sin restricción debido a que, gracias a un proceso de purificación, no representa un riesgo para la salud. El término se aplica al agua que cumple con las normas de calidad promulgada por las autoridades locales e internacionales (Reglamento de la calidad de agua para consumo humano, 2011).

### 2.2.4. Agua de Consumo Humano

Agua apta para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal (DIGESA, 2011).

### 2.2.5. Agua subterránea

El agua subterránea o subsuperficial es aquella que se filtra a través de la superficie de la tierra y es almacenada en los espacios porosos de las rocas o materiales aluviales (arcilla, limo, arena y grava), así como en las grietas formadas entre las rocas duras fracturadas (Yoshinaga & Albuquerque, 2002).

### 2.2.6. Calidad

Característica de un producto o servicio que le proporcionan actitud para satisfacer las necesidades del cliente (OMS, 2003).

### 2.2.7 Contaminación

Son agentes físicos, químicos y biológicos, extraña a la composición natural del producto (OMS, 2003).

### 2.2.8. Metal pesado

Metal que tiene una densidad de 5,0 o mayor y elevado peso elemental. La mayoría son tóxicos para el ser humano, incluso a bajas concentraciones (Gilbert & Wendell, 2008).

### 2.2.9. Parámetro

Una variable, propiedad medible cuyo valor está determinado por las características del sistema en el caso del agua, por ejemplo, estas

pueden ser la temperatura, la presión, la densidad, etc. (Gilbert & Wendell, 2008).

### 2.2.10. Límite máximo permisible – LMP

Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológico, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente (Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano, 2011).

### 2.2.11. Asentamiento humano

Ocupación de tierra que realizan sin contar con requerimientos mínimos de agua y/o servicios básicos para una calidad de vida adecuada (ONU-Habitad 2016).

### 2.2.12. Zona Rural

Espacio geográfico no urbano, que se caracteriza por mayores espacios y, generalmente, se relaciona con menores condiciones de tipo económico como sucede con las poblaciones rurales (Argueta, 2011).

### 2.2.13. Zona Periurbano

Zona que rodea una ciudad como consecuencia del desarrollo y crecimiento urbano (Argueta, 2011).

### 2.2.14. Casco urbano

Se llama casco urbano a las construcciones que se desarrollan dentro de los límites de una ciudad (Pérez, J. 2016).

# CAPÍTULO III

## 3.1. METODOLOGÍA

### 3.1.1. Descripción del área de estudio

#### 3.1.1.1. Ubicación.

El estudio se realizó en 02 pozos de abastecimiento de agua del AA.HH. Señor de los Milagros del distrito de Yarinacocha, región de Ucayali; los cuales se encuentran ubicados en la carretera Federico Basadre margen derecho, en el km. 7,400. Cabe mencionar que este AA. HH. por su ubicación y distancia hacia el casco urbano del distrito de Yarinacocha son considerados como zonas periurbanas (Ver Anexo 1).

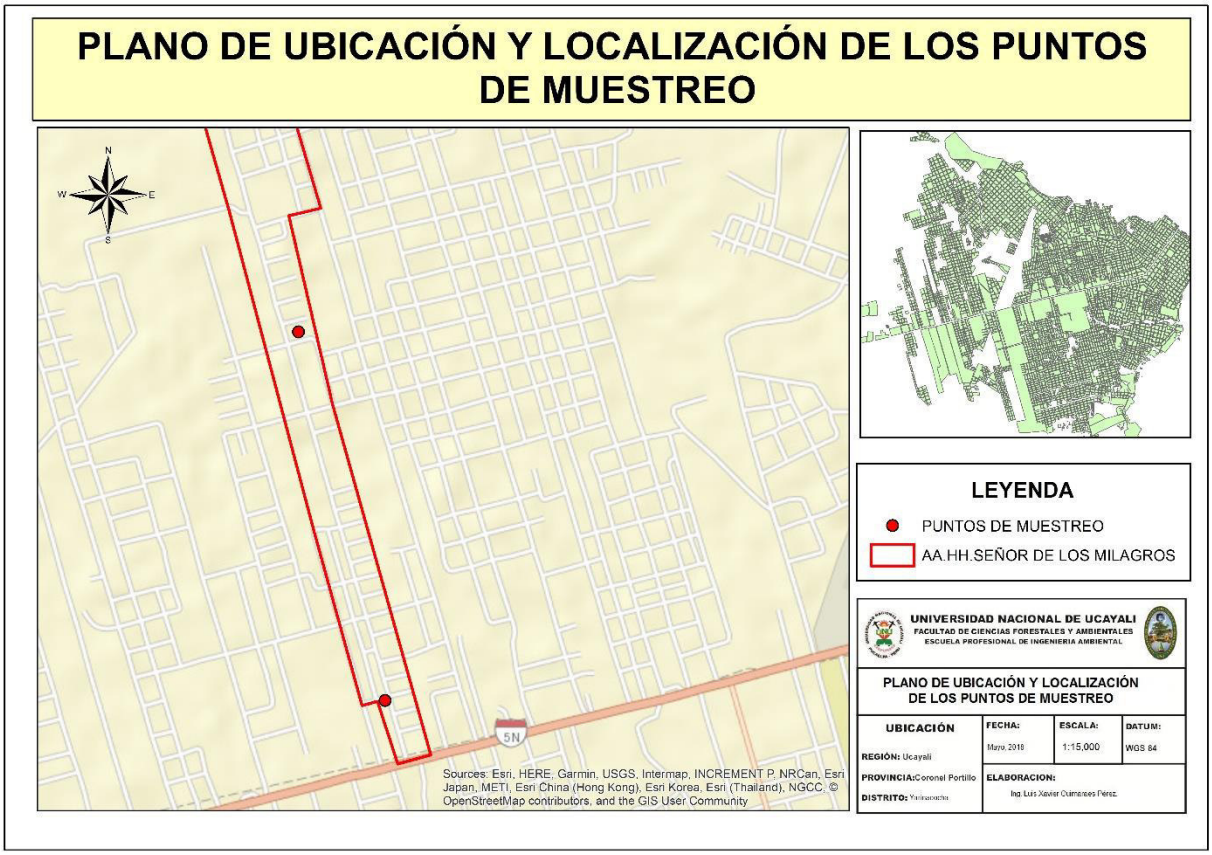



**Figura 3.** Plano de ubicación y localización de los Pozos a Muestrear.

Las coordenadas geográficas de los pozos de muestreo son las siguientes:

**Tabla 4.** Coordenadas geográficas de los pozos de muestro.

| Pozos | Coordenadas UTM-WGS 84 de los pozos. | |
|---|---|---|
| | Este (m) | Norte (m) |
| **Pozo N° 01 del AA.HH. Señor de los Milagros.** | 0544709,0000 | 9072189,0000 |
| **Pozo N° 02 del AA.HH. Señor de los Milagros.** | 0544285,0000 | 9073936,0000 |

### 3.1.1.2. Límites

El asentamiento humano donde se encuentran ubicados los pozos de muestreo tienen los siguientes límites:

a) **Por el norte:** Con el Jr. 2 de mayo 267,7 m (metros).
b) **Por el Sur:** Con la Carretera Federico Basadre 100,07 m.
c) **Por el Este:** en diez tramos.
   - ✓ Primer Tramo: Con el Jr. Las Almendras 373,2290 m.
   - ✓ Segundo Tramo: Con el Fundo Restaurador Fracción Dos B-1, 147,00 m.
   - ✓ Tercer tramo: Con el fundo restaurador Fracción Dos B-1 181,45 m.
   - ✓ Cuarto tramo: Con el fundo Restaurador Fracción Dos B-2 143,42 m.
   - ✓ Quinto tramo: Con terrenos de terceros, 239,02 m.
   - ✓ Sexto tramo: Con el Jr. Las Margaritas, 277,59 m.
   - ✓ Séptimo tramo: Con terrenos, 279,86 m.
   - ✓ Octavo tramo: Con la Parcela A – Fundo Restaurador Fracción B – Fracción Fundo Restaurador, 100,78 m.
   - ✓ Noveno tramo: Con la Parcela B – Fundo Restaurador Fracción B – Fracción Fundo Restaurador, 116,50 m.
   - ✓ Décimo tramo: Con terrenos de terceros, 768,47 m.
d) **Por el Oeste:** en tres tramos.
   - ✓ Primer tramo: Con terrenos de terceros, 1 981,10 m.

- ✓ Segundo tramo: Con la Av. Separador industrial, 20,00m.
- ✓ Tercer tramo: Con Jr. Señor de los Milagros, 500,00m.

### 3.1.1.3. Accesibilidad.

Se accede a través de la Carretera Federico Basadre (margen derecho km 7,400) al asentamiento humano Señor de los Milagros, se ingresa por un camino afirmado a aproximadamente 235 m. donde se encuentra ubicado el pozo N°01, de igual manera se ingresa por un camino afirmado de aproximadamente 835 m. donde se ubica el Pozo N°02; y cuenta con una población estimada de 520 familias (MPCP, 2012).




**Figura 4.** Plano de Accesibilidad a los pozos de muestreo.

#### 3.1.1.4. Clima.

El clima es tropical, con temperatura cálida todo el año, clasificada como clima ecuatorial según el sistema de Köppen. La temperatura promedio es de 26 °C, con picos que pueden alcanzar 34 °C en los días más calurosos. A mediados del 2008, la temperatura alcanzó los 37 °C. Las precipitaciones se producen entre los meses de octubre y diciembre. Durante este período, la temperatura desciende hasta los 21,5 °C aproximadamente. Se han llegado a reportar más de 40 °C, siendo de los registros más calurosos de la selva baja. El caudal de las lluvias llega a alcanzar 1 570 mm. En el 2009 la precipitación máxima fue de 12,2 cm. (marzo) y la mínima de 3,44 cm. (agosto) (MPCP, 2012).

#### 3.1.1.5. Suelos.

El principal tipo de suelo que se encuentran en el área de estudio es el Ultisol, se caracteriza por ser rojo y amarillo, de baja fertilidad natural, con un marcado contenido de arcillas, generalmente profundo y bien drenado, susceptible a la erosión por estar usualmente en colinas y laderas.

Presenta un pH ácido por debajo de 4,6%, bajo contenido de materia orgánica menor de 2,29%, de permeabilidad buena a moderada, bajo contenido de nitrógeno, potasio, fósforo, baja capacidad de intercambio catiónico, alta saturación de aluminio mayor de 60%. Este suelo también se denomina como "Acrisol" y "Podzólicos Rojo Amarillos" en otros sistemas de clasificación (GOREU, 2007).

#### 3.1.1.6. Geología.

El área de estudio está conformada por depósitos cuaternarios representados por llanuras aluviales que dificultan la libre exposición de las secuencias litológicas subyacentes, la coloración es variable y está relacionada con los sedimentos

subyacentes de donde provienen, los colores pueden variar entre marrón oscuro a marrón rojizo amarillento. Asimismo, la litología varia muy ligeramente, pero por lo general son de composición areno arcilloso a limosos y arcillosos. (Caracterización del departamento de Ucayali con fines de ordenamiento territorial (GOREU. 2007).

### 3.1.1.7. Hidrografía.

El área de estudio se halla en la subcuenca Yarinacocha que pertenece a la cuenca del Bajo Ucayali. La red hidrográfica está compuesta por la quebrada de Yarinacocha.




**Figura 5.** Plano hidrológico de la zona de estudio.

### 3.1.2. Situación actual de los pozos

#### 3.1.2.1. Pozo N° 01 del AA. HH. Señor de los Milagros.

- El pozo de este asentamiento humano se perforó y construyó en el año 2002, mediante financiamiento de la Municipalidad Provincial de Coronel Portillo.
- La profundidad de captación del agua es de 90 metros.
- Cuenta con una capacidad de reservorio de 5,000.00 litros y hasta la fecha abastece de agua a un total de 150 familias, el cual representa el 29% del total de familias del asentamiento humano.
- El consumo promedio de agua mensual de las 150 familias es de 450,000.00 litros de agua.
- La altura del reservorio es de 9 m.
- Funcionamiento del pozo en base a energía eléctrica.
- Horas de servicio: 11horas (de 6:00 a 14:00 horas y de 17:00 a 20:00 horas).
- Administrado por el comité de agua Nº 01 del asentamiento humano para el pago de limpieza, mantenimiento y consumo de energía eléctrica.
- Las condiciones de la boca del pozo no son las adecuadas, esto debido a que no cuenta con una tapa sanitaria para evitar el ingreso de filtraciones de agua superficial (Ver anexo 3).



**Figura 6.** Pozo de abastecimiento Nº 01 del AA. HH. Señor de los Milagros.

### 3.1.2.2. Pozo N° 02 del AA. HH. Señor de los Milagros.

- El pozo de este asentamiento humano se perforó y construyó en el año 2012, mediante financiamiento directo por la Municipalidad Provincial de Coronel Portillo.
- La profundidad de captación del agua es de 120 metros.
- Cuenta con una capacidad de reservorio de 7,500.00 litros y hasta la fecha abastece de agua a un total de 220 familias, el cual representa el 42,3% del total de familias en el asentamiento humano.
- El consumo promedio de agua mensual de las 220 familias es de 675,000.00 litros de agua.
- La altura del reservorio es 8 m.
- Funcionamiento del pozo en base a energía eléctrica.
- Horas de servicio: 20 horas (04:00 - 23:00 horas).
- Administrado por el comité de agua Nº 03 para el pago de limpieza, mantenimiento y consumo de corriente eléctrica.
- Las condiciones de la boca del pozo no son las adecuadas, esto debido a que la tapa sanitaria no cuenta con la limpieza

debida para evitar el ingreso de materiales al pozo (basura, lodo, etc) (Ver anexo 4).



**Figura 7.** Pozo de abastecimiento N° 02 del Asentamiento Humano Señor de los Milagros

### 3.1.3. Método de la investigación.

En el presente estudio se utilizó el método de investigación de tipo descriptivo.

Es descriptivo porque consistió en observar y medir los parámetros físico, químico y microbiológico, de los cuales se determinó si el agua de los pozos de abastecimiento supera los LMP establecidos en el reglamento de calidad de agua para el consumo humano. Es decir, no se manipularon las variables estudiadas.

### 3.1.4. Población y muestra.

### 3.1.4.1. Población

Los sistemas de abastecimiento de agua subterránea encontrados dentro del AA. HH. Señor de los Milagros son cuatro (4) pozos tubulares.

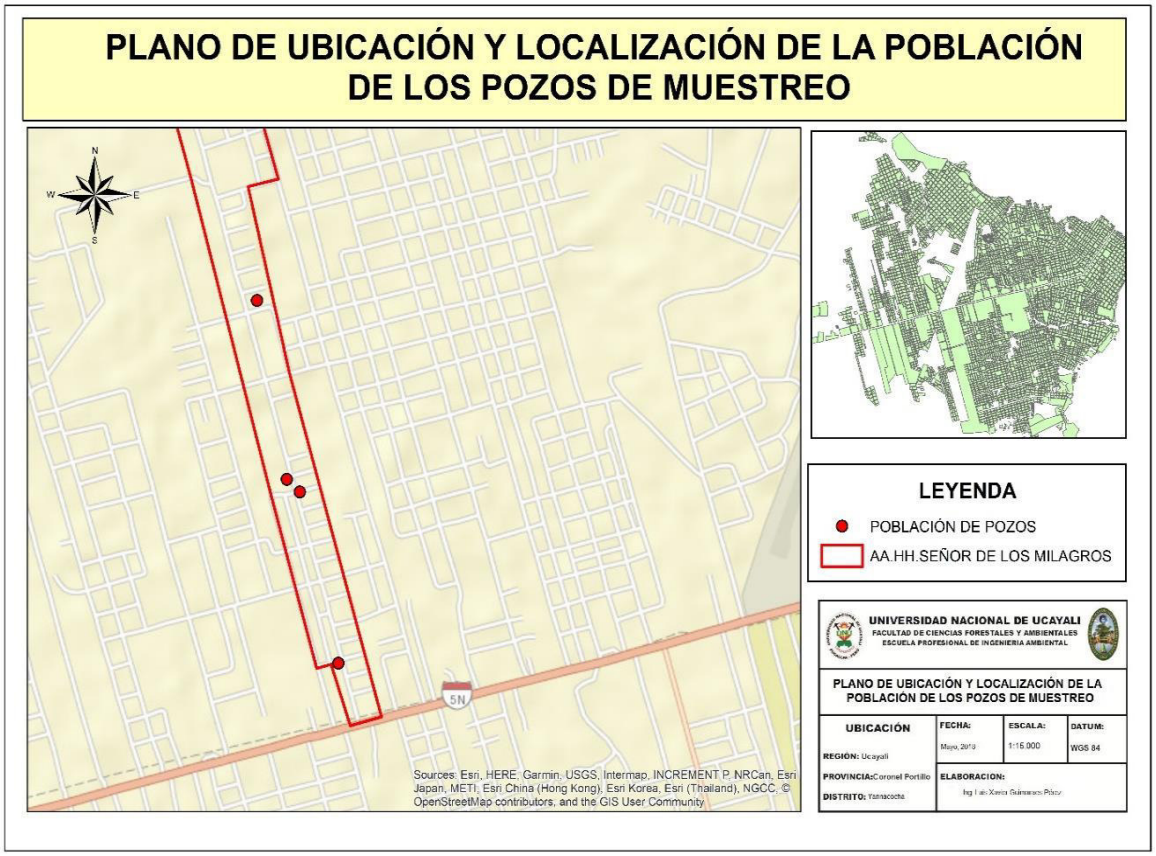



**Figura 8.** Plano de Población de Pozos.

### 3.1.4.2. Muestra.

**a) Criterios de Selección del número de puntos a muestrear:**

El número de muestras se estableció en base al criterio del número de pozos encontrados en la zona.

**Tabla 5.** Cantidad de Pozos a Muestrear.

| Tamaño del Lote de Pozos (N.º De Pozos) | Cantidad de Pozos a Muestrear (N.º De Pozos) |
|---|---|
| 2 a 15 | 2 |
| 16 a 25 | 3 |
| 26 a 90 | 5 |
| 91 a 150 | 8 |
| 151 a 280 | 13 |
| 281 a 500 | 20 |

***Fuente:*** Norma Regional Armonizada CAPRE (Comité Coordinador de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana).

Dentro del AA. HH. Señor de los Milagros se encuentran 4 pozos de abastecimiento, y siguiendo la norma Regional Amazónica CAPRE**,** se tomarán como muestra 2 sistemas de abastecimiento. En las cuales se realizarán 4 mediciones, 3 análisis físico, químico y microbiológico con el fin de obtener confiabilidad y sustentabilidad estadística; y 1 análisis de metales pesados, en el cual no se utilizó ningún método estadístico.

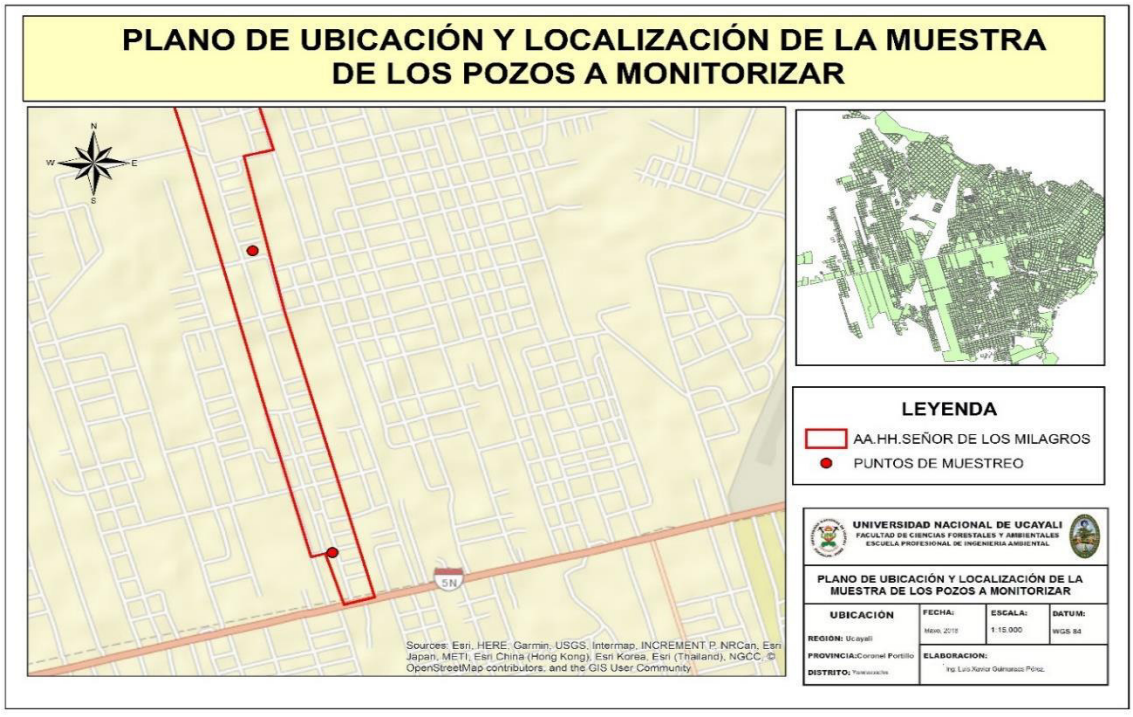



**Figura 9.** Plano de Pozos a Muestrear.

### 3.1.5. Procedimiento para recolección de datos.

El procedimiento de recolección de datos consistió en lo siguiente:

#### 3.1.5.1. Ubicación de las fuentes de agua subterránea utilizadas para consumo humano.

Para ubicar las fuentes de aguas subterráneas utilizadas para consumo humano se tomó la recomendación hecha por la Organización Meteorológica Mundial (1994); que para determinar la calidad de agua recomiendan realizar un inventario de pozos, manantiales, ríos y todas las fuentes que tenga interacción con el acuífero en estudio, así mismo el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial, (2007); dentro del esquema general de manejo de recurso hídrico subterráneo considera como primer componente el reconocimiento regional e inventario de pozos.

#### 3.1.5.2. Selección de Parámetros

Los parámetros de análisis se seleccionaron de acuerdo al reglamento de la calidad de agua para consumo humano teniendo como parámetros de control obligatorio: coliformes totales, coliformes termotolerantes, turbiedad, cloro residual y pH; y parámetros adicionales de control obligatorio como: conductividad, sólidos totales disueltos, temperatura, cadmio, plomo, arsénico, cobre, zinc, cromo, aluminio, boro, bario, hierro, magnesio, manganeso, molibdeno, sodio, níquel, antimonio.

#### 3.1.5.3. Lugar de análisis de muestras

- El análisis de los parámetros fisicoquímicos (temperatura, conductividad eléctrica, pH, turbiedad y cloro residual libre) se efectuaron en campo con los equipos proporcionado por la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (DESA).
- Los análisis de los parámetros microbiológicos y los sólidos disueltos totales se efectuaron en el Laboratorio de la DESA.

- El análisis de los demás parámetros químicos (metales pesados) se efectuaron en el Laboratorio de Control Ambiental de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), cuyos análisis se basan en EPA 200.7 Espectrofotometría de absorción atómica.

### 3.1.5.4. Método de Muestreo.

#### a) Para la Calidad de Agua.

Se aplicará la metodología que se indica en la NTP 214.005 y la NTP ISO 5667-3, el cual indica lo siguiente:

- **Limpieza del Grifo**
  - ✓ Sacar del grifo todos los dispositivos que puedan producir salpicaduras.
- **Apertura del Grifo**
  - ✓ Abrir cuidadosamente el grifo y dejar correr el agua en forma moderada durante 2 a 3 minutos.
  - ✓ Realice al análisis de cloro residual como se explicó párrafos arriba.
- **Toma de muestra**
  - ✓ Se realiza en frascos estériles los cuales se pueden almacenar por solo 1 mes.
  - ✓ Se usan frascos con tiosulfato para muestras con cloro residual (0,25 ml de TS al 3% para 250 ml).
  - ✓ Cerrar un poco el grifo.
  - ✓ Destapar el frasco teniendo cuidado de no tocar la boca del frasco ni la tapa.
  - ✓ Sostener la tapa de tal forma que no halla contaminación del mismo.
  - ✓ Se acerca el frasco al chorro de agua sin pérdida de tiempo.
  - ✓ Dejar un espacio de aire en el frasco para facilitar la agitación en el momento del análisis.

- ✓ Si la limpieza parece insuficiente, se puede aplicar Hipoclorito de Sodio (100 mg. Para 1 litro) a la boca del grifo o flamear el mismo.
- ✓ Se coloca la tapa con el papel kraft protector y el pabilo.

### 3.1.5.5. Método de análisis de parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

#### a) Calibración del equipo

Antes de iniciar los análisis físicos, químicos y microbiológicos el laboratorio de la DESA y el Laboratorio de Control Ambiental de la DIGESA procedieron a calibrar cada instrumento de medición de acuerdo al manual del usuario.

#### b) Análisis físico

El laboratorio de la DESA utilizó el método que se menciona a continuación:

**Tabla 6.** Método de laboratorio para análisis físico.

| Parámetros | Métodos | NTP |
|---|---|---|
| **Sólidos totales disueltos** | Nefelométrico | - |

***Fuente:*** Reglamento de la calidad de agua para consumo humano.

#### c) Análisis químico

El Laboratorio de Control Ambiental de la DIGESA utilizó el método que se menciona a continuación:

**Tabla 7.** Método de laboratorio para análisis químico.

| Parámetros | Métodos | EPA |
|---|---|---|
| Aluminio, boro, bario, hierro, cadmio, cromo, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, sodio, níquel, plomo y zinc | Espectrofotometría de absorción atómica | EPA 200.7 |

***Fuente:*** Reglamento de la calidad de agua para consumo humano.

La metodología usada se basó en los métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos de América. Los resultados obtenidos están dentro del intervalo de confianza del 95%.

**d) Análisis microbiológicos**

El laboratorio de la DESA utilizó los métodos que se menciona a continuación:

**Tabla 8.** Método de laboratorio para análisis microbiológico.

| Parámetros | Métodos | NTP |
|---|---|---|
| **Coliformes Totales** | Filtración por membrana | NTP 214.031 |
| **Coliformes Termo tolerantes** | Filtración por membrana | NTP 214.032 |

***Fuente:*** Reglamento de la calidad de agua para consumo humano.

### 3.1.5.6. Toma de muestras

Las muestras para el análisis físico, químico y microbiológico fueron colectadas y preservadas siguiendo la metodología implementada en la NTP 214.005 y la NTP ISO 5667-3.

**a) Análisis físico:** Antes de ir al campo se realizó el rotulado de los envases para el muestreo, utilizando plumón indeleble, con la finalidad de que no se borre. La

información básica registrada en el etiquetado es principalmente: punto de muestreo, hora de muestreo, fecha, nombre del muestreador, tipo de análisis a realizar.

Las muestras de agua para los análisis físicos fueron colectadas en frascos de plásticos de 1 L. y preservados a bajas temperaturas en termos con hielo, luego fueron llevadas al laboratorio de DESA para su inmediato análisis.

**b) Análisis químico:** Antes de ir al campo se pegó en los envases para el muestreo las etiquetas que contenían información sobre: punto de muestreo, hora de muestreo, fecha, nombre del muestreador, tipo de análisis a realizar.

Luego se colecto un litro por muestra enfrasco de plástico de 1 L. Las muestras fueron preservadas inmediatamente con 1 ml de ácido nítrico ($HNO_3$) concentrado y transportadas al Laboratorio de Control Ambiental de la DIGESA en Lima, en termos con hielo.

**c) Análisis microbiológicos:** Antes de ir al campo se realizó el rotulado de los envases para el muestreo, utilizando plumón indeleble, con la finalidad de que no se borre. La información básica registrada en el etiquetado es principalmente: punto de muestreo, hora de muestreo, fecha, nombre del muestreador, tipo de análisis a realizar.

Las muestras de agua para los análisis microbiológicos fueron colectadas en frascos de vidrio con capacidad de 1L y preservadas a bajas temperaturas en termos con hielo, luego fueron llevadas al laboratorio de DESA para su inmediato análisis.

### 3.1.6. Diseño estadístico.

El estudio corresponde a la estadística descriptiva. El análisis estadístico consistió en el cálculo de la medida de tendencia central: media aritmética; y de dispersión: desviación estándar y valores

extremos de los valores obtenidos de los parámetros en los 3 muestreos de agua para el análisis e interpretación de los resultados. Para ello, se utilizaron dos herramientas de softwares especiales para el procesamiento y síntesis de los datos: programa estadístico SPSS V.22 y el Microsoft Office Excel 2013.

Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos como: conductividad, temperatura, pH sólidos disueltos totales, turbidez, cloro residual libre, coliformes totales y coliformes termotolerantes, fueron expresadas en medidas de tendencia central (media aritmética) y de dispersión (desviación estándar y valores extremos).

Los parámetros de metales pesados: aluminio, boro, bario, cadmio, cromo, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, sodio, níquel, plomo y zinc, fueron expresados en su único valor porque solo se realizó un análisis en la salida de la infraestructura del reservorio.

Para el análisis de la muestra de metales pesados no se utilizó ningún método estadístico con nivel de significancia por los siguientes motivos:

- ✓ Al realizar un único muestreo no se puede usar un método estadístico con nivel de significancia puesto que se necesitarían realizar dos o más muestreos.
- ✓ El costo de análisis de un único muestreo de todos los parámetros por los 2 pozos fue costoso.
- ✓ El estudio es básicamente no experimental puesto que los análisis de las muestras de agua para metales pesados se realizaron en dos laboratorios pertenecientes al estado, lo que involucra que los resultados que se obtuvieron de un solo muestreo son precisos.

### 3.1.7. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

#### 3.1.7.1. Materiales y equipos

- Tablero, tamaño INEN A4.
- Materiales de escritorio.
- Cámara digital.

- GPS (Marca: Garmin, Modelo: Etrex 20x)
- Equipos y materiales de laboratorio para análisis físicos, químicos y microbiológicos:
  - ✓ Incubadora (Marca: Mermmert, Modelo: BM 400).
  - ✓ Horno (Marca: Mermmert, Modelo: INB 500).
  - ✓ Balanza analítica (Marca: PCE, Modelo:LS-500, calibración interna).
  - ✓ Destilador de agua (Marca: Dalvo, Modelo: DTRA/6).
  - ✓ Equipo de filtración de membrana, incluye: embudo, frasco matraz para filtración, bomba manual, mangueras, pinzas de acero inoxidable.
  - ✓ Estufa (Marca: San Jor, Modelo: SL30CDB, Capacidad: 36 L).
  - ✓ Bomba de vacío (Marca: Kartell, Modelo: Manual).
  - ✓ Baño de María (Marca: Mennert, Modelo: ENB/WNE/WPE).
  - ✓ Refrigeradora.
  - ✓ Autoclave (Marca: Figursa, Modelo: AVA 3060, Rango de presión: Hasta 30PSI, Rango de temperatura: hasta 135 Cº).
  - ✓ Contador de colonias (Marca: WTW, Modelo: BZG 40).
  - ✓ Tubos de Nessler – Bureta (Capacidad: 50 ml).
  - ✓ Erlenmeyer (Capacidad: 300 ml).
  - ✓ Probeta (Capacidad: 100 ml).
  - ✓ Vasos de precipitación (Capacidad: 250 ml).
  - ✓ Fiola (Capacidad: 250 ml).
  - ✓ Pipeta (Capacidad: 10 ml).
  - ✓ Bureta (Capacidad: 10 ml).

- ✓ Placas Petri (Capacidad: 55 mm de diámetro y 14,2 mm de altura).
- ✓ Cápsulas de porcelana (Capacidad: 1000 ml).
- ✓ Insumos de laboratorio: Agar plate count, caldo brilla, caldo lauril sulfato triptosa, caldo MFC, AGAR MFC, DPD en polvo para cloro libre en muestras de 5 ml, $KO_2PtCl_6$, $CoCl_26H_2O$, HCl, reactivo para hierro.

- Equipos portátiles para medición de parámetros de campo:
  - ✓ pH metro (Marca: Numak, modelo PPZ-4, Calibración de Ph: 2 puntos).
  - ✓ Turbidímetro digital portátil (Marca: Hanna, modelo HI 93703, Calibración automática: precisa por debajo de 1 NTU)
  - ✓ Conductímetro portátil (Marca: Hanna, modelo HI 8733, Calibración manual: 1 punto, a través de TDS mando)
  - ✓ Colorímetro portátil digital (Marca: Hanna, modelo HI 96785)
- Muestreadores: Frascos de vidrio de 250 ml con tapa rosca, esterilizables; y frascos de plástico de 1litro, con tapa rosca o hermética.
- Neveras de icopor o poliuretano con bolsas de hielo para mantener una temperatura cercana a 4°C.
- Preservante para muestras: ácido nítrico ($HNO_3$).

**3.1.7.2. Herramientas**.

- Guías de entrevistas (ver anexo 5).
- Mapas del distrito (Ver anexo 1).
- Formulario de levantamiento de datos en campo (Ver anexo 7).

### 3.1.7.3. Programas (Software)

Los puntos de muestreo fueron georreferenciados con un GPS Garmin, configurado con el sistema de coordenadas cartográficas WGS 84 (Sistema Geodésico Mundial, 1984), con una precisión de 5 metros y se procedió a descargar la información registrada con el GPS mediante el Software Mapsource, haciendo uso de procesadores de textos, hojas de cálculos bases de datos y ArcGIS 10.0 del cual se obtuvieron los datos DEM SRTM en el entorno del Software Global Mapper 13.0, con un ordenador conectado al internet.

# CAPITULO IV

## 4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1.1. Resultados

#### 4.1.1.1. Análisis de la calidad de agua.

**Tabla 9.** Resultados de los análisis microbiológico y fisicoquímico del pozo de abastecimiento N° 01 del AA.HH. Señor de los Milagros.

| PARÁMETROS ANALIZADOS | UNIDADES | REPETICIÓN 01 | REPETICIÓN 02 | REPETICIÓN 03 | LMP (*) |
|---|---|---|---|---|---|
| **Coliformes Totales** | UFC/100 ml | 1 | 5 | <1 | **<1** |
| **Coliformes Termo tolerantes** | UFC/100 ml | <1 | 1 | <1 | **<1** |
| **Conductividad** | µS/cm | 322 | 469 | 288 | **1 500** |
| **Sólidos Disueltos Totales** | mg/L | 225 | 224 | 201 | **1 000** |
| **Turbiedad** | UNT | 4,51 | 2,85 | 0,12 | **5** |
| **pH** | Valor de pH | 8,36 | 8,52 | 8,56 | **6,5 – 8,5** |
| **Temperatura** | °C | 28,4 | 28,6 | 27,7 | **ND** |
| **Cloro Residual Libre** | mg/L | 0 | 0 | 0 | **> 0,5** |

**Tabla 10.** Resultados de los análisis microbiológico y fisicoquímico del pozo de abastecimiento N° 02 del AA.HH. Señor de los Milagros

| PARÁMETROS ANALIZADOS | UNIDADES | REPETICIÓN 01 | REPETICIÓN 02 | REPETICIÓN 03 | LMP (*) |
|---|---|---|---|---|---|
| **Coliformes Totales** | UFC/100 ml | <1 | 5 | 2 | **<1** |
| **Coliformes Termo tolerantes** | UFC/100 ml | <1 | 1 | <1 | **<1** |
| **Conductividad** | µS/cm | 277 | 469 | 325 | **1 500** |
| **Sólidos Disueltos Totales** | mg/L | 194 | 224 | 227 | **1 000** |
| **Turbiedad** | UNT | 0,56 | 2,85 | 4,11 | **5** |
| **pH** | Valor de pH | 8,52 | 8,52 | 8,30 | **6,5 – 8,5** |
| **Temperatura** | °C | 28,2 | 28,6 | 27,6 | **ND** |
| **Cloro Residual Libre** | mg/L | 0 | 0 | 0 | **> 0,5** |

**Nota 1:** En los resultados Microbiológicos, un resultado "< 1" es equivalente a "0" indicando como LMP en el D.S N° 031-2010-SA.
**Nota 2:** (*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031 - 2010 - SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo I y II.

**Tabla 11.** Resultados de los análisis de metales pesados de los pozos de abastecimiento N° 01 y N° 02 del AA.HH. Señor de los Milagros

| PARÁMETROS ANALIZADOS | UNIDADES | POZO N°01 | POZO N°02 | LMP (*) |
|---|---|---|---|---|
| **ALUMINIO** | mg Al $L^{-1}$ | 0,13 | 0,16 | **0,2** |
| **BORO** | mg B $L^{-1}$ | 0,04 | 0,12 | **1 500** |
| **BARIO** | mg Ba $L^{-1}$ | 0,053 | 0,051 | **0,7** |
| **CADMIO** | mg Cd $L^{-1}$ | <0,0005 | <0,0005 | **0,03** |
| **CROMO** | mg Cr $L^{-1}$ | <0,001 | 0,001 | **0,05** |
| **COBRE** | mg Cu $L^{-1}$ | 0,011 | 0,010 | **2,0** |
| **HIERRO** | mg Fe $L^{-1}$ | 0,342 | 0,261 | **0,3** |
| **MANGANESO** | mg Mn $L^{-1}$ | 0,028 | 0,017 | **0,4** |
| **MOLIBDENO** | mg Mo $L^{-1}$ | 0,002 | <0,002 | **0,07** |
| **SODIO** | mg Na $L^{-1}$ | 23,6 | 23,6 | **200** |
| **NÍQUEL** | mg Ni $L^{-1}$ | <0,005 | <0,005 | **0,02** |
| **PLOMO** | mg Pb $L^{-1}$ | <0,007 | <0,007 | **0,01** |
| **ZINC** | mg Zn $L^{-1}$ | 0,025 | 0,041 | **3** |

**Nota:** (*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031 - 2010 - SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

#### 4.1.1.2. Resultados microbiológicos

En los resultados obtenidos de los pozos de abastecimiento N° 01 y N° 02 del Asentamiento Humano Señor de los Milagros exceden lo establecido en el reglamento de la calidad del agua para consumo humano (D.S. N° 031 - 2010 – SA), a excepción de los coliformes totales de la repetición 03 del pozo Nº 01 y repetición 01 del pozo Nº 02, los cuales no sobrepasan los LMP; y respecto a coliformes termotolerantes sólo la repetición 02 de los pozos Nº 01 y Nº 02, sobrepasan los LMP.

**Coliformes totales y termo tolerantes**

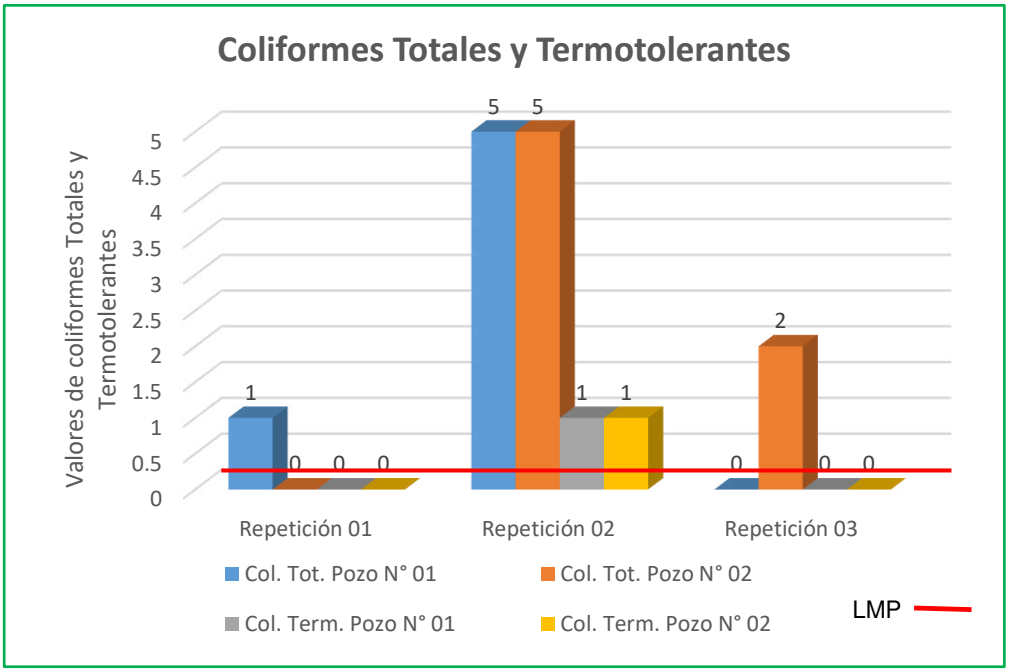



**Figura 10.** Determinación de los parámetros microbiológicos

### 4.1.1.3. Resultados fisicoquímicos.

En los resultados obtenidos de los pozos de abastecimiento N° 01 y N° 02 del AA.HH. Señor de los Milagros se obtuvo que los parámetros fisicoquímicos que se suministra de este sistema no es apto para el consumo humano, por no contar con cloro residual libre de acuerdo a lo indicado en la norma técnica sanitaria DS. N° 031 - 2010 - SA.: Reglamento de la calidad del agua para consumo humano (ver figura 16).

También se puede observar en la figura 13, que los resultados de turbiedad en la repetición 01 del pozo Nº 01 y la repetición 03 del pozo Nº 02 posee altos niveles, debido a la ausencia de una tapa sanitaria y el inadecuado mantenimiento de la misma (ver anexos 3 y 4).

## Conductividad

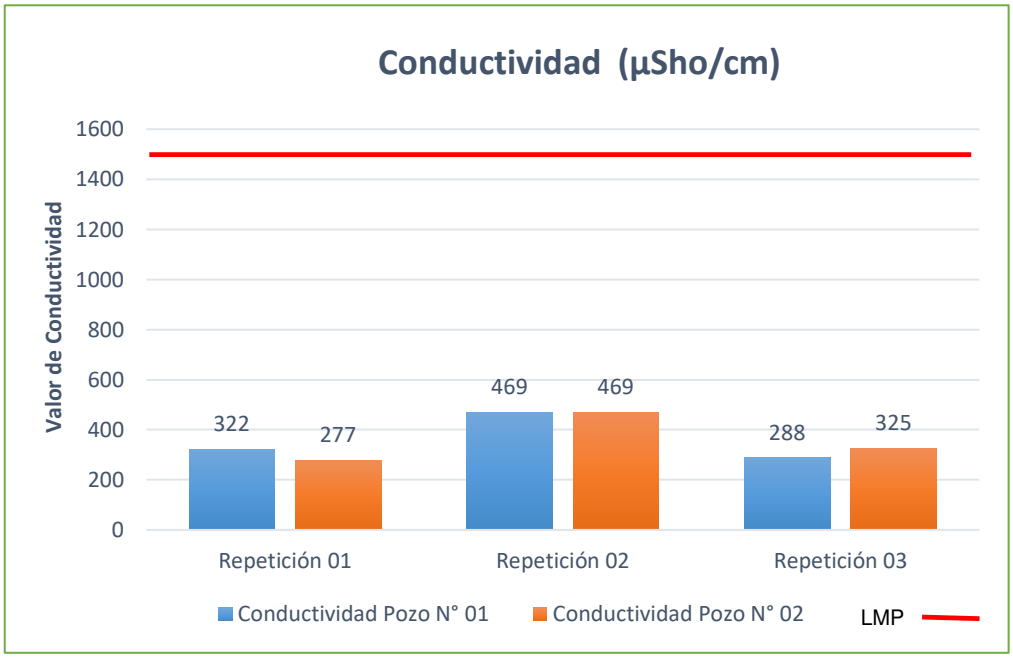



**Figura 11.** Determinación de conductividad

## Sólidos totales disueltos ($mgL^{-1}$)

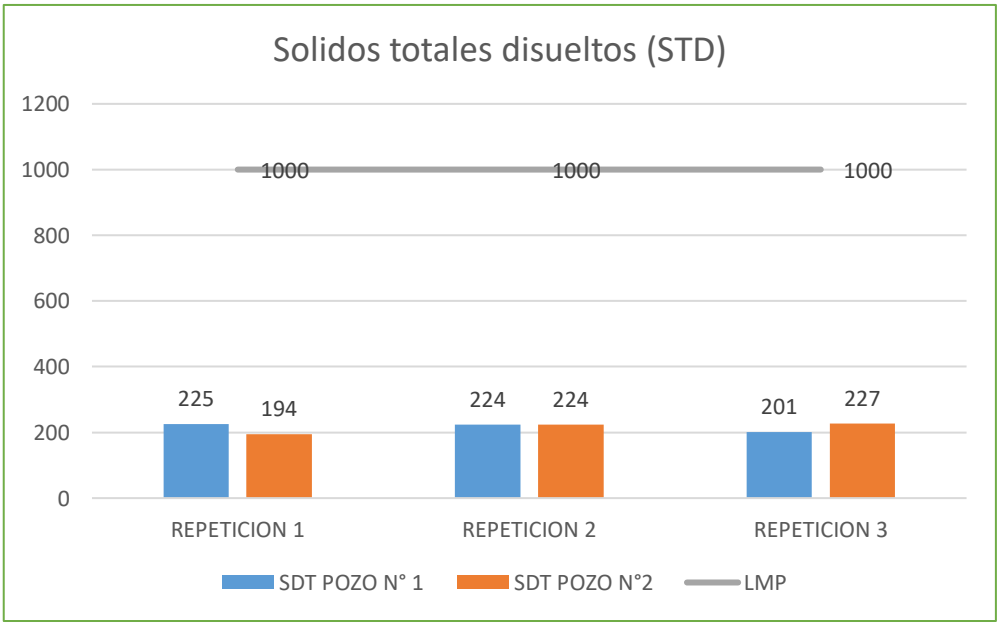



**Figura 12.** Determinación de sólidos totales disueltos

**Turbiedad (UNT)**

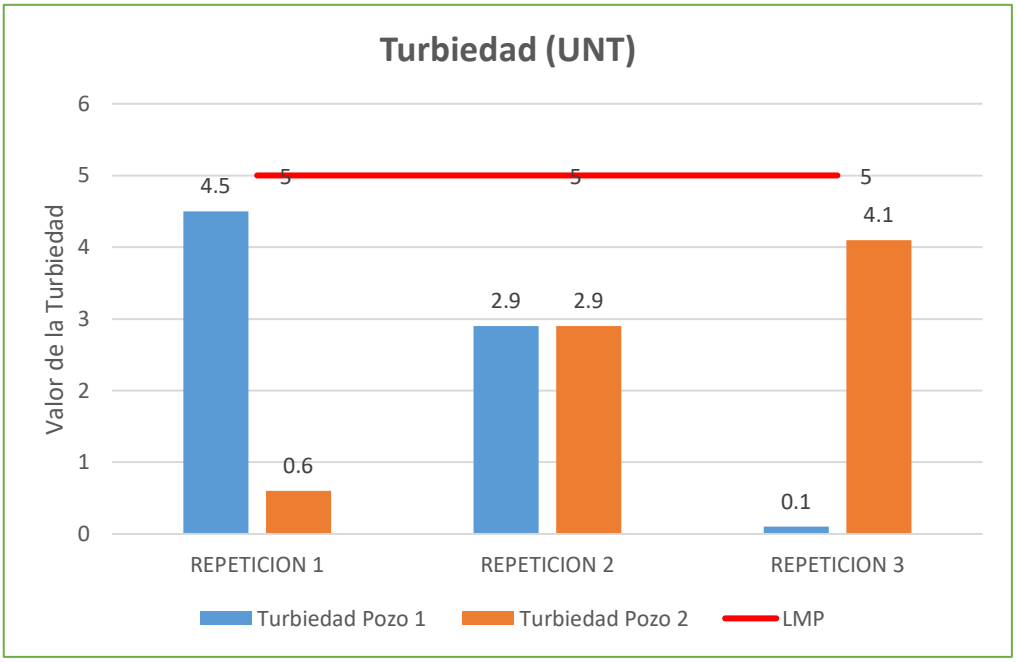



**Figura 13.** Determinación de la Turbiedad

**Potencial de hidrógeno (pH)**

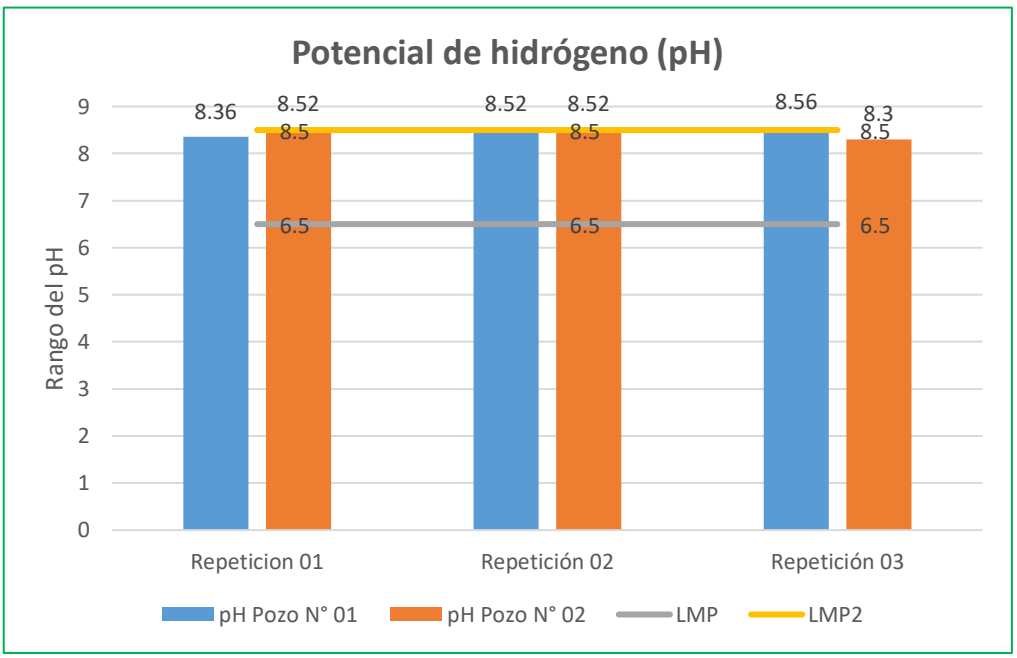



**Figura 14.** Determinación de Potencial de Hidrógeno

**Temperatura (°C)**

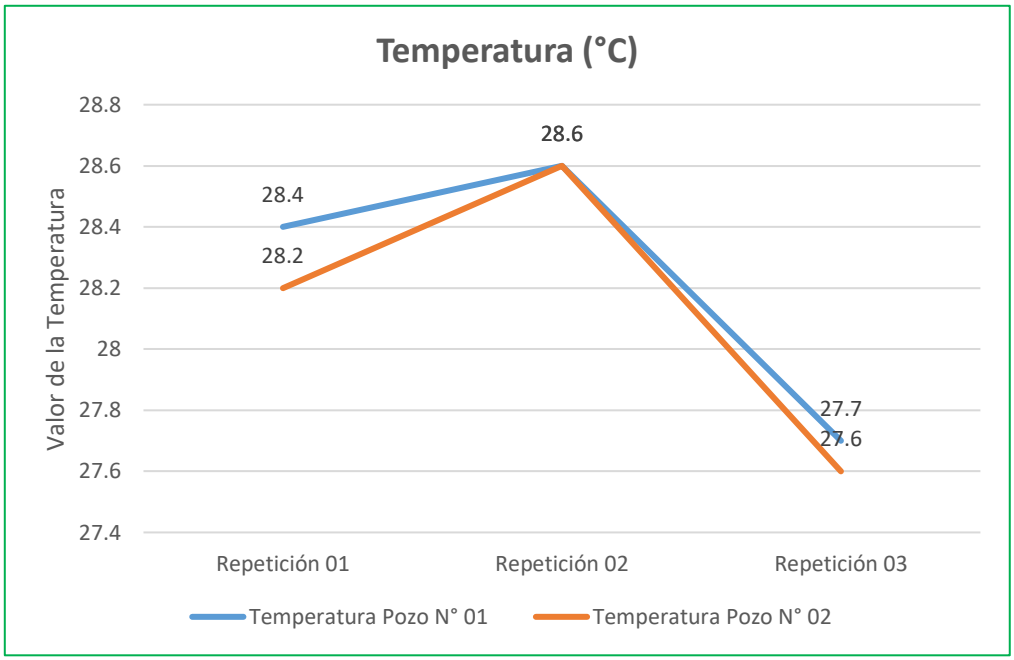



**Figura 15.** Determinación de la Temperatura

**Cloro residual libre (mg/L)**

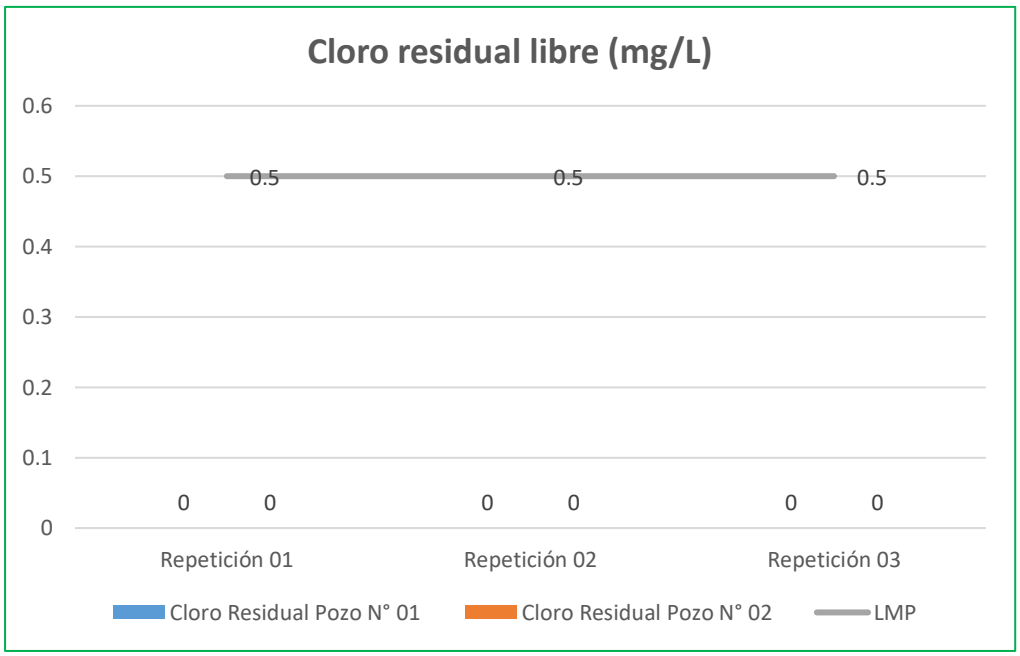
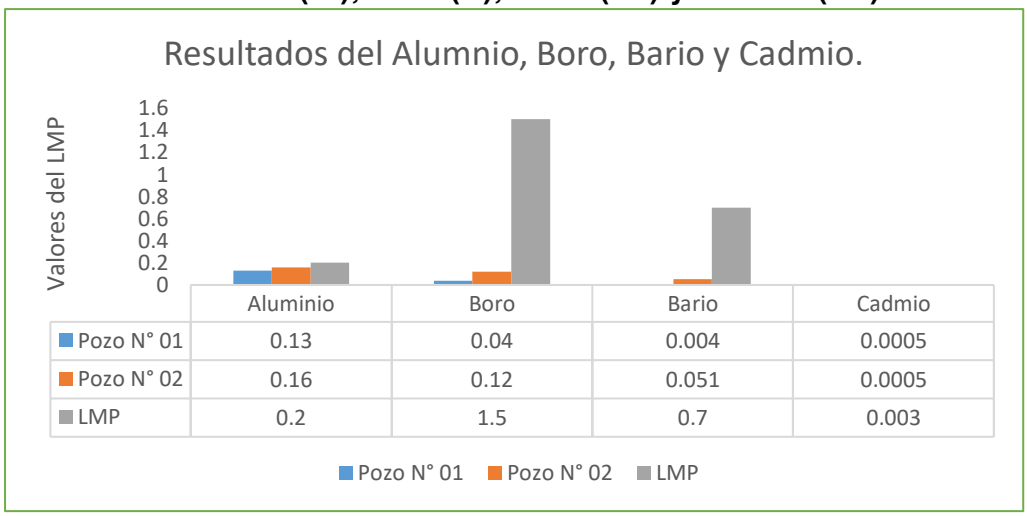



**Figura 16.** Determinación del cloro residual libre

### 4.1.1.4. Resultados de metales pesados

En los resultados obtenidos de los pozos de abastecimiento N° 01 y N° 02 del AA. HH. Señor de los Milagros se obtuvo que los parámetros de metales pesados no superan los LMP establecidos en el reglamento de la calidad del agua para consumo humano (DS. N° 031 - 2010 – SA), a excepción del hierro cuyos valores obtenidos se encuentran en un rango de 0,261 mg Fe $L^{-1}$ a 0,342 mg Fe $L^{-1}$, encontrándose por encima de los LMP.

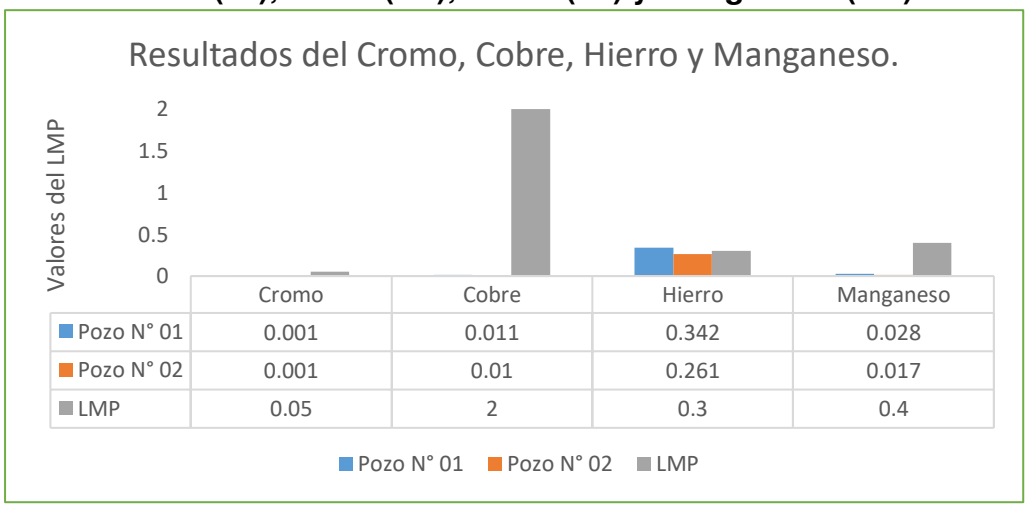
**Aluminio (Al), boro (B), bario (Ba) y cadmio (Cd)**




| | Aluminio | Boro | Bario | Cadmio |
|---|---|---|---|---|
| Pozo N° 01 | 0.13 | 0.04 | 0.004 | 0.0005 |
| Pozo N° 02 | 0.16 | 0.12 | 0.051 | 0.0005 |
| LMP | 0.2 | 1.5 | 0.7 | 0.003 |

**Figura 17**. Determinación del Aluminio, Boro, Bario y Cadmio

**Cromo (Cr), cobre (Cu), hierro (Fe) y manganeso (Mn)**




| | Cromo | Cobre | Hierro | Manganeso |
|---|---|---|---|---|
| Pozo N° 01 | 0.001 | 0.011 | 0.342 | 0.028 |
| Pozo N° 02 | 0.001 | 0.01 | 0.261 | 0.017 |
| LMP | 0.05 | 2 | 0.3 | 0.4 |

**Figura 18.** Determinación del Cromo, Cobre, Hierro y Manganeso

**Molibdeno (Mo), níquel (Ni), plomo (Pb)**

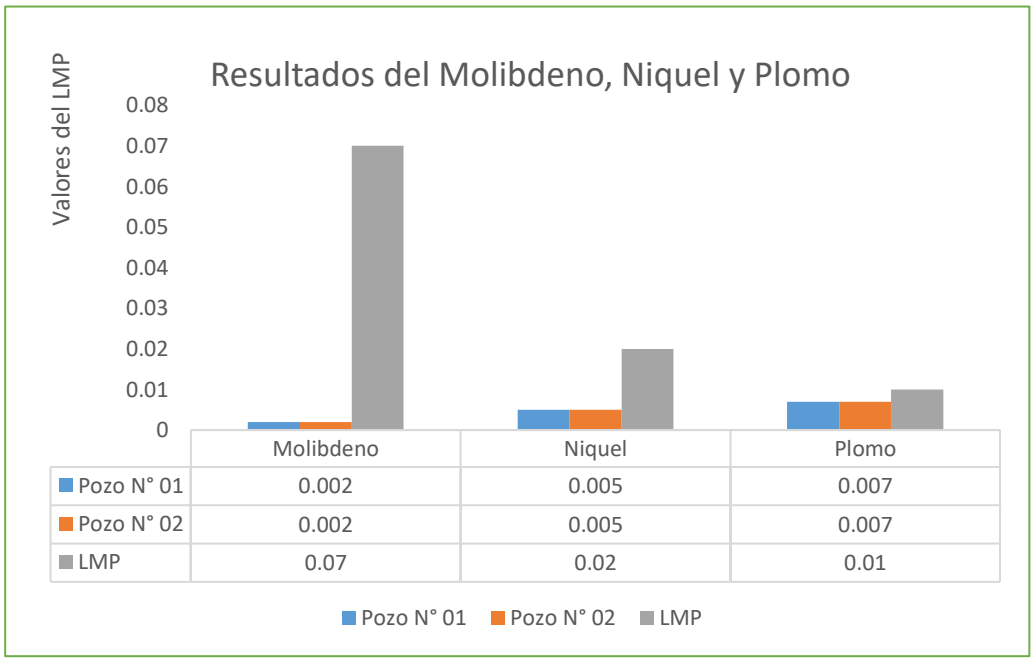



**Figura 19.** Determinación del Molibdeno, Níquel y Plomo

**Sodio (Na) y Zinc (Zn)**

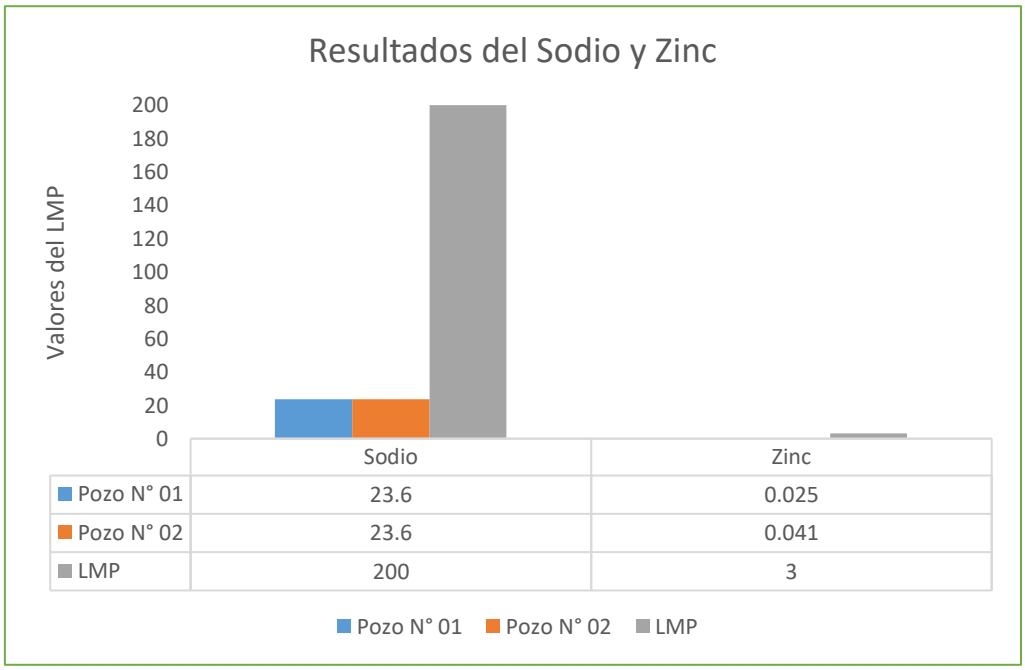



**Figura 20.** Determinación del Sodio y Zinc

.

### 4.1.2. Análisis estadístico físico químico y microbiológico

#### 4.1.2.1. Pozo N° 01 del AA.HH. Señor de los Milagros

**Tabla 12**. Prueba de desviación estándar para el pozo de abastecimiento N° 01 del AA. HH. Señor de los Milagros.

| ESTADISTICA DESCRIPTIVA (DESVIACIÓN ESTÁNDAR) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **INDICADORES** | N° de Repeticiones Pozo N° 01 | Mínimo | Máximo | Media | **Desviación estándar** | **LMP** |
| **Coliformes Totales** | 3 | 0 | 5 | 2,00 | **2,646** | **<1** |
| **Coliformes Termo tolerantes** | 3 | 0 | 1 | 0,33 | **0,577** | **<1** |
| **Conductividad** | 3 | 288 | 469 | 359,67 | ***96,199*** | **1 500** |
| **Sólidos Disueltos Totales** | 3 | 201 | 225 | 216,67 | ***13,576*** | **1 000** |
| **Turbiedad** | 3 | 0,12 | 4,51 | 2,49 | ***2,216*** | **5** |
| **pH** | 3 | 8,36 | 8,56 | 8,48 | **0,105** | **6,5 – 8,5** |
| **Temperatura** | 3 | 27,7 | 28,6 | 28,23 | **0,472** | **ND** |
| **Cloro** | 3 | 0 | 0 | 0 | **0** | **> 0,5** |
| **N° válido de repeticiones por lista** | | | 3 | | | |

En relación a los resultados obtenidos del pozo Nº 01 tenemos:

- La desviación estándar de la conductividad posee un valor elevado, debido a que la variación entre la repetición N° 02 es mayor con respecto a las repeticiones Nº 01 y Nº 03 (ver figura 11).
- La desviación estándar de los sólidos totales disueltos posee un valor elevado, debido a que la variación de la repetición N° 01 es mayor con respecto a las repeticiones Nº 02 y Nº 03 (ver figura 12).
- La desviación estándar de la turbiedad posee un valor elevado, debido a que la variación de la repetición N° 01 es mayor con respecto a las repeticiones Nº 02 y Nº 03, y es el más cercano a superar el LMP establecido en el reglamento

de la calidad del agua para consumo humano (D.S. 031 - 2010 - S.A) (ver figura 13).

#### 4.1.2.2. Pozo N° 02 del AA. HH. Señor de los Milagros

**Tabla 13.** Prueba de desviación estándar para el pozo de abastecimiento N° 02 del AA. HH. Señor de los Milagros

| ESTADISTICA DESCRIPTIVA (DESVIACIÓN ESTÁNDAR) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **INDICADORES** | N° de Repeticiones Pozo N° 02 | Mínimo | Máximo | Media | **Desviación estándar** | **LMP** |
| **Coliformes Totales** | 3 | 0 | 5 | 2,33 | **2,517** | **<1** |
| **Coliformes Termo tolerantes** | 3 | 0 | 1 | 0,33 | **0,577** | **<1** |
| **Conductividad** | 3 | 277 | 469 | 357 | ***99,92*** | **1 500** |
| **Sólidos Disueltos Totales** | 3 | 194 | 227 | 215 | **1,824** | **1 000** |
| **Turbiedad** | 3 | 0,56 | 4,11 | 25,067 | ***179,973*** | **5** |
| **pH** | 3 | 8,30 | 8,52 | 8,446 | **0,127** | **6,5 – 8,5** |
| **Temperatura** | 3 | 27,6 | 28,6 | 28,133 | **0,503** | **ND** |
| **Cloro** | 3 | 0 | 0 | 0 | **0** | **> 0,5** |
| **N° válido de repeticiones por lista** | | | 3 | | | |

Respecto a los resultados estadísticos obtenidos del pozo Nº 02 tenemos que:

- La desviación estándar de la conductividad posee un valor elevado, debido a que la variación entre la repetición N° 02 es mayor con respecto a las repeticiones Nº 01 y Nº 03 (ver figura 11).
- La desviación estándar de la turbiedad posee un valor elevado, debido a que la variación de la repetición N° 03 es mayor con respecto a las repeticiones Nº 01 y Nº 02, y es el más cercano a superar el LMP establecido en el reglamento de la calidad del agua para consumo humano (D.S. 031 - 2010 - S.A) (ver figura 13).

## 4.2. DISCUSIÓN

En este estudio se evaluaron las características microbiológicas, fisicoquímicas y metales pesados para determinar la calidad del agua que consume la población del asentamiento humano Señor de los Milagros.

### 4.2.1. Parámetros microbiológicos

En cuanto a los parámetros microbiológicos, se evaluaron los coliformes totales y termotolerantes, ya que estos se encuentran relacionados con la transmisión de patógenos.

#### 4.2.1.1. Coliformes Totales

En la figura 10, se muestra los resultados de las 3 repeticiones realizados a los pozos Nº 01 los valores se encuentran por encima de los LMP establecidos para agua de consumo humano, siendo en las repeticiones número 2 donde se registró el valor más alto (5 UFC/100 ml); cuya profundidad del pozo es de 90 m y un tiempo de antigüedad de 16 años; como fuente de contaminación se identificaron 2 letrinas y la ausencia de una tapa sanitaria sobre el pozo tubular el cual estaría permitiendo el ingreso de vectores (roedores, cucarachas). Asimismo en la figura 10, se muestran los resultados de las 3 repeticiones realizadas al pozo Nº 02 y los valores se encuentran por encima de los LMP establecidos para agua de consumo humano, donde las repeticiones número 2 y 3 se registraron los valores más alto que oscilan entre 2 UFC/100 ml y 5 UFC/100 ml; cuya profundidad del pozo es de 120 m. y una antigüedad de 8 años; como fuente de contaminación se evidenció la ausencia de limpieza de la tapa sanitaria del pozo tubular el cual estaría permitiendo el ingreso de vectores (roedores, cucarachas).

Estos resultados mostrados en la figura 10, coinciden con lo mencionado por Espinoza, J (2007), quién registró valores similares al estudio reportando en el pozo 676 de Villa El Salvador P-5 la presencia de coliformes totales con 5

UFC/100 ml, siendo la profundidad del pozo 80 m. con un tiempo de antigüedad de 7 años y se ubica aguas arriba del área del cementerio “Parques del Paraíso”; asimismo, afirma que la presencia de coliformes totales en el pozo 9, es debido a menor profundidad y mayor antigüedad, esto coincide y fue corroborado por Apolinario, B & Araujo M (2018), quienes mencionan que a mayor profundidad menor presencia de coliformes y a menor profundidad mayor presencia de coliformes.

#### 4.2.1.2. Coliformes termotolerantes

En la figura 10, se muestran los resultados de los coliformes termotolerantes o fecales, evaluados en 3 repeticiones realizados a los pozos Nº 01 y Nº 02, estos valores no se encuentran por encima de los LMP establecidos en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano, a excepción de la repetición número 2 de los pozos Nº 01 y Nº 02, los cuales sí sobrepasan los LMP. Guimaraes, L (2014), menciona que esto se debe a que en los A.A.H.H no existe un sistema de desagüe y el uso de letrinas causan alteraciones en la composición microbiológica de la calidad de agua y la vuelve no apta para el consumo humano, esto es corroborado por Talavera, M (2018), quien menciona que al no contar con el servicio de saneamiento, hacen uso de letrinas perforadas cuya profundidad es de aproximadamente 3m. y sumado a ello las condiciones inadecuadas de mantenimiento de las mismas, influye en la presencia de los coliformes fecales.

### 4.2.2. Parámetros fisicoquímicos

En cuanto a las características fisicoquímicos, se evaluaron pH, conductividad, temperatura, turbiedad, sólidos suspendidos totales, cloro residual.

#### 4.2.2.1. Conductividad.

En la figura 11, se puede apreciar que la conductividad presente en las muestras de agua de los pozos de abastecimiento tomadas en los 02 pozos es menor de 1 500 µS/cm, valor considerado por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: DS. Nº 031-2010-SA como el máximo admitido para agua potable, estos oscilaron entre 277 µS/cm y 469 µS/cm. Esto coincide con los valores obtenidos por Guimaraes, L (2014) los cuales oscilan entre 59 y 441 µS/cm y hace mención que la conductividad en el agua subterránea se asocian a los iones disueltos presentes tales como: $HCO^{-}_{3}$, $Cl^{-}$, $SO_{4}^{-2}$, $NO_{3}$, $K^{+}$, $Na^{+}$, $Mg^{+}_{2}$, y $Ca^{+}_{2}$ , los que pueden agruparse y tratarse como sólidos totales disueltos (STD), Talavera, M (2018), hace referencia que la concentración de STD guarda estrecha relación con la conductividad del agua, y corroborado por Apolinario, B & Araujo M (2018) quienes mencionan que la conductividad del agua es directamente proporcional a la concentración de solidos totales disueltos, esta dependencia se observa en la correlación de mayor conductividad mayor presencia de STD.

#### 4.2.2.2. Sólidos Totales Disueltos (STD).

En la figura 12, se puede apreciar que los STD de los pozos muestreados (194 – 227 mg/L) se encuentran en concentraciones menores a 1 000 mg/L, los cuales son bajos en referencia a los límites máximos admitidos por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: DS. Nº 031-2010-SA, esto es corroborado por Guimaraes, L (2014) quien menciona que los efectos relevantes de los sólidos en el agua es el sabor si se presentan en altas concentraciones, y otorgan un sabor insípido en niveles extremadamente bajos; de ahí surge que cuando hay menos de 300 mg/L se consideran aguas de un excelente estado para el consumo humano, e inaceptables a mayores de 1,000

mg/L; asimismo Apolinario, B & Araujo M (2018) mencionan que la conductividad del agua es directamente proporcional a la concentración de solidos totales disueltos, esta dependencia se observa en la correlación de mayor conductividad, mayor presencia de STD.

#### 4.2.2.3. Turbiedad (UNT).

En la figura 13, se puede apreciar que los valores de turbidez en los pozos muestreados oscilan entre 0,12 UNT y 4,51 UNT los cuales son menores que el límite máximo establecido en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. Nº 031 - 2010-SA, 5 UNT (unidades nefelométricas). Se puede observar que el valor máximo es 4,51 UNT el cual se encuentra en el pozo Nº 01 de menor profundidad (90 metros), coincidiendo con Apolinario, B & Araujo M (2018) quienes mencionan que la turbiedad del agua es inversamente proporcional a la profundidad, esta dependencia se observa en la siguiente relación: a < profundidad > turbiedad con relación a > profundidad < turbiedad.

#### 4.2.2.4. Potencial de Hidrógeno (pH)

En la figura 14, se puede apreciar que los valores de los pozos muestreados tienen un pH que oscilaron de 8,30 a 8,56. Estos resultados se encuentran dentro del rango de los valores normales de pH establecidos en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: DS. Nº 031-2010-SA (6,5 a 8,5), a excepción de la repetición 03 del pozo N° 01 de 90 m de profundidad el valor máximo es 8.56, el cual sobrepasa el LMP; asimismo, se puede observar que el valor mínimo es 8,30 se encuentra en la repetición 03 del pozo Nº 02 de 120m. de profundidad el cual está dentro de los LMP, estos resultados difieren con Apolinario, B & Araujo M (2018) el cual mencionan que existe una relación de la profundidad con el

pH expresándose de la siguiente manera: a > profundidad > pH y a < profundidad < pH.

#### 4.2.2.5. Temperatura (°C)

En la figura 15, se puede apreciar que la temperatura medida en el agua subterránea osciló entre los 27,6 a 28,6° C. Este parámetro no tiene un valor establecido en el reglamento de calidad para agua de consumo humano. Talavera, M (2018) menciona que es importante su determinación debido a que influye en el crecimiento de microorganismo, esto coincide con la OMS' (2003) el cual manifiesta que la temperatura alta del agua potencia la proliferación de microorganismos y puede aumentar los problemas de sabor, olor, color y corrosión.

#### 4.2.2.6. Cloro residual

En la figura 16, se presentan resultados de cloro residual, donde se obtuvo el valor de 0,0 mg/l en ambos pozos (Nº 01 y Nº 02), lo cual explica la presencia de coliformes totales y termotolerantes debido a que ambos pozos no realizan ningún tipo de tratamiento para mejorar la calidad de agua, por lo que se convierte en un factor que permite la proliferación de microorganismos patógenos, esto es corroborado por Salvador, M & Sandoval, L (2014) quienes mencionan que los pozos que no reciben ningún tipo de desinfección, son un riego para la salud pública, ya que no cumplen con lo establecido con el reglamento de calidad de agua para consumo humano (D.S. Nº 031-2010-SA), que establece un nivel máximo de cloro residual de 0,5 mg/l.

### 4.2.3. Parámetros de metales pesados

En cuanto a las características fisicoquímicos, se evaluaron aluminio, boro, bario, cadmio, cromo, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, níquel, plomo, sodio y zinc.

#### 4.2.3.1. Aluminio (Al), Boro (B), Bario (Ba), y Cadmio (Cd)

En la figura 17, se puede apreciar que las concentraciones de Al, B, Ba y Cd en el agua subterránea de los pozos Nº 01 y Nº 02 están por debajo del LMP establecidos en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: DS. Nº 031-2010-SA, esto nos india que el agua potable no está contaminada con aluminio, boro, bario y cadmio, y no son un riesgo para la salud pública del Asentamiento Humano Señor de los Milagros que se abastece de estos pozos.

El aluminio está presente en los 2 pozos muestreados y las concentraciones se encuentra entre 0,13 $mgL^{-1}$ y 0,16 $mgL^{-1}$ a una profundidad de 90m y 120m respectivamente, esto demuestra que la profundidad es directamente proporcional al aluminio: a > profundidad > Al y a < profundidad < Al; esto difiere con los resultados obtenidos de Salvador, M & Sandoval, L (2014) en el cual las concentraciones de Al oscilan entre 0,010 $mgL^{-1}$ y 1,893 $mgL^{-1}$ a una profundidad de 70m y 4m respectivamente, la profundidad es inversamente proporcional al aluminio.

El boro está presente en los 2 pozos muestreados y las concentraciones se encuentran entre 0,04 $mgL^{-1}$ y 0,12 $mgL^{-1}$ a una profundidad de 90m y 120m respectivamente, esto demuestra que la profundidad es directamente proporcional al aluminio: a > profundidad > B y a < profundidad < B.

El bario está presente en los 2 pozos muestreados y las concentraciones se encuentran entre 0,004 $mgL^{-1}$ y 0,051 $mgL^{-1}$ a una profundidad de 90m y 120m respectivamente, esto demuestra que la profundidad es directamente proporcional al aluminio: a > profundidad > Ba y a < profundidad < Ba; Canepa, L (2004) menciona que la contaminación del agua por bario puede provenir principalmente de los residuos de perforaciones, de efluentes de refinerías metálicas o de la erosión de depósitos naturales.

El cadmio está presente en los 2 pozos muestreados y las concentraciones se encuentran en el límite de 0,0005 $mgL^{-1}$ el cual está por debajo del LMP establecidos en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: DS. Nº 031-2010-SA; esto coincide con los datos obtenidos por Salvador, M & Sandoval, L (2014) quien menciona que la concentración de Cd en el agua subterránea de los 10 pozos estudiados está por debajo de los límites de detección del método analítico (0,001 $mgL^{-1}$) y menciona que la exposición a niveles de cadmio superiores a 0,003 $mgL^{-1}$ por periodos cortos de tiempo, puede causar náuseas, vómitos, diarreas, calambres, daños al hígado y otros.

#### 4.2.3.2. Cromo (Cr), Cobre (Cu), Hierro (Fe), y Manganeso (Mn)

En la figura 18, Se puede apreciar que las concentraciones de Cr, Cu y Mn en el agua de los pozos muestreados están por debajo del LMP establecidos en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano, esto nos indica que el agua potable no está contaminada con cromo, cobre y manganeso, y no son un riesgo para la salud pública del AA.HH. Señor de los Milagros que se abastece de estos pozos, a excepción del hierro (Fe) en el pozo N°01, el cual sobrepasa los LMP.

Las concentraciones de cromo están presentes en los 2 pozos muestreados y las concentraciones se encuentran en el límite de 0,001 $mgL^{-1}$ el cual está por debajo del LMP establecidos en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: DS. Nº 031-2010-SA, esto coincide con los datos obtenidos por Salvador, M & Sandoval, L (2014) quien menciona que el Cr en el agua subterránea de los 10 pozos estudiados está por debajo del límite de detección del método analítico (0,05 $mgL^{-1}$) e indica que el agua potable no está contaminada con Cr ni es un riesgo para la salud pública de la población que se abastece de estos pozos.

Las concentraciones de cobre están presentes en los 2 pozos muestreados y las concentraciones se encuentra en el límite de 0,011 $mgL^{-1}$ y 0,01 $mgL^{-1}$ el cual está por debajo del LMP establecidos en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: DS. Nº 031-2010-SA, esto coincide con los datos obtenidos por Salvador, M & Sandoval, L (2014) quien menciona que los valores podrían estar asociados a que los residuos industriales son generalmente reciclados en la zona de estudio y existe poco ingreso de metales al vertedero, y a la buena capacidad de mitigación de los suelos.

El hierro está presente en los 2 pozos muestreados y la mayor concentración se encuentra en el pozo Nº 01 (0,342 $mgL^{-1}$), así mismo la mayor concentración de turbiedad 4,5 UTM, esto demuestra una relación directamente proporcional entre el hierro y la turbiedad: a > Fe >Turbiedad y a < Fe < turbiedad, el cual coincide con Apolinario, B & Araujo M (2018) al mencionar que existe una relación directamente proporcional de color, hierro y turbiedad los cuales guardan la siguiente relación a > color > hierro > turbiedad y a < color < hierro < turbiedad.

También se puede observar que el hierro está presente en los 2 pozos y en las concentraciones de 0,261 $mgFeL^{-1}$ y 0,342 $mgFeL^{-1}$ a una profundidad de 90m y 120m respectivamente, esto demuestra que la profundidad es inversamente proporcional al hierro: a > profundidad < Fe y a < profundidad > Fe, estos resultados coinciden con los resultados obtenidos por Apolinario, B & Araujo M (2018) en la tabla 5 de comparación de parámetros físico-químicos y microbiológicos de los 12 pozos estudiados se observa que la profundidad es inversamente proporcional al hierro: a > profundidad < Fe y a < profundidad > Fe.

Las concentraciones de manganeso encontrados en los pozos muestreados son bajas (0,028 $mgMnL^{-1}$ y 0,017 $mgMnL^{-1}$) a una profundidad de 90m y 120m respectivamente,

esto demuestra que la profundidad es inversamente proporcional al manganeso: a > profundidad < Mn y a < profundidad > Mn; esto es corroborado por Canepa, L (2004) quien menciona que la presencia del Mn no es común en el agua, pero cuando se presenta, por lo general está asociado al hierro.

#### 4.2.3.3. Molibdeno (Mo), Níquel (Ni), Plomo (Pb).

En la figura 19, se puede apreciar que las concentraciones de Mo, Ni y Pb en el agua de los pozos muestreados Nº 01 y Nº 02 del AA.HH. Señor de los Milagros están por debajo del LMP establecidos en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: DS. Nº 031-2010-SA. Esto nos indica que el agua potable no está contaminada con Molibdeno, Níquel y Plomo, y no son un riesgo para la salud pública del AA.HH. Señor de los Milagros que se abastece de estos pozos.

Las concentraciones de molibdeno encontrados son bajas, donde se obtuvo el valor de 0,002 $mgMnL^{-1}$ en ambos pozos (Nº 01 y Nº 02); asimismo el OMS, (2005) menciona que el molibdeno se encuentra de forma natural en el suelo y se utiliza en la fabricación de aceros especiales y en la producción de tungsteno y de pigmentos; ciertos compuestos de molibdeno se utilizan como aditivos lubricantes y en la agricultura, para prevenir la carencia de molibdeno en los cultivos.

Las concentraciones de níquel encontrados en los pozos muestreados son bajas, donde se obtuvo el valor de 0,005 $mgNi.L^{-1}$, en los pozos Nº 01 y Nº 02; asimismo el OMS, (2005) menciona que el níquel puede provenir de grifos recubiertos de níquel y cromo nuevos, y también pueden aparecer concentraciones bajas procedentes de tuberías y accesorios de acero inoxidable.

Las concentraciones de plomo encontrados en los pozos muestreados son bajas, donde se obtuvo el valor de <0,007

mgPb.$L^{-1}$ en los pozos Nº 01 y Nº 02; este resultado es similar a los obtenidos por Salvador, M & Sandoval, L (2014) quien encontró de los 10 pozos muestreados (tabla 11), en 6 de ellos se presentaron concentraciones menores al límite de detección del método (0,001 ml.$L^{-1}$ ) y en ninguno de ellos se reportaron concentraciones mayores al máximo permisible por el reglamento de calidad de agua para consumo humano: D.S. Nº031-2010-SA (0,01 ml.$L^{-1}$) y las mayores concentraciones fueron encontrados en los pozos 3 y 10 con 0,008 ml.$L^{-1}$ y 0,007 ml $L^{-1}$ respectivamente; además la (OMS, 2005) menciona que un exceso de plomo puede darse en el suministro del agua, pero la causa principal del exceso de plomo es el agua corrosiva en contacto con tejados pintados que contengan plomo o el uso de tuberías de plomo.

#### 4.2.3.4. Sodio (Na) y Zinc (Zn)

En la figura 20, se puede apreciar que las concentraciones de Na y Zn en el agua de los pozos muestreados Nº 01 y Nº 02 del AA.HH. Señor de los Milagros están por debajo del LMP establecidos en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: DS. Nº 031-2010-SA. Esto nos indica que el agua potable no está contaminada con sodio y zinc y no son un riesgo para la salud pública del AA.HH. Señor de los Milagros que se abastece de estos pozos.

Las concentraciones de sodio encontrados en los pozos muestreados son bajas, donde se obtuvo el valor de 23,6 mgNa$L^{-1}$ en ambos pozos. Esto nos indica que el agua potable no está contaminada con sodio y no es un riesgo para la salud pública del AA.HH. Señor de los Milagros que se abastece de estos pozos; esto coincide con lo mencionado por la (OMS, 2005) quien dice que Las sales de sodio (por ejemplo, el cloruro sódico) se encuentran en casi todos los alimentos (la principal fuente de exposición diaria) y en el agua de consumo, aunque las concentraciones de sodio en el agua

potable normalmente son inferiores a 20 mg/l, en algunos países pueden superar en gran medida esta cantidad.

Las concentraciones de Zinc encontrados en los pozos muestreados son bajas, donde se obtuvo el valor de 0,025 $mgZn.L^{-1}$ y 0,041 $mgZn.L^{-1}$, a una profundidad de 90 m y 120 m respectivamente, ; estos resultados tiene la siguiente relación directamente proporcional: a < profundidad < Zn y a > profundidad > Zn; estos resultados difieren con los obtenidos por Salvador, M & Sandoval, L (2014) quienes encontraron en los 10 pozos muestreados (tabla 11) concentraciones menores al máximo permisible por el reglamento de calidad de agua para consumo humano: D.S. Nº031-2010-SA (3 $ml.L^{-1}$), y la mayor concentraciones fue en el pozo Nº 10 (0,094 $mlZn.L^{-1}$ ) con 4 m de profundidad, y la concentración menor fue en el pozo Nº 9 (0,094 $mlZn.L^{-1}$ ) con 70 m de profundidad, teniendo la siguiente relación inversamente proporcional: a > profundidad < Zn y a < profundidad > Zn; asimismo la menciona que las concentraciones y distribución del Zn en el ambiente están relacionadas con la composición de la corteza terrestre y en muchos casos dependen de los factores de proximidad a la fuente que emitan este elemento.

# CAPITULO V

## 5.1. CONCLUSIONES

1. Se determinó que los parámetros fisicoquímicos no exceden los LMP establecidos en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031 – 2010 – SA; a excepción del cloro residual libre cuyo valor es 0 mg. $L^{-1}$, el cual nos indica que el agua no es apta para consumo humano por no contar con cloro residual libre, de acuerdo a lo establecido en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031 – 2010 – SA.

2. Se determinó que los parámetros microbiológicos de los pozos N° 01 y N° 02 exceden los LMP establecidos en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031 – 2010 – SA; asimismo la mayor presencia de coliformes totales se encontraron en la repetición 02, con 5 UFC/100 ml en los pozos N° 01 y N° 02; y la mayor presencia de coliformes Termotolerantes se encontraron también en la repetición 02, con 1 UFC/100 ml en los pozos N° 01 y N° 02.

3. Se determinó que los parámetros de los metales pesados de los pozos N° 01 y N° 02 no exceden los LMP establecidos en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031 – 2010 – SA. a excepción del Hierro (Fe) del pozo N° 01 el cual supera en 0,0342 mg Fe $L^{-1}$, con respecto al LMP; Este valor podría estar asociado a los niveles normales presentes en la naturaleza de la zona en estudio.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- A la junta directiva del comité de agua del asentamiento humano Señor de los Milagros se recomienda lo siguiente:

  - Disponer las medidas correctivas necesarias en forma inmediata para que el agua distribuida contenga valores de cloro residual igual o mayor de 0.5mg/L en la red de distribución.

  - Cumplir con sus obligaciones como proveedor tal como se indica el Artículo 50° del reglamento de calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031 – 2010 – SA.

  - Cumplir con efectuar los análisis de los Parámetros de Control Obligatorio (PCO), tal como lo establece el Artículo 63° del Reglamento de calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031 – 2010 – SA.

  - Eliminar las fuentes de contaminación como letrinas, o en su defecto que utilicen baños ecológicos secos, letrinas ecológicas, biodigestores con filtro, biodigestores con microorganismos o cualquier otro sistema amigable con el medio ambiente.

- A la municipalidad distrital de Yarinacocha, para que, a través de su área técnica municipal, cumpla con velar por la calidad de agua que consumen las poblaciones de los diferentes asentamientos humanos que se encuentran en las zonas urbanas del distrito, tal como está establecido en el Artículo 20° del reglamento de calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031 – 2010 – SA.

## REFERENCIAS


Apolinario, B & Araujo M (2018). Evaluación de la calidad del agua subterránea en 12 asentamientos humanos en los distritos de Callería y Yarinacocha, Provincia Coronel Portillo, Departamento Ucayali, 2017.

Banco Mundial, (2007). Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento. Esquema general de manejo de recurso hídrico subterráneo considera como primer componente el Reconocimiento Regional e Inventario de Pozos.

Calsin, K. (2016). Calidad física, química y bacteriológica de aguas subterráneas de consumo humano en el sector de Taparachi III de la ciudad de Juliaca, Puno.

Calixto, R. (2008). "Representaciones sociales del medio ambiente", Perfiles Educativos, vol. XXX, núm. 120, pp. 33-62.

Cánepa, L. (2004). Tratamiento de agua para consumo humano. Plantas de filtración rápida Manual: Teoría. Tomo I. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS/OPS).

Cerros, G. (2007). Un enfoque de gestión ambiental del recurso hídrico desde la perspectiva de la vulnerabilidad de acuíferos. Antiguo Cuscatlán, El Salvador.

Comité Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana. (1994). Norma Regional CAPRE. Primera edición Septiembre 1993; Revisada en marzo de 1994.

Collazo, M., & Montaño, J. (2002). Manual de Agua Subterránea. Montevideo – Uruguay: Denad Internacional S.A.

Custodio, E. & Lamas, M. (2001). Hidrológica subterránea. Barcelona: Ediciones Omega, S.A.

DIGESA. (2011). Parámetros de control obligatorio. En D. G.-M. Salud, Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA (pág. 29). Lima – Perú.

DIGESA. (2011). Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

En Dirección General de Salud Ambiental (págs. 11-12). Lima-Peru.

DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL. - 2010. Manual de Procedimientos Técnicos en Saneamiento.

Espinoza, J. (2007). Contaminación de aguas subterráneas por lixiviados provenientes de sepulturas bajo suelo en el camposanto “Parques del Paraíso” Lurín, Lima.

EPA, (2008). Compilation of Ground-Water Models. Washington OC: United States Eviromental Agency. 288p.

Gaitán, J. (2008). Alternativas para la Maximización del Recurso Hídrico. Expediente No. AD - AMRH - 01 - 08. Datos crudos sin publicar.

Gilbert, M., Wendell, E. (2008). Introducción a la ingeniería medioambiental. 3ra edición. Madrid, España.

Giraldo, G. (1995). Manual de análisis de aguas. Universidad Nacional de Colombia. Pg.5

GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI. (2007). Caracterización del departamento de Ucayali con fines de ordenamiento territorial.

Guimaraes, L. (2014). Calidad de agua para consumo humano abastecidas por EMAPACOP S.A. de Nuevo Bolognesi y Víctor Manuel Maldonado Begazo a fin de generar cultura hídrica, distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali.

Menéndez, A. (2010). Transporte de contaminantes en el medio acuático, Disponible en: http://laboratorios. fi. uba.ar/lmm/utn/Apunte TyDCMA. pdf.

Miranda, M., Aramburú, A., Junco, J., & Campos, M. (2007-2010). Situación de la calidad de agua para consumo en hogares de niños menores de cinco años en Perú, 2007-2010. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica, 27(4), 506-511.

Moore, J. & Rammaoorthy, S. (2007). Heavy Metals in Natural Waters. Applied Monitoring and Jmpact Assessment. Ed. Robert S. DeSanto. 269 pag.

Municipalidad Provincial de Coronel Portillo. (2012). Plan de desarrollo concertado.

Norma Técnica Peruana NTP ISO 5667-3 (2001). Calidad de agua. Muestre. Parte 3: Guía para preservación y manejo de muestras de agua.

Norma Técnica Peruana 214.032. (2001). Agua para consumo humano. Detección y recuento de coliformes totales. Método de filtración por membrana. INDECOPI – 1ra Edición.

Norma Técnica Peruana 214.031. (2001). Agua para consumo humano. Detección y recuento de coliformes termotolerantes. Método de filtración por membrana. INDECOPI – 1ra Edición.

Organización mundial de la salud [OMS] (2003).Total dissolved solids in drinking- water. Documento de referencia para la elaboración de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable. Ginebra (Suiza), Organización Mundial de la Salud. (WHO/SDE/WSH/03.04/16).

Plan nacional de acción ambiental Perú 2011-2021-Ministerio del Ambiente.

Salvador, M., & Sandoval, L. (2014). Análisis de la contaminación de las fuentes de aguas subterráneas por lixiviados del entorno del vertedero del km 22. Pucallpa – Perú

Talavera, M (2018). Evaluación de la calidad de agua para consumo humano en los caseríos Nueva Luz de Fátima y Mariscal Sucre del distrito de Yarinacocha, departamento de Ucayali.

Vergaray, G., y Méndez, R. (1994). Eficacia de un Programa para proteger la calidad del agua proveniente de plantas de tratamiento. Revista Peruana de Epidemiología 7 (2). pp: 5-11.

# ANEXOS

**ANEXO 1.** Mapa de ubicación y localización de los pozos a muestrear

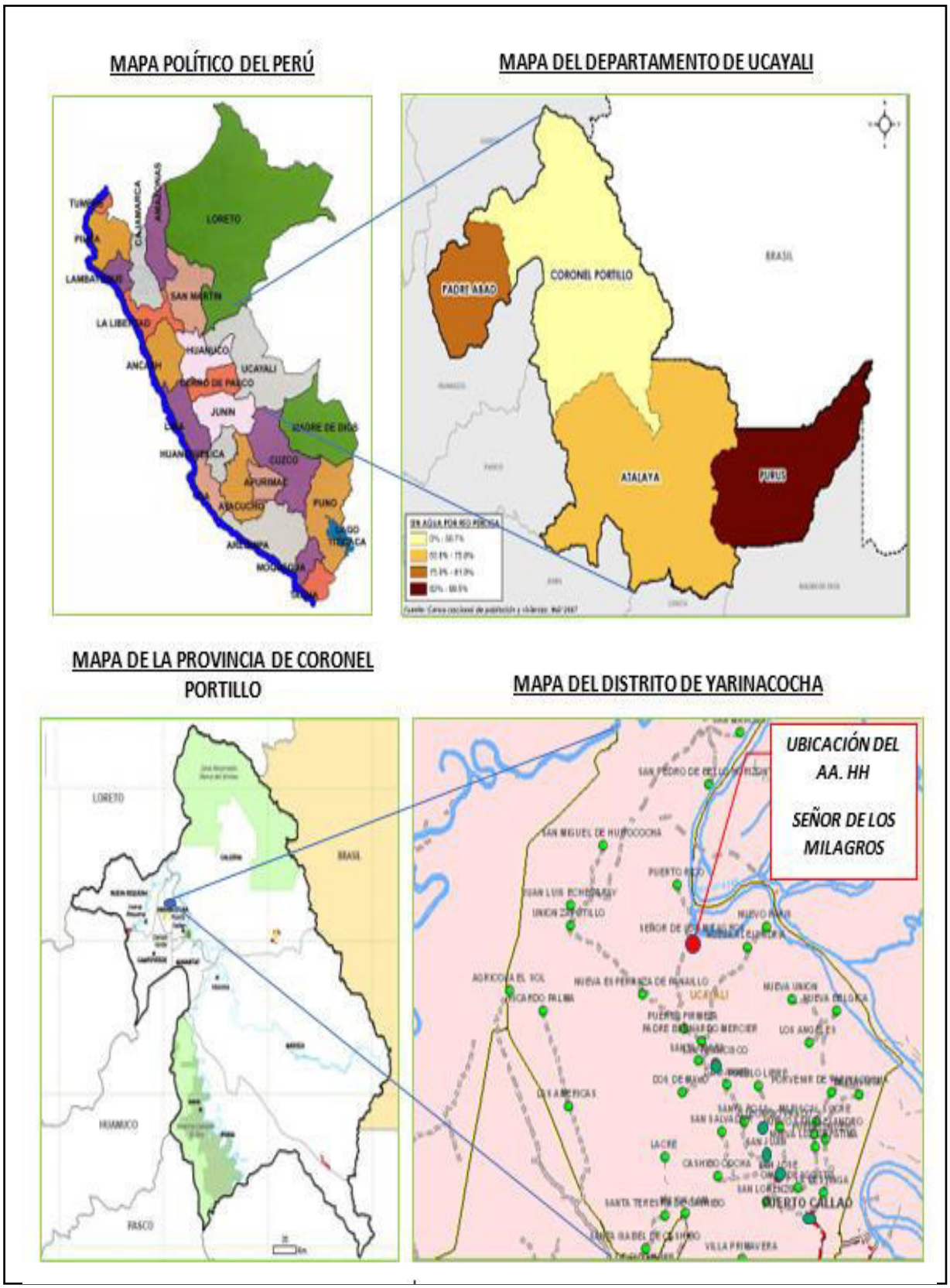



**Figura 21**. Mapa de ubicación y localización de los pozos a muestrear

## **ANEXO 2.** Iconografía



**Figura 22**. Limpieza de caño para la toma de muestra



**Figura 23**. Toma de muestra



**Figura 24**. Ácido Nítrico ($HNO_3$) concentrado para preservar la muestra de metales pesados



**Figura 25**. Cerrado de la Botella de muestra de agua




**Figura 26**. Rotulado de la muestra de agua.



**Figura 27**. Almacenaje con refrigerante para transportarlos al Laboratorio de Control Ambiental de la DESA y DIGESA en Lima, en termos con hielo.

**ANEXO 3.** Condiciones del pozo Nº 01



**Figura 28**. Inexistencia de tapa sanitaria en la entrada del pozo



**Figura 29**. Disposición inadecuada de materiales en desuso cerca a la boca del pozo

**ANEXO 4.** Condiciones del pozo Nº 02



**Figura 30**. Boca del pozo cuenta con tapa sanitaria



**Figura 31**. Presencia de lodo y basura al borde de la boca del pozo

**ANEXO 5.** Guías de entrevista

**Guía de entrevista a la población**

Encuesta aplicada por: .....

1. Género: a) Femenino b) Masculino
2. Grado de instrucción: a) Primaria b) Secundaria d) Superior
3. 3. AA.HH: Señor de los Milagros
4. Número de personas que habitan en la vivienda: .....
5. ¿Cuenta con Agua y desagüe?
    a) Solo agua
    b) Solo Desagüe
    c) Ambos
6. ¿Con cuál es su Sistema de Saneamiento cuenta?
    a) Letrina
    b) Pozo Séptico
    c) Red de Desagüe
    d) Caño Natural
    e) Biodigestor
    f) Otros Especifique.....
7. ¿Existe algún caño natural cerca de su vivienda?
    a) Sí
    b) No
8. ¿Existe alguna Industria Cerca de su Vivienda?
    a) Si
    b) No
9. ¿Cuál es periodo recomendado para realizar el lavado al tanque de reservorio de agua?
    a) Cada 6 meses
    b) Cada 12 meses (1 año)
10. ¿El exceso de cloro en el agua puede resultar cancerígeno para la persona?
    a) Sí
    b) No

**Figura 32.** Guía de entrevista a la población

**ANEXO 6.** Entrevistas a pobladores del AA.HH Señor de los Milagros



**Figura 33.** Encuestando a poblador AA.HH Señor de los Milagros




**Figura 34.** Encuestando a pobladora  AA.HH Señor de los Milagros

**ANEXO 7.** Formulario de levantamiento de datos en campo

**1. INFORMACIÓN GENERAL:**

Centro Poblado: _____ Sector:_____Ubigeo:_____
Distrito: _____Provincia:_____Departamento: _____
Coordenadas UTM WGS-84 (centro poblado): Este _____Norte _____
Altitud (m.s.n..m.): _____
Temperatura Ambiental (ºC):_____

**NÚMERO Y TIPO DE FUENTES DE AGUA**

Nº de Fuentes de agua:
Subterraneas: Manantiales☐, Galerías filtrantes☐, Pozo Excavados☐ Pozo Tubulares☐
Superficiales: Ríos☐, Lagos☐, Embalses☐, Arroyos☐, Canales de riego☐,

**2. ACCESIBILIDAD:**

| Desde | Hasta | Distancia (Km.) | Tiempo (Minutos) | Tipo de Vía (1) | Medio de transporte (2) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

(1) **Tipo de Vía:** Trocha, Camino de herradura, Camino carrozable, Carretera afirmada, Carretera asfaltada, Via fluvial/lacustre, Vía férrea, Otro.
(2) **Medio de transporte:** Transporte público, Camión, Auto, Mototaxi, Tren, Bote/lancha, Moto, Bicicleta, Acémila, A pie, Otro.

**3. SERVICIOS BÁSICOS:**

Electricidad ☐
Horas de servicio de energía eléctrica _____
Teléfono ☐
Número telefónico (3) _____ /_____
Señal de Radio emisora. ☐
Frecuencia de radio _____
Señal de televisión ☐ Internet ☐
Sistema de abastecimiento de Agua ☐
Sistema de eliminación de excretas (4) ☐
Letrinas ☐ N° _____
USB (5) ☐ N° _____ Vertimiento (6) _____
Limpieza pública Si☐ No☐ Disposición final (7): _____

(3) Teléfono de la comunidad/ EESS
(4) Sistemas de eliminación de excretas

**Figura 35.** Formulario de registro del centro poblado -A

- Sistema de alcantarillado con PTAR
- Sistema de alcantarillado sin PTAR
- Arrastre hidráulico con tanque séptico (Unidades Básicas de Saneamiento- UBS)
- Arrastre hidráulico con biodigestor (Unidades Básicas de Saneamiento- UBS)
- Ecológico o compostera (Unidades Básicas de Saneamiento -UBS)
- Compostaje continúo
- Hoyo seco ventilado
- Otro

(5) UBS- Unidades Básicas de Saneamiento con arrastre hidráulico (biodigestor o con tanque séptico) UBS-Unidades Básicas de Saneamiento de compostaje con doble cámara.

(6) Nombre del cuerpo receptor del desagüe: río, lago, mar, dren agrícola, canal de regadío, infiltración en el suelo, riego.

(7) Relleno sanitario. Botadero, Río, entierra, otros.

**4. ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS:**

PRONOEI/CEI ☐ Primaria ☐ Secundaria ☐ Otros: _____

**5. AUTORIDADES LOCALES O COMUNALES:**

| Autoridades | Nombre completo | Teléfono | Sexo | |
|---|---|---|---|---|
| | | | H | M |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

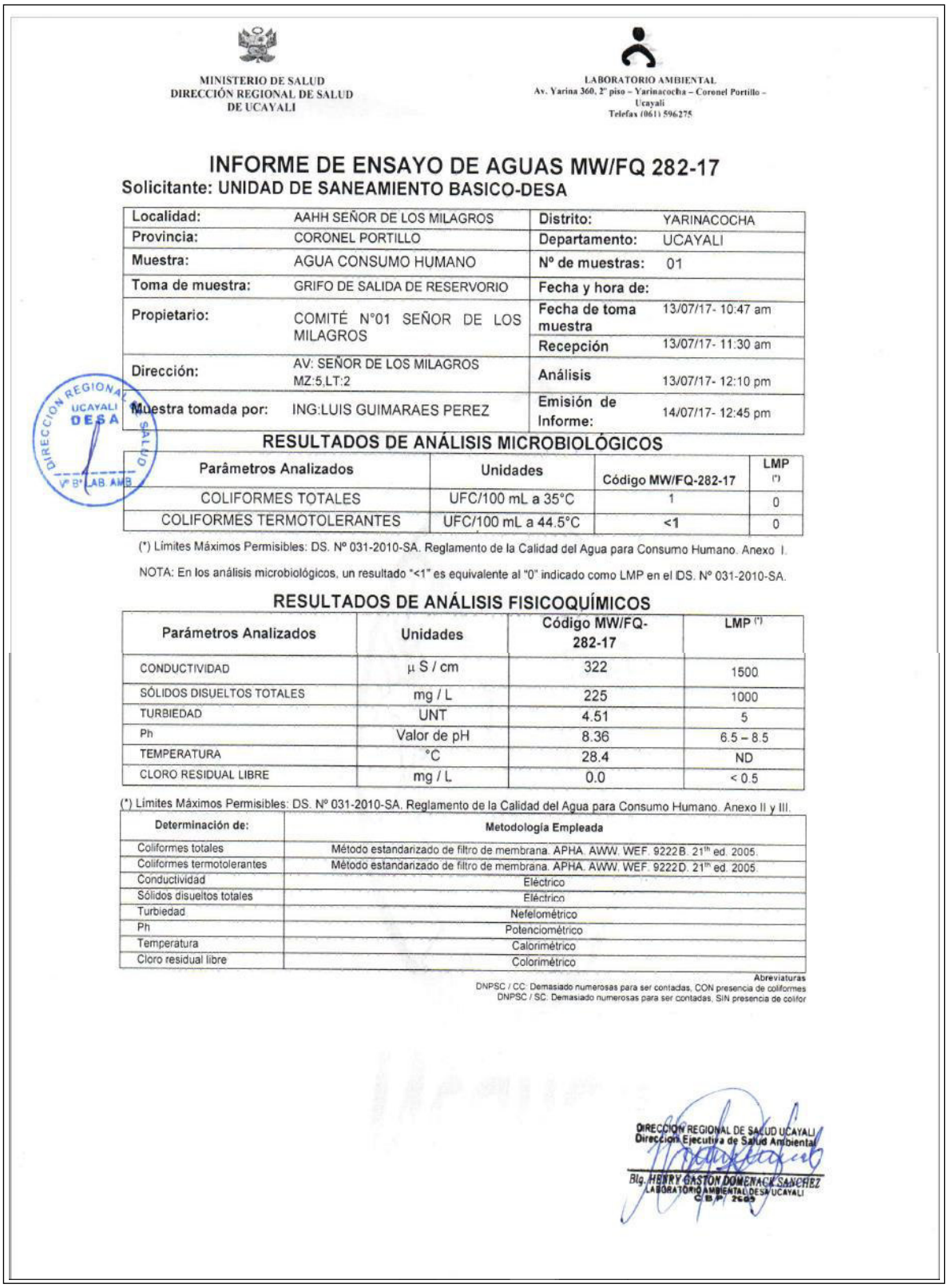
Fecha: ____/_____/_____

Nombre de la tesista: _____ Firma: _____

Nombre de la Autoridad: _____ Firma: _____

**Figura 36.** Formulario de registro del centro poblado-B

**ANEXO 8.** Resultados del informe de ensayo del laboratorio referencial de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental - DESA



MINISTERIO DE SALUD
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD
DE UCAYALI

LABORATORIO AMBIENTAL
Av. Yarina 360, 2° piso – Yarinacocha – Coronel Portillo – Ucayali
Telefax (061) 596275

## INFORME DE ENSAYO DE AGUAS MW/FQ 282-17

**Solicitante: UNIDAD DE SANEAMIENTO BASICO-DESA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Localidad:** | AAHH SEÑOR DE LOS MILAGROS | **Distrito:** | YARINACOCHA |
| **Provincia:** | CORONEL PORTILLO | **Departamento:** | UCAYALI |
| **Muestra:** | AGUA CONSUMO HUMANO | **N° de muestras:** | 01 |
| **Toma de muestra:** | GRIFO DE SALIDA DE RESERVORIO | **Fecha y hora de:** | |
| **Propietario:** | COMITÉ N°01 SEÑOR DE LOS MILAGROS | **Fecha de toma muestra** | 13/07/17- 10:47 am |
| | | **Recepción** | 13/07/17- 11:30 am |
| **Dirección:** | AV: SEÑOR DE LOS MILAGROS MZ:5,LT:2 | **Análisis** | 13/07/17- 12:10 pm |
| **Muestra tomada por:** | ING:LUIS GUIMARAES PEREZ | **Emisión de Informe:** | 14/07/17- 12:45 pm |

DIRECCION REGIONAL UCAYALI DESA SALUD V° B° LAB. AMB.

### RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

| Parâmetros Analizados | Unidades | Código MW/FQ-282-17 | LMP (*) |
|---|---|---|---|
| COLIFORMES TOTALES | UFC/100 mL a 35°C | 1 | 0 |
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | UFC/100 mL a 44.5°C | <1 | 0 |

(*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo I.

NOTA: En los análisis microbiológicos, un resultado "<1" es equivalente al "0" indicado como LMP en el DS. N° 031-2010-SA.

### RESULTADOS DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS

| Parámetros Analizados | Unidades | Código MW/FQ-282-17 | LMP (*) |
|---|---|---|---|
| CONDUCTIVIDAD | µ S / cm | 322 | 1500 |
| SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES | mg / L | 225 | 1000 |
| TURBIEDAD | UNT | 4.51 | 5 |
| Ph | Valor de pH | 8.36 | 6.5 – 8.5 |
| TEMPERATURA | °C | 28.4 | ND |
| CLORO RESIDUAL LIBRE | mg / L | 0.0 | < 0.5 |

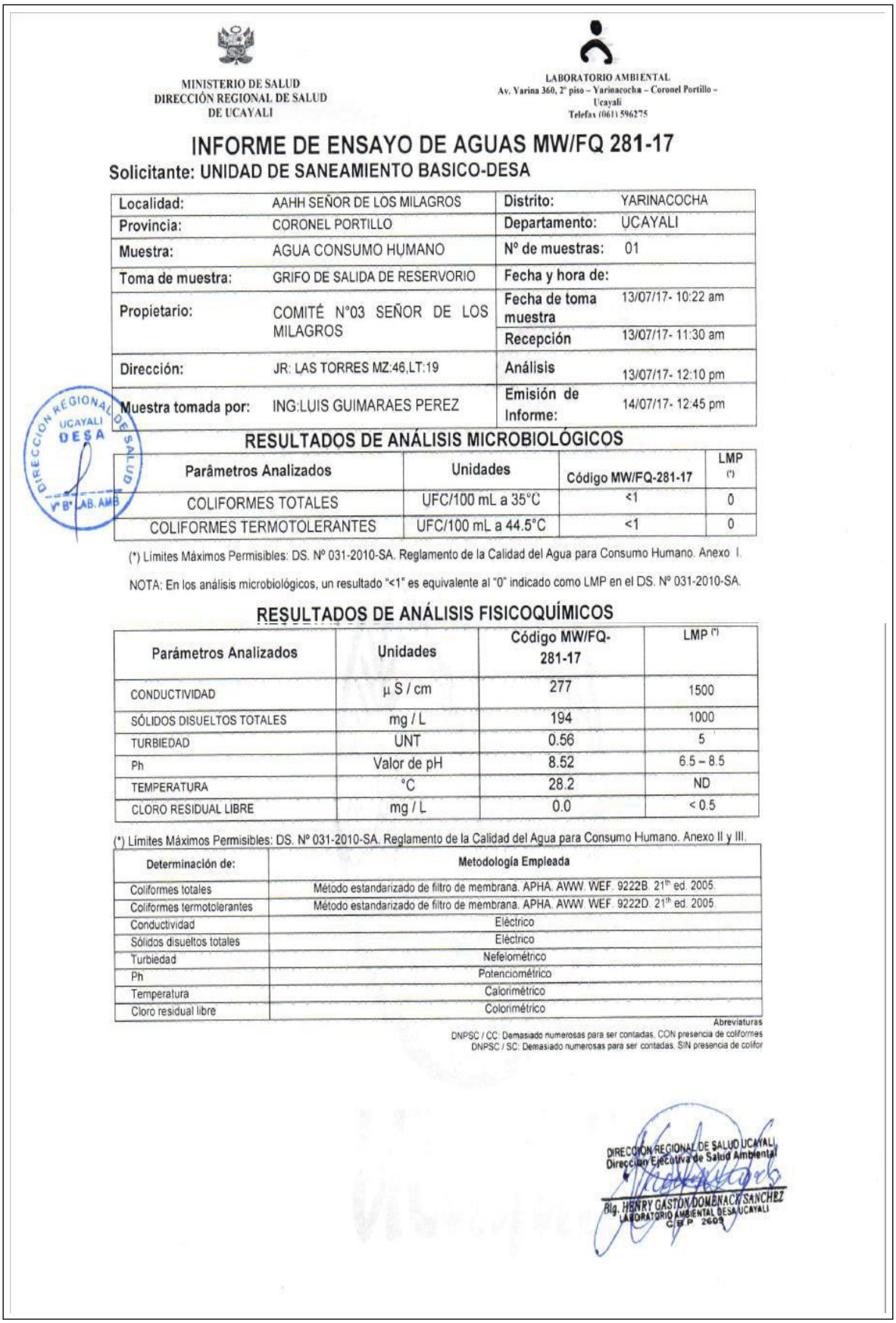
(*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo II y III.

| Determinación de: | Metodología Empleada |
|---|---|
| Coliformes totales | Método estandarizado de filtro de membrana. APHA. AWW. WEF. 9222B. 21th ed. 2005. |
| Coliformes termotolerantes | Método estandarizado de filtro de membrana. APHA. AWW. WEF. 9222D. 21th ed. 2005. |
| Conductividad | Eléctrico |
| Sólidos disueltos totales | Eléctrico |
| Turbiedad | Nefelométrico |
| Ph | Potenciométrico |
| Temperatura | Calorimétrico |
| Cloro residual libre | Colorimétrico |

Abreviaturas
DNPSC / CC: Demasiado numerosas para ser contadas, CON presencia de coliformes
DNPSC / SC: Demasiado numerosas para ser contadas, SIN presencia de colifor

DIRECCION REGIONAL DE SALUD UCAYALI
Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental
Blg. HENRY GASTON DOMENACK SANCHEZ
LABORATORIO AMBIENTAL DESA UCAYALI
CBP 2605

**Figura 37.** Repetición-I, Resultados de Laboratorio del Pozo Nº01 del Asentamiento Humano Señor de los Milagros.



MINISTERIO DE SALUD
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD
DE UCAYALI

LABORATORIO AMBIENTAL
Av. Varina 360, 2° piso – Yarinacocha – Coronel Portillo –
Ucayali
Telefax (061) 596275

# INFORME DE ENSAYO DE AGUAS MW/FQ 281-17

## Solicitante: UNIDAD DE SANEAMIENTO BASICO-DESA

| | | | |
|---|---|---|---|
| Localidad: | AAHH SEÑOR DE LOS MILAGROS | Distrito: | YARINACOCHA |
| Provincia: | CORONEL PORTILLO | Departamento: | UCAYALI |
| Muestra: | AGUA CONSUMO HUMANO | N° de muestras: | 01 |
| Toma de muestra: | GRIFO DE SALIDA DE RESERVORIO | Fecha y hora de: | |
| Propietario: | COMITÉ N°03 SEÑOR DE LOS MILAGROS | Fecha de toma muestra | 13/07/17- 10:22 am |
| | | Recepción | 13/07/17- 11:30 am |
| Dirección: | JR: LAS TORRES MZ:46,LT:19 | Análisis | 13/07/17- 12:10 pm |
| Muestra tomada por: | ING:LUIS GUIMARAES PEREZ | Emisión de Informe: | 14/07/17- 12:45 pm |

DIRECCION REGIONAL DE SALUD UCAYALI DESA V° B° LAB. AMB

## RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

| Parâmetros Analizados | Unidades | Código MW/FQ-281-17 | LMP (*) |
|---|---|---|---|
| COLIFORMES TOTALES | UFC/100 mL a 35°C | <1 | 0 |
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | UFC/100 mL a 44.5°C | <1 | 0 |

(*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo I.

NOTA: En los análisis microbiológicos, un resultado "<1" es equivalente al "0" indicado como LMP en el DS. N° 031-2010-SA.

## RESULTADOS DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS

| Parámetros Analizados | Unidades | Código MW/FQ-281-17 | LMP (*) |
|---|---|---|---|
| CONDUCTIVIDAD | µ S / cm | 277 | 1500 |
| SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES | mg / L | 194 | 1000 |
| TURBIEDAD | UNT | 0.56 | 5 |
| Ph | Valor de pH | 8.52 | 6.5 – 8.5 |
| TEMPERATURA | °C | 28.2 | ND |
| CLORO RESIDUAL LIBRE | mg / L | 0.0 | < 0.5 |

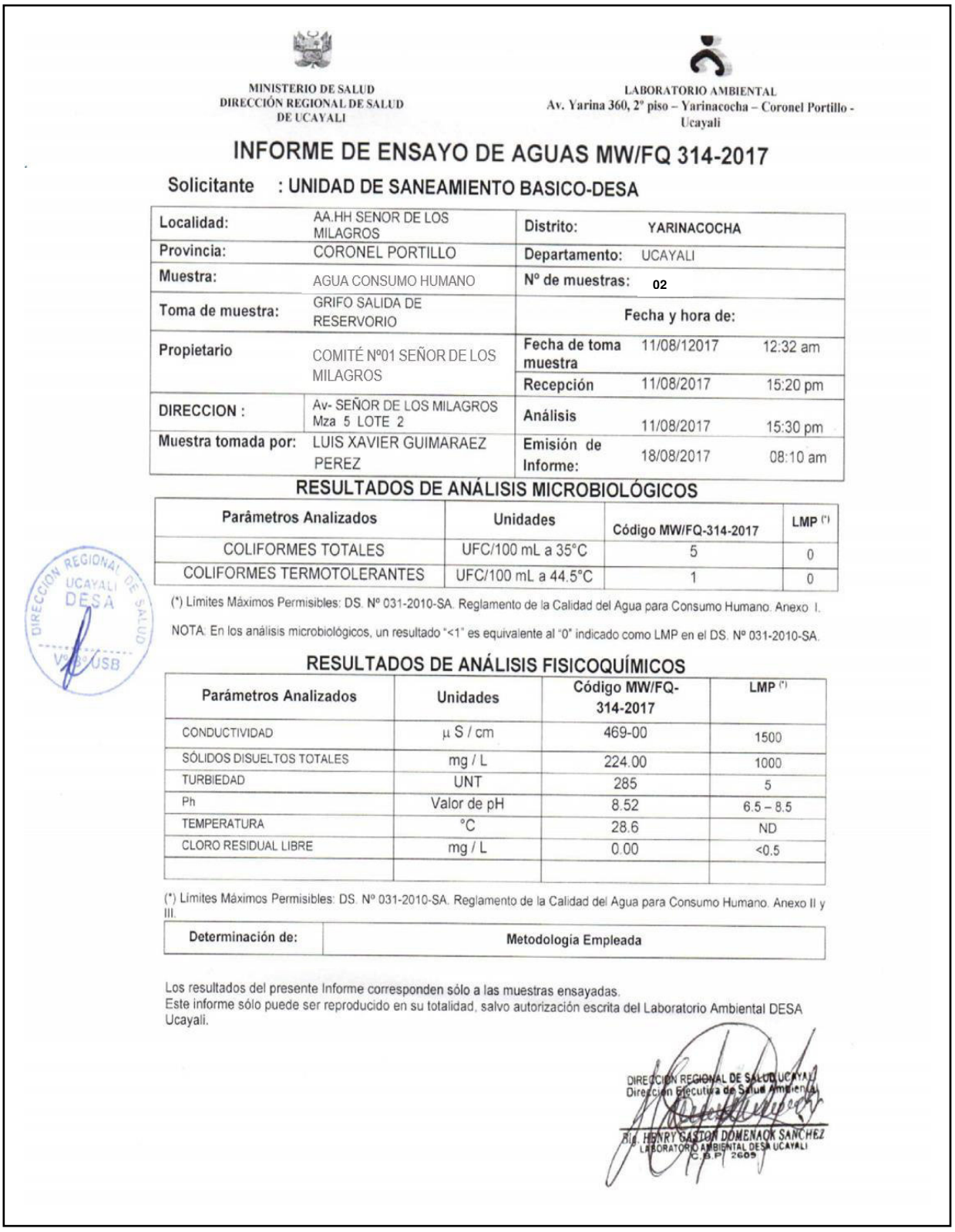
(*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo II y III.

| Determinación de: | Metodología Empleada |
|---|---|
| Coliformes totales | Método estandarizado de filtro de membrana. APHA. AWW. WEF. 9222B. 21th ed. 2005. |
| Coliformes termotolerantes | Método estandarizado de filtro de membrana. APHA. AWW. WEF. 9222D. 21th ed. 2005. |
| Conductividad | Eléctrico |
| Sólidos disueltos totales | Eléctrico |
| Turbiedad | Nefelométrico |
| Ph | Potenciométrico |
| Temperatura | Calorimétrico |
| Cloro residual libre | Colorimétrico |

Abreviaturas
DNPSC / CC: Demasiado numerosas para ser contadas, CON presencia de coliformes
DNPSC / SC: Demasiado numerosas para ser contadas, SIN presencia de colifor

DIRECCION REGIONAL DE SALUD UCAYALI
Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental
Blg. HENRY GASTON DOMENACK SANCHEZ
LABORATORIO AMBIENTAL DESA UCAYALI
C.I.P. 2609

**Figura 38.** Repetición-I, Resultados de Laboratorio del Pozo Nº02 del Asentamiento Humano Señor de los Milagros.



MINISTERIO DE SALUD
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD
DE UCAYALI

LABORATORIO AMBIENTAL
Av. Yarina 360, 2° piso – Yarinacocha – Coronel Portillo - Ucayali

INFORME DE ENSAYO DE AGUAS MW/FQ 314-2017

Solicitante : UNIDAD DE SANEAMIENTO BASICO-DESA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Localidad: | AA.HH SENOR DE LOS MILAGROS | Distrito: | YARINACOCHA | |
| Provincia: | CORONEL PORTILLO | Departamento: | UCAYALI | |
| Muestra: | AGUA CONSUMO HUMANO | N° de muestras: | 02 | |
| Toma de muestra: | GRIFO SALIDA DE RESERVORIO | Fecha y hora de: | | |
| Propietario | COMITÉ N°01 SEÑOR DE LOS MILAGROS | Fecha de toma muestra | 11/08/12017 | 12:32 am |
| | | Recepción | 11/08/2017 | 15:20 pm |
| DIRECCION : | Av- SEÑOR DE LOS MILAGROS Mza 5 LOTE 2 | Análisis | 11/08/2017 | 15:30 pm |
| Muestra tomada por: | LUIS XAVIER GUIMARAEZ PEREZ | Emisión de Informe: | 18/08/2017 | 08:10 am |

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

| Parámetros Analizados | Unidades | Código MW/FQ-314-2017 | LMP (*) |
|---|---|---|---|
| COLIFORMES TOTALES | UFC/100 mL a 35°C | 5 | 0 |
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | UFC/100 mL a 44.5°C | 1 | 0 |

(*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo I.

NOTA. En los análisis microbiológicos, un resultado "<1" es equivalente al "0" indicado como LMP en el DS. N° 031-2010-SA.

DIRECCION REGIONAL DE SALUD UCAYALI DESA V°B° USB

RESULTADOS DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS

| Parámetros Analizados | Unidades | Código MW/FQ-314-2017 | LMP (*) |
|---|---|---|---|
| CONDUCTIVIDAD | µ S / cm | 469-00 | 1500 |
| SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES | mg / L | 224.00 | 1000 |
| TURBIEDAD | UNT | 285 | 5 |
| Ph | Valor de pH | 8.52 | 6.5 – 8.5 |
| TEMPERATURA | °C | 28.6 | ND |
| CLORO RESIDUAL LIBRE | mg / L | 0.00 | <0.5 |
| | | | |

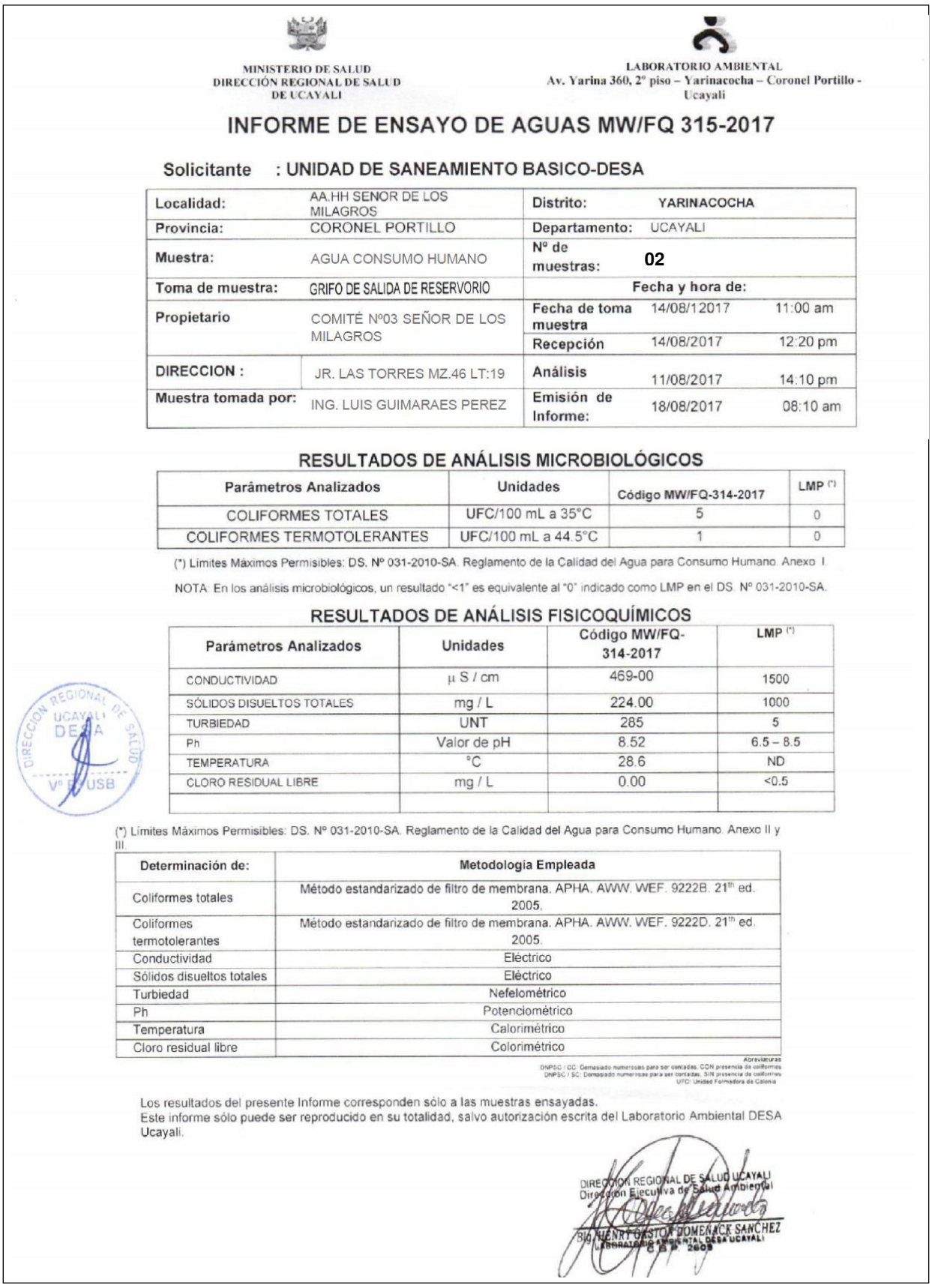
(*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo II y III.

| Determinación de: | Metodología Empleada |
|---|---|

Los resultados del presente Informe corresponden sólo a las muestras ensayadas.
Este informe sólo puede ser reproducido en su totalidad, salvo autorización escrita del Laboratorio Ambiental DESA Ucayali.

DIRECCION REGIONAL DE SALUD UCAYALI
Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental
Blg. HENRY GASTON DOMENACK SANCHEZ
LABORATORIO AMBIENTAL DESA UCAYALI
C.B.P. 2609

**Figura 39.** Repetición-II, Resultados de Laboratorio del Pozo Nº01 del Asentamiento Humano Señor de los Milagros.



MINISTERIO DE SALUD
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD
DE UCAYALI

LABORATORIO AMBIENTAL
Av. Yarina 360, 2° piso – Yarinacocha – Coronel Portillo - Ucayali

# INFORME DE ENSAYO DE AGUAS MW/FQ 315-2017

**Solicitante : UNIDAD DE SANEAMIENTO BASICO-DESA**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Localidad:** | AA.HH SENOR DE LOS MILAGROS | **Distrito:** | YARINACOCHA | |
| **Provincia:** | CORONEL PORTILLO | **Departamento:** | UCAYALI | |
| **Muestra:** | AGUA CONSUMO HUMANO | **N° de muestras:** | **02** | |
| **Toma de muestra:** | GRIFO DE SALIDA DE RESERVORIO | **Fecha y hora de:** | | |
| **Propietario** | COMITÉ N°03 SEÑOR DE LOS MILAGROS | **Fecha de toma muestra** | 14/08/12017 | 11:00 am |
| | | **Recepción** | 14/08/2017 | 12:20 pm |
| **DIRECCION :** | JR. LAS TORRES MZ.46 LT:19 | **Análisis** | 11/08/2017 | 14:10 pm |
| **Muestra tomada por:** | ING. LUIS GUIMARAES PEREZ | **Emisión de Informe:** | 18/08/2017 | 08:10 am |

## RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

| Parâmetros Analizados | Unidades | Código MW/FQ-314-2017 | LMP (*) |
|---|---|---|---|
| COLIFORMES TOTALES | UFC/100 mL a 35°C | 5 | 0 |
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | UFC/100 mL a 44.5°C | 1 | 0 |

(*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo I.

NOTA: En los análisis microbiológicos, un resultado "<1" es equivalente al "0" indicado como LMP en el DS. N° 031-2010-SA.

## RESULTADOS DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS

| Parámetros Analizados | Unidades | Código MW/FQ-314-2017 | LMP (*) |
|---|---|---|---|
| CONDUCTIVIDAD | µ S / cm | 469-00 | 1500 |
| SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES | mg / L | 224.00 | 1000 |
| TURBIEDAD | UNT | 285 | 5 |
| Ph | Valor de pH | 8.52 | 6.5 – 8.5 |
| TEMPERATURA | °C | 28.6 | ND |
| CLORO RESIDUAL LIBRE | mg / L | 0.00 | <0.5 |
| | | | |

(*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo II y III.

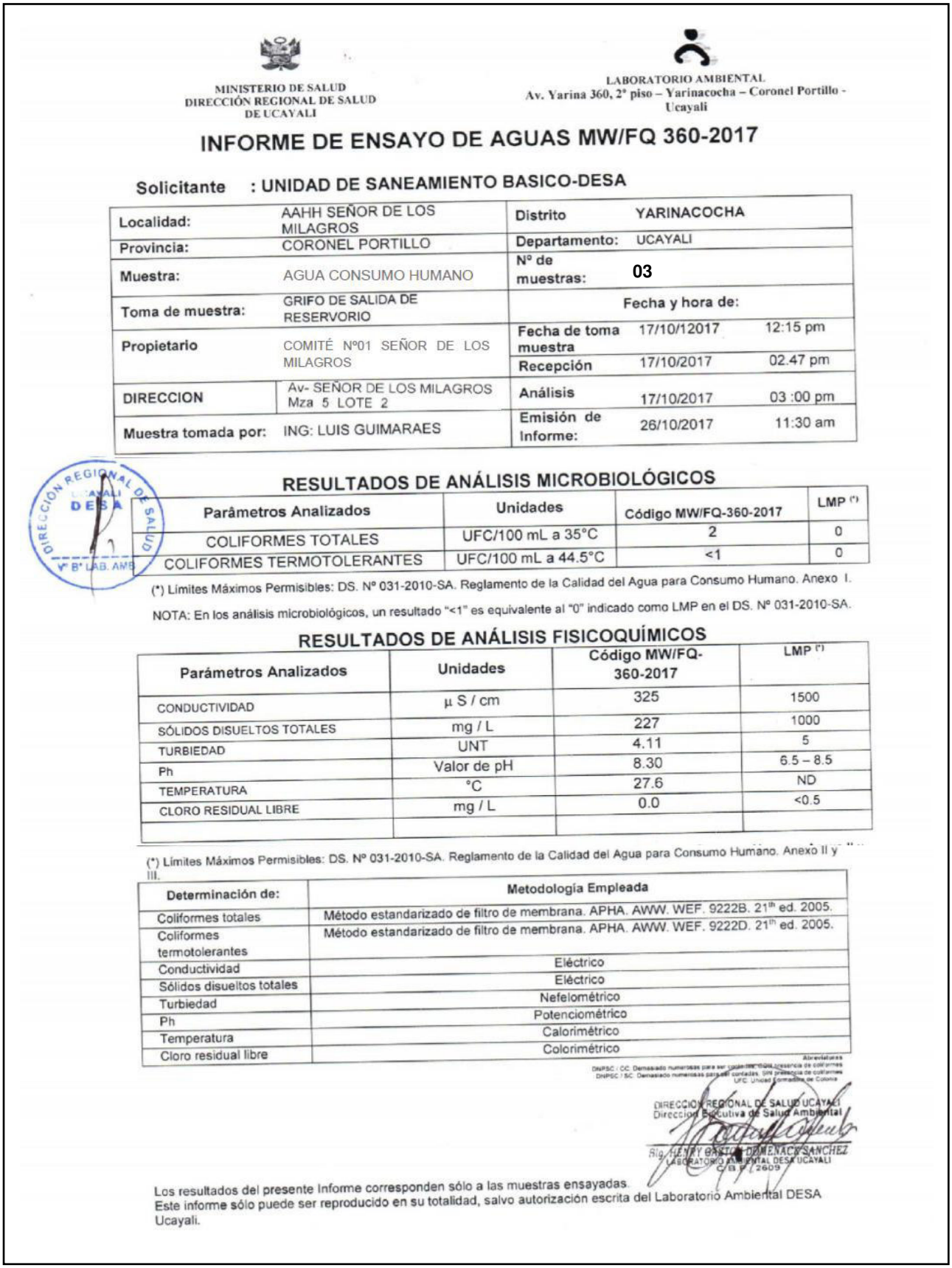
| Determinación de: | Metodología Empleada |
|---|---|
| Coliformes totales | Método estandarizado de filtro de membrana. APHA. AWW. WEF. 9222B. 21th ed. 2005. |
| Coliformes termotolerantes | Método estandarizado de filtro de membrana. APHA. AWW. WEF. 9222D. 21th ed. 2005. |
| Conductividad | Eléctrico |
| Sólidos disueltos totales | Eléctrico |
| Turbiedad | Nefelométrico |
| Ph | Potenciométrico |
| Temperatura | Calorimétrico |
| Cloro residual libre | Colorimétrico |

Abreviaturas
DNPSC / CC: Demasiado numerosas para ser contadas, CON presencia de coliformes
DNPSC / SC: Demasiado numerosas para ser contadas, SIN presencia de coliformes
UFC: Unidad Formadora de Colonia

Los resultados del presente Informe corresponden sólo a las muestras ensayadas.
Este informe sólo puede ser reproducido en su totalidad, salvo autorización escrita del Laboratorio Ambiental DESA Ucayali.

DIRECCION REGIONAL DE SALUD UCAYALI
Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental
Bio. HENRY GASTON DOMENACK SANCHEZ
LABORATORIO AMBIENTAL DESA UCAYALI
C.B.P. 2608

**Figura 40.** Repetición-II, Resultados de Laboratorio del Pozo Nº02 del Asentamiento Humano Señor de los Milagros.



MINISTERIO DE SALUD
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD
DE UCAYALI

LABORATORIO AMBIENTAL
Av. Yarina 360, 2° piso – Yarinacocha – Coronel Portillo - Ucayali

# INFORME DE ENSAYO DE AGUAS MW/FQ 360-2017

**Solicitante : UNIDAD DE SANEAMIENTO BASICO-DESA**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Localidad:** | AAHH SEÑOR DE LOS MILAGROS | **Distrito** | YARINACOCHA | |
| **Provincia:** | CORONEL PORTILLO | **Departamento:** | UCAYALI | |
| **Muestra:** | AGUA CONSUMO HUMANO | **N° de muestras:** | **03** | |
| **Toma de muestra:** | GRIFO DE SALIDA DE RESERVORIO | **Fecha y hora de:** | | |
| **Propietario** | COMITÉ Nº01 SEÑOR DE LOS MILAGROS | **Fecha de toma muestra** | 17/10/12017 | 12:15 pm |
| | | **Recepción** | 17/10/2017 | 02.47 pm |
| **DIRECCION** | Av- SEÑOR DE LOS MILAGROS Mza 5 LOTE 2 | **Análisis** | 17/10/2017 | 03 :00 pm |
| **Muestra tomada por:** | ING: LUIS GUIMARAES | **Emisión de Informe:** | 26/10/2017 | 11:30 am |

DIRECCION REGIONAL DE SALUD UCAYALI DESA V° B° LAB. AMB.

## RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

| Parámetros Analizados | Unidades | Código MW/FQ-360-2017 | LMP (*) |
|---|---|---|---|
| COLIFORMES TOTALES | UFC/100 mL a 35°C | 2 | 0 |
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | UFC/100 mL a 44.5°C | <1 | 0 |

(*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo I.

NOTA: En los análisis microbiológicos, un resultado "<1" es equivalente al "0" indicado como LMP en el DS. N° 031-2010-SA.

## RESULTADOS DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS

| Parámetros Analizados | Unidades | Código MW/FQ-360-2017 | LMP (*) |
|---|---|---|---|
| CONDUCTIVIDAD | µ S / cm | 325 | 1500 |
| SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES | mg / L | 227 | 1000 |
| TURBIEDAD | UNT | 4.11 | 5 |
| Ph | Valor de pH | 8.30 | 6.5 – 8.5 |
| TEMPERATURA | °C | 27.6 | ND |
| CLORO RESIDUAL LIBRE | mg / L | 0.0 | <0.5 |
| | | | |

(*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo II y III.

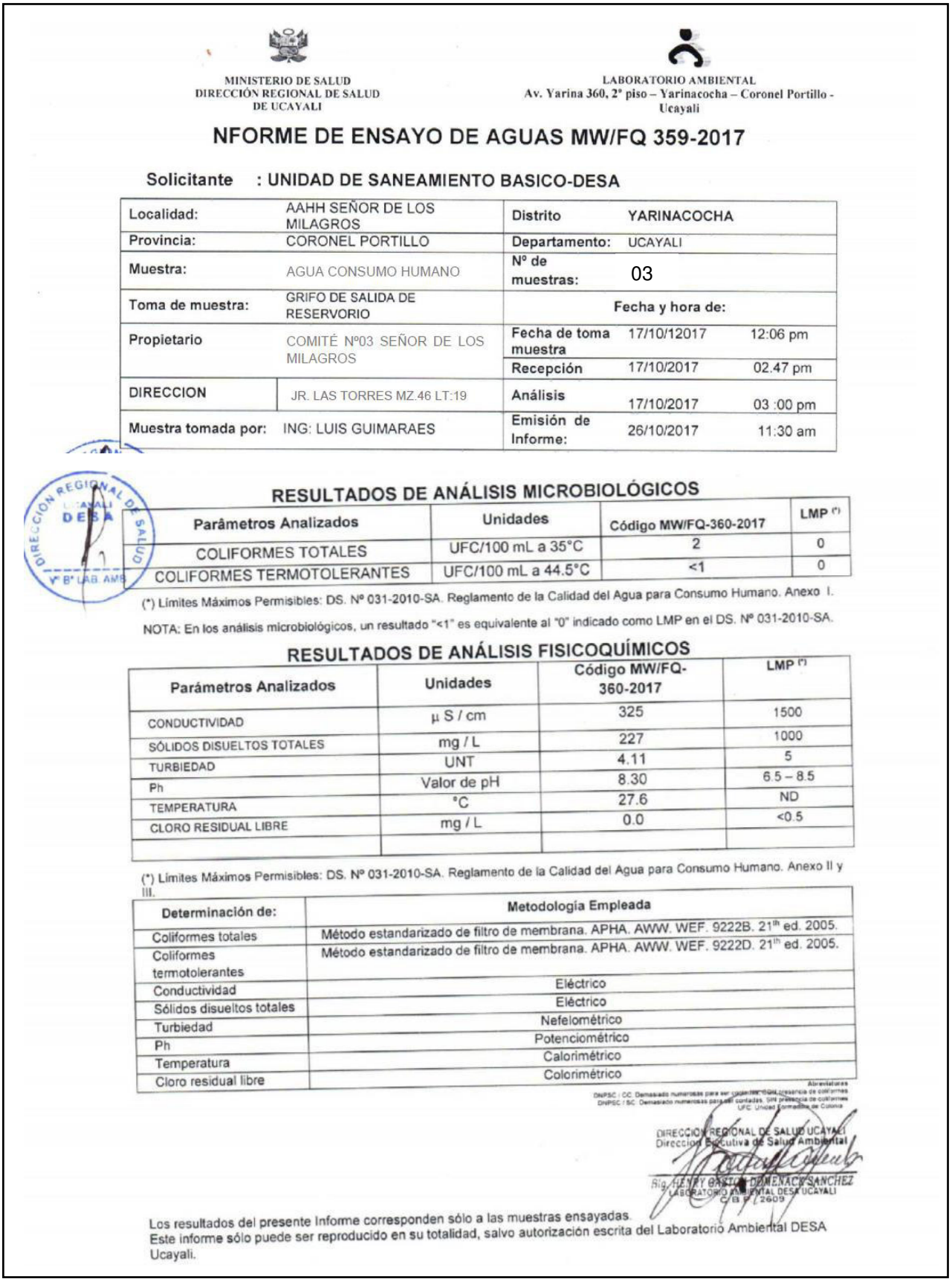
| Determinación de: | Metodología Empleada |
|---|---|
| Coliformes totales | Método estandarizado de filtro de membrana. APHA. AWW. WEF. 9222B. 21th ed. 2005. |
| Coliformes termotolerantes | Método estandarizado de filtro de membrana. APHA. AWW. WEF. 9222D. 21th ed. 2005. |
| Conductividad | Eléctrico |
| Sólidos disueltos totales | Eléctrico |
| Turbiedad | Nefelométrico |
| Ph | Potenciométrico |
| Temperatura | Calorimétrico |
| Cloro residual libre | Colorimétrico |

Abreviaturas
DNPSC : CC. Demasiado numerosas para ser contadas. Gran presencia de coliformes
DNPSC / SC. Demasiado numerosas para ser contadas. Sin presencia de coliformes
UFC: Unidad Formadora de Colonia

DIRECCION REGIONAL DE SALUD UCAYALI
Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental
Blg. HENRY BASILIO DOMENACH SANCHEZ
LABORATORIO AMBIENTAL DESA UCAYALI
C.B.P. 2609

Los resultados del presente Informe corresponden sólo a las muestras ensayadas.
Este informe sólo puede ser reproducido en su totalidad, salvo autorización escrita del Laboratorio Ambiental DESA Ucayali.

**Figura 41.** Repetición-III, Resultados de Laboratorio del Pozo Nº01 del Asentamiento Humano Señor de los Milagros.



MINISTERIO DE SALUD
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD
DE UCAYALI

LABORATORIO AMBIENTAL
Av. Varina 360, 2° piso – Yarinacocha – Coronel Portillo - Ucayali

NFORME DE ENSAYO DE AGUAS MW/FQ 359-2017

**Solicitante : UNIDAD DE SANEAMIENTO BASICO-DESA**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Localidad: | AAHH SEÑOR DE LOS MILAGROS | Distrito | YARINACOCHA | |
| Provincia: | CORONEL PORTILLO | Departamento: | UCAYALI | |
| Muestra: | AGUA CONSUMO HUMANO | N° de muestras: | 03 | |
| Toma de muestra: | GRIFO DE SALIDA DE RESERVORIO | Fecha y hora de: | | |
| Propietario | COMITÉ N°03 SEÑOR DE LOS MILAGROS | Fecha de toma muestra | 17/10/12017 | 12:06 pm |
| | | Recepción | 17/10/2017 | 02.47 pm |
| DIRECCION | JR. LAS TORRES MZ.46 LT:19 | Análisis | 17/10/2017 | 03 :00 pm |
| Muestra tomada por: | ING: LUIS GUIMARAES | Emisión de Informe: | 26/10/2017 | 11:30 am |

DIRECCION REGIONAL DE SALUD UCAYALI DESA V° B° LAB. AMB.

**RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**

| Parâmetros Analizados | Unidades | Código MW/FQ-360-2017 | LMP (*) |
|---|---|---|---|
| COLIFORMES TOTALES | UFC/100 mL a 35°C | 2 | 0 |
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | UFC/100 mL a 44.5°C | <1 | 0 |

(*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo I.

NOTA: En los análisis microbiológicos, un resultado "<1" es equivalente al "0" indicado como LMP en el DS. N° 031-2010-SA.

**RESULTADOS DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS**

| Parámetros Analizados | Unidades | Código MW/FQ-360-2017 | LMP (*) |
|---|---|---|---|
| CONDUCTIVIDAD | µ S / cm | 325 | 1500 |
| SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES | mg / L | 227 | 1000 |
| TURBIEDAD | UNT | 4.11 | 5 |
| Ph | Valor de pH | 8.30 | 6.5 – 8.5 |
| TEMPERATURA | °C | 27.6 | ND |
| CLORO RESIDUAL LIBRE | mg / L | 0.0 | <0.5 |
| | | | |

(*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo II y III.

| Determinación de: | Metodología Empleada |
|---|---|
| Coliformes totales | Método estandarizado de filtro de membrana. APHA. AWW. WEF. 9222B. 21th ed. 2005. |
| Coliformes termotolerantes | Método estandarizado de filtro de membrana. APHA. AWW. WEF. 9222D. 21th ed. 2005. |
| Conductividad | Eléctrico |
| Sólidos disueltos totales | Eléctrico |
| Turbiedad | Nefelométrico |
| Ph | Potenciométrico |
| Temperatura | Calorimétrico |
| Cloro residual libre | Colorimétrico |

Abreviaturas
DNPSC : CC. Demasiado numerosas para ser contadas. Gran presencia de coliformes
DNPSC : SC. Demasiado numerosas para ser contadas. Sin presencia de coliformes
UFC. Unidad Formadora de Colonia

DIRECCION REGIONAL DE SALUD UCAYALI
Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental
Blg. HENRY GASTON DOMENACH SANCHEZ
LABORATORIO AMBIENTAL DESA UCAYALI
C.B.P. 12609

Los resultados del presente Informe corresponden sólo a las muestras ensayadas.
Este informe sólo puede ser reproducido en su totalidad, salvo autorización escrita del Laboratorio Ambiental DESA Ucayali.

**Figura 42.** Repetición-III, Resultados de Laboratorio del Pozo Nº02 del Asentamiento Humano Señor de los Milagros.

**ANEXO 9.** Resultados del informe de ensayo del laboratorio referencial de la Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA

PERÚ Ministerio de Salud | Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria

LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO No. LE - 080

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado

Registro N° LE - 080

## INFORME DE ENSAYO N.° 0020-2018-LM



**Expediente N.° 1709-2018-DRS**

**Solicitante:** AGU-DCOVI-DIGESA/DIRESA UCAYALI
**Domicilio:** Las Amapolas 350 Lince, Lima
**Muestra declarada:** Agua. Muestra proporcionada por el solicitante
**Cantidad de muestras:** 2 frascos proporcionados por la DIRESA
**Fecha de ingreso:** 2018-01-12
**Lugar de ensayo:** Laboratorio sede La Molina

**Identificación de la muestra**

| Código laboratorio | Código campo | Matriz / Punto de muestreo / Distrito / Provincia / Departamento | Fecha de muestreo |
|---|---|---|---|
| Código laboratorio | Código campo | Matriz / Punto de muestreo / Distrito / Provincia / Departamento | Fecha de muestreo |
| 00226 | M-01 | Agua para uso y consumo humano / AAHH. Señor de los Milagros / Yarinacocha / Coronel Portillo / Ucayali | 2018-01-09 |
| 00227 | M-02 | Agua para uso y consumo humano / AAHH. Señor de los Milagros / Yarinacocha / Coronel Portillo / Ucayali | 2018-01-09 |

Nota: Los datos de las muestras son proporcionados por el solicitante.

**Resultados**

| Código laboratorio | Aluminio (mg/L) | Boro (mg/L) | Bario (mg/L) | Berilio (mg/L) | Cadmio (mg/L) | Cobalto (mg/L) | Cromo (mg/L) | Cobre (mg/L) | Hierro (mg/L) | Litio (mg/L) | Magnesio (mg/L) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 00226 | 0,13 | 0,04 | 0,053 | <0,0002 | <0,0005 | <0,003 | <0,001 | 0,011 | 0,342 | 0,01 | 1,74 |
| 00227 | 0,16 | 0,12 | 0,051 | <0,0002 | <0,0005 | <0,003 | 0,001 | 0,010 | 0,261 | 0,01 | 1,71 |
| LC | 0,03 | 0,01 | 0,0005 | 0,0002 | 0,0005 | 0,003 | 0,001 | 0,002 | 0,005 | 0,01 | 0,008 |
| Método | EPA 200.7 | EPA 200.7 | EPA 200.7 | EPA 200.7 | EPA 200.7 | EPA 200.7 | EPA 200.7 | EPA 200.7 | EPA 200.7 | EPA 200.7 | EPA 200.7 |
| Fecha de ensayo | 2018-01-19 | 2018-01-19 | 2018-01-19 | 2018-01-19 | 2018-01-19 | 2018-01-19 | 2018-01-19 | 2018-01-19 | 2018-01-19 | 2018-01-19 | 2018-01-19 |

| Código laboratorio | Manganeso (mg/L) | Molibdeno (mg/L) | Sodio (mg/L) | Níquel (mg/L) | Plomo (mg/L) | Antimonio (mg/L) | Vanadio (mg/L) | Zinc (mg/L) | Arsénico* (µg/L) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 00226 | 0,028 | 0,002 | 23,6 | <0,005 | <0,007 | <0,02 | <0,002 | 0,025 | <1,0 |
| 00227 | 0,017 | <0,002 | 23,6 | <0,005 | <0,007 | <0,02 | <0,002 | 0,041 | <1,0 |
| LC | 0,0005 | 0,002 | 0,07 | 0,005 | 0,007 | 0,02 | 0,002 | 0,008 | 1,0 |
| Método | EPA 200.7 | EPA 200.7 | EPA 200.7 | EPA 200.7 | EPA 200.7 | EPA 200.7 | EPA 200.7 | EPA 200.7 | 3114C * |
| Fecha de ensayo | 2018-01-19 | 2018-01-19 | 2018-01-19 | 2018-01-19 | 2018-01-19 | 2018-01-19 | 2018-01-19 | 2018-01-19 | 2018-01-19 |

* El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL-DA.

*LC:* Límite de cuantificación

**Métodos:**

EPA Method 200.7. Rev 4.4 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma - atomic emission spectrometry

SMEWW Method 3114C. 22nd Edition, 2012. Continuous Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method

*SMEWW:* Standard Method for Examination of Water and Wastewater. APHA-AWWA-WEF.

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria
BLGA. JULIA IVONNE LOAYZA RAMOS
CBP-2841
JEFA DE LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL
DIGESA

MINISTERIO DE SALUD DIGESA

Lima, 2018-01-22
JLR/CLA/lng

F01-AC-PS-13 Rev 06

Los resultados de este informe corresponden a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio sede La Molina
Calle Los Pinos N° 259,
Urb. Camacho, La Molina-Lima 12
T (511) 4341912

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sld.pe

Laboratorio sede principal
Calle Las Amapolas N° 350
Urb. San Eugenio, Lince – Lima 14, Perú
Central telefónica (511) 6314430

**Figura 43.** Resultados de Laboratorio de Metales Pesados del Pozo Nº01 y Nº02 del Asentamiento Humano Señor de los Milagros.