

UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



TESIS

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y
FISICOQUÍMICA EN AGUA SUBTERRÁNEA UTILIZADA PARA EL
CONSUMO HUMANO POR LA EMPRESA DE AGUA POTABLE Y
ALCANTARILLADO EMAPA CHANCAY S.A.C – 2019”**

PRESENTADO POR:

THALIA MARIBEL ANDRÉS PALOMARES

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA QUÍMICA

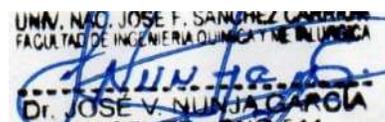
ASESOR:

DR. NUNJA GARCÍA JOSÉ VICENTE

REGISTRO C.I.P N° 51874

HUACHO- PERÚ

2022



DEDICATORIA

Agradezco a **DIOS** por la fuerza que me da
Para cada día para ser mejor y por haberme permitido cumplir mi
sueño de ser una ingeniería química.

A MIS PADRES Y HERMANOS:

CESAR ANDRÉS Y MARIBEL PALOMARES, Jillian, James y Luis Antonio por brindarme su amor, confianza, apoyo incondicional, por nunca dejar de creer en mí. Mis padres quienes se sacrificaron para darme una educación y permitirme terminar mi carrera y cumplir así todos mis sueños.

FAMILIARES y AMIGOS:

Quienes son una pieza importante en este largo camino ya que, sin el apoyo, cariño, consejos nada de esto sería realidad. Hicieron de mí una persona responsable, independiente y con deseos de ser mejor cada día, a todas las personas que estuvieron en este largo camino y nunca dejaron de confiar en mí, para mi ejemplo a seguir MIRTA PALOMARES muchas gracias por siempre estar para mí.

AGRADECIMIENTO

A la empresa **EMAPA CHANCAY S.A.C**, al gerente quien confió en mi persona, por haber tenido la amabilidad de brindarme la oportunidad de realizar mi trabajo de investigación y complementar mi formación profesional.

A todo el personal que trabaja día a día para brindar un servicio de calidad, quienes me brindaron su amistad, conocimientos y un cálido ambiente laboral, por acogerme y dejarme formar parte de su vida, quienes con todo la voluntad y buen trato me brindaron el apoyo incondicional mediante sus experiencias técnicas y conocimientos quienes aportaron mucho para yo crecer profesionalmente.

Al **Dr. NUNJA GARCÍA JOSÉ VICENTE** por sus aportes, apoyo y conocimientos transmitidos durante mi formación profesional, por la asesoría para el presente trabajo de investigación y así poder obtener el título profesional de ingeniera química.

A mi familia, quienes forman parte de mi vida y están siempre apoyándome, quienes hacen sacrificios por yo cumplir mis metas y mis sueños, por aportar mucho en mi formación profesional, mis amigos quienes sin conocerme mucho me hicieron parte de su familia y me apoyaron, cada persona que hasta ahora conocí forman parte de una gran experiencia y estaré siempre agradecida.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	11
INTRODUCCIÓN	12
CAPITULO I.....	14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1. Descripción de la realidad Problemática.....	14
1.2. Formulación del problema	16
1.2.1. Problema general.....	16
1.2.2. Problemas específicos	16
1.3. Objetivos de la Investigación.....	17
1.3.1. Objetivo General	17
1.3.2. Objetivos Específicos.....	17
1.4. Justificación de la investigación	17
1.5. Delimitación del estudio	19

1.6.	Viabilidad de Estudio.....	5
		20
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO		21
2.1.	Antecedentes de la Investigación.....	21
2.2.	Bases Teóricas	27
2.3.	Definiciones Conceptuales.....	38
2.4.	Formulación de Hipótesis	51
2.4.5.	Hipótesis General	51
2.4.6.	Hipótesis Específicos	51
CAPITULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		52
3.1.	Diseño Metodológico.....	52
3.1.1.	Tipo de Investigación	52
3.1.2.	Nivel y Diseño de Investigación	52
3.1.3.	Enfoque	53
3.2.	Población y muestra.....	53
3.3.	Operacionalización de Variables e indicadores	54
3.4.	Técnicas e Instrumentos De Recolección De Datos	54
3.5.	Técnicas para el procesamiento de la información.....	58
CAPITULO IV. RESULTADOS		65
4.1.	Resultados de las muestras realizadas.....	79
CAPITULO V. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		97

	6
5.1. Discusión.....	97
5.2. contrastación de la Hipótesis.....	106
5.2. Conclusiones	107
5.3. Recomendaciones.....	113
CAPITULO VI. FUENTES DE INFORMACIÓN.....	115
6.1. Referencias Bibliográficas	115
6.2. fuentes Hemerográficas.....	116
6.3. Fuentes Documentales	116
6.4. fuentes electrónicas	117
ANEXOS.....	118
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	119
PANEL FOTOGRÁFICO	122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos ...	33
Tabla 2	Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organoléptica	34
Tabla 3	Límites Máximos Permisibles de Parámetros Químicos Inorgánicos y Orgánicos ..	35
Tabla 4	Clasificación de la dureza del agua según la OMS	43
Tabla 5	Operacionalización de Variables.....	54
Tabla 6	Caudal de explotación	59
Tabla 7	Ubicación UTM de los Puntos de Muestreo	61
Tabla 8	Parámetros Físico-Químicos Realizados por Emapa Chancay (Año 2000).....	66
Tabla 9	Parámetros Físico-Químico realizados por Emapa Chancay (Año 2006).....	66
Tabla 10	Resultados de Análisis Galería Quepepampa.....	68
Tabla 11	Resultado de Análisis de la Galería Cerro la Culebra	69
Tabla 12	Resultados de análisis Galería Molino Hospital.....	71
Tabla 13	Caudal de explotación	72
Tabla 14	Puntos de muestreo – Pozos y Reservorios.....	79
Tabla 15	Resultado de los pozos Laure y Torre Blanca.....	80
Tabla 16	Resultados de los Reservorios Laure y Torre Blanca.....	84
Tabla 17	Puntos de muestreo -Galería Pampa Libre	85
Tabla 18	Resultados de la zona de Pampa Libre.....	86
Tabla 19	Resultados de Reservorio Pampa Libre.....	90
Tabla 20	Puntos de Muestreo - Galerías Filtrantes	91
Tabla 21	Resultados de Galerías Filtrantes	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 1 Ubicación geográfica del Distrito de Chancay	58
Figura. 2 Proceso de Tratamiento de la Fuente Subterránea.....	60
Figura. 3 Ubicación de los puntos de Muestreo	61
Figura. 4 Cadena de Custodia	63
Figura. 5 Resultados de Nitratos Pozo Laure y Torre Blanca.....	97
Figura. 6 Resultados Microbiológicos de Reservorio Laure y Torre Blanca.....	98
Figura. 7 Resultados Microbiológicos de Reservorio Laure y Torre Blanca.....	98
Figura. 8 Resultados microbiológicos Galería Filtrante Pampa Libre	99
Figura. 9 Resultados Microbiológicos Galería Pampa Libre	99
Figura. 10 Resultados Microbiológico Galería Pampa Libre.....	100
Figura. 11 Resultados Microbiológico Red de Distribución Pampa Libre	101
Figura. 12 Resultados de Nitratos - Galerías Filtrantes	102
Figura. 13 Resultados de Dureza Total - Galerías Filtrantes	103
Figura. 14 Resultados Microbiológicos - Galerías Filtrantes.....	103
Figura. 15 Resultados Microbiológicos - Galerías Filtrantes.....	104
Figura. 16 Resultados Microbiológicos - Galerías Filtrantes.....	105
Figura. 17 Muestras Galería Pampa Libre	123
Figura. 18 Toma de Muestra en Reservorio Pampa Libre	123
Figura. 19 Toma de Muestra - Reservorio Torre Blanca	123
Figura. 20 Toma de Muestras – Pozo Torre Blanca.....	123
Figura. 21 Muestras Galería Donoso.....	123
Figura. 22 Muestras Galería Cerro la Culebra	123

Figura. 23 Toma de Muestras - Galería Molino Hospital	123
Figura. 24 Muestras Galería Quepepampa.....	123
Figura. 25 Muestras Pozo Laure	123
Figura. 26 Toma de muestras Reservorio Laure	123
Figura. 27 Conservación y preservación de Muestras.....	123
Figura. 28 Cadena de Custodia Reservorio.....	123
Figura. 29 Cadena de Custodia Pozos.....	123
Figura. 30 Cadena de Custodia - Galerías Filtrantes.....	123

RESUMEN

La presente investigación tuvo como **objetivo general:** Evaluar la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua subterránea utilizada para el consumo humano en el distrito de Chancay por la empresa de agua potable y alcantarillado, los **materiales y métodos:** de la investigación fue de tipo descriptivo – transversal ya que se tuvo una sola variable la cual no fue manipulada, solo se buscó analizar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua subterránea suministrada.

Con la toma de muestra se lograron evaluar los pozos Laure, Torre Blanca, las galerías Filtrantes identificadas con los siguientes códigos: ASUB1, ASUB2, ASUB3, ASUB4, la estación de bombeo de pampa libre y Reservorios las cuales fueron comparados con la normativa vigente Obteniendo como **Resultados:** cómo la calidad del agua se deteriora por contaminación de nitratos y la familia de los coliformes por infiltración esto debido a que las galerías se ubican en terrenos agrícolas donde utilizan agroquímicos con altos componentes nitrogenados y el riego se realiza con aguas contaminadas.

Como **conclusiones:** se logró evaluar la calidad microbiológica y fisicoquímica de las aguas provenientes de las fuentes subterráneas (pozos y galerías filtrantes) utilizada para el consumo humano esto se logró a través de los análisis realizados a muestras de agua las cuales fueron analizadas por un laboratorio de terceros acreditado por INACAL donde se pudo determinar que el agua captada por la empresa tiene una calidad aceptable para poder ser potabilizada y distribuida a la ciudad de Chancay, finalmente como **recomendaciones:** la empresa debe tener en cuenta la implementación de un plan de control y vigilancia de calidad de sus fuentes de abastecimiento.

Palabras claves: Calidad, Fisicoquímica, microbiológica, agua Subterránea, Galerías, consumo humano.

ABSTRACT

The present investigation had as general objective: To evaluate the microbiological and physicochemical quality of the underground water used for human consumption in the district of Chancay by the drinking water and sewage company, the materials and methods: the investigation was descriptive - cross-sectional. Since there was only one variable which was not manipulated, we only sought to analyze the physicochemical and microbiological quality of the groundwater supplied.

With the sampling it was possible to evaluate the Laure and Torre Blanca wells, the filtration galleries identified with the following codes: ASUB1, ASUB2, ASUB3, ASUB4, the Pampa Libre pumping station and reservoirs, which were compared with the current regulations. Obtaining As Results: how the quality of the water deteriorates due to the contamination of nitrates and the coliform family by infiltration, due to the fact that the galleries are located in agricultural lands where agrochemicals with a high nitrogenous component are used and the irrigation is carried out with contaminated water.

As conclusions: it was possible to evaluate the microbiological and physicochemical quality of the waters coming from the underground sources (wells and filter galleries) used for human consumption, this was achieved through the analyzes carried out on water samples which were analyzed by a laboratory. of third parties accredited by INACAL where it was possible to determine that the water collected by the company has an acceptable quality to be purified and distributed to the city of Chancay, finally as recommendations: the company must take into account the implementation of a control and surveillance plan the quality of its supply sources.

Keywords: Quality, Physicochemical, microbiological, groundwater, Galleries, human consumption.

INTRODUCCIÓN

Actualmente el sistema de agua potable de Chancay funciona de forma ordenada y en coordinación con sus trabajadores, cada área se evalúa de acuerdo a las necesidades de los consumidores y se enfocan en la calidad de servicio que brindan, uno de los puntos de más cuidados y trabajado bajo parámetros es el “control de calidad del agua potable”, se detalla la organización y el proceso en general de las fuentes subterráneas, del agua en su estado natural (explotación) hasta su producto final agua potable (distribución).

El presente trabajo de investigación cuenta con seis capítulos, donde se detallan los siguientes puntos, el I capítulo detalla la realidad problemática de las fuentes de abastecimiento (subterránea); de la misma manera se detalla los objetivos, justificación y viabilidad.

El II capítulo comprende el marco teórico donde se busca estudios relacionados con nuestra investigación para poder explicar los resultados obtenidos.

El III capítulo comprende el diseño metodológico, el tipo de investigación a lo que está enfocado, si se manipulara o no variables dentro de la investigación, indica también la población y muestra.

El IV capítulo detalla los resultados obtenidos de los puntos de muestreos, se describe el control de calidad que se realiza y maneja a nivel de empresa teniendo como modelo a la “**Resolución de consejo Directivo N° 015-2012 SUNASS-CD**”, donde se establece que: “Las empresas prestadoras de servicio de saneamiento en las etapas de tratamiento, almacenamiento y distribución deberán de aplicar la frecuencia de parámetros mínimos de control de la calidad de agua potable las cuales deberán aplicarse de acuerdo al número de habitantes de la población servida”, Emapa Chancay S.A.C a la fecha cuenta con 12,808 conexiones teniendo activas 10,080 conexiones por

lo que su población servida es de 40,420 habitantes por lo que se ubica en la categoría de: “EPS que brindan el servicio de agua potable a localidades con población mayores a 30,000 habitantes”, una vez captada el agua se evalúa si cumple o no con lo establecido en el D.S. 004-2017-MINAN para ser destinada al consumo humano, una vez ya potabilizada deberá de cumplir con lo establecido en el “D.S. N° 031-2010.SA” “Reglamento de la calidad de agua para consumo Humano”.

El V capítulo involucra los resultados obtenidos, las discusiones, conclusiones y recomendaciones que la empresa deberá de tener en cuenta para ver el estado situacional en el que se encuentran y poder aplicar correcciones si es necesario.

Finalmente, el VI capítulo tiene el contenido de las referencias que han servido como base y apoyo para la elaboración de la investigación.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad Problemática

“Este líquido elemento (Agua) es sin lugar a duda uno de los recursos más preciados y necesario para la vida y el desarrollo de la sociedad, sin agua no podríamos sobrevivir, ni realizar otras actividades cotidianas, desde las más sencillas como su consumo hasta las más complejas de uso industrial, del cual se puede obtener variedad de subproductos de los cuales dependemos. En pocas palabras, se puede afirmar que, sin la presencia de este líquido vital, la humanidad sería inexistente. Por otro lado, a pesar de ser uno de los recursos vitales para la supervivencia de la humanidad y de ser uno de los más abundantes recursos presentes en el planeta tierra, sólo un mínimo porcentaje del total es apto para el consumo del hombre (agua dulce)”. (Soriano Dilas, 2018, p. 12).

“El Agua subterránea representa alrededor de 30 % del agua dulce del mundo. De los 70 %, casi 69 % es capturado en las capas de hielo y nieves-glaciares de las montañas y solo 1% se encuentra en los ríos y lagos. Agua subterránea cuenta como un tercer parte del agua fresca consumido por humanos, pero en algunas partes del mundo, este porcentaje llega hasta 100%”. (Centre, s.f.)

En el Distrito de Chancay el 70% del abastecimiento de agua potable lo representa las fuentes subterráneas dicho servicio está a cargo de la “Empresa Municipal de agua Potable y Alcantarillado” quienes captan las aguas subterráneas a través de galerías filtrantes y pozos, La captación de estas fuentes subterráneas pertenecientes al valle “Chancay-Huaral” logra cubrir parcialmente, las demandas de consumo de agua en sector doméstico e industrial durante la época de estiaje del río.

El problema que se presenta en las galerías filtrantes es la contaminación microbiológica de sus fuentes , las aguas subterráneas si bien es cierto no están expuestas directamente a la contaminación de las actividades humanas que se dan en la superficie, no obstante dicha contaminación se da por infiltración esto debido a que las galerías se encuentran en terrenos agrícolas donde se practica una agricultura intensa, los agricultores usan agua de otra calidad provenientes de canales de riego que reciben la descarga de aguas residuales de la población de Huaral, dichas aguas se usan para realizar el riego de los terrenos agrícolas donde se encuentran ubicados las galerías de la empresa, de la misma manera usan agroquímicos que pueden alterar la calidad de agua que se capta.

La empresa con el objetivo de conservar sus fuentes y suministrar agua de calidad a sus usuarios realiza monitoreos de calidad de agua para descartar cualquier contaminación físico-química y microbiológica, los monitoreos se realizan cada seis y doce meses, donde los parámetros evaluados son en base a lo establecido en el “**Consejo Directivo N° 015-2012 SUNASS-CD**”, esto le permite detectar que parámetros pueden estar en exceso debido a que un control a los problemas de contaminación de las fuentes subterráneas es prácticamente imposible en la mayoría de los casos, por otro lado elevaría los costos de operación y mantenimiento.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿El agua proveniente de las fuentes subterráneas utilizada para el consumo humano en el distrito de Chancay por la empresa de agua potable y alcantarillado, tendrá una calidad microbiológica y físico-química aceptable?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿De qué manera la evaluación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua subterránea provenientes de las galerías filtrantes y pozos de la empresa Emapa Chancay permitirá conocer la calidad del agua?
- ¿Los parámetros Microbiológicos exceden lo establecido en los decretos supremos “D.S. N° 031 – 2010” y en el “D.S. 004-2017-MINAM”?
- ¿Los parámetros físico-químico exceden lo establecido lo establecido en los decretos supremos “D.S. N° 031 – 2010” y en el “D.S. 004-2017-MINAM”??

1.3.Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

- Evaluar la calidad microbiológica y físico-química del agua subterránea utilizada para el consumo humano en el distrito de Chancay por la empresa de agua potable y alcantarillado - Emapa Chancay S.A.C.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Comparar y analizar los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua subterránea provenientes de las galerías filtrantes y pozos con el marco legal correspondiente.
- Determinar la concentración de los parámetros físico-químicos del agua subterránea provenientes de las galerías filtrantes y pozos de la empresa Emapa Chancay SAC.
- Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos del agua subterránea provenientes de las galerías filtrantes y pozos principalmente las familias más contaminantes como los coliformes.

1.4.Justificación de la investigación

La presente investigación se realizó con la finalidad de evaluar y analizar los parámetros físicoquímicos y microbiológicos del agua subterránea captada a través de las galerías filtrantes y pozos, desde su captación hasta el producto final para consumo humano, las aguas obtenidas a través de estas perforaciones se ven afectadas de acuerdo a la zona donde están ubicadas ya sea por la agricultura, la crianza de animales, entre otros, dichos factores conllevan a la variación de la calidad de dichas aguas y como consecuencia una posible contaminación de las fuentes de abastecimiento al encontrarse en terrenos agrícolas las cuales se riegan con agua de otra calidad y

por infiltración puede deteriora la calidad del este líquido vital, el impacto negativo que genera sobre al agua subterránea perjudica el tratamiento.

Justificación teórica: dicho estudio fue desarrollado basándose en los datos existentes de la empresa prestadora de servicio de saneamiento y con el objetivo de contribuir con estudios a través de referencias nacionales como internaciones la cual se accederá por visitas virtuales.

Justificación social: suministrar agua de consumo humano a todo el Distrito de Chancay, contribuyendo al tratamiento efectivo de la empresa municipal de agua potable y alcantarillado, para así brindar calidad y continuidad del servicio.

1.5.Delimitación del estudio

1.5.1. Limitaciones teóricas

El trabajo de investigación se completará sobre la base de estudios afines existentes a nivel de la Empresa Emapa Chancay S.A.C y a través de referencias nacionales como internaciones la cual se accederá por visitas físicas y virtuales.

1.5.2. Limitaciones espaciales

La presente investigación se desarrolló en el departamento de lima, provincia de Huaral, distrito de Chancay en la empresa prestadora del servicio de saneamiento, en sus diferentes puntos de captación de fuentes subterráneas ubicadas en Quepepampa, Molino Hospital, Cerro La Culebra, Pronadret, pampa libre, Laure y torre blanca.

Los análisis físico-químicos y microbiológicos se realizaron en los puntos de ubicación de las cámaras de filtración y pozos de Emapa Chancay S.A.C.

1.5.3. Limitaciones Temporales

La presente investigación se realizó en el año 2019 y en el mes de diciembre se tuvo la toma de muestras, la cual esta detallado en un diagrama de actividades.

1.5.4. Limitaciones Económicas

Las necesidades de recursos y ejecución a utilizar para el desarrollo de la tesis, será financiado íntegramente por la tesista conforme al avance del trabajo.

1.5.5. Limitación social

El presenta trabajo de investigación se realizó en coordinación con la empresa prestadora de servicio de saneamiento a través de su área de producción y control de calidad.

1.6. Viabilidad de Estudio

1.6.1. Viabilidad de recurso Teórica

El presente trabajo de investigación denominada **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA EN AGUA SUBTERRÁNEA UTILIZADA PARA EL CONSUMO HUMANO POR LA EMPRESA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EMAPA CHANCAY S.A.C – 2019”** conto con acceso a la información para el desarrollo, tanto en libros, internet e información netamente de la empresa.

1.6.2. Viabilidad Económica

El estudio de los análisis de calidad microbiológica y fisicoquímica en agua Subterránea de cada uno de los pozos y galerías filtrantes, conto con la viabilidad de recurso, fue realizado con el apoyo de la empresa prestadora del servicio de saneamiento.

1.6.3. Viabilidad Temporal

El presente trabajo de investigación a partir de la presentación del proyecto tomo varios meses en realizar el análisis de datos, si bien es cierto la toma de muestra se realizó en diciembre del año 2019 el trabajo de gabinete se realizó posterior al tiempo establecido en el cronograma eso debido a la actual situación en la que nos encontramos.

1.6.4. Viabilidad de recurso financiero

La presente investigación si fue viable, por medio de recursos monetarios por parte de la empresa y la tesista.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Investigaciones internacionales

La finalidad del estudio denominado “**calidad microbiológica del agua de los pozos de las aldeas de la reserva natural de usos múltiples Monterrico**” (RNUMM) donde los autores en el año 2017 donde su objetivo fue el de estimar la calidad microbiológica de un pozo en una Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico, aldea La Avellana, aldea La Curvina, aldea El Pumpe, aldea Agua Dulce y aldea Monterrico, Taxisco, en el departamento de Santa Rosa utilizaron un método aleatorio, por el cual se seleccionaron en la aldea Monterrico 30 casas; aldea La Curvina 10 casas, aldea El Pumpe 30 casas, aldea La Avellana 23 casas y en la aldea Agua Dulce el pozo de distribución por triplicado. La muestra de agua del pozo se recoge en frascos estériles con tiosulfato de sodio al 0.1 N, bajo condiciones asépticas, luego las muestras se trasladaron en cadena de frío hacia el laboratorio de Estudios Físicoquímicos y Microbiológicos –LAFYM-, en un período de doce horas, donde fueron analizadas utilizando la metodología de COLITAG® indicando la presencia y ausencia de coliformes y *Escherichia coli* y así se verificó el cumplimiento de la norma COGUANOR NGT 29001, indica si es que el agua puede ser de consumo . (Gallardo Zuleta, Rosas Salguero, Chacon Estrada, & Velazquez Monzón, 2017, p. 2).

Para el estudio denominado **“Caracterización Microbiológica Y Físicoquímica de Aguas Subterráneas de los Municipios de la Paz Y San Diego, Cesar, Colombia”**. Los autores consideraron dentro de sus funciones de apreciación, inspección y búsqueda ambiental de los usos de las fuentes de agua existentes en el Cesar por parte de la Corporación Autónoma Regional del Cesar- CORPOCESAR, se ejecutó una tesis para valorar la calidad de aguas subterráneas situadas en 93 aljibes en los municipios de La Paz y San Diego (Cesar) en 2009 de acuerdo con lo especificado en el decreto 1575/07 y la resolución 2115/07 del Ministerio de Protección Social y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Se determinaron propiedades microbiológicas (determinación de *Pseudomona aeruginosa* y protozoos patógenos) y físico-químicas (conductividad, pH, temperatura, sólidos disueltos totales, salinidad, acidez, alcalinidad, turbidez, cloruros, amonio, nitritos, nitratos, hierro, magnesio, sodio y calcio, estos tres últimos estudios para medir la aptitud para riego con el fin de demostrar la calidad del agua de la que se proveen los habitantes de estos predios). La detección de *P. aeruginosa* se realizó mediante filtración por membrana y protozoos mediante la técnica de flotación por centrifugación con $ZnSO_4$. De las muestras ensayadas en un 84,94% se encontró *P. aeruginosa*. Se identificaron 5 géneros de protozoos siendo *Giardia sp* el patógeno con mayor prevalencia, representando un 46,1%, seguido de *Criptosporidium sp* con un 22,18%; en correlación con los resultados físico-químicos, estos mostraron que de los aljibes muestreados solo un 4,3% contienen agua apta para riego sin que su uso acarree peligros para la salud. (Vence Marquez, Rivera Gonzalez, Osorio Bayler, & Castillo Sebaria, 2012, p. 27).

En la investigación denominado **“ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL ÁREA DEL TIRADERO MUNICIPAL Y LA PETACA, LINARES, N.L., MÉXICO”**. el área de estudio se desarrolla donde existen fuentes de contaminación puntual (tiradero de basura municipal) y difusas (letrinas, agricultura, ganadería, granjas porcinas, fosas sépticas y vertimiento de aguas municipales e industriales) dichos puntos contaminantes favorecen la contaminación por infiltración hacia el agua subterráneas.

Se detalla que sobre estos acuíferos estudiados se localiza un antiguo botadero municipal en que se depositaban aproximadamente 300,000 toneladas de residuos solidos en su periodo de actividades que estaban comprendidas en los años 1980 al 2001., dicho lugar carecía de un diseño adecuado se sistema de colectores para lixiviado y gases, la ausencia de geomembranas permitían que existiera infiltración al agua subterránea.

Para evaluación del agua se realizaron análisis físicos, químicos, bacteriológicos y de metales pesados en muestras de agua, las cuales fueron evaluadas a base de normas oficiales, para el consumo humano, domestico y uso agrícola. Donde se pudo concluir que según los LPM establecidos para el agua potable contenía altas concentraciones de solidos disueltos, coliformes totales y fecales, además de existir una contaminación por sulfatos, nitratos, bario y mercurio.

De esta forma se pudo observar concluir de los acuíferos analizados (poros y grietas) para el primer acuífero presenta una alta vulnerabilidad en condiciones naturales y también por las actividades urbanas, mientras que para el segundo acuífero es considerado con baja vulnerabilidad respecto al medio natural, los grados de vulnerabilidad varían dependiendo de la distancia hacia las principales fuentes de contaminación, el modo en cómo se usa el suelo y los más importante el nivel freático. (LIZÁRRAGA MENDIOLA, 2003, p. 23)

2.1.2. Investigaciones nacionales

En la localidad de Las Juntas se ejecutó la investigación denominada **“Caracterización Físico – Química Y Microbiológica de Agua Para Consumo Humano de la Localidad las Juntas del Distrito Pacora – Lambayeque, Y Propuesta de Tratamiento”** desarrollado en el distrito de Pacora en el departamento de Lambayeque, con el objetivo de determinar físico – químico y microbiológicamente del agua destinada al consumo humano de dicha localidad y así elaborar una propuesta de procedimiento para el refuerzo de este servicio.

Para ello se hace referencia al “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano: DS N° 031 – 2010 – SA- Ministerio de Salud SA”. “Para el ensayo de agua se tomaron diez puntos de muestreo en diferentes áreas de la localidad los cuales incluye el pozo subterráneo, tanque de almacenamiento y 8 viviendas, para cada área de muestreo se recogió dos muestras para análisis físico – químico y microbiológico respectivamente, se recolectó por 4 semanas haciendo un total de 40 muestras, evaluando 19 parámetros. Consiguiendo como resultado que los parámetros que están dentro de los límites para consumo humano son: pH, dureza total, turbidez, color, nitratos, arsénico, plomo y recuento de heterótrofos y los siguientes parámetros que sobrepasan los límites son: cloruros, magnesio, conductividad eléctrica, solidos totales disueltos, sulfatos, cloro residual, coliformes totales y coliformes Termotolerantes”. (Cava Suarez & Ramos Arevalo , 2016, p. 13).

Con base en los datos alcanzados sobre la calidad del agua, se concluyó que de la localidad de las Juntas no es apta para consumo humano. Esto involucra y demuestra la aplicación sistemática de un tratamiento de electrodiálisis reversible, con el fin de corregir la

calidad de agua, y conseguir que la localidad esté protegida contra enfermedades infectocontagiosas. (Cava Suarez & Ramos Arevalo , 2016, p. 13).

En la investigación denominada **“Vigilancia de la Calidad del Agua Para Consumo Humano de Cuatro Comunidades Nativas del Distrito de Constitución – Oxapampa – Pasco”**.

En tal sentido el presente estudio se enfocará en la vulnerabilidad sanitaria de cuatro acueductos, a la que están expuestos las comunidades nativas, verificando si el abastecimiento de agua es de buena calidad o no, por falta de protección de sus fuentes, falta de tratamiento y/o cloración y mantenimiento anticipado y correctivo de los tanques de almacenamiento y redes de distribución. Coincidiendo con elevados índices de enfermedades diarreicas agudas (EDAS) reportados en el distrito, se hace necesario cumplir con el monitoreo y vigilancia de la calidad del agua, para asegurar que ciertos cuerpos de agua cumplan con la normativa nacional de los LMP establecidos por el “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano” (D.S N° 031-2010-S.A); de esta manera priorizar la solución del problema. (Galindo Huamani, 2018, p. 2).

en el presente estudio denominado **“ESTUDIO ANALITICO DE NITRATOS EN AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL DISTRITO SAN PEDRO DE LLOC”** donde se detalla una de las actividades mas importantes “el cultivo de arroz” que se desarrollan en el distrito de san pedro de lloc, en la región Libertad – Perú, para el desarrollo de esta actividad se utiliza fertilizantes nitrogenados en grandes cantidades y requiere de un riego inundado, producto de estas actividades se ocasiona la contaminación de las aguas subterráneas la cual impacta negativamente a las reservas naturales y la salud humana.

Los nitratos presentes en el agua se reducen a nitritos formando metahemoglobina quien disminuye la capacidad de oxigenación en la sangres, manifestandose de la coloración azulada de la piel, puede llegar a causar coma o la muerte de los niños expuestos a este elemento.

El monitoreo de las aguas subterráneas de esta zona se realizaron a través de parámetros físicoquímicos y en particular el contenido en nitratos en pozos seleccionados, las principales zonas de muestreo fueron en terrenos agrícolas, ganaderas y urbanas. El primer muestreo se desarrolló en abril del año 2007 durante la campaña principal de cultivo, el segundo muestreo fue realizado en junio del 2007 en campañas complementarias.

Los resultados para las muestras realizadas en el parámetro de nitrato fueron de concentraciones bajas, los resultados estuvieron por debajo de los límites de calidad el cual fue una respuesta tranquilizadora, el único parámetro que excedía los límites para algunos puntos de muestro fue la conductividad, para la dureza de las aguas se encontraron resultados mayores a 300 mg CaCO₃/L, por otro lado en uno de los pozos se encontró la presencia de ortofosfato esto debido a la presencia de la agricultura desarrollada en la zona. (Vinelli Ramírez, 2012, p. 2).

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Tratamiento del agua para consumo humano

2.2.2. Agua Subterránea

(Ordoñez Galvez, 2011) Afirimo que “parte del agua existente debajo de la superficie se puede recolectar a través de perforaciones, túneles o galerías de drenaje, o puede fluir naturalmente a la superficie a través de manantiales o filtraciones a los cursos fluviales”. (p. 9)

Agua subterránea está contenida en los llamados acuíferos. Una Acuífero es una estructura geológica o parte de ella, y está compuesto por un material permeable capaz de almacenar una determinada cantidad de agua. Los Acuíferos pueden estar compuestos por diferentes materiales: arena suelta y grava, rocas permeables depositadas como piedras de arena o piedras de lodo, lava volcánica fracturada y rocas cristalizadas etc. (Centre, s.f.)

2.2.3. Acuíferos

los acuíferos son un volumen de roca y arena que contiene agua subterránea. El agua subterránea almacenada en los acuíferos es una parte importante del ciclo hidrológico. Los estudios que se han realizado estiman que aproximadamente el 30 por ciento del agua superficial proviene de fuentes de agua subterránea. (Ordoñez Galvez, 2011, p. 10)

Acuíferos libres: Son aquellos cuyo nivel de agua está por debajo del techo de la formación permeable. Libran agua por desaturación es decir, el agua que desprenden proviene del drenaje de sus poros. (Ordoñez Galvez, 2011, p. 10)

Acuíferos confinados: Son los protegidos por una capa impermeable confinante. El nivel del agua en los acuíferos cautivos está más alto que el límite superior del acuífero. El agua que producen proviene de la expansión del agua y la descompresión de la estructura permeable vertical, cuando se produce la depresión en el acuífero. También se les llama acuíferos cautivos. (Ordoñez Galvez, 2011, p. 10)

Acuíferos semiconfinados: Se pueden considerar un caso especial de acuíferos cautivos, donde las paredes, techo o ambos no son completamente impermeables, pero permiten la circulación vertical del agua. (Ordoñez Galvez, 2011, p. 10)

2.2.4. Calidad de agua subterránea

Dado que el agua subterránea fluye a través de las rocas y suelo subterráneo, es fácil disolver sustancias durante este proceso. Por lo tanto, la sustancia contenida en el agua subterránea suele ser mayor que la del agua superficial. “La contaminación del agua se puede definir como un cambio en las características físicas, químicas o biológicas que limitan su uso. Las sustancias que cambian la calidad del agua de los acuíferos se dividen en Sustancias que existen en la naturaleza y Sustancias producidas por acciones humanas (antropogénicas)”. (Mamani Vilcapaza 2012).

El hecho de que tenga un pozo que pueda proporcionarle suficiente agua no significa que deba consumirla. Debido a que el agua es un excelente solvente universal que puede contener muchos contaminantes disueltos. Debido a que el agua subterránea pasa a través de las rocas y la tierra del subsuelo, es fácil disolver sustancias durante el movimiento. Por lo tanto, el agua subterránea generalmente contiene más sustancias que el agua superficial. (Worl, 2017)

2.2.5. Modos de contaminación

El agua subterránea proviene principalmente de una precipitación excesiva, que se filtra directa o indirectamente a la superficie del suelo. Como resultado, las actividades humanas en la superficie pueden representar una amenaza para la calidad del agua subterránea. La contaminación de acuíferos ocurre cuando no se controla adecuadamente la carga contaminante en el subsuelo generada por actividades urbanas, industriales, agrícolas o mineras y lixiviado, y en algunos componentes se excede la capacidad natural del subsuelo y estratos suprayacentes. (Foster, Hirata, Gomes, D'Elia y Paris, 2002, p. 4)

El agua subterránea no está expuesta directamente a los productos de las actividades humanas que se forman en la superficie. Sin embargo, estos contaminantes ingresan al acuífero de diversas maneras, por ejemplo:

- **la agricultura:** debido a que involucra una gran área de contaminación difusa, es difícil de controlar.
- **Fertilizantes:** Aportan compuestos de K, N y P al agua y en algunos casos se ha llegado a determinar que hasta el 50 % del nitrato llega por infiltración al acuífero.
- **Plaguicidas:** dentro de estos compuestos encontramos a los fungicidas, insecticidas, nematocidas, acaricidas, bactericidas, rodenticidas, bactericidas, herbicidas, etc. Donde se estudiaron los diferentes coeficientes de degradación, absorción y la vida media de varios pesticidas que son orgánicos. La duración varía desde una semana hasta varios años.

- **Ganadería:** Los compuestos nitrogenados, fosfatos, bacterias, cloruros, y, en algunos casos metales pesados provienen de las heces de los animales. Por lo general, no causan problemas importantes, a menos que se trate de una instalación grande. las granjas de cerdos con particularmente serias (los desechos líquidos se denominan purines).
- **en suelo subterráneo:** por ejemplo, un botadero abierto sobre el nivel freático. Y está ubicado en suelo subterráneo por debajo del nivel del agua subterránea, como pozos desatendidos.
- **Los acuíferos costeros:** pueden estar contaminado por la intrusión de agua salada, las aguas residuales son las que más ayudan a que se dé la contaminación del agua subterránea. (Mamani Vilcapaza 2012).
- **Residuos Sólidos Contaminantes:** Generalmente, el líquido depositado en la superficie, el líquido de los propios desechos o el agua de lluvia que se filtra a través de ellos llegara al nivel del agua subterránea, que transporta diversos contaminantes orgánicos e inorgánicos.
- **Aguas residuales:** Las aguas residuales del centro de la ciudad se vierten en canales superficiales o fosas sépticas. “En momentos, tras una ligera depuración, se propagan por la superficie para aprovechar el poder filtrante del suelo (“filtro verde”). Entonces, los lodos producidos por el procedimiento pueden representar la segunda etapa del mismo problema. Aportan diversos contaminantes: detergentes, nitratos, bacterias y virus, carga orgánica disuelta”.

2.2.6. Calidad de agua

Calidad de agua es un término utilizado para describir las características físicas-químicas y biológicas del agua. La calidad del agua va a depender principalmente del agua a utilizar. No se trata simplemente de decir "esta agua es buena," o "esta agua no es buena." (Worl, 2017).

La calidad del agua es sin duda un tema prioritario en la actualidad, en parte debido al enorme crecimiento de la población mundial, la expansión y desarrollo de las ciudades; las zonas rurales también agravan los inconvenientes de calidad del agua. El uso de fertilizantes químicos en la agricultura puede causar un exceso de nitrógeno y fósforo en las aguas superficiales y subterráneas. Estos productos químicos en exceso se denominan "nutrientes" porque sirven como alimento para las plantas y reducen la calidad. (Worl, 2017).

2.2.6.1. Parámetros de control obligatorio (PCO):

(Salud, 2011) muestra que son los parámetros que todos los proveedores de agua deben hacer cumplir para el agua potable humana. (p. 10)

Los parámetros de control obligatorios de todas las empresas de agua son los siguientes:

- Número total de Coliformes totales
- Número total de Coliformes Termotolerantes/fecales
- Color
- Turbidez
- Cloro residual
- pH

2.2.7. límites máximo permisibles para el agua (LMP)

“De acuerdo al numeral 32.1 del artículo 32 de la Ley N° 28611 Ley general del ambiente, se define a límite máximo permisible (LMP), como la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físico, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida provoca o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente”. (MINAM, 2005).

Con lo establecido en el D.S. N° 031-2010-SA, se aplican las siguientes restricciones:

Parámetros microbiológicos

(Salud, 2011) determina que son los microorganismos indicadores de contaminación y/o microorganismos patógenos para el ser humano examinados en el agua para consumo. (p. 10).

“para Salud si en una muestra recolectada en la red de distribución se encuentra la presencia de bacterias totales y/o coliformes Termotolerantes, el proveedor investigará inmediatamente las causas para adoptar las medidas correctivas, a fin de eliminar todo riesgo sanitario, y garantizar que el agua en ese punto presente no menos de 0.5 mgL-1 de cloro residual libre. Complementariamente se debe recolectar muestras diarias en el punto donde se detectó el problema, hasta que por lo menos en dos muestras consecutivas no se presenten bacterias coliformes totales ni Termotolerantes”. (Salud, 2011, p. 30).

Se deberá cumplir los valores establecidos en los límites máximos permisibles (LMP) descritos en la siguiente tabla.

Tabla 1*Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos*

Parámetros	Unidad de medida	LMP
Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
E. coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
Huevos y Larvas de Helminetos, Quistes o Quistes de Protozoarios Patógenos.	Nº org/L	0
Virus	UFC / mL	0
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad Formadora de Colonias

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

Fuente: “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano – Anexo I”

2.2.5.3. Parámetros organolépticos:

(Salud, 2011) Determina que “parámetros físicos-químicos y/o microbiológicos”; los consumidores pueden percibir la existencia en el agua para consumo humano a través de sus sentidos. (p. 10).

El proveedor evaluará la causa del incumplimiento de esta y tomará medidas para cumplir con el valor determinado en el límite máximo permisible (LMP) descrita en la tabla siguiente:

Tabla 2*Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organoléptica*

Parámetros	Unidad de medida	LMP
Olor	-	Aceptable
sabor	-	Aceptable
Color	UCV escala Pt/Co	15
Turbiedad	UNT	5
pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
Conductividad (25°C)	µmho/cm	1500
Solidos Totales Disueltos	mgL-1	1000
Cloruros	mg Cl - L -1	250
Sulfatos	mg SO4 = L-1	250
Dureza Total	mg CaCO3 L-1	500
Amoniac	mg N L-1	1,5
Hierro	mg Fe L-1	0,3
Manganeso	mg Mn L-1	0,4
Aluminio	mg Al L-1	0,2
Cobre	mg Cu L-1	2,0
Zinc	mg Zn L-1	3,0
Sodio	mg Na L-1	200

UCV =Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: “D.S. 031-2010-SA – Anexo II”

2.2.5.4. Parámetros inorgánicos y orgánicos

(Salud, 2011) indica que toda agua utilizada para el consumo humano no deberá exceder los “límites máximos permisibles” de parámetros orgánico e inorgánicos indicados en el presente reglamento específicamente en el Anexo III. (p. 28).

Tabla 3*Límites Máximos Permisibles de Parámetros Químicos Inorgánicos y Orgánicos*

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite Máximo Permisible
Antimonio	mg Sb L-1	0,020
Bario	mg Ba L-1	0,700
Arsénico (nota 1)	mg As L-1	0,010
Boro	mg B L-1	1,500
Cadmio	mg Cd L-1	0,003
Cianuro	mg CN- L-1	0,070
Cloro (nota 2)	mg L-1	5
Clorito	mg L-1	0,7
Clorato	mg L-1	0,7
Cromo Total	mg Cr L-1	0,050
Flúor	mg F- L-1	1,000
Mercurio	mg Hg L-1	0,001
Níquel	mg Ni L-1	0,020
Nitratos	mg NO ₃ L-1	50,00
Nitritos	mg NO ₂ L-1	3,00 exposición corta 0,20 exposición larga
Plomo	mg Pb L-1	0,010
Selenio	mg Se L-1	0,010
Molibdeno	mg Mo L-1	0,07
Uranio	mg U L-	0,015
Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Trihalometanos totales (nota 3)		1,00
Hidrocarburo disuelto o emulsionado; aceite mineral		0,01
Aceites y grasas		0,5
Alacloro		0,020
Aldicarb	mgL-1	0,010
Aldrín y dieldrín		0,00003
Benceno		0,010
Clordano (total de isómeros)		0,0002
DDT (total de isómeros)		0,001
Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Endrin		0,0006
Gamma HCH (lindano)		0,002
Hexaclorobenceno		0,001
Heptacloro y heptacloroepóxido	mgL-1	0,00003
Metoxicloro		0,020
Pentaclorofenol		0,009

2,4-D		0,030
Acrilamida		0,0005
Epiclorhidrina		0,0004
Cloruro de vinilo		0,0003
Benzopireno		0,0007
1,2-dicloroetano		0,03
Tetracloroetano		0,04
Monocloramina		3
Tricloroetano		0,07
Tetracloruro de carbono		0,004
Ftalato de di (2-etilhexilo)		0,008
1,2- Diclorobenceno		1
1,4- Diclorobenceno		0,3
1,1- Dicloroetano		0,03
1,2- Dicloroetano		0,05
Diclorometano		0,02
Ácido edético (EDTA)		0,6
Etilbenceno		0,3
Hexaclorobutadieno		0,0006
Ácido Nitrilotriacético		0,2
Estireno	mgL-1	0,02
Tolueno		0,7
Xileno		0,5
Atrazina		0,002
Carbofurano		0,007
Clorotoluron		0,03
Cianazina		0,006
2,4- DB		0,09
1,2- Dibromo-3- Cloropropano		0,001
1,2- Dibromoetano		0,0004
1,2- Dicloropropano (1,2- DCP)		0,04
1,3- Dicloropropeno		0,02
Dicloroprop		0,1
Dimetato		0,006
Fenoprop		0,009
Isoproturon		0,009
MCPA		0,002
Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Mecoprop		0,01
Metolacloro		0,01
Molinato		0,006
Pendimetalina	mgL-1	0,02
Simazina		0,002
2,4,5- T		0,009

Terbutilazina		0,007
Trifluralina		0,02
Cloropirifos		0,03
Piriproxifeno		0,3
Microcistin-LR		0,001
Bromato		0,01
Bromodiclorometano		0,06
Bromoformo		0,1
Hidrato de cloral (tricloroacetaldehído)		0,01
Cloroformo		0,2
Cloruro de cianógeno (como CN)	mgL-1	0,07
Dibromoacetoniitrilo		0,07
Dibromoclorometano		0,1
Dicloroacetato		0,05
Dicloroacetoniitrilo		0,02
Formaldehído		0,9
Monocloroacetato		0,02
Tricloroacetato		0,2
2,4,6- Triclorofenol		0,2

Fuente: “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano – Anexo III”

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: Para una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mgL-1.

Nota 3: La suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Cloroformo, Dibromoclorometano, Bromodiclorometano y Bromoformo) con respecto a sus límites máximos permisibles no deberá exceder el valor de 1,00 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{Cloroformo}}}{LMP_{\text{Cloroformo}}} + \frac{C_{\text{Dibromoclorometano}}}{LMP_{\text{Dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromodiclorometano}}}{LMP_{\text{Bromodiclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromoformo}}}{LMP_{\text{Bromoformo}}} \leq 1$$

Donde, C: concentración en mg/L, y LMP: límite máximo permisible en mg/L

2.2.6. Estándares de calidad ambiental para el agua (ECA):

El D.S. determina los niveles de concentración de los elementos, sustancias, parámetros físicos y químicos y biológicos en el agua. estas en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos y no supongan una amenaza importante para la salud humana, ni para el ambiente. N° 004 – 2017 – MINAM, considera los siguientes estándares de calidad del agua.

2.3. Definiciones Conceptuales

Agua

Todo el mundo sabe qué es el agua; es una sustancia química compuesta de 2 átomos de hidrógeno y 1 de oxígeno, se puede presentarse en cualquiera de los tres estados: líquido, gas (vapor) y sólido (hielo). También se sabe que la naturaleza sigue un ciclo (ciclo hidrológico). Sin embargo, es poca la gente que se acuerda o tiene presentes sus propiedades. A aquellas características que posee el agua, ya sea que se encuentre contaminada o no, se les conoce como propiedades del agua. Las propiedades son las características que distinguen al agua de los demás líquidos. (Sierra Ramirez, 2011, p. 53).

Estándar de Calidad Ambiental (ECA)

(Ambiente, s.f.) afirma que el “Estándar de Calidad Ambiental (ECA) es un instrumento de gestión ambiental que se establece para medir el estado de la calidad del ambiente en el territorio nacional. El ECA establece los niveles de concentración de elementos o sustancias presentes en el ambiente que no representan riesgos para la salud y el ambiente”. (p. 1).

El ECA agua establece el nivel de concentración de elementos presentes en el ambiente, y por ello constituye una referencia o indicador sobre el estado de la calidad del ambiente. Así, por ejemplo, nos permite medir la calidad del aire que se respira en un parque o la calidad de la fuente de agua para consumo humano. Asimismo, debido a su alcance general, el ECA se considera un marco orientador para la formulación de políticas públicas y otras normas, como por ejemplo los “Límites Máximos Permisibles” (LMP). (Ambiente, s.f., p. 2).

(Ambiente, s.f.) menciona que el ECA para Agua regula 104 parámetros, entre los que se encuentran elementos microbiológicos y físico-químicos (p. 1).

Límite Máximo Permisible (LMP)

“El Límite Máximo Permisible establece el nivel de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en los efluentes o emisiones que se vierten o liberan al ambiente. Con los LMP se busca garantizar un adecuado control ambiental de las actividades económicas. Por ejemplo, el control de las emisiones gaseosas de las actividades de explotación, procesamiento y refinación de petróleo”. (Ambiente, s.f., p. 2).

“El Límite Máximo Permisible (LMP) se mide en el punto de emisión o de descarga de efluentes de las actividades económicas. Es decir, en la fuente de donde emanan los elementos o sustancias, las mismas que si exceden los niveles establecidos por los LMP, pueden implicar riesgos de daño a la salud y al ambiente. Un ejemplo de mediciones de LMP, son las que se realizan en las chimeneas de actividades minero-metalúrgicas”. (Ambiente, s.f., p. 2).

Coliformes totales

Se pueden encontrar en las heces y el medio ambiente, como el agua es rica en nutrientes, el suelo y la materia vegetal en descomposición. También existen especies que nunca o casi nunca se encuentran en heces, pero se reproducen en agua.

“El grupo de los coliformes está compuesto por todas las bacterias Gram. Negativas aerobias y anaerobias facultativas, no formadoras de esporas, con forma de bastón que fermentan la lactosa, producen gas y ácido en 48 horas a 35 °C y se desarrollan en presencia de sales biliares y otros tensoactivos”.

Su presencia indicará la ineficiencia en el tratamiento del agua y la seguridad del sistema de distribución. (Salud D. G.)

- La inhalación e ingestión puede causar la enfermedad de gastroenteritis.
- Infectar la piel, ojos y oídos por contacto.

Coliformes Termotolerantes

Los coliformes Termotolerantes que es diferente de la *Escherichia coli* puede provenir de agua enriquecida orgánicamente (como aguas residuales industriales), materia vegetal y suelo en descomposición.

Incluye *Escherichia Coli* y, en menor medida *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. Este grupo de organismos puede fermentar lactosa entre 44 – 45 °C.

- “Es poco probable que los coliformes Termotolerantes se regeneren en el sistema de distribución a menos que el contenido de nutrientes sea suficiente o que materiales inadecuados entren en contacto con el agua tratada”.
- “A través del contacto directo, pueden infectar heridas oculares, auditivas y membranas. La ingestión puede causar gastroenteritis aguda”. (Salud D. G.).

Color

Aunque está íntimamente ligado a la turbiedad, el color en el agua puede considerarse como una característica independiente. Mientras que la turbiedad se considera ocasionada por partículas de gran tamaño (diámetros > 10-3mm), el color se considera generado por sustancias disueltas y por los denominados coloides.

El parámetro está clasificado como color verdadero y color aparente. El color aparente se considera al producido por el material suspendido mientras que color verdadero es el que permanece en el agua después de remover la turbiedad. (Sierra Ramirez, 2011, p.57).

Turbiedad

“La turbidez es la capacidad que tiene el material suspendido en el agua para bloquear el paso de la luz. La turbiedad es producida por una gran variedad de causas”. Donde se encuentran las más importantes:

- La erosión natural de la cuenca, aporta sedimentos a los cauces de los ríos.
- La contaminación que causan las industrias o por desechos domésticos.

La turbidez puede ser de origen inorgánico (arcilla, arenas, etc.) para el caso de la turbiedad aportada por la erosión, hasta tener alto contenido de material orgánico (microorganismos, limus, etc.) como el caso de turbiedad proveniente de las actividades antrópicas. (Sierra Ramirez, 2011 p. 55)

Residual de desinfectante

Después, el contenido de cloro residual que debe estar presente en el agua es en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito para su consumo humano para evitar una posible contaminación microbiana. (Salud, 2011, p. 10).

Antes de distribuir el agua para uso humano, el proveedor utilizara un desinfectante eficaz para eliminar todos los microorganismos y dejar un residual a fin de proteger el agua de una posible contaminación microbiana. Si se utiliza cloro o soluciones cloradas como desinfectantes, el noventa por ciento (90%) de las muestras recolectadas en cualquier lugar de la red de distribución no deben contener menos de 0.5 mgL⁻¹ de cloro residual libre del total de muestras tomadas durante un mes. En el diez por ciento restantes (10%), ninguno de ellos será inferior a 0.3 mgL⁻¹. (Salud, 2011, p. 29).

“Si en una muestra tomada en la red de distribución se detecta la presencia de bacterias totales y/o coliformes Termotolerantes, el proveedor investigará inmediatamente las

causas para adoptar las medidas correctivas, a fin de eliminar todo riesgo sanitario, y garantizar que el agua en ese punto tenga no menos de 0.5 mgL-1 de cloro residual libre. Complementariamente se debe recolectar muestras diarias en el punto donde se detectó el problema, hasta que por lo menos en dos muestras consecutivas no se presenten bacterias coliformes totales ni Termotolerantes”. (Salud, 2011, p. 30).

pH

El pH es un término que sirve para expresar la intensidad de las condiciones del agua ácidas o alcalinas. Por convención está definido como:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

Los valores del pH se asemejan a la de un termómetro. Mientras que la escala de un termómetro mide la intensidad de calor, el pH mide la intensidad de la acidez o basicidad. Es importante mencionar que el pH mide el grado de acidez o de alcalinidad, pero no determina el valor de la acidez ni de la alcalinidad. El pH se puede medir en el campo o en el laboratorio por medio de instrumentos electrónicos (pHchímetro). (Sierra Ramirez, 2011, p. 60).

Dureza

“Cuando el magnesio y el calcio (dos minerales) se disuelven en agua, se produce el agua dura. También se debe a la presencia de hierro, El grado de dureza de un agua aumenta, cuanto más calcio y magnesio hay disuelto. Magnesio y calcio son iones positivamente cargados. Debido a su presencia, otros iones cargados positivamente se disolverán menos fácil en el agua dura que en el agua que no contiene calcio y magnesio”. (Salud D. G.).

La dureza puede ser temporal o permanente según los aniones asociados a los cationes causantes de la dureza.

Dureza Temporal: Corresponde al contenido de carbonato y bicarbonatos de calcio y magnesio. Puede eliminarse hirviendo el agua y luego eliminación por filtración del precipitado formado. También se le conoce como “Dureza de Carbonatos”. (Neira Gutiérrez, 2006, p. 7).

Dureza Permanente: Corresponde a la dureza que queda en el agua después hacerla hervir, incluye sulfatos, cloruros y nitratos de calcio y magnesio. Asimismo, se le conoce como “Dureza de No Carbonatos”. (Neira Gutiérrez, 2006, p. 7).

Actualmente existen una serie de clasificaciones del agua con respecto a su contenido de dureza, la más empleadas es el de la Organización Mundial de la Salud (OMS). (Neira Gutiérrez, 2006, p. 7).

Tabla 4

Clasificación de la dureza del agua según la OMS

Concentración de CaCO ₃ (mg/L)	Tipo de Agua	Codificación
0 – 60	Blanda	Azul
61 – 120	Moderadamente dura	Verde
121 – 180	Dura	Amarillo
>180	Muy dura	Rojo

Fuente: Organización Mundial de la salud (OMS)

Cloruros

“La concentración de cloruros es una medida específica de la salinidad de las descargas de la industria petrolera. El cloruro es el componente principal de la salmuera de petróleo. El incremento de cloruro en el agua ocasiona el aumento de la corrosividad del agua. Los altos niveles de cloruros evitan que el agua sea utilizada para el consumo humano o el ganado. Altos porcentajes de cloruros en los cuerpos de agua también pueden matar a la vegetación circundante. El cloruro, en forma de ión (Cl^-) es uno de los aniones inorgánicos principales en el agua natural y residual. La infiltración de aguas subterránea en las alcantarillas contiguas a aguas saladas compone también una potencial fuente de cloruros y sulfatos”. (Salud D. G.).

Sulfatos

“El sulfato se encuentra naturalmente en muchos minerales y se usa comercialmente 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. El sulfato (SO_4^{2-}) se distribuye ampliamente en la naturaleza y puede ocurrir a cierta concentración en agua natural que van desde unos pocos a varios miles de miligramos por litro. Los residuos del drenado de minas pueden aportar grandes cantidades de SO_4^{2-} debido a la oxidación de la pirita”. (Salud D. G.).

Nitratos

“Los nitritos (NO_2) son oxidados por el grupo de nitrobacterias para crear nitrato (NO_3) Los nitratos formados puede utilizarse como fertilizante para las plantas. Los

nitratos producidos en exceso para las necesidades de la vida vegetal, son trasladados por el agua, luego estas se filtran a través del suelo, debido a que el suelo no tiene la capacidad de retenerlos pudiendo encontrarse en concentraciones superiores en aguas subterráneas. El uso excesivo de fertilizantes nitrogenados incluyendo el amoníaco así como la contaminación causada por la acumulación de excretas humanas y animales puede favorecer a elevar la concentración de nitratos en el agua, estos son solubles y no adsorben a los componentes del suelo, por lo que son movilizados con facilidad por las aguas superficiales y subterráneas”. (Salud D. G.).

Hierro (Fe)

“El hierro sólo existe en estado libre en algunos lugares, en concreto al oeste de Groenlandia. También se encuentra en los meteoritos, normalmente aleado con níquel. En forma de compuestos químicos, está distribuido por el mundo. Los primordiales minerales de hierro son las hematites. Otros minerales importantes son la goetita, la magnetita, la siderita y el hierro del pantano (limonita). También existen pequeñas cantidades de hierro mezcladas con aguas naturales y en las plantas; además, es un componente de la sangre. También puede encontrarse en la carne, productos integrales, patatas y vegetales. El cuerpo humano absorbe el hierro más rápido de los animales que de las plantas. El Hierro es una parte esencial de la hemoglobina: el agente colorante rojo de la sangre que traslada el oxígeno a través de nuestros cuerpos”. (Salud D. G.).

Manganeso (Mn)

“El manganeso es un metal natural que se encuentra en muchos tipos de rocas. Se puede encontrar manganeso en varios artículos alimenticios, como son las espinacas, el té y las hierbas. Las comidas que contienen las más altas concentraciones son los granos

y arroz, las semillas de soja, huevos, frutos secos, aceite de oliva, judías verdes y ostras. Después de ser absorbido en el cuerpo humano el manganeso será trasladado a través de la sangre al hígado, los riñones, el páncreas y las glándulas endocrinas”. (Salud D. G.).

Aluminio (Al)

El aluminio es el elemento metálico más abundante y representa aproximadamente el 8% de la corteza terrestre. “La sal de aluminio se usa a menudo como coagulante en el tratamiento del agua como coagulantes para reducir el color, la turbidez y el contenido de materia orgánica y microorganismos. Este uso puede 247 incrementar la concentración de aluminio en el agua tratada; una concentración residual alta puede conferir al agua color y turbidez no deseables. La concentración de aluminio que causa estos problemas depende en gran medida de varios parámetros de calidad del agua y factores relacionados al funcionamiento de la planta de tratamiento de agua. La principal ruta de exposición al aluminio de la población en general es el consumo de alimentos, sobre todo de los que presentan compuestos de aluminio que se emplean aditivos alimentarios. La contribución del agua de consumo a la exposición total por vía oral de aluminio suele ser menor que el 5% de la ingesta total”. (Salud O. M., 2006, p. 247).

Cobre (Cu)

“El cobre disuelto traerá un color y sabor astringente y desagradable al agua potable, cuando la concentración del cobre excede 1mg/L el agua cambiará de color. aunque el sabor se puede detectar en 2,6mg/L de agua destilada. El umbral del sabor está por encima de 5mg/L. La concentración de cobre natural en agua potable es de unos pocos ug/L dependiendo de propiedades como dureza, pH, concentración de aniones, concentración

de oxígeno, temperatura y condiciones técnicas del sistema de distribución, el agua en un recipiente de cobre puede contener varios mg/L”. (Salud D. G.).

Sodio

“Las sales de sodio (como el cloruro de sodio) están presentes en la mayoría de los alimentos (la principal fuente de contacto diario) y en el agua potable. Sin embargo, la concentración de sodio en el agua de consumo suele ser inferior a 20 mg/l, en algunos países se puede superar en gran medida esta cantidad. La concentración de sodio en el aire suele ser baja en relación con la concentración de sodio en los alimentos o el agua. Cabe señalar que unos ablandadores de agua pueden aumentar significativamente la concentración de sodio del agua potable. No hay una conclusión clara sobre el posible vínculo entre la presencia de sodio en el agua y la hipertensión. Por tanto, no se ha propuesto ningún valor de orientación basado en los efectos sobre la salud. Sin embargo, si la concentración excede los 200 mg/l, el sabor del agua puede ser inaceptable”. (Salud O. M., 2006, p. 345).

Zinc (Zn)

“El Zinc es una sustancia muy común que se produce de forma natural. Muchos alimentos contienen cierta concentración de Zinc. El agua potable también contiene cierta cantidad de Zinc. puede ser mayor si se almacenada en tanques de metal. Las fuentes industriales o los sitios de desechos tóxicos pueden ser la causa del contenido excesivo de Zinc en el agua potable”.

El zinc existe en bajas concentraciones en rocas ígneas. El zinc le da al agua una astringente desagradable. (Salud D. G.).

Mercurio (Hg)

“El mercurio se utiliza en la electrolisis para producir cloro, electrodomésticos, amalgamas dentales y materias primas para diversos compuestos de mercurio. Se ha demostrado que el mercurio inorgánico se metilado en agua dulce y agua de mar, aunque se cree que casi todo el mercurio en el agua potable que no está contaminada está en forma de Hg^{2+} ; por lo tanto, no es probable que haya ningún riesgo directo de consumo de compuestos orgánicos de mercurio, especialmente de los alquilmercuriales, por la ingestión de agua potable, aunque existe la posibilidad de que el metilmercurio se transforme en mercurio inorgánico. Entre las personas que no están expuestas al trabajo, los alimentos son la principal fuente de mercurio en la dieta de varios países es de 2 a 20 $\mu g/día$ por persona”. (Salud O. M., 2006, p. 318).

Arsénico (As)

“El arsénico es ampliamente distribuido en la corteza terrestre, principalmente en forma de sulfuro de arsénico o de arseniatos y arseniuros metálicos. Los compuestos de arsénico se utilizan comercial e industrialmente, como uso principal en agentes de aleación para la fabricación de láseres, transistores y semiconductores. La fuente principal de arsénico del agua potable es la disolución de minerales y minerales naturales. A Excepción de las personas expuestas al arsénico por motivos laborales, la vía de exposición más importante es la vía oral a través de la ingesta de alimentos y bebidas. En algunas áreas, las fuentes de agua de consumo, especialmente el agua subterránea, pueden contener altas concentraciones de arsénico. En algunas zonas, el arsénico en el agua potable tiene un impacto significativo en la salud, el arsénico se considera una sustancia

que debe ser muy valorada en las pruebas diarias de las fuentes de agua potable. Su concentración suele estar directamente relacionada con la profundidad que tiene el pozo”. (Salud O. M., 2006, p. 250).

Boro (B)

“Los compuestos de boro se pueden utilizar para fabricar vidrio, jabones y limpiadores, y también como ignífugos. En la población general, la mayor exposición al boro se produce a través del consumo de alimentos, ya que se encuentra de forma natural en muchas plantas comestibles. El boro existe de forma natural en aguas subterráneas, pero su presencia en aguas superficiales suele ser el resultado de las aguas residuales tratadas vertidas en las aguas superficiales (a las que accede por su utilización en ciertos detergentes)”. (Salud O. M., 2006, p. 255).

Trihalometanos (THM)

La formación de trihalometanos (THM) en el agua de consumo se da principalmente como resultado del proceso de cloración de materia orgánica que está presente de manera natural en los sistemas de abastecimiento de agua no tratada. “La tasa y el grado de formación de THM aumentan en función de la concentración de cloro y de ácidos húmicos, la t° , el pH y la concentración de ion bromuro. El cloroformo es el trihalometano más frecuente y el principal subproducto de la desinfección presente en el agua de consumo clorada. En presencia de bromuros, se forman preferentemente trihalometanos bromados y las concentraciones de cloroformo disminuyen proporcionalmente. Se presupone que la mayoría de los trihalometanos presentes en el agua se transfieren en última instancia al aire debido a su volatilidad. Por ejemplo, los individuos pueden

exponerse durante la ducha a concentraciones elevadas de cloroformo del agua de grifo clorada. Hay cuatro fuentes que contribuyen, aproximadamente en partes iguales, a la exposición total a trihalometanos volátiles: la ingestión de agua de consumo, la inhalación de aire de espacios interiores (en gran medida por la volatilización desde el agua de consumo), la inhalación y exposición cutánea durante la ducha o el baño, y la ingestión de alimentos. Todas, excepto la exposición por los alimentos, se derivan principalmente del agua de consumo”. (Salud O. M., 2006, p. 356).

Sólidos Totales Disueltos (SDT)

Los sólidos disueltos totales (SDT) abarcan todas las sales inorgánicas (principalmente de magnesio, sodio, calcio y potasio, bicarbonatos también sulfatos y cloruros); pequeñas cantidades de materia orgánica diluidas en el agua. “Los sólidos disueltos totales presente en el agua potable provienen de fuentes naturales, aguas residuales, escorrentías urbanas y aguas residuales industriales. En algunos países Las sales son empleadas para eliminar el hielo de las carreteras también contribuyen a aumentar el contenido de SDT en el agua para consumo. Debido a la diferente solubilidad de los diferentes minerales, la concentración de SDT en el agua variara mucho de un área geológica a otra. No se dispone de datos fiables sobre posibles efectos para la salud asociados a la ingesta de SDT presentes en el agua de consumo y no se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud. No obstante, la presencia de concentraciones altas de esta en el agua potable puede resultar molesto para los usuarios”. (Salud O. M., 2006, p. 351).

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.5. Hipótesis General

La calidad del agua provenientes de las fuentes subterráneas captadas por empresa prestadora del servicio de saneamiento el cual es suministrada a la población de Chancay, tiene una calidad aceptable.

2.4.6. Hipótesis Específicos

H0: la concentración de los parámetros físico-químico y microbiológicos de las aguas subterráneas utilizadas para el consumo humano por parte de la empresa Emapa Chancay S.A.C cumplen los límites máximo permisibles establecidos en el “D.S. N° 031-2010-SA” y lo establecido en el “D.S. 004-2017-MINAM”.

H1: la concentración de los parámetros físico-químico y microbiológicos de las aguas subterráneas utilizadas para el consumo humano por parte de la empresa Emapa Chancay S.A.C no cumplen los límites máximo permisibles establecidos en el “D.S. N° 031-2010-SA” y lo establecido en el “D.S. 004-2017-MINAM”.

CAPITULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño Metodológico

3.1.1. Tipo de Investigación

El presente trabajo de investigación que se realizó fue de tipo descriptivo transversal, es descriptivo ya que se tiene una sola variable y busca analizar la calidad físico-química y bacteriológica del agua subterránea suministradas al Distrito de Chancay por parte de la empresa Emapa Chancay S.A.C. las cuales son destinadas al consumo humano, al mismo tiempo se analizará la relación entre los resultados con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano, aprobado por el D.S. N° 031 – 2010 – SA. Tamayo y Tamayo (2003) afirma que la investigación descriptiva incluye la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o proceso del fenómeno. La atención se hace sobre conclusiones dominantes o sobre cómo un individuo, grupo o cosa se traslada o mueve en la actualidad. La investigación descriptiva estudia la realidad a partir de los hechos, y su característica fundamental es la de mostrarnos un comentario correcto. (pág. 46).

3.1.2. Nivel y Diseño de Investigación

El trabajo de investigación comprende al diseño de investigación no experimental-transversal en el cual se aplicará las técnicas y herramientas de investigación sin alterar la variable de estudio, lo que se hará es describir las características físico-químicas y microbiológicas de los “**POZOS Y GALERÍAS FILTRANTES**” con lo ya decretado a través del “D.S. N° 031 – 2010 – SA” “Reglamento de calidad de agua para Consumo Humano”. por lo tanto, las variables no serán manipuladas.

3.1.3. Enfoque

Este trabajo de investigación se centrará en un análisis cualitativo, que incluye la evaluación de los resultados obtenidos del laboratorio y utilizará los límites máximos permisibles (LMP) establecidos en “Decreto Supremo N° 031 – 2010 – SA” y lo establecido en el “D.S. 004-2017-MINAM”. De acuerdo con (Hernández Sampieri et al., 2004) citado en (Cuenya, Cuenya, & Ruetti, 2010) El análisis cualitativo intenta comprender los fenómenos en el entorno general mediante el uso de descripciones minuciosas de situaciones, personas, eventos, interacciones, comportamientos observados y documentos como datos, etc.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población para esta investigación estuvo conformada por las aguas provenientes de las Galerías Filtrantes y pozos subterráneos captadas por la empresa municipal prestadora de los servicios de saneamiento.

3.2.2. Muestra

La muestra para determinar la calidad de agua para consumo humano, fue representado por 05 muestras de galerías filtrantes, 04 muestras de Reservorios y 02 muestras de los pozos subterráneos detallados en la **Tabla 7** los cuales fueron escogidos de acuerdo con la conveniencia y accesibilidad a las zonas de ubicación de los puntos de muestreo

3.2.3. Lugar de Ejecución

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el distrito Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima, específicamente en los puntos de captación de agua subterránea de la empresa “EMAPA CHANCAY S.A.C.”

3.3. Operacionalización de Variables e indicadores

Tabla 5

Operacionalización de Variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA CONSUMO HUMANO	Análisis Físicos	- Color - Turbidez - Dureza Total
	Análisis Químicos	- Metales totales - Cloruros - Sulfatos - Nitratos - fosfatos
	Análisis microbiológicos	- Coliformes Totales - Coliformes Termotolerantes - Bacterias Heterotróficas

Fuente: Elaboración Propia

3.4. Técnicas e Instrumentos De Recolección De Datos

3.4.1. Técnicas:

3.4.1.1. Identificación del área de estudio – visita de campo

- Se dio inicio con el período de exploración de las zonas con acceso a las fuentes subterráneas para que al momento de realizar la toma de muestra no se presentaran inconvenientes.
- Se logro identificar la descripción de los procesos de tratamiento que se le da al agua captada en distintos puntos.
- Se logro identificar las zonas que son abastecidas con el servicio de agua potable provenientes de fuentes subterráneas.

3.4.1.2. Monitoreo de agua

Toma de muestras de agua en campo, que serán identificados por puntos de muestreo.

3.4.1.3. Análisis de agua

Dichas muestras tomadas en campo fueron enviadas a un laboratorio de terceros para su respectivo análisis, el laboratorio se encuentra acreditado por INACAL quien brinda la seguridad de dichos resultados de los análisis.

3.4.2. Instrumentos

3.4.2.1. Ficha de registro de campo

Se utilizo el registro de campo para el detalle de descripción, observaciones, producto/matriz, fecha, hora, coordenadas de ubicación, datos personales.

3.4.2.2. Ficha de Laboratorio

Dicha ficha fue utilizada para dejar en registro la fecha, hora y descripción del punto a muestrear, producto/matriz turbiedad (NTU), análisis bacteriológico requerido, observaciones y datos personales de la persona que realizo la muestra.

3.4.2.3. Rotulo de Muestreo

Se usaron etiquetas para evitar la confusión al momento del muestreo los cuales fueron protegidas con cinta de embalaje para evitar que se mojen y se pierdan datos. En la etiqueta se detalló la información del: Cliente/entidad/empresa, producto/matriz, lugar de muestreo, fecha y hora del muestreo, datos personales de la persona encargada del muestreo, análisis requerido/observaciones y preservantes.

3.4.2.4. Ficha de custodia

Dicho documento se utilizó para registrar la información de las muestras tomadas en campo, la importancia de contar con este documento es evitar la mala manipulación y alteración de datos de las muestras. Las muestras fueron rotuladas al momento de tomar las muestras con el objetivo de asegurar la recolección del punto de muestreo, en el laboratorio estos datos serán corroborados para que tengan confiabilidad los resultados por parte de la entidad encargada del analizar las muestras.

3.4.2.5. Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

El Sistema de Posicionamiento Global (en inglés, GPS; Global Positioning System), originalmente Navstar GPS, es una técnica que permite demostrar la posición de cualquier objeto (persona, vehículo) con una buena precisión (si se utiliza un GPS diferencial); aunque la precisión suele ser de unos pocos metros.

3.4.2.6. Equipos y Materiales

El equipo necesario para el muestreo será:

Equipos:

- Turbidímetro
- Colorímetro
- Multiparámetro
- Equipo GPS
- Cámara fotográfica
- Computadora (procesamiento de información)

Materiales:

- Frascos de vidrio esterilizados de 250ml
- Frascos color ámbar
- Frascos blancos
- Pizeta
- Coolers
- Conservantes
- Ice pack
- Agua destilada
- Guantes descartables
- Cubre boca
- Toca de cabello
- Guardapolvo
- Botas de jebe

3.5. Técnicas para el procesamiento de la información

3.5.1. Ubicación de los puntos de muestreo – Distrito de Chancay

El Distrito de Chancay pertenece a la Provincia de Huaral, y Región Lima; la ciudad de Chancay del distrito y valle del mismo nombre está ubicada a 83 kilómetros de Lima Metropolitana. “El distrito tiene una extensión territorial de 150.11 km² limitando por el norte con el distrito de Huacho, por el sur con el distrito de Aucallama, por el este con el distrito de Huaral y por el oeste con el Océano Pacífico. Las coordenadas de la ciudad de Chancay son 11°33 '27" de latitud sur y 77°16'07" de longitud oeste”.

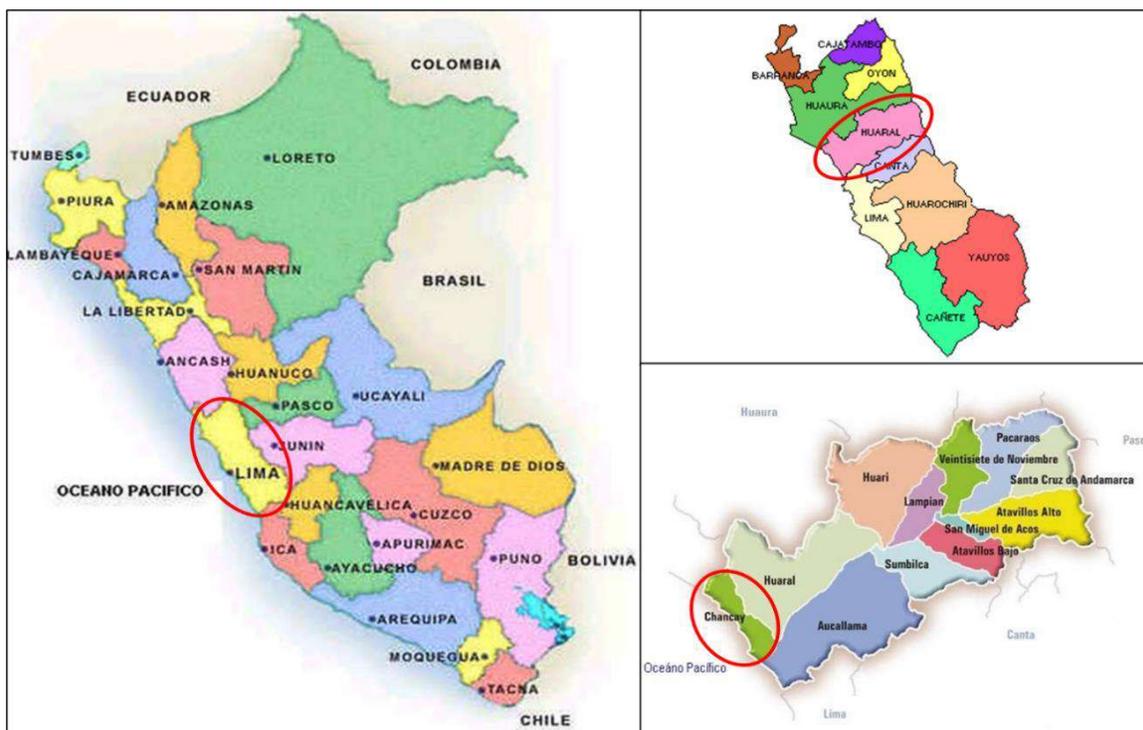


Figura. 1 Ubicación geográfica del Distrito de Chancay

3.5.2. Sistema de Abastecimiento de agua

El sistema de agua potable de la ciudad de Chancay está conformado por los siguientes componentes:

Fuentes de Abastecimientos

- Fuente superficial: Río Chancay
- Fuente subterránea: explotado a través de dos pozos y 6 galerías filtrantes.

Producción de agua potable

- Planta de Tratamiento de Agua Potable- Quepepampa
- Pozos
- Galerías filtrantes

Sistema de producción de las galerías Filtrantes (agua subterránea)

La producción de las aguas subterráneas se encuentra conformada por galerías filtrantes denominadas G.F. Quepepampa, G.F. Molino Hospital, G.F. Cerro La Culebra, G.F. Donoso, G.F. pampa libre y dos pozos ubicados en Laure y Torre Blanca.

Tabla 6

Caudal de explotación

Nombre / denominación de fuente	Fuente	Temporada de estiaje	Temporada de avenida
		caudal L/s	caudal L/s
Galería Quepepampa	Subterránea	9	7
Galería Donoso		7	6
Galería Cerro la Culebra		40	35
Galería Molino Hospital		40	35
Galería Pronadret		9	6

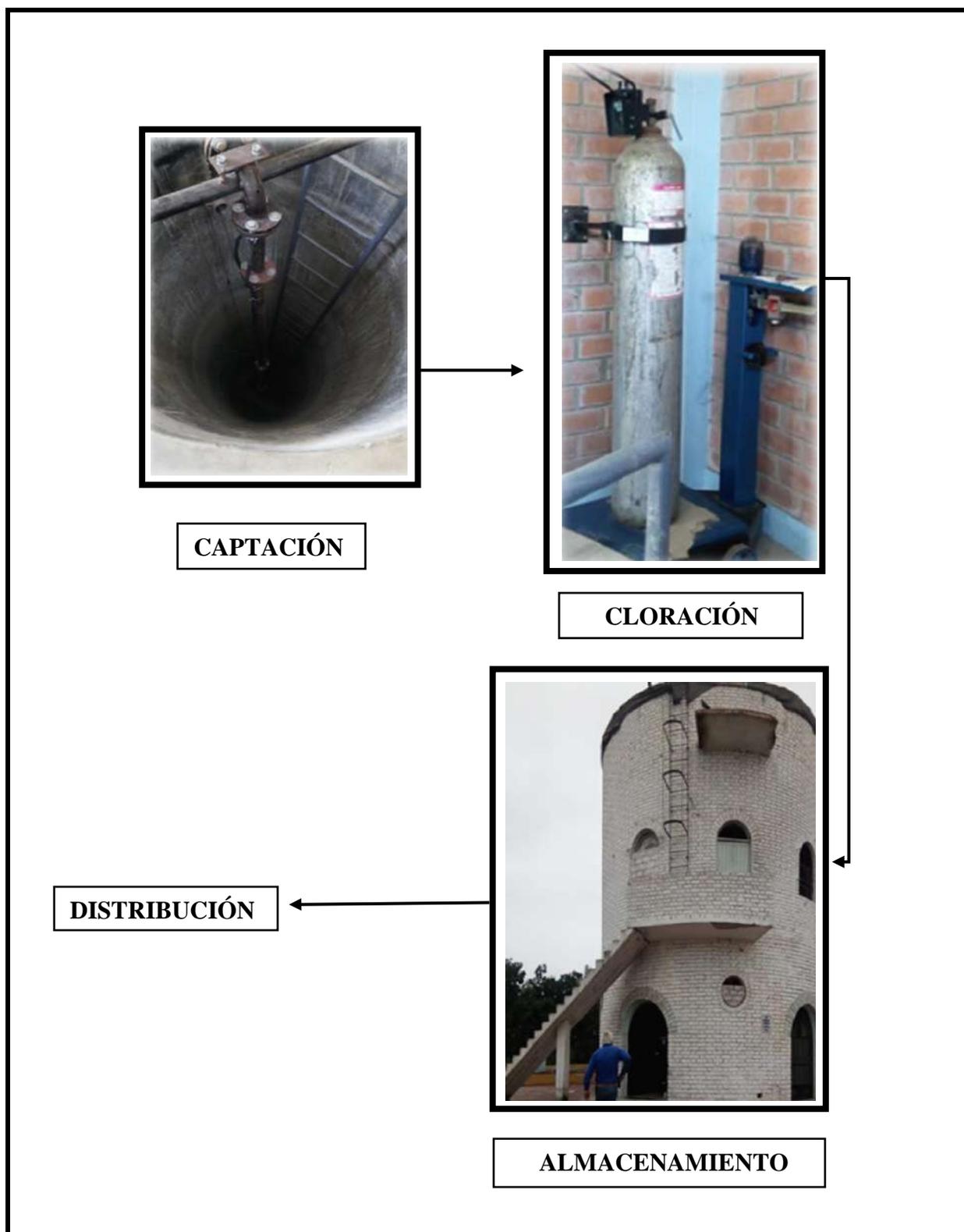


Figura. 2 Proceso de Tratamiento de la Fuente Subterránea

3.5.3. Ubicación de los puntos de monitoreo

Para realizar la toma de muestras de todas las galerías para la “evaluación de la calidad de agua subterránea” fueron ubicados con coordenadas UTM tal como se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla 7

Ubicación UTM de los Puntos de Muestreo

Ítem	Fuente	Punto de muestreo	Coor_Este	Coor_Norte
01	Agua Subterránea	Galería Donoso	256489.67	8725706.26
02	Agua Subterránea	Galería Cerro la Culebra	256737.31	8725622.23
03	Agua Subterránea	Galería Molino Hospital	254533.09	8722892.25
04	Agua Subterránea	Galería Quepepampa	255410.86	8725089.10
05	Agua Subterránea	Pozo Laure	251557.76	8723760.23
06	Agua Subterránea	Pozo Torre Blanca	253568.70	8723635.08
07	Agua Subterránea	Galería Pampa Libre	251230.86	8725324.21
08	Agua Potable	Reservorio Laure	251557.76	8723759.65
09	Agua Potable	Reservorio Torre Blanca	253569.75	8723635.44
10	Agua Potable	Reservorio parte alta Pampa Libre	251001.95	8725468.61
11	Agua Potable	Reservorio parte baja Pampa Libre	251069.81	8725374.29



Figura. 3 Ubicación de los puntos de Muestreo

3.5.4. Monitoreo de la calidad de agua Subterránea:

El monitoreo para cada una de las fuentes subterráneas donde se evaluó la “calidad fisicoquímica y microbiológica” fueron tomadas en su mismo punto de captación los días 17 y 18 de diciembre del año 2019, la toma de muestras estuvo a cargo de mi persona para ello se siguió todo el procedimiento establecido por el laboratorio quien envió la documentación técnica complementaria “**DCI MA 04 “CONDICIONES PARA MUESTREO Y PRESERVACIÓN DE LA MUESTRA” (AGUA)**”.

a) Toma de muestras

La toma de muestras estuvo a cargo a cargo de la sección producción (mi persona), los puntos de muestreos para las fuentes subterránea se realizaron en las cámaras de reunión de las galerías lugar donde se recolectan las aguas provenientes de los buzones que conforman las galerías, para los pozos las muestras fueron tomadas en donde el agua nace (subsuelo); todas estas muestras fueron tomadas tal como lo detalla el “DCI MA 04” documento brindado por el laboratorio.

b) Registro de los datos de campo

se utilizó la cadena de custodia la cual fue brindada por el laboratorio, dicha ficha contenía los siguientes datos:

- Nombre o razón social del cliente
- Empresa/unidad
- Ubicación del muestreo (distrito/provincia/departamento):
- Referencia
- Contacto
- N° de muestra

d) Procesamiento de información

Una vez obtenido los resultados de los análisis realizados para físico-químicos y microbiológicos, fueron analizados y comparados de acuerdo a los límites máximos permitidos (LMP) establecido en el “Reglamento de la Calidad del Agua para consumo humano” aprobado mediante D.S. N° 031-2010-SA, y con lo establecido en el ECA para Agua con su D.S N° 004 – 2017 – MINAM de acuerdo a la categoría correspondiente, para el procesamiento de la información se usó la hoja de cálculo (Excel) a través de tablas y gráficos para el respectivo discusión de resultados.

CAPITULO IV. RESULTADOS

Para el análisis de resultado de las galerías, primero nos enfocamos en los antecedentes de la base de datos (resultados de los análisis) realizados y programados por la empresa EMAPA CHANCAY y el como con el pasar de los años han ido cambiando.

Anteriormente los análisis Fisicoquímicos eran realizados de manera mensual en los laboratorios de la empresa de agua “EMAPA HUARAL”, los parámetros analizados correspondientes al año 2000 de las tres galerías que en esos tiempos existían las cuales son: G.F. Quepepampa, G.F. Molino Hospital y G.F. Cerro la Culebra., que para efectos de comparación con los actuales resultados lo citamos en el presente estudio.

En ese año (2.000), todos los parámetros cumplían los Limites establecidos para agua de consumo humano la única característica que salía a la vista es que era un agua muy dura categorizándole en esos tiempos > 300 mg/L por su origen subterránea que tiene, esta característica no ocasiona ningún daño a la salud ni alteran la calidad organoléptica del agua; pero lo que si podía ocasionar era incrustaciones en las tuberías.

Así mismo, en la **Tabla 9** se presentan los resultados de estos mismos análisis realizados por EMAPACH en el presente año 2006, que nos permitirán evaluar y comparar la calidad actual de las fuentes subterráneas (Galerías filtrantes) con las obtenidas anteriormente

Tabla 8*Parámetros Físico-Químicos Realizados por Emapa Chancay (Año 2000)*

Muestreo	Turbidez (NTU)	pH	Conduct. $\mu\text{S/cm}$	Cloruros (mg/L)	Sulfatos (mg/L)	Dureza (mg/L)	Nitratos (mg/L)
Semestre I							
G.F. Quepepampa	0.54	7.41	820	35.5	324.5	395.59	0.0
G.F. Cerro la Culebra	0.48	7.44	780	35.5	195	426.02	12.4
G.F. Molino Hospital	1.53	7.75	1320	230.7	241	494.04	0.0
Semestre II							
G.F. Quepepampa	3.6	7.94	574.00	20.0	150.4	268.00	0.95
G.F. Cerro la Culebra	2.3	7.51	760.00	30.0	137.1	364	6.62
G.F. Molino Hospital	2.00	7.78	1224	176.0	218.3	476	8.52

Fuente: Emapa Chancay
Elaboración propia

Tabla 9*Parámetros Físico-Químico realizados por Emapa Chancay (Año 2006)*

Muestreo	Turb. (UNT)	pH	Conduct $\mu\text{S/cm}$	Cl (mg/L)	SO4 (mg/L)	Dureza (mg/L)	NO3 (mg/L)	SDT (mg/L)	T° (°C)
----------	----------------	----	-----------------------------	--------------	---------------	------------------	---------------	---------------	------------

Semestre I									
G.F. Quepepampa	1.27	7.39	52.97	39.70	-	365.38	-	39.70	24.25
G.F. Cerro la Culebra	1.04	7.26	1047.40	137.09	-	302.96	-	515.80	23.70
G.F. Molino Hospital	1.35	7.38	506.33	220.39	-	443.29	-	244.17	23.97
Semestre II									
G.F. Quepepampa	1.90	7.53	775.00	42.35	176.00	348.78	1,018	377.00	19.17
G.F. Cerro la Culebra	2.00	7.54	1149.67	143.68	155.00	326.43	2,860	560.67	19.17
G.F. Molino Hospital	1.83	7.58	389.48	224.10	158.00	426.19	2,666	184.00	19.20

Fuente: Emapa Chancay
Elaboración propia

Al comparar ambos cuadros, observamos que los cloruros se encuentran dentro de los rangos permisibles, pero existe una tendencia creciente de este parámetro en la Galería Cerro la Culebra; en seis años subió de 35,5 mg/l (año 2000), a 137,09 mg/l (año 2006); posiblemente se deba a una filtración de aguas de riego muy cercana al buzón de reunión donde se extrajo la muestra.

Los resultados del laboratorio realizado para un diagnóstico de la empresa en el año 2007, para los parámetros Físico-Químicos (Conductividad, Alcalinidad total y Cloruros), metales (Cobre, Plomo, Zinc y Arsénico total), y para los parámetros Bacteriológicos (Coliformes totales y fecales) y pesticidas (Fosforados y Clorados). Así también se analizó las concentraciones de cianuro en el agua de estas fuentes.

A continuación, se presentan los resultados de estos análisis realizados en los laboratorios de ENVIROLAB y la UNI (), así como la interpretación de los mismos. Estos análisis

corresponden a las aguas producidas por las G.F. Quepepampa, Cerro La Culebra y Molino Hospital. En estos cuadros también se presenta, a manera comparativa, los análisis realizados en el año 2000 por el laboratorio ENVIROLAB.

Tabla 10

Resultados de Análisis Galería Quepepampa

Tipo de análisis	Parámetro	Unidad	Año 2000	Año 2006		LMP
			Envirolab	Envirolab	UNI	
	Conductividad	μS/cm	574	854	-	1.500 (*)
Físico-Químico	Alcalinidad total	mg/L	142	188	196	120 (*)
	Cloruros	mg/L	20	27	63	250 (*)
Bacteriológicos	Coliformes totales	NMP/100ml	<2	2	25	8.8 (**)
	Coniformes fecales	NMP/100ml	<2	<1.8	2	0 (**)
Metales	Arsénico total	mg/L	-	ND	-	0.1 (**)
Sustancias peligrosas	Cianuro total	mg/L	-	ND	-	0.2 (**)

(*) “Límites máximos permisibles para agua de consumo recomendados por la SUNASS”

(**) Valores límites según Ley General de Aguas para Uso I.

N.D.: No detectable

Fuente: Emapa Chancay

Elaboración propia

La Alcalinidad tiene a incrementarse con el tiempo (de 142 mg/L en el año 2000 a aproximadamente 190 mg/L en el año 2006), estos valores excedían ligeramente el valor máximo recomendado para agua potable.

Para los valores de “Coliformes totales y fecales” menores a 2 NMP/100ml indicaban ausencia de contaminación bacteriológica realizado por el método de Tubos múltiples empleado por el laboratorio. Como se puede observar en los resultados de los años 2000 y 2006 el agua de dicha galería contaba con una buena calidad ya que no presentaba contaminación, a excepción de los coliformes totales detectados por el laboratorio de la UNI que sobrepasan el límite máximo.

En general el agua era de muy buena calidad y se concluía que era apropiada para su consumo debido a que cumplía con los parámetros fisicoquímicos analizados y bacteriológicos dentro de los límites permisibles, menos para el parámetro de Alcalinidad total el cual sobrepasaba ligeramente el valor recomendado, pero sin que afecte la calidad organoléptica del agua.

Tabla 11

Resultado de Análisis de la Galería Cerro la Culebra

Tipo de análisis	Parámetro	Unidad	Año 2000		Año 2006		LMP
			Envirolab	Envirolab	UNI		
Físico – Químico	Conductividad	μS/cm	760	875	-	1.500 (*)	
	Alcalinidad total	mg/L	214	228	223	120 (*)	
	Cloruros	mg/L	30	33	72.80	250 (*)	
Metales	Cobre total	mg/L	-	ND	<0.02	0.05	
	Plomo total	mg/L	-	ND	<0.005	0.10	
	Zinc total	mg/L	-	0.012	0.002	5.00	

Bacteriológicos	Coliformes totales	NMP/100 ml	23	7900	<1	8.8 (**)
	Coliformes fecales	NMP/100 ml	23	7900	<1	0 (**)
Metales	Arsénico total	mg/L		ND	0.0001	0.1 (**)
Sustancias peligrosas	Cianuro total	mg/L		ND	0.0001	0.2 (**)

(*) “Límites máximos permisibles para agua de consumo recomendados por la SUNASS”

(**) Valores límites según Ley General de Aguas para Uso I.

N.D.: No detectable

Fuente: Emapa Chancay

Elaboración propia

Es un agua con presencia de minerales ya que su conductividad es de 875 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pero no pone en riesgo de salud, la Alcalinidad sobrepasaba el límite permisible lo que indicaba un exceso de carbonatos y bicarbonatos.

Desde el punto de vista bacteriológico, en el año 2000 presentaba coliformes y actualmente el laboratorio ENVIROLAB muestra un valor elevado y discrepante con respecto al obtenido en la UNI. Como primera impresión, dicha contaminación la asociaban con la poca profundidad de que se encontraban las tuberías.

Como segunda impresión, la diferencia de resultados entre ambos laboratorios se debería posiblemente a alguna contaminación puntual en la muestra antes de ser sellada, accidental en el manipuleo y traslado, o debido al mal procedimiento metodológico llevado a cabo en alguno de los laboratorios.

Tabla 12*Resultados de análisis Galería Molino Hospital*

Tipo de análisis	Parámetro	Unidad	Año 2000	Año 2006	LMP	
			Envirolab	Envirolab	UNI	
Físico – Químico	Conductividad	μS/cm	1.224	1446	-	1.500 (*)
	Alcalinidad total	mg/L	166	100	176	120 (*)
	Cloruros	mg/L	177	112	235.40	250 (*)
Bacteriológicos	Coliformes totales	NMP/100ml	23	<4.5	<1	8.8 (**)
	Coliformes fecales	NMP/100ml	8	<1.5	<1	0 (**)
Metales	Arsénico total	mg/L		ND	-	0.1 (**)

(*) “Límites máximos permisibles para agua de consumo recomendados por la SUNASS”

(**) Valores límites según Ley General de Aguas para Uso I.

N.D.: No detectable

Fuente: Emapa Chancay

Elaboración propia

Era un agua con alto contenido de minerales donde su Conductividad era creciente respecto al año 2000, actualmente su concentración es de 1.446 μS/cm, asimismo la concentración de Cloruros es de 112 mg/L ligeramente menor con respecto al año 2000, esto podía afectar la calidad organoléptica del agua porque estos valores se acercaban al límite permisible, como en las demás fuentes, la Alcalinidad de 100 mg/L sobrepasaba el límite permisible indicando un exceso de “carbonatos y bicarbonatos”.

Desde el punto de vista bacteriológico, estas aguas siguen presentando contaminación tanto en “Coliformes totales como fecales”, aunque ligeramente menores con respecto al año 2000. Esta contaminación se debía a la mala condición en que se encontraban los techos y tapas de las cámaras de inspección de estas galerías el cual permitía el ingreso de agentes contaminantes.

Las Aguas provenientes de estas fuentes subterráneas son conducidas al Reservorio de almacenamiento R-2 para pasar por el proceso de cloración eliminando así totalmente los organismos quienes causan la contaminación bacteriológica.

Sistema existente de agua potable

El sistema existente de la red de agua de consumo para la ciudad de Chancay utiliza dos tipos de fuentes de agua, una superficial a través de la captación del canal de riego Chancay Bajo y la otra subterránea mediante galerías filtrantes que provienen de la cuenca del río Chancay.

“El sistema de Agua Potable está compuesto por cuatro sistemas de producción: Canal Chancay Bajo-Planta de tratamiento; pozos Laure, Torre Blanca y Galerías Quepepampa, Donoso, Molino Hospital, Cerro La Culebra, el caudal utilizado de abastecimiento para consumo humano de las galerías según su RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA N° 080-2013-ANA-AAA-CF-ALA.CH.H para la fuente superficial y según RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA N° 105-2012-ANA-ALA.CH.H para las fuentes subterráneas”. (**Tabla 13**)

Tabla 13

Caudal de explotación

Fuente de Agua	Producción de Agua		
	Caudal según la Licencia	Caudal de explotación por la empresa (Lps)	%
Planta de tratamiento	100	60	30
Gal. Donoso	15	9	
Gal. Cerro La Culebra	49	40	70
Gal. Molino Hospital	50	45	
Gal. Quepepampa	10	9	
TOTAL	224	163	100

Fuente: Elaboración propia

Para la regulación de los volúmenes la empresa cuenta con dos Reservorios principales de almacenamiento, R-1 (500m³) y R-2 (800 m³) de capacidad ubicados en Los Tilos a la altura del km1 de la carretera C-H, estas abastecen las zonas de Chancay Centro, Puerto, Peralvillo Bajo y parte de la zona alta, también se cuenta con cuatro reservorios: R-3 y R-5 de 66 m³, R-4 de 24 m³ para el abastecimiento de las zonas Cerro Trinidad y R-6 de 600 m³ de capacidad, ubicado en el A.H La Soledad, para abastecer a las Zonas de La Soledad, Los Álamos, Miramar y Pacífico.

El agua producida por las galerías filtrantes ubicadas en las zonas de Molino Hospital, Cerro la Culebra y Pronadret son conducidas hasta el reservorio R-2 de 800 m³ ubicado en los Tilos.

Para la distribución de los reservorios R-3, R-4, R-5 y R- 6, se realiza mediante un operador el cual realiza el almacenamiento respectivo.

Para la zona industrial (pesqueras, avícolas, fábricas de embutidos, etc) que se encuentran ubicadas entre el Puerto y Chancay Pueblo estos cuentan con sus propios sistemas de abastecimiento (pozos tubulares).

Sistema de Producción – Agua Subterránea

Nuestra producción de aguas subterráneas está conformada por galerías filtrantes ubicadas en Quepepampa, Molino Hospital, Cerro La Culebra, Torre Blanca y Laure.

Para determinación del caudal que produce cada galería se realizaron aforos a la llegada de los reservorios apoyados “R-1 y R-2 de 550 y 800 m³” respectivamente. La galería filtrante ubicada en la zona de Molino Hospital, presenta su propio vertedero triangular, en el que se pudo medir el caudal.

Galería Quepepampa

Es la más antigua de las cuatro existentes, fue construida en el año 1960 y se encuentra ubicada frente al Centro Poblado Quepepampa, entre las cotas 108 y 113 m.s.n.m. El nivel del acuífero se encuentra entre 1,0 – 1,5 m de profundidad. Está compuesta por 732,90 m de tuberías de drenaje, 13 cámaras de inspección y una de reunión y válvulas.

De los aforos que realiza el área de operaciones se ha determinado que tiene una producción prom. de 35 – 40 Lps dependiendo de la temporada en la que se encuentra.

Las aguas de esta galería se reúnen con las aguas provenientes de la galería molino hospital para ser conducidas hasta el reservorio de 800 m³ (R-2).

Galería Molino Hospital

Construida en el año 1989 y se encuentra ubicada en la zona conocida con el nombre de Molino Hospital sus cotas están entre los 110 y 112 m.s.n.m, el nivel del acuífero se encuentra a una profundidad promedio de 2 m, cuenta con una producción promedio de 52.10 Lps.

Tuberías de Drenaje y Captación

sus tuberías de drenaje cuentan con una longitud de 575 m, a la fecha siguen siendo de material Concreto Simple Normalizado (CSN) y de diámetros 300 y 350 mm.

Cámara de Reunión y Válvulas

La cámara de reunión e inspección es una estructura de concreto armado sección cuadrada, y se encuentra dividida por dos cámaras en su interior a través de un muro que permite su comunicación, está ubicada a una distancia de 575 m respecto al punto inicial de las tuberías de drenaje.

La cámara de válvulas siempre se podrá encontrar inundada esto es por la infiltración que existe a través de la losa de fondo y los muros los cuales se observan cuando el agua acumulada es retirada con ayuda de un equipo de bombeo.

Línea de Conducción de Agua de Galería

Cuenta con una longitud total de 2.360 m. el cual cada años con el mejoramiento y manteniendo va incrementando, se encuentra compuesta por 3 tramos

Galería Donoso

La Galería Donoso se encuentra ubicado en las instalaciones del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) – DONOSO, ubicado un 1.5km de la planta de tratamiento, cuenta con 2 buzones y una cámara de recolección, según la licencia otorgada cuenta con 15 l/s pero según los aforos realizados por Emapa solo cuenta con 9 L/s, como dicha agua es clasificada dentro de la categoría A1 de los “Estándares nacionales de calidad ambiental” (ECA), solo recibe el tratamiento de desinfección en la cámara de reunión, el sistema de desinfección es por inyección de cloro líquido comprimido el cual es monitoreado diariamente. Dicha galería abastece a todo el centro poblado de Quepepampa.

Pozo torre blanca

Se encuentra Ubicado en el Centro Poblado torre Blanca, antiguamente pertenecía a una Junta Administradora de Servicios de Saneamiento desde ahora en adelante denominada JASS; para posteriormente pasar a la administración de Emapa, es un pozo con más de 21 metros de profundidad con una producción aproximada de 4l/S, dicha agua es clasificada dentro de la categoría A1 de los “Estándares nacionales de calidad ambiental”, solo recibe el sistema de desinfección de inyección al vacío, la cual es bombeada a un reservorio, el sistema se encuentra operativo.

En cuanto a los registros de cloro residual son manejados diariamente por el operario encargado del reservorio los tilos, el pozo abastece a toda la población de torre blanca y alrededores.

Pozo de Laure

Se encuentra ubicado en el Centro Poblado Laure construida en octubre del año 2013 como obra benéfica para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable en el C.P. Laure distrito de

Chancay ejecutado por la empresa Avinka como Financiamiento privado de obras públicas, la administración estaba a cargo de una JASS, hasta pasar la administración total a la empresa Prestadora del servicio de saneamiento “Emapa Chancay S.A.C”. su producción es de aproximadamente 4L/s, su profundidad es de 12m, cuenta con 3 pisos de concreto armado y el resto de la distancia solo es terreno natural rocoso por donde se filtra el agua de abastecimiento para este pozo, dicha agua también se encuentra en la categoría 1 del D.S. 004-29017-MINAM, por lo que solo recibe el sistema de desinfección de inyección al vacío, el sistema se encuentra operativo y abastece a todo el centro poblado de Laure, los monitoreos contemplados para este pozo los realiza el operador que labora en Reservorio los Tilos.

Galería Pampa Libre

Ubicada en el centro poblado de Pampa Libre, cuenta con 4 galerías de recolección, una cámara de reunión y bombeo, según la licencia de agua para este punto de abastecimiento es de 11 L/s, su sistema de desinfección es a través del cloro líquido comprimido y la tecnología de vacío, cuenta con dos Reservorios respectivamente con bombas de 20 y 40 Hp, abastecen a todo el pueblo de pampa Libre, la desventaja de esta zona en el abastecimiento es que solo tienen agua por 2 horas al día dos veces a la semana esto debido a que cuentan con chacra huertas con más de 2000m² y al no tener medidor lo vuelve un punto vulnerable al desperdicio incontrolable del agua potable.

Antiguamente era administrada por una JASS hasta pasar a la administración de Emapa, laboran actualmente 3 personas quienes se encargan del tratamiento (cloración) y distribución del agua mediante válvulas por calles, los monitoreos para esta zona están a cargo de los operadores, actualmente se encuentra en ejecución una obra de mejoramiento de agua y desagüe para todo el centro poblado.

Calidad del agua Distribuida

El muestreo es elaborado en base a la cantidad de usuario que tiene la empresa y por zonas donde se encuentran ubicadas las galerías con sus respectivos sistemas de distribución, el cual consta de seis sectores comerciales según el área comercial.

Los análisis “físico-químicos” (pH, turbiedad, conductividad, dureza, cloruros) y microbiológicos exigidos por la SUNASS se realizan mensualmente en el laboratorio de EMAPACH y los otros parámetros se realizan en laboratorios externos trimestralmente. A continuación, se presentarán los resultados de laboratorio correspondientes al año 2019 alcanzado por el encargado del área de control de calidad en la Planta de Tratamiento – Quepepampa.

Para las redes de distribución el contenido de cloro residual se realiza semanalmente por el personal encargado del “área de control de calidad de EMAPA CHANCAY” empleando un equipo colorimétrico digital portátil de bolsillo quien sale a las redes a realizar las muestras, donde separa las muestras de 0.5 - 1 mg/L donde no existe contaminación microbiológica y las muestras de 0.3-0.5 el cual representa el 10% de toda las muestras donde el agua aún está segura, al final se encuentran las muestras por debajo del 0.2 mg/L donde el agua se encuentra en riesgo de contaminación.

Como medida preventiva por parte de EMAPA CHANCAY, se procede a realizar las purgas en el las redes de distribución, luego de ello se toman las muestras correspondientes para ser analizados en el laboratorio de la empresa, a la fecha no se a podido evidenciar contaminación en las redes.

4.1.Resultados de las muestras realizadas

Normativa de comparación

se realizó la comparación con lo establecido en los “Estándares de calidad ambiental” específicamente en su “Categoría 1 A1: Agua que pueden ser potabilizadas con desinfección para fuentes de agua” la cual lo establece el “D.S. N° 004 – 2017 – MINAM” y con lo establecido en el Reglamento de la calidad de agua para consumo humano para agua potable “D.S. N° 031 – 2010-SA”.

Las muestras fueron tomadas por el área de sección producción (control de calidad) de la Empresa prestadora del servicio de saneamiento de Chancay para posteriormente ser analizados por el laboratorio de terceros CERTIMIN la cual se encuentra acreditada por el INACAL “Acreditación NTP-ISO/IEC 17025 (www.inacal.gob.pe)” y certificada por la ISO 9001.

Tabla 14

Puntos de muestreo – Pozos y Reservorios

Ítem	Fuente	Punto de muestreo	Fecha y hora
01	Agua Subterránea	Pozo Laure	2019-12-18 06:57
02	Agua Subterránea	Pozo Torre Blanca	2019-12-18 17:10
03	Agua Subterránea	Reservorio Laure	2019-12-18 07:42
04	Agua Subterránea	Reservorio Torre Blanca	2019-12-18 14:01

Elaboración propia

Tabla 15*Resultado de los pozos Laure y Torre Blanca*

Parámetro	Unidad	Pozo Laure	Pozo Torre Blanca	D.S. N° 004 – 2017 – MINAM Categoría 1	D.S. N° 031 – 2010-SA “Reglamento de la calidad de agua para consumo humano”
Fecha		2019-12-18	2019-12-17 / 2019-12-18		
Hora		13:19	17:40 / 08:38	A1: Agua que pueden ser potabilizadas con desinfección	
Análisis de campo					
Turbidez	UNT	0.48	0.88	5	5
Análisis físico					
color	UCV	<3.5	<3.5	15	15
Dureza total	mg/L	160	323	500	500
Análisis microbiológicos					
Coliformes totales	NMP/UFC/ 100 mL	<1.8	<1.8	50	= < 1,8 /100 ml
Coliformes termotolerantes/fecales	NMP/UFC/ 100 mL	<1.8	<1.8	20	= < 1,8 /100 ml
Bacthet	UFC/mL	10	<1	500	500
Aniones					
F-		0.114	0.115	1.5	1.000
Cl-		39.96	24.56	250	250
NO2-	mg/L	<0.03	<0.03	3	3
NO3-		67.41	40.88	50	50

SO42-		182.02	121.42	250	250
PO43		<0.16	<0.16	-	-
HPO42-P*	mg/L	<0.05	<0.05	-	-
NO2-N		<0.01	<0.01	-	-
NO3-N		15.23	9.24	-	-
PO43-P		<0.05	<0.05	-	-
Metales totales					
Br-		<0.03	<0.03	-	-
Ag(t)		<0.00001	0.00002	-	-
Al(t)		0.005	0.009	0.9	0.2
As(t)		0.0006	0.0019	-	-
Ba(t)		0.03243	0.07626	0.7	0.7
Be(t)		<0.0003	<0.0003	-	0.012
Bi(t)		<0.00003	<0.00003	-	-
B(t)	mg/L	0.151	0.356	2.4	1.500
Ca(t)		50.19	104.66	-	-
Cd(t)		<0.00005	0.00006	0.003	0.003
Ce(t)		<0.00001	0.00001	-	-
Cs(t)		0.00004	0.00002	-	-
Co(t)		<0.00009	<0.00009	-	-
Cr(t)		<0.0005	<0.0005	0.05	0.050
Cu(t)		0.0005	0.0647	2.0	2.0
Fe(t)		<0.01	0.04	0.3	0.3

Ga(t)		<0.00002	<0.00002	-	-
Ge(t)		<0.00002	0.00002	-	-
Hf(t)		<0.0003	<0.0003	-	-
In(t)		<0.00005	<0.00005	-	-
Hg(t)		<0.0001	<0.0001	0.001	0.001
K(t)		1.5	5.74	-	-
Li(t)		0.0233	0.061	-	-
La(t)		<0.00001	<0.00001	-	-
Lu(t)		<0.00006	<0.00006	-	-
Mg(t)		8.7137	15.1387	-	-
Mn(t)		0.00044	0.00091	0.4	0.4
Mo(t)		0.00159	0.00315	0.07	0.07
Na(t)	mg/L	14.25	23.7	-	200
Nb(t)		<0.0001	<0.0001	-	-
Ni(t)		<0.0005	0.0061	0.07	0.020
P(t)		<0.001	0.014	0.1	-
Pb(t)		0.00045	0.0118	0.01	0.010
Rb(t)		0.00036	0.0011	-	-
S(t)		<0.1	37.8	-	-
Sb(t)		0.0001	0.0007	0.02	0.020
Se(t)		<0.001	0.002	0.04	0.010
Si(t)		4.61	11.45	-	-
SiO2(t)		9.87	24.54	-	-

SiO3(t)		12.51	31.08	-	-
Sn(t)		<0.0001	0.0005	-	-
Sr(t)		0.366	0.9268	-	-
Th(t)		<0.0001	<0.0001	-	-
Tb(t)		<0.0004	<0.0004	-	-
Te(t)		<0.0001	<0.0001	-	-
Ti(t)		<0.002	<0.002	-	-
Tl(t)	mg/L	<0.0001	<0.0001	-	-
Ta(t)		<0.00002	<0.00002	-	-
V(t)		<0.001	0.003	-	-
W(t)		<0.0003	<0.0003	-	-
Yb(t)		<0.00003	<0.00003	-	-
U(t)		0.00064	0.00139	-	-
Zn(t)		0.004	0.428	3	3.0
Zr(t)		<0.0001	<0.0001	-	-

Elaboración propia

Discusión de resultados

valores obtenidos de los parámetros evaluados en la **Tabla 15** del punto de muestreo Pozo Laure y Pozo Torre Blanca cumplen satisfactoriamente con el ECA el cual se establece a través de su “D.S. N° 004-2017-MINAM” en su categoría 1 – A1, de igual manera con lo establecido en el “Reglamento de la calidad de agua para consumo humano”, a excepción del parámetro de NO₃- quien da como resultado 67.41 mg/L.

Tabla 16*Resultados de los Reservorios Laure y Torre Blanca*

Parámetro	Unidad	Reservorio Laure	Reservorio Torre Blanca	D.S. N° 031 – 2010-SA
Fecha		2019-12-18	2019-12-17 / 2019-12-18	“Reglamento de la calidad de agua para consumo humano”.
Hora		13:19	17:40 / 08:38	
Análisis de campo				
Turbidez	UNT	0.08	0.27	5
Cloro Residual	mg/L	1.67	0.51	5
Análisis microbiológicos				
Coliformes totales	NMP/UFC/ 100 mL	<1	<1	= < 1,8 /100 ml
Coliformes termotolerantes/fecales	NMP/UFC/ 100 mL	<1	<1	= < 1,8 /100 ml
Bacthet	UFC/mL	<1	5	500

Elaboración Propia

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

Discusión de Resultados

Los valores que se obtuvieron por parte del laboratorio para los parámetros microbiológico y parasitológicos en la **Tabla 16** de los puntos de muestreo Reservorio Laure y Torre Blanca cumplen satisfactoriamente con lo establecido en el “D.S. N° 031 – 2010-SA”,

asegurando así la calidad del agua después de haber evaluado la fuente de abastecimiento (fuente subterránea) y pasar por un proceso de cloración por lo que se concluye que el agua puede ser suministrada a la población.

Tabla 17

Puntos de muestreo -Galería Pampa Libre

Ítem	Fuente	Punto de muestreo	Fecha y hora
01	Agua Subterránea	Galería Pampa Libre	2019 – 12 – 18 / 11:25
02	Agua Potable	Reservorio zona alta pampa libre	2019 – 12 – 18 / 12:09
03	Agua Potable	Reservorio zona baja pampa libre	2019 – 12 – 18 / 12:37
04	Agua Potable	Red de Distribución comedor de Pampa Libre	2019 – 12 – 18 / 10:50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18*Resultados de la zona de Pampa Libre*

Parámetro	Unidad	Galería Pampa Libre	Red de Distribución Comedor Pampa Libre	D.S. N° 004 – 2017 – MINAM Categoría 1 A1: Agua que pueden ser potabilizadas con desinfección	D.S. N° 031 – 2010- SA “Reglamento de la calidad de agua para consumo humano”:
Fecha		2019-12-18	2019-12-18		
Hora		13:19	11:25		
Análisis de campo					
Turbidez	UNT	2.38	2.26	5	5
Cloro Residual	mg/L	-	1.84	-	5
Análisis físico					
color	UCV	<3.5	<3.5	15	15
Dureza total	mg/L	386	377	500	500
Análisis microbiológicos					
Coliformes totales	NMP/UFC/ 100 mL	79	<1.8	50	= < 1,8 /100 ml
Coliformes termotolerantes/fecales	NMP/UFC/ 100 mL	33	<1.8	20	= < 1,8 /100 ml
Bacthet	UFC/mL	10	<1	500	500
Aniones					
F-		0.127	0.13	1.5	1.000
Cl-		71.66	74.85	250	250
NO2-	mg/L	<0.03	<0.03	3	3
NO3-		49.91	52.02	50	50

SO42-		172.18	173.94	250	250
PO43		<0.16	<0.16	-	-
HPO42-P*		<0.05	<0.05	-	-
NO2-N	mg/L	<0.01	<0.01	-	-
NO3-N		11.28	11.76	-	-
PO43-P		<0.05	<0.05	-	-
Metales totales					
Br-		<0.03	<0.03	-	-
Ag(t)		<0.00001	<0.00001	-	-
Al(t)		0.018	0.013	0.9	0.2
As(t)		0.0024	0.0029	-	-
Ba(t)		0.04758	0.04745	0.7	0.7
Be(t)		<0.0003	<0.0003	-	0.012
Bi(t)		<0.00003	<0.00003	-	-
B(t)		0.558	0.554	2.4	1.500
Ca(t)	mg/L	114.19	111.87	-	-
Cd(t)		<0.00005	<0.00005	0.003	0.003
Ce(t)		0.00005	0.00005	-	-
Cs(t)		0.00001	0.00001	-	-
Co(t)		0.00013	0.00011	-	-
Cr(t)		0.0006	0.0006	0.05	0.050
Cu(t)		0.0008	0.0009	2.0	2.0
Fe(t)		0.04	0.03	0.3	0.3
Ga(t)		<0.00002	<0.00002	-	-

Ge(t)		0.00003	0.00004	-	-
Hf(t)		<0.0003	<0.0003	-	-
In(t)		<0.00005	<0.00005	-	-
Hg(t)		<0.0001	<0.0001	0.001	0.001
K(t)		7.44	6.86	-	-
Li(t)		0.0764	0.0738	-	-
La(t)		0.00003	0.00002	-	-
Lu(t)		<0.00006	<0.00006	-	-
Mg(t)		24.7132	23.95	-	-
Mn(t)		0.01381	0.00991	0.4	0.4
Mo(t)		0.00578	0.00588	0.07	0.07
Na(t)		68.56	67.31	-	200
Nb(t)	mg/L	<0.0001	0.0001	-	-
Ni(t)		<0.0005	<0.0005	0.07	0.020
P(t)		0.001	0.02	0.1	-
Pb(t)		0.00096	0.00071	0.01	0.010
Rb(t)		0.00132	0.00127	-	-
S(t)		57.7	57.8	-	-
Sb(t)		0.0003	0.0003	0.02	0.020
Se(t)		0.002	0.002	0.04	0.010
Si(t)		14.62	14.18	-	-
SiO2(t)		31.33	31.4	-	-
SiO3(t)		39.69	38.5	-	-
Sn(t)		<0.001	<0.0001	-	-

Sr(t)		1.2174	1.1639	-	-
Th(t)		<0.0001	<0.0001	-	-
Tb(t)		<0.0004	<0.0004	-	-
Te(t)		<0.0001	<0.0001	-	-
Ti(t)		<0.002	<0.002	-	-
Tl(t)		<0.001	<0.0001	-	-
Ta(t)		<0.00002	<0.00002	-	-
V(t)		0.006	0.006	-	-
W(t)		<0.0003	<0.0003	-	-
Yb(t)	mg/L	<0.00003	<0.00003	-	-
U(t)		0.00251	0.00239	-	-
Zn(t)		0.002	0.002	3	3.0
Zr(t)		<0.0001	<0.0001	-	-
Bromodichlorometano		-	0.0233	0.06	0.06
Bromoformo		-	0.0072	0.1	0.1
Cloroformo		-	0.0359	0.3	0.2
Dibromoclorometano		-	0.0249	0.1	0.05

Elaboración propia

Trihalometanos (Bromodichlorometano BD), Bromoformo (BF), Bromoformo (CF), Dibromoclorometano (DC))

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

Discusión de resultados

- Los valores obtenidos para los parámetros evaluados de la **Tabla 18** en el punto de muestreo Galería Pampa Libre cumplen satisfactoriamente con el ECA a excepción del resultado obtenido para los “**coliformes totales**” el cual fue de 79 NMP/100 mL y coliformes Termotolerantes de 33 NMP/100 mL.

- Para el punto de muestreo Redes de Distribución Pampa Libre – comedor se cumple con los LMP establecido en el D.S. N° 031 – 2010-SA “Reglamento de la calidad de agua para consumo humano”, a excepción del parámetro NO₃- quien dio como resultado 52.02 mg/L.

Tabla 19

Resultados de Reservorio Pampa Libre

Parámetro	Unidad	Reservorio Pampa Libre	Reservorio Pampa Libre	D.S. N° 031 – 2010-SA “Reglamento de la calidad de agua para consumo humano”.
		Zona Baja	Zona Alta	
Fecha		2019-12-18	2019-12-18	
Hora		12:37	12:09	
Análisis de campo				
Turbidez	UNT	2.90	1.53	5
Cloro Residual	mg/L	1.20	0.31	5
Análisis microbiológicos				
Coliformes totales	NMP/UFC/ 100 mL	<1	<1	= < 1,8 /100 ml
Coliformes termotolerantes/fecales	NMP/UFC/ 100 mL	<1	<1	= < 1,8 /100 ml
Bacthet	UFC/mL	<1	42	500

Fuente: Elaboración propia

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

Discusión de resultados

Los resultados obtenidos para los parámetros microbiológico de la **Tabla 19** del punto de muestreo Reservorio Pampa Libre (Zona Alta y Baja), cumplen satisfactoriamente con lo establecido en el Reglamento de la calidad de agua para consumo humano asegurando así la calidad después de haber evaluado la fuente de abastecimiento (fuente subterránea) y pasar por un proceso de cloración se determina que el agua es apta para ser suministrada a una población servida de 840 conexiones ámbito de la empresa EMAPACH.

Tabla 20

Puntos de Muestreo - Galerías Filtrantes

Ítem	Fuente	Punto de muestreo	Fecha y hora
01	Agua Subterránea	Galería Donoso (ASUB1)	2019-12-18 06:57
02	Agua Subterránea	Galería Donoso (ASUB1)	2019-12-18 17:10
03	Agua Subterránea	Galería Cerro la Culebra (ASUB2)	2019-12-18 07:42
04	Agua Subterránea	Galería Cerro la Culebra (ASUB2)	2019-12-18 17:35
05	Agua Subterránea	Galería Molino Hospital (ASUB3)	2019-12-17 16:50
06	Agua Subterránea	Galería Molino Hospital (ASUB3)	2019-12-18 08:20
07	Agua Subterránea	Galería Quepepampa (ASUB4)	2019-12-18 14:01

Elaboración propia

Tabla 21

Resultados de Galerías Filtrantes

Parámetro	Unidad	ASUB1	ASUB2	ASUB3	ASUB4	D.S. N° 004 – 2017 – MINAM Categoría 1	D.S. N° 031 – 2010-SA “Reglamento de la calidad de agua para consumo humano”.
Fecha		2019-12-18	2019-12-18	2019-12-17 2019-12-18	2019-12-18		
Hora		17:10 / 06:57	07:42 / 17:35	16:50 / 08:20	14:01	A1: Agua que pueden ser potabilizadas con desinfección	
Análisis de campo							
Turbidez	UNT	0.39	2.99	0.17	0.25	5	5
Análisis físico							
color	UCV	<3.5	<3.5	<3.5	<3.5	15	15
Dureza total	mg/L	337	377	322	628	500	500
Análisis microbiológicos							
Coliformes totales	NMP/UFC/ 100 mL	17.0	460.0	49.0	140.0	50	= < 1,8 /100 ml
Coliformes termotolerantes/ fecales	NMP/UFC/ 100 mL	2.0	240.0	17.0	2.0	20	= < 1,8 /100 ml
Bacthet	UFC/mL	48	1905	8600	155	500	500
aniones							
F-		0.116	0.098	0.145	0.11	1.5	1.000
Cl-	mg/L	19.57	33.1	92.29	20.2	250	250
NO2-		<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	3	3
NO3-		23.83	55.76	50.80	18.17	50	50

SO42-		132.12	131.53	148.83	144.12	250	250
PO43		<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	-	-
HPO42-P*		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-
NO2-N	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	-
NO3-N		5.39	12.6	11.48	4.11	-	-
PO43-P		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-
Metales totales							
Br-		<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	-	-
Ag(t)		<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	-	-
Al(t)		0.009	0.016	0.007	0.008	0.9	0.2
As(t)		0.0014	0.0014	0.0049	0.0022	-	-
Ba(t)		0.06694	0.11129	0.06413	0.08256	0.7	0.7
Be(t)		<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	-	0.012
Bi(t)		<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	-	-
B(t)		0.371	0.348	0.581	0.495	2.4	1.500
Ca(t)		108.81	126.62	94.49	120.94	-	-
Cd(t)	mg/L	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	0.003	0.003
Ce(t)		0.00003	0.00006	0.00001	0.00002	-	-
Cs(t)		0.00005	0.00002	0.00001	0.00003	-	-
Co(t)		<0.00009	0.00013	0.00009	<0.00009	-	-
Cr(t)		<0.0005	<0.0005	0.0016	<0.0005	0.05	0.050
Cu(t)		0.0003	0.0005	0.0013	0.0003	2.0	2.0
Fe(t)		<0.01	0.02	<0.01	<0.01	0.3	0.3
Ga(t)		<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	-	-
Ge(t)		<0.00002	0.00003	0.00002	<0.00002	-	-
Hf(t)		<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	-	-
In(t)		<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	-	-

Hg(t)		<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.001	0.001
K(t)		1.73	3.63	4.98	2.38	-	-
Li(t)		0.0656	0.0694	0.0641	0.0698	-	-
La(t)		0.00002	0.00005	<0.00001	0.00002	-	-
Lu(t)		<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	-	-
Mg(t)		16.1016	15.0436	20.9306	18.2175	-	-
Mn(t)		0.00046	0.0039	0.00428	0.00193	0.4	0.4
Mo(t)		0.00462	0.00357	0.00693	0.00576	0.07	0.07
Na(t)		25.08	30.39	75.22	29.14	-	200
Nb(t)		<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	-	-
Ni(t)		<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.07	0.020
P(t)		0.006	0.017	0.026	0.008	0.1	-
Pb(t)		0.00058	0.00067	0.00083	0.00057	0.01	0.01
Rb(t)		0.00162	0.00152	0.00101	0.00162	-	-
S(t)	mg/L	45.1	41.5	48	51.2	-	-
Sb(t)		0.0006	0.0008	0.0006	0.0006	0.02	0.020
Se(t)		0.002	0.001	0.004	0.002	0.04	0.010
Si(t)		11.2	10.5	11.91	13.06	-	-
SiO2(t)		23.99	22.5	25.52	27.99	-	-
SiO3(t)		30.39	28.51	32.32	35.45	-	-
Sn(t)		<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	-	-
Sr(t)		0.9212	0.9644	1.0581	0.9733	-	-
Th(t)		<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	-	-
Tb(t)		<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	-	-
Te(t)		<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	-	-
Ti(t)		<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	-	-
Tl(t)		<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	-	-

Ta(t)		<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	-	-
V(t)		0.002	0.003	0.01	0.003	-	-
W(t)		<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	-	-
Yb(t)		<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	-	-
U(t)	mg/L	0.00237	0.00222	0.00282	0.0017	-	-
Zn(t)		0.002	0.005	0.002	0.002	3	3.0
Zr(t)		<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	-	-

Fuente: Elaboración propia

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

Discusión de resultados

Los valores obtenidos para los parámetros evaluados en la **Tabla 21** podemos concluir lo siguiente:

- Para el punto de muestreo Galería Donoso (ASUB1) cumplen satisfactoriamente con lo establecido en los decretos, por lo que podemos concluir que es agua apta para su tratamiento.
- punto de muestreo Galería Cerro la culebra (ASUB2) cumplen satisfactoriamente con la normativa, a excepción de la familia de coliformes totales (460.0 NMP/100mL), coliformes Termotolerantes (240.0 NMP/100mL), bacterias heterotróficas (1905 UFC/mL) y NO₃⁻ (55.76 mg/L), se concluye que deberá de pasar obligatoriamente por un proceso de cloración.
- Punto de muestreo Galería Molino Hospital (ASUB3) cumplen. A excepción del grupo de las bacterias heterotróficas (8600 UFC/mL) y NO₃⁻ (50.60 mg/L), dicha fuente deberá de pasar por un proceso de tratamiento.

- Punto de muestreo Galería Quepepampa (ASUB4) cumplen satisfactoriamente A excepción del parámetro dureza total (628 mg/L) y coliformes totales (140 NMP/100mL). Por lo que se concluye que estas aguas deberán de pasar obligatoriamente por un proceso de cloración.

CAPITULO V. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Discusión

La comparación de resultados obtenidos de los puntos de muestreo para pozo Laure y Pozo Torre Blanca con los “Estándares de calidad ambiental” en su subcategoría Categoría 1 - A1: Agua que pueden ser potabilizadas con desinfección establecido en el “D.S. N° 004-2017-MINAM” y con los “Límites máximos permisibles” (LMP) señalado en el “Reglamento de la calidad de agua para consumo humano” establecido en el “D.S. N° 031 – 2010-SA”.

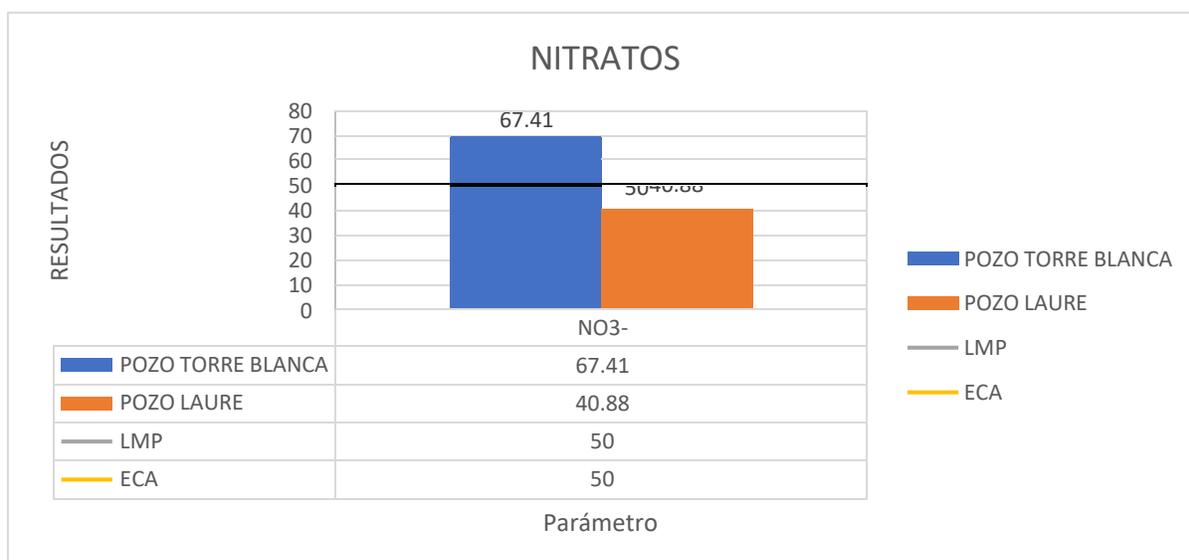


Figura. 5 Resultados de Nitratos Pozo Laure y Torre Blanca

Figura. 5: Las concentraciones de los parámetros de nitrato de los puntos de muestreo como: Pozo Laure fue de 40.88 mg/L y Torre Blanca con 67.41 mg/L, en el primer punto de evaluación no se supera el ECA ni los LMP y en el segundo punto si se supera lo establecido en el ECA y en los LMP, el muestreo del pozo Laure se deberán de realizar una contramuestra ya que, en los resultados anteriores tomados en diferentes meses y años, muestran una concentración muy por debajo de los límites establecidos.

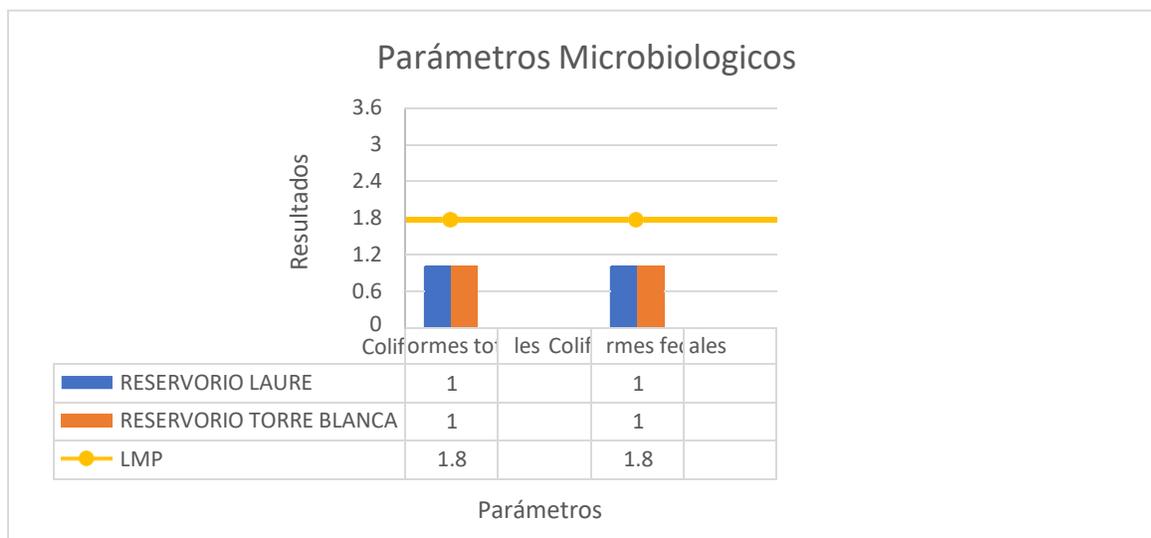


Figura. 6 Resultados Microbiológicos de Reservoirio Laure y Torre Blanca

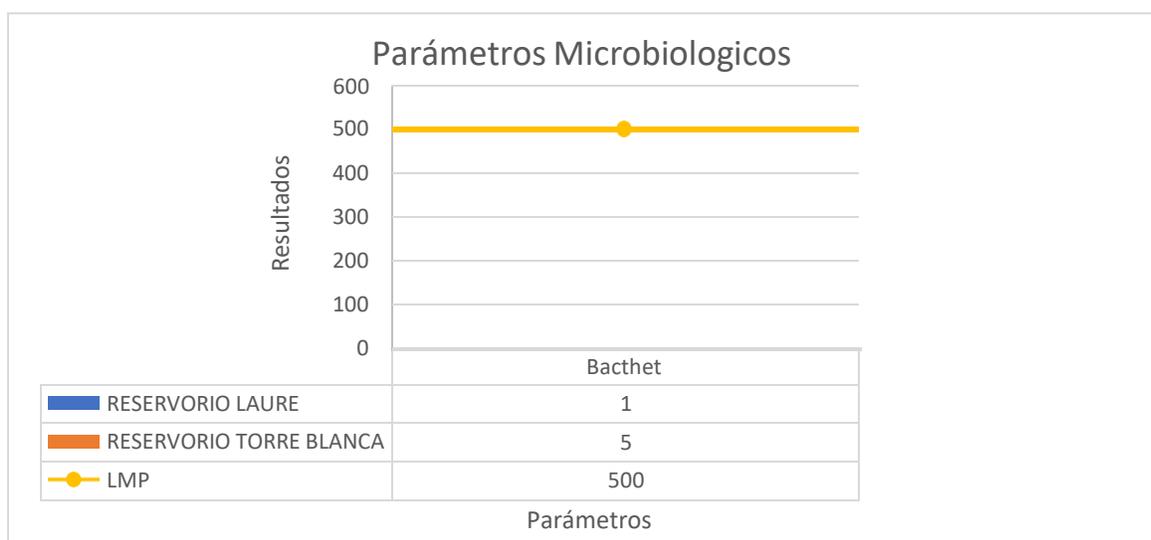


Figura. 7 Resultados Microbiológicos de Reservoirio Laure y Torre Blanca

Figura. 6 y Figura. 7: En cuanto a los resultados de los parámetros “**coliformes totales**”, “**coliformes fecales/Termotolerantes**” y “**bacterias heterotróficas**” de las muestras realizadas para el punto de muestreo fueron de <1, <1, <1 NMP/100mL para el punto Reservoirio Laure, los resultados en el punto de muestreo Reservoirio Torre Blanca fueron <1, <1, 5 NMP/100mL. Por lo que se concluye que no se superan los LMP.

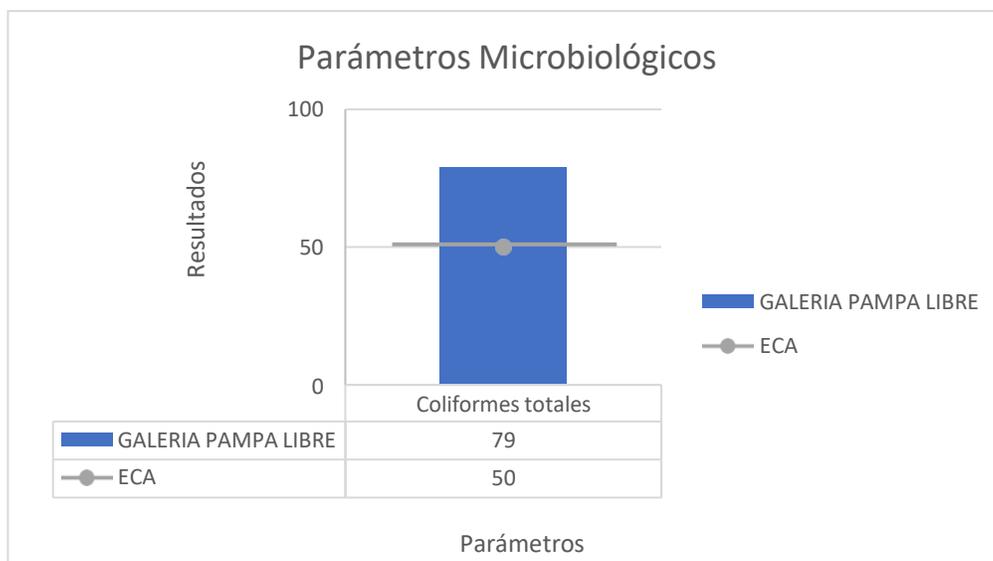


Figura. 8 Resultados microbiológicos Galería Filtrante Pampa Libre

Figura. 8: La concentración para la familia de los “**coliformes totales**” muestreados en el punto de la galería pampa libre fue de 79 NMP/100mL, se concluye que se supera los estándares de calidad ambiental de la subcategoría Categoría 1 A1. Y que no cumple con el D.S. N° 004-2017-MINAM

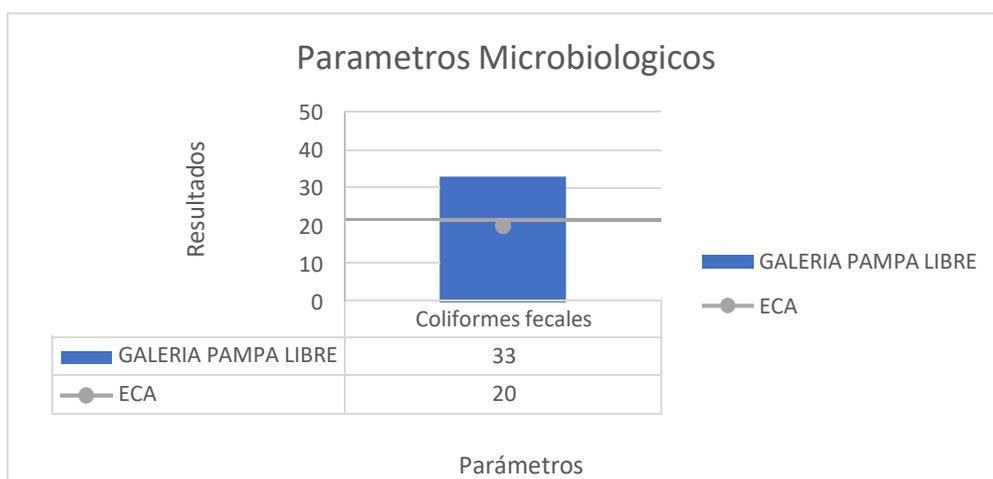


Figura. 9 Resultados Microbiológicos Galería Pampa Libre

Figura. 9: Los resultados para la familia de los “**coliformes fecales**” en el punto de muestreo galería pampa libre fue de 33 NMP/100mL el cual supera los estándares de calidad ambiental establecido en su subcategoría Categoría 1 A1. Tal como lo detalla el D.S. N° 004-2017-MINAM. dicho parámetro debe ser monitoreado ya que la existencia de la contaminación puede ser externa por el tipo de terreno en donde se ubica.

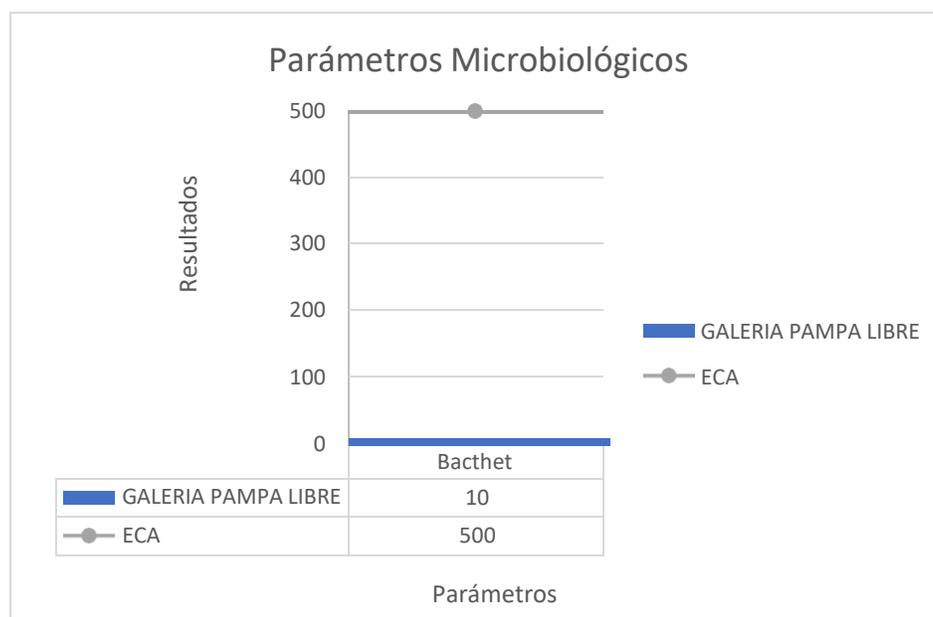


Figura. 10 Resultados Microbiológico Galería Pampa Libre

Figura. 10: EL resultado para la familia de las “**Bacterias Heterotróficas**” del punto de muestreo galería pampa libre fue de 10 UFC/100mL no supera los estándares establecidos en la subcategoría Categoría 1 A1: Agua que pueden ser potabilizadas con desinfección del D.S. N° 004-2017-MINAM.

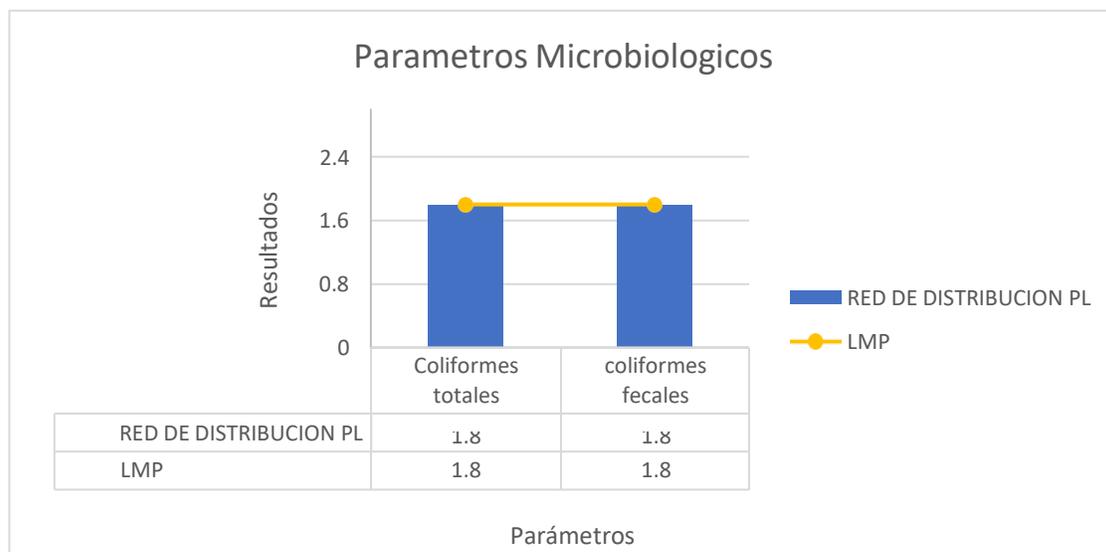


Figura. 11 Resultados Microbiológico Red de Distribución Pampa Libre

Figura. 11: La concentración para familia de los **“coliformes totales y Termotolerantes/fecales”** en el punto de muestreo de la red de distribución pampa libre (PL) fue de $<1.8, <1.8$ NMP/100mL, los cuales no superan los LMP del D.S. N° 031-2010-SA “reglamento de la calidad del agua para consumo humano”.

Comparación de concentraciones para los parámetros de los puntos de muestreo ejecutados por el área de sección producción de la empresa, las cuales han sido identificados con códigos tal como se detalla; ASUB1 (Galería Donoso); ASUB2 (Galería Cerro la Culebra); ASUB3 (Galería Molino Hospital); ASUB4 (Galería Quepepampa) con los “Estándares de calidad ambiental” subcategoría Categoría 1 A1: Agua que pueden ser potabilizadas con desinfección establecido en el D.S. N° 004-2017-MINAM y con los “Límites máximos permisibles” (LMP) establecido en el D.S. N° 031 – 2010-SA “Reglamento de la calidad de agua para consumo humano”.

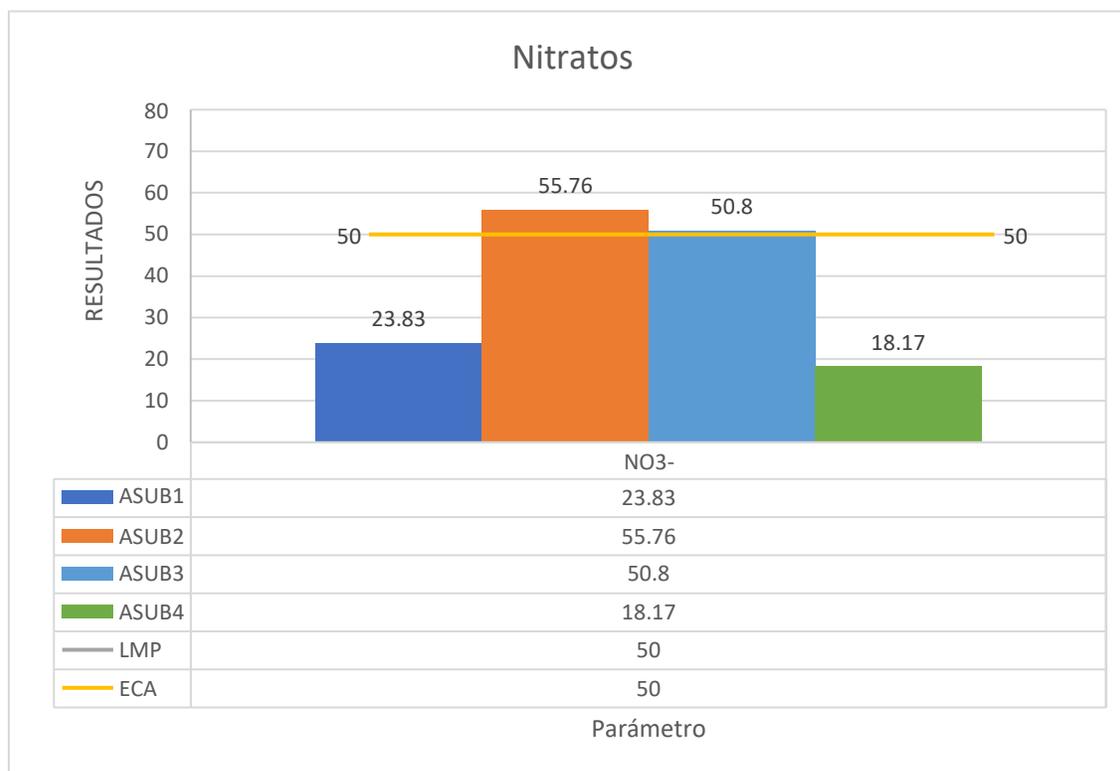


Figura. 12 Resultados de Nitratos - Galerías Filtrantes

Figura. 12: La concentración del parámetro de “**nitrato**” de los puntos de muestreo se obtuvieron los siguientes resultados: 23.83 mg/L (ASUB1) , 55.76 mg/L (ASUB2), 50.8 mg/L (ASUB3), 18.17 mg/L (ASUB4), en el primer y cuarto punto de muestreo no superan y en el segundo y tercer punto si se supera lo establecido en el D.S. 004-2017-MINAM y el “Reglamento de la calidad agua para consumo humano” con su “D.S. N° 031-2010-SA” encargados de establecer los LMP, para los puntos de muestreo que superan los límites establecidos se deberán de realizar una contramuestra ya que, los resultados anteriores tomados en diferentes meses y años muestran una concentración muy baja de este parámetro.

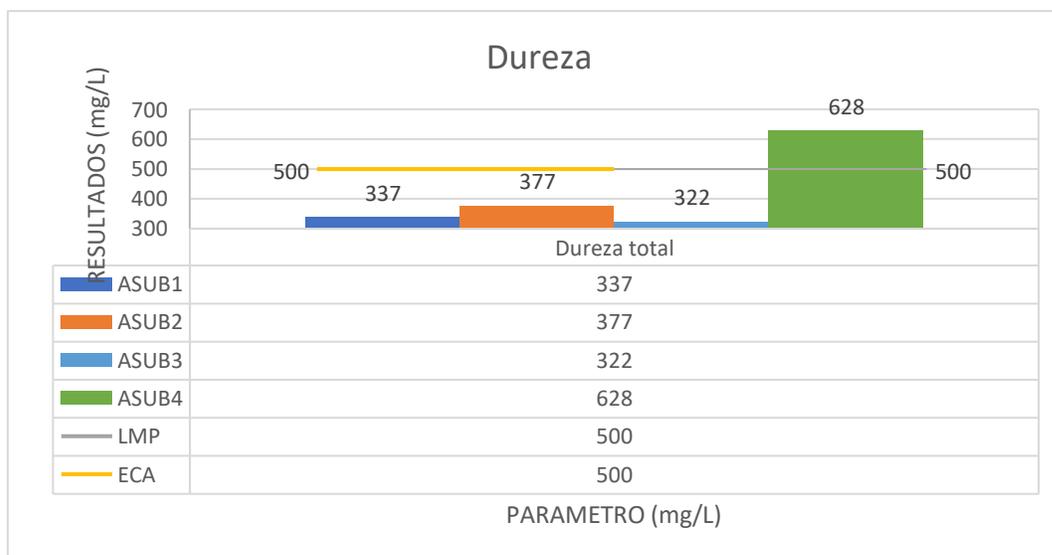


Figura. 13 Resultados de Dureza Total - Galerías Filtrantes

Figura. 13: La concentración del parámetro “**Dureza total**” en los puntos de muestreo dieron como resultado: 337 mg/L (ASUB1), 377 mg/L (ASUB2), 322 mg/L (ASUB3), 628 mg/L (ASUB4), en el primer, segundo y tercer punto de muestreo no superan el ECA ni los LMP, en el cuarto punto si se supera lo establecido en la normativa, se recomienda realizar un monitoreo constante para poder determinar los factores de la cantidad elevada de dicho parámetro.

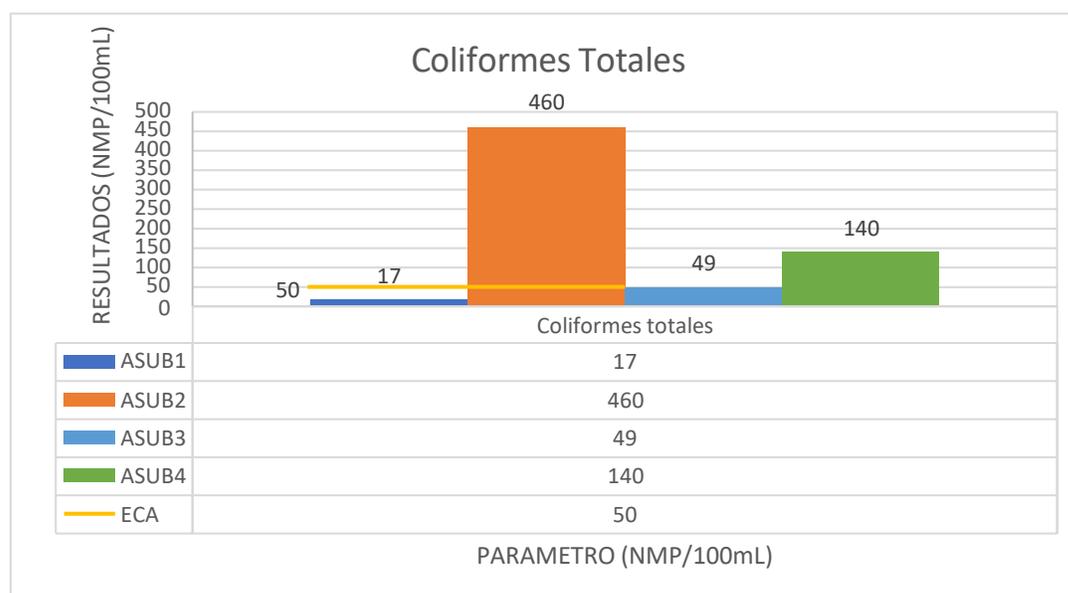


Figura. 14 Resultados Microbiológicos - Galerías Filtrantes

Figura. 14: Los resultados que se muestran de “**coliformes totales**” en el punto de muestreo ASUB1 fue de 17 NMP/100ml , ASUB2 el resultado fue de 460 NMP/100ml , ASUB3 el resultado fue de 49 NMP/100ml, ASUB4 el resultado fue de 140 NMP/100ml , en el primer y segundo punto de muestreo no superan el ECA ni los LMP, en el tercer y cuarto punto de muestreo si se supera lo establecido en el ECA y en los LMP, se recomienda realizar un monitoreo constante para poder determinar la contaminación por coliformes.

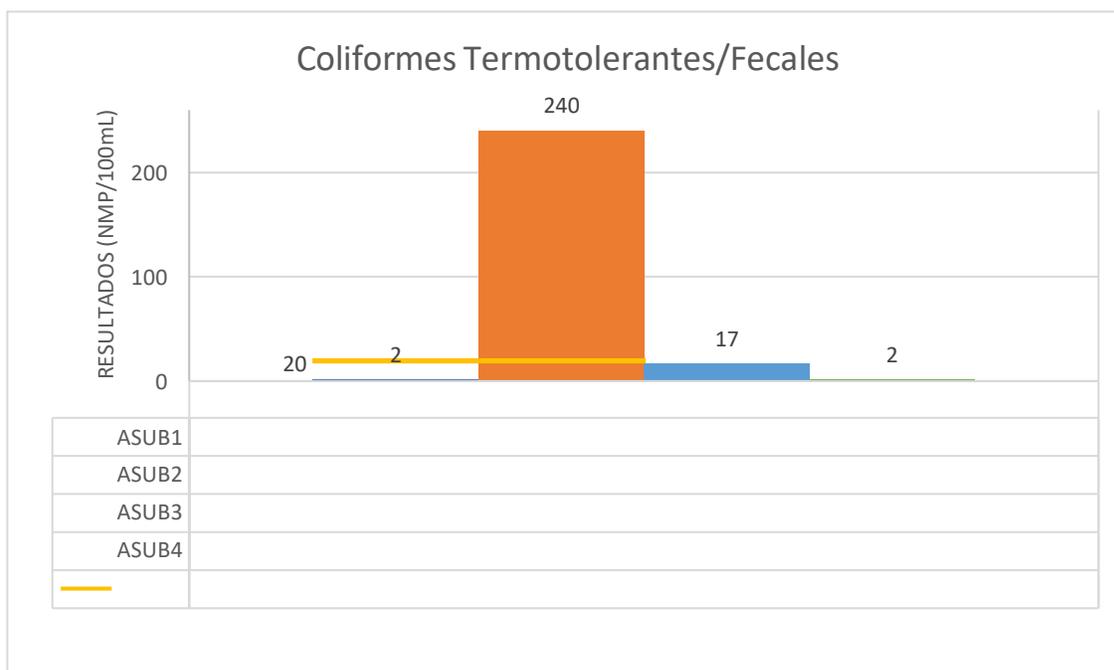


Figura. 15 Resultados Microbiológicos - Galerías Filtrantes

Figura. 15: Los resultados que se muestran de “**coliformes Termotolerantes/Fecales**” en el punto de muestreo ASUB1 fue de 2 NMP/100ml , 240 NMP/100ml (ASUB2) , 17 NMP/100ml (ASUB3), 2 NMP/100ml (ASUB4), en el primer, tercer y cuarto punto de muestreo no superan el ECA ni los LMP, en el segundo punto de muestreo si se supera lo establecido en el ECA y en los LMP, se recomienda realizar un monitoreo constante para poder determinar la contaminación por coliformes.

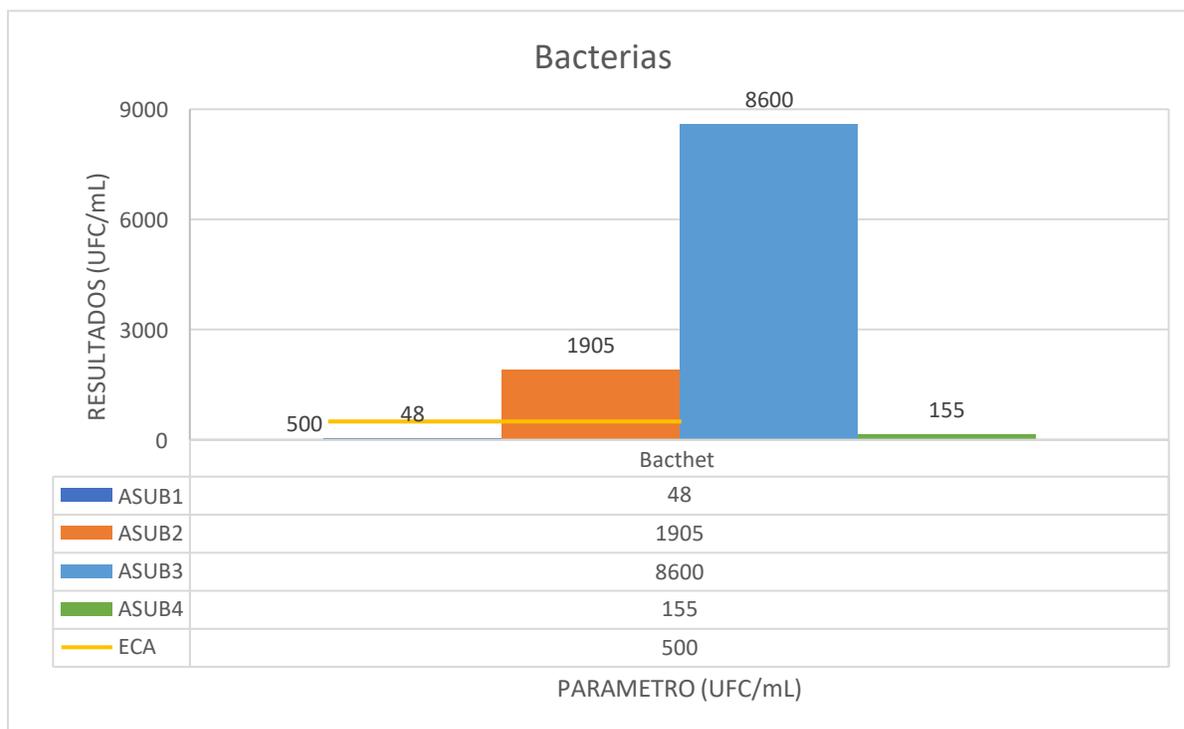


Figura. 16 Resultados Microbiológicos - Galerías Filtrantes

Figura. 16: Los resultados que se muestran para el parámetro **“Bacterias Heterotróficas”** de los puntos muestreo fueron: 48 UFC/mL (ASUB1), 1905 UFC/mL (ASUB2), 8600 UFC/mL (ASUB3), 155 UFC/mL (ASUB4), en el primer y cuarto punto de muestreo no superan, en el segundo y tercer punto de muestreo si se supera lo establecido en el ECA con su D.S. 004--MINAM y el “Reglamento de la calidad de agua para consumo humano” D.S. N° 031-2010- SA por lo que se recomienda realizar un monitoreo constante para poder determinar la contaminación por bacterias.

5.2. contrastación de la Hipótesis

Al inicio de nuestra investigación la hipótesis plantada fue: La calidad del agua provenientes de las fuentes subterráneas captadas por empresa prestadora del servicio de saneamiento el cual es suministrada a la población de Chancay, tiene una calidad aceptable.

De acuerdo al desarrollo de la investigación se pudo determinar que nuestra hipótesis planteada es válida.

Analizando nuestra hipótesis en concordancia con lo establecido en el “D.S. N° 031-2020-SA.” y lo establecido en el “D.S. 004 – 2017 – MINAM” principalmente en el ECA-AGUA quien norma los parámetros que debe de cumplir el agua en su estado natural para ser destinada al consumo humano en algunos puntos no se cumplen, quedando en evidencia la presencia de los parámetros dureza, nitrato y coliformes (microbiológico) en muestras puntuales como son las zonas donde se practica la agricultura y están ubicadas las galerías donde la contaminación se da por infiltración. Por lo que podemos concluir que la calidad del agua captada provenientes de las Galerías Filtrantes y Pozos tiene una calidad aceptable pero que deberán de pasar obligatoriamente por un proceso de tratamiento como es la **CLORACIÓN** y un monitoreo constante para los parámetros de nitrato y dureza total.

5.2. Conclusiones

Acabada nuestra investigación denominada **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA EN AGUA SUBTERRÁNEA UTILIZADA PARA EL CONSUMO HUMANO POR LA EMPRESA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EMAPA CHANCAY S.A.C – 2019”** se concluyó con respecto a los objetivos plantados lo siguiente:

- En el presente trabajo de investigación se logró evaluar la calidad microbiológica y físico-química de las aguas provenientes de las fuentes subterráneas (pozos y galerías filtrantes) utilizada para el consumo humano por parte de la empresa de saneamiento del distrito de chancay, dicha evaluación se logró a través de los análisis realizados a muestras de agua las cuales fueron analizadas por un laboratorio de terceros acreditado por **“INACAL”** para posteriormente ser comparados con el marco legal correspondiente: **“ECA D.S. N° 004-2017-MINAM”** específicamente su **“Categoría 1 A1: Agua que pueden ser potabilizadas con desinfección”** por ser agua en su estado natural y al **“Reglamento de la calidad de agua para consumo humano - D.S. N° 031 – 2010-SA”** este último debido a que también se evaluaron el agua ya destinada al consumo humano (reservorios y redes de distribución).
- Para los objetivos específicos se lograron analizar y comparar los parámetros establecidos de las aguas provenientes de fuentes subterráneas esto a través del uso del programa Excel donde los datos fueron ingresados para posteriormente compararlos con la normativa, producto de dichos trabajos pudimos obtener cuadros estadísticos y graficas donde están detallados los parámetros requeridos de acuerdo a la norma por punto de monitoreo.
- Para determinar los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las fuentes de agua se procedió a realizar la toma de muestras en los puntos establecidos, los parámetros se

encuentran detallados en la matriz de consistencia, de estas evaluaciones pudimos analizar varios puntos acerca de la calidad del agua subterránea, a continuación, se detallan las conclusiones de cada punto de muestreo:

- ✓ Los resultados para los puntos de muestreo **“POZO LAURE Y POZO TORRE BLANCA”** para los parámetros físico-químico y microbiológicos, se usó como norma comparativa al “ECA D.S. N° 004-2017-MINAM” y al “D.S. N° 031 – 2010-SA”, los cuales están detallados en la **Tabla 15** el cual indica que cumplen satisfactoriamente con lo establecido en las normativas a excepción del parámetro NO₃- (nitrato) el cual tuvo un resultado de **67.41 mg/L** para el punto de muestreo **“POZO LAURE”**, lo que indica una contaminación por nitratos, dicho pozo se encuentra ubicado en le CC.PP de Laure donde su actividad principal es la agricultura y ganadería, tiene una profundidad de 12 metros y un caudal de 3L/s , por la profundidad del pozo y al tener antecedentes de no tener cantidades fuera de los límites establecidos de este parámetro podemos concluir la contaminación existente deberá de ser evaluada ya sea realizando una contramuestra o monitorear constantemente dicha fuente.

Una vez realizado el análisis de agua subterránea en su estado natural (pozos) se procedió a evaluar los parámetros microbiológicos descritos en la **Tabla 16** Resultados de los Reservorios Laure y Torre Blanca **Tabla 16** donde que las muestras fueron tomadas en los Reservorios después de haber evaluado la fuente de abastecimiento (fuente subterránea) y haber pasado por un proceso de cloración, se concluye que cumplen satisfactoriamente con lo establecido en el “D.S. N° 031

– 2010-SA" asegurando así la calidad del agua y haciéndola apta para el consumo humano.

- ✓ Para el punto de muestreo de la **GALERÍA PAMPA LIBRE** los parámetros evaluados se encuentran detallados en la **Tabla 18** las cuales fueron comparadas y analizadas y se concluyó que dicho punto de muestreo cumple satisfactoriamente con lo establecido en el “D.S. N° 004-2017-MINAM” y el “D.S. N° 031 – 2010-SA”. a excepción de los parámetros de NO₃- (nitrato) que tuvo un resultado de **52.02 mg/L**, de coliformes totales que dio un resultado de **79 NMP/100 mL** y coliformes Termotolerantes que dio un resultado de **33 NMP/100 mL**, parámetros que son muy delicados dentro del cumplimiento. Su presencia indica una contaminación coliformes y contaminación por nitratos, esto debido a que la galería se encuentra en malas condiciones debido a que se encuentra ubicada en terrenos donde se practica la agricultura todo el año con cosechas tras cosechas las cuales son regadas con agua superficial y en el peor de los casos con agua de desagüe a la misma vez estos terrenos son habitados por animales tales como: vacas, caballos quienes se suman a los abonos naturales que provienen de los excrementos de estos animales y dicha contaminación se da por infiltración, al no cumplir con lo establecido en el ECA dicha fuente no debería ser captada para su tratamiento, hasta dar solución a la contaminación existente, por lo que podemos concluir que dicha agua no se encuentra en condiciones adecuadas para ser captada.

Las muestras realizadas a la **GALERÍA DE PAMPA LIBRE** fueron tomadas de manera individual esto debido a que es una galería que se encuentra ubicado alrededor del distrito de chancay y cuenta con su propio sistema de abastecimiento,

motivo por el cual una vez haber evaluado su fuente de abastecimiento procedimos a evaluar la calidad del agua después de haber pasado por un proceso de tratamiento (reservorios y red de distribución), los resultados detallados en la **Tabla 19** donde fueron analizados los reservorios (zona alta y baja) y la red de distribución “agua para consumo humano se pudo concluir que cumplen con todo lo establecido en los decretos supremos a excepción de los parámetros NO₃- (nitrato) que dio como resultado **52.02 mg/L.** en la red de distribución lo que indica una contaminación por nitratos.

- ✓ Para las galerías filtrantes denominadas Galería Donoso (ASUB1), Galería Cerro la culebra (ASUB2), Galería Molino Hospital (ASUB3), Galería Quepepampa (ASUB4). Con respecto al análisis fisicoquímico y microbiológicos detallados en la **Tabla 21** , dichas fuentes son captadas para posteriormente pasar por un proceso de cloración y ser distribuida a la población de chancay, al realizarse el análisis correspondiente se determinó lo siguiente:

Galería Donoso (ASUB1): cumple satisfactoriamente con todo lo establecido en los “D.S. 004-2017-MINAM” y “D.S. N° 031-2010-SA”. por lo que se concluye que es apta para ser captada.

Galería Cerro la culebra (ASUB2): cumplen satisfactoriamente con lo establecido en los decretos supremos a excepción de los parámetros NO₃- (nitrato) teniendo un resultado de 55.76 mg/L, coliformes totales (460.0 NMP/100mL), coliformes Termotolerantes/fecales (240.0 NMP/100mL) y bacterias heterotróficas (1905 UFC/mL); lo que indica una contaminación microbiológica y por nitratos, cabe mencionar que dicha galería está ubicada en zonas agrícolas donde se practica

una agricultura intensiva y los terrenos son regados con agua residuales, la contaminación se da por infiltración.

Galería Molino Hospital (ASUB3): cumple satisfactoriamente con lo establecido en el marco legal a excepción de los parámetros NO₃⁻ (nitrato) que tuvo un resultado de 50.60 mg/L dicho parámetro solo excede en 0.60mg/l y bacterias heterotróficas (8600 UFC/mL) lo que indica una contaminación microbiológica y por nitratos, la contaminación se daba por infiltración.

Galería Quepepampa (ASUB4): cumple satisfactoriamente con lo establecido a excepción del parámetro de dureza total (628 mg/L) y coliformes totales (140.0 NMP/100mL) lo que indica una contaminación microbiológica y organoléptica. Este último debido a la dureza del agua ya que al hacer hervir estos se manifiestan en forma de carbonato de calcio y magnesio haciendo que las amas de casa confundan el denominado sarro con contaminación del agua por otro parámetro.

- Finalmente podemos concluir que el agua provenientes de las fuentes subterráneas (pozos y galerías) tienen una calidad aceptable para ser destinado al consumo humano a excepción de algunos parámetros que deberán de ser monitoreados por la entidad, según la evaluación realizada pudimos corroborar que estas aguas provenientes de las galerías filtrantes llegan a reunirse en dos reservorios principales donde el agua subterránea se mezcla con el agua superficial proveniente de la planta de tratamiento haciendo que estos parámetros que sobrepasan los **“LÍMITES MÁXIMO PERMISIBLES”** disminuyan con un tratamiento adecuado y el incremento de caudal de otra fuente con características diferentes. para su evaluación deberá de monitorearse las redes de distribución como parte del control de calidad, a diferencia de la galería filtrante

pampa libre y los pozos que son abastecimientos independientes se deberá de tener un plan de vigilancia para evitar que la calidad se vea afectada.

5.3. Recomendaciones

Concluida nuestra investigación denominada **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA EN AGUA SUBTERRÁNEA UTILIZADA PARA EL CONSUMO HUMANO POR LA EMPRESA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EMAPA CHANCAY S.A.C – 2019”** y con el objetivo de evitar la contaminación y asegurar la calidad del agua provenientes de los **“POZOS Y GALERIAS FILTRANTES”** la cual es destinada al consumo humano, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Para el punto de muestreo **POZO LAURE** se recomienda realizar una contramuestra o un monitoreo más específico para el parámetro de nitratos, ya que al sobrepasar los límites máximos permisibles la hace no apta para la potabilización, esta recomendación está basada en datos anteriores de dicha fuente donde se tuvo una ausencia de dicho parámetro, se tenía como resultado: 15.146mg/L el 28/12/2018, 48.14mg/L el 29/06/2018, 15.03mg/L el 07/07/2016 y de 19.97mg/L el 30/09/2015.
- Se recomienda realizar la georreferenciación e identificación de las zonas de abasteciendo vulnerables donde exista contaminación por infiltración debido a que estos problemas alteran la calidad del agua, de la misma manera se recomienda identificar los insumos agrícolas utilizados en los terrenos donde están ubicadas las galerías y pozos con el objetivo de proponer soluciones y así evitar la contaminación por nitratos.
- Para el tratamiento de agua contaminada por coliformes se recomienda realizar llevar un monitoreo constante e identificar las zonas de infiltración, es decir dónde es que el agua a través de su recorrido se va contaminando, debido a que los resultados arrojaron contaminación microbiológica se recomienda realizar la desinfección correspondiente de

no realizarlo se estaría incumpliendo lo establecido en el “D.S. N° 031-2010-SA” y no será apta para el consumo humano.

- Se recomienda realizar un estudio estructural de las estructuras existentes de las **“GALERIAS Y POZOS”** debido a que estas datan de muchos años atrás y cuentan con infraestructura deteriora y en mal estado el cual está influyendo en la calidad del agua, asimismo reactivar el plan de limpieza y mantenimiento de estas fuentes de abastecimiento.
- Como ultima recomendación, se recomienda realizar un plan de monitoreo de la calidad de agua suministrada a la población con el objetivo de asegurar la calidad y monitorear los parámetros que en los resultados no cumplieron con lo establecido en los decreto supremos, de la misma manera se recomienda realizar las coordinaciones correspondientes con la **“SUPERINTENDENCIA DE LOS SERVICIOS DE SANEAMIENTO” (SUNASS)** encargada de fiscalizar, regular, normar y sancionar para el adecuado control de la calidad de agua.

CAPITULO VI. FUENTES DE INFORMACIÓN

6.1. Referencias Bibliográficas

- Cava Suarez, T., & Ramos Arevalo , F. (2016). *"Caracterizacion físico - química y microbiologica de agua para consumo humano de la localidad las juntas del distrito Pacora - Lambayeque, y propuesta de tratamiento"*. Lambayeque - Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Foster, Hirata, Gomes,D'Elia y Paris, S. (2002). *Proteccion de la Calidad de Agua Subterránea*. Washington, D.C: Mundi - Prensa Libros S.A.
- Galindo Huamani, J. C. (2018). *Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano de cuatro comunidades nativas del Distrito de Constitucion - Oxapampa - Pasco*. Tingo Maria - Perú: Centro de Salud Constitucion (Unidad de Salud Ambiental).
- Gallardo Zuleta, V., Rosas Salguero, M., Chacon Estrada, H., & Velazquez Monzón, E. (2017). *Calidad Microbiologica del Agua de los Pozos de las Aldeas de la Reserva Natural de usos multiples Monterrico (RNUMM)*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Quimicas Y Farmacia.
- Lizárraga Mendiola, L. G. (2003). *Análisis y Evaluación del Agua Subterránea del área del Tiradero Municipal y la Petaca, Linares,N.L.México*. Linares, Nuevo León.
- Neira Gutiérrez, M. (2006). *Dureza en Aguas de Consumo Humano y Uso Industrial, Impactos y Medidas de Mitigacion. Estudio de Caso: Chile*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Ordoñez Galvez, J. J. (2011). *Aguas Subterraneas - Acuíferos*. Lima - Perú: Sociedad Geografica de Lima.

Salud, D. G. (s.f.). *Parámetro Organoléptico*. Perú.

Salud, Organización Mundial de la. (2006). *Guías para la calidad del Agua Potable* (Tercera edición ed., Vol. 1). Biblioteca de la OMS.

Sierra Ramirez, C. (2011). *Calidad de Agua*. Medellín - Colombia: Universidad de Medellín.

Soriano Dilas, M. (2018). *"Evaluación de la calidad Fisicoquímica y microbiológica del Agua Subterránea utilizada para el Consumo Humano en el Centro Poblado Pata Pata - 2018"*. Cajamarca - Perú: Universidad Privada del Norte.

Tamayo y Tamayo, M. (2003). *Investigación Científica*. México : Noriega Editores.

Vinelli Ramírez, R. N. (2012). *Estudio Analítico de Nitrato En Aguas Subterráneas en el Distrito San Pedro De Lloc*. Lima.

6.2. fuentes Hemerográficas

Cuenya, Cuenya, L., & Ruetti, E. (2010). Controversias epistemológicas y metodológicas entre el paradigma cualitativo y cuantitativo en psicología. *Colombiana de Psicología*.

Vence Marquez, L., Rivera Gonzalez, M., Osorio Bayler, Y., & Castillo Sebaria, B. (2012). Caracterización Microbiológica y fisicoquímica de Aguas Subterráneas de los Municipios de la Paz y San Diego, Cesar, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 27.

6.3. Fuentes Documentales

No aplica

6.4. fuentes electrónicas

Ambiente, M. d. (s.f.). *Ministerio del Ambiente*. Obtenido de

<http://www.minam.gob.pe/estandares-de-calidad-ambiental/que-son-los-estandares-de-calidad-ambiental-eca/>

Centre, I. G. (s.f.). *IHE Delft*. Obtenido de <https://www.un-igrac.org/es/qu%C3%A9-es-agua-subterr%C3%A1nea>

Fundación Wikimedia, I. (28 de Junio de 2019). *Wikipedia*. Obtenido de

https://es.wikipedia.org/wiki/Galer%C3%ADa_filtrante#Referencias

MINAM. (2005). *EL PERUANO*. Obtenido de

<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-limites-maximos-permisibles-para-emisiones-atmosfer-decreto-supremo-n-001-2020-minam-1843545-3/>

Republica, P. d. (7 de junio de 2017). *Decreto Supremo N° 004 - 2017 - MINAM*. Obtenido de

<https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>

Salud, M. d. (Febrero de 2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*.

Obtenido de

http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf

Valencia, J. (2019). *Apus del agua*. Obtenido de

<http://apusdelagua.blogspot.com/2014/11/importancia-de-las-aguas-subterranas.html>

Worl, S. f. (29 de Agosto de 2017). *La ciencia del Agua para Escuelas*. Obtenido de

<https://water.usgs.gov/gotita/waterquality.html>

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA EN AGUA SUBTERRÁNEA UTILIZADA PARA EL CONSUMO HUMANO POR LA EMPRESA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EMAPA CHANCAY S.A.C – 2019”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
<p><u>Problema General</u> ¿El agua proveniente de las fuentes subterráneas utilizada para consumo humano en el distrito de chancay por la empresa de agua potable y alcantarillado tendrá una calidad microbiológica y físico-química aceptable?</p> <p><u>Problema Específico</u> ¿de qué manera la evaluación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua subterránea provenientes de las galerías filtrantes y pozos de la empresa Emapa chancay permitirá conocer la calidad del agua?</p> <p>¿los parámetros microbiológicos exceden lo en los decretos supremos “D.S. 031-2010-SA” y en el “D.S. 004-2017-MINAM”?</p> <p>¿los parámetros físico-químico exceden lo en los decretos supremos “D.S. 031-2010-SA” y en el “D.S. 004-2017-MINAM”?</p>	<p><u>Objetivo General</u> Evaluar la calidad microbiológica y físico-química del agua subterránea utilizada para el consumo humano en el distrito de chancay por la empresa de agua potable y alcantarillado Emapa Chancay S.A.C.</p> <p><u>Objetivo Específico</u> - compara y analizar los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua subterránea provenientes de las galerías filtrantes y pozos con el marco legal correspondiente. - determinar la concentración de los parámetros físico-químico del agua subterránea provenientes de las galerías filtrantes y pozos de la empresa Emapa Chancay S.A.C. - determinar la concentración de los parámetros microbiológicos del agua subterránea provenientes de las galerías filtrantes y pozos principalmente las familias más contaminantes como los coliformes.</p>	<p><u>Hipótesis General</u> La calidad del agua provenientes de las fuentes subterráneas captadas por la empresa prestadora del servicio de saneamiento el cual es suministrada a la población de chancay, tiene una calidad aceptable.</p> <p><u>Hipótesis Específico</u> H0: la concentración de los parámetros físico-químico y microbiológicos de las aguas subterráneas utilizadas para el consumo humano por parte de la empresa Emapa Chancay S.A.C cumplen los límites máximo permisibles establecidos en el “D.S. N° 031-2010-S.A. y lo establecido en el “D.S. 004-2017-MINAM” H1: la concentración de los parámetros físico-químico y microbiológicos de las aguas subterráneas utilizadas para el consumo humano por parte de la empresa Emapa Chancay S.A.C no cumplen los límites máximo permisibles establecidos en el “D.S. N° 031-2010-S.A. y lo establecido en el “</p>	<p><u>Variable:</u> <u>Calidad del Agua Subterránea para el consumo humano</u> Para evaluar la calidad de agua destinada al consumo humano deberá de evaluarse en base al reglamento de la calidad del agua destinada al consumo humano la cual es clara y toda empresa prestadora del servicio de saneamiento deberá de cumplir. Esto se lograra a través de su evaluación físico-química y microbiológica, nada más porque usted tiene un pozo de agua subterránea que le suministra bastante agua, significa que usted deba beberla debido a que el agua es un excelente solvente que puede contener muchos contaminantes.</p>	<p>Análisis Físicos</p> <p>Análisis químicos</p> <p>Análisis microbiológicos</p>	<p>- Color - Turbiedad - Dureza Total</p> <p>- Metales totales - Cloruros - Sulfatos - Nitratos - fosfatos</p> <p>- Coliformes Totales - Coliformes Termotolerantes - Bacterias Heterotróficas</p>

Fuente: Elaboración propia

“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA EN AGUA SUBTERRÁNEA UTILIZADA PARA EL CONSUMO HUMANO POR LA EMPRESA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EMAPA CHANCAY S.A.C – 2019”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE E INDICADORES	TECNICAS	METODOLOGIA
<p><u>Problema General</u> ¿El agua proveniente de las fuentes subterráneas utilizada para consumo humano en el distrito de chancay por la empresa de agua potable y alcantarillado tendrá una calidad microbiológica y físico-química aceptable?</p> <p><u>Problema Específico</u> ¿de qué manera la evaluación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua subterránea provenientes de las galerías filtrantes y pozos de la empresa Emapa chancay permitirá conocer la calidad del agua?</p> <p>¿los parámetros microbiológicos exceden lo en los decretos supremos “D.S. 031-2010-SA” y en el “D.S. 004-2017-MINAM”?</p> <p>¿los parámetros físico-químico exceden lo en los decretos supremos “D.S. 031-2010-SA” y en el “D.S. 004-2017-MINAM”?</p>	<p><u>Objetivo General</u> Evaluar la calidad microbiológica y físico-química del agua subterránea utilizada para el consumo humano en el distrito de chancay por la empresa de agua potable y alcantarillado Emapa Chancay S.A.C.</p> <p><u>Objetivo Específico</u> - compara y analizar los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua subterránea provenientes de las galerías filtrantes y pozos con el marco legal correspondiente. - determinar la concentración de los parámetros físico-químico del agua subterránea provenientes de las galerías filtrantes y pozos de la empresa Emapa Chancay S.A.C. - determinar la concentración de los parámetros microbiológicos del agua subterránea provenientes de las galerías filtrantes y pozos principalmente las familias más contaminantes como los coliformes.</p>	<p><u>Hipótesis General</u> La calidad del agua provenientes de las fuentes subterráneas captadas por la empresa prestadora del servicio de saneamiento el cual es suministrada a la población de chancay, tiene una calidad aceptable. <u>Hipótesis Específico</u> H0: la concentración de los parámetros físico-químico y microbiológicos de las aguas subterráneas utilizadas para el consumo humano por parte de la empresa Emapa Chancay S.A.C cumplen los límites máximo permisibles establecidos en el “D.S. N° 031-2010-S.A. y lo establecido en el “D.S. 004-2017-MINAM” H1: la concentración de los parámetros físico-químico y microbiológicos de las aguas subterráneas utilizadas para el consumo humano por parte de la empresa Emapa Chancay S.A.C no cumplen los límites máximo permisibles establecidos en el “D.S. N° 031-2010-S.A. y lo establecido en el “</p>	<p><u>Variable:</u> Calidad del Agua Subterránea para el consumo humano</p> <p><u>Indicadores:</u></p> <p><u>Análisis físico</u> -Color -Turbiedad -Dureza Total</p> <p><u>Análisis químicos</u> -Metales totales -Cloruros -Sulfatos -Nitratos -Fosfatos</p> <p><u>Análisis microbiológicos</u> -Coliformes Totales -Coliformes Termotolerantes -Bacterias Heterotróficas</p>	<p><u>TÉCNICAS:</u> <u>Recolección de datos</u> -Identificación del área de estudio -Monitoreo de agua -Análisis de agua</p> <p><u>TÉCNICAS:</u> <u>procesamiento de la información</u> -Ubicación de los puntos de muestreo -Sistema de abastecimiento de agua -Ubicación de los puntos de monitoreo -Monitoreo de la calidad de agua subterránea.</p>	<p><u>Tipo de investigación:</u> Descriptivo – transversal</p> <p><u>Nivel y diseño de investigación:</u> No experimental – transversal (observacional)</p> <p><u>Enfoque:</u> Análisis Cualitativo</p> <p><u>Población y Muestra:</u> <u>Población:</u> las aguas provenientes de las Galerías Filtrantes Y pozos Subterráneos. <u>Muestra:</u> representada por 05 muestras de Galerías Filtrantes, 04 muestras de Reservorios y 02 muestras de pozos.</p>

Fuente: Elaboración propia

PANEL FOTOGRAFICO



Figura. 17 Muestras Galería Pampa Libre

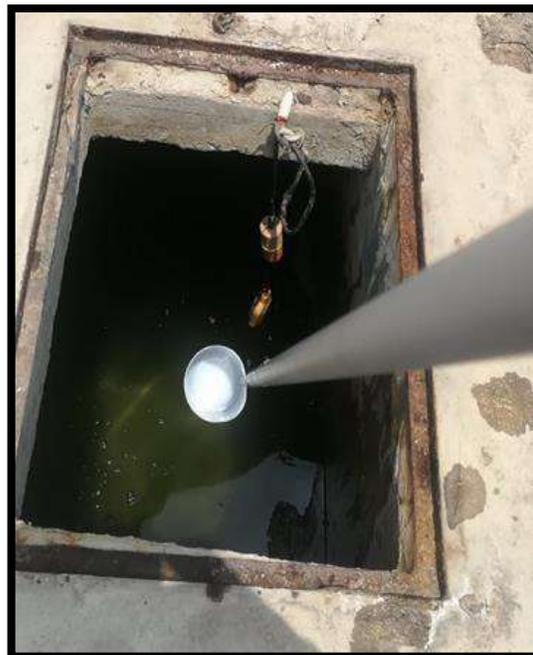


Figura. 18 Toma de Muestra en Reservorio Pampa Libre



Figura. 20 Toma de Muestras – Pozo Torre Blanca



Figura. 19 Toma de Muestra - Reservorio Torre Blanca



Figura. 21 Muestras Galería Donoso



Figura. 22 Muestras Galería Cerro la Culebra



Figura. 23 Toma de Muestras - Galería Molino Hospital



Figura. 24 Muestras Galería Quepepampa



Figura. 25 Muestras Pozo Laure



Figura. 26 Toma de muestras Reservorio Laure



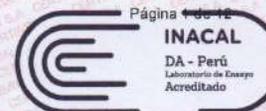
Figura. 27 Conservación y preservación de Muestras

RESULTADO DE LABORATORIO

POZOS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-022



Registro N° LE -022

INFORME DE ENSAYO
N° DIC1293.R19

SOLICITANTE :	EMAPA CHANCAY S.A.C.
DOMICILIO LEGAL :	Calle Teniente Pringles N° 150 Chancay, Huaral, Lima
SOLICITADO POR :	Veronica Ruiz Azahuanche
SOLICITUD DE SERVICIO AMBIENTAL:	SSA N° 713-19 Cadena de Custodia N° 2829-19/CERTIMIN
REFERENCIA :	Pozos Chancay / Huaral / Lima Monitoreo Calidad de Agua
FECHA DE MUESTREO :	2019/12/17 al 2019/12/18
MUESTRA TOMADA POR :	CLIENTE
PROTOCOLO :	-
TIPO DE MUESTRA:	Agua Subterránea
NÚMERO DE MUESTRAS :	3
PRESENTACIÓN DE LAS MUESTRAS :	Frascos de polietileno y vidrio refrigerados y sellados.
CONDICIÓN DE LAS MUESTRAS : RECEPCIONADAS	Muestra en buena condición para el análisis solicitado.
FECHA DE RECEPCIÓN :	jueves, 19 de Diciembre de 2019
IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS :	Según se indica.
FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYO :	2019-12-19 al 2019-12-30
FECHA DE REPORTE :	lunes, 30 de Diciembre de 2019
PERIODO DE CUSTODIA :	Hasta un mes. De acuerdo a las recomendaciones de la metodología o norma empleada.

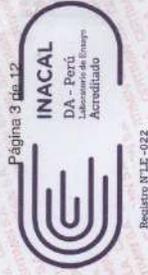

EDGAR NINA VELÁSQUEZ
Jefe Ambiental
CQP. 729
Lima, 30 de Diciembre de 2019

*Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin autorización escrita de CERTIMIN S.A.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
Los resultados corresponden a las muestras indicadas.
El laboratorio no es responsable de la información proporcionada por el cliente.
Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió por parte del cliente.

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-022



INFORME DE ENSAYO N° DIC1293.R19

N°	Muestras	Elementos																	
		MA0747 As (t) mg/L 0.0001	MA0747 Ba (t) mg/L 0.00005	MA0747 Be (t) mg/L 0.00003	MA0747 Bi (t) mg/L 0.00003	MA0747 Br (t) mg/L 0.00003	MA0747 Ca (t) mg/L 0.02	MA0747 Cd (t) mg/L 0.00006	MA0747 Ce (t) mg/L 0.00001	MA0747 Co (t) mg/L 0.00001	MA0747 Cr (t) mg/L 0.00003	MA0747 Cu (t) mg/L 0.0001	MA0747 Fe (t) mg/L 0.01	MA0747 Ga (t) mg/L 0.00002	MA0747 Ge (t) mg/L 0.00002	MA0747 Hf (t) mg/L 0.00003	MA0747 In (t) mg/L 0.00005	MA0747 Hg (t) mg/L 0.0001	MA0747 K (t) mg/L 0.01
1	Pozo Torre Blanca	0.0019	0.07026	<0.00003	<0.00003	0.356	104.66	0.00006	0.00001	0.00002	<0.00009	0.0647	0.04	<0.00002	0.00002	<0.00003	<0.00005	<0.0001	5.74
2	Pozo Torre Blanca	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	Pozo Lauré	0.0006	0.03243	<0.00003	<0.00003	0.151	50.19	<0.00006	<0.00001	0.00004	<0.00009	0.0005	<0.01	<0.00002	<0.00002	<0.00003	<0.00005	<0.0001	1.50

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-022



INFORME DE ENSAYO
N° DIC1293LR19

Registro N° LE-022

Página 5 de 12

Muestras		Elementos																	
N°	Código de Servicio	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0789	MA0786	
	Elemento	Sr(t)	Zn(t)	Pb(t)	Ts(t)	Tl(t)	Ta(t)	V(t)	W(t)	Yb(t)	D(t)	Zn(t)	Zz(t)	Bacchet*	Coliformes Fecales	Coliformes Totales			
	Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	UFC/mL	NMP/100mL	NMP/100mL			
	Límite de Detección LD	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.001	0.0003	0.0003	0.00003	0.0001	0.001	1	1.8	1.8			
1	Pozo Torre Blanca	0.9268	<0.0001	<0.0004	<0.0001	<0.002	<0.00002	0.003	<0.0003	<0.00003	0.00139	0.428	<0.0001	--	--	--	--	<1.8	<1.8
2	Pozo Torre Blanca	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	<1	<1.8	<1.8	--	<1.8	<1.8
3	Pozo Laure	0.3660	<0.0001	<0.0004	<0.0001	<0.002	<0.00002	<0.001	<0.0003	<0.00003	0.00064	0.004	<0.0001	10	<1.8	<1.8	--	<1.8	<1.8

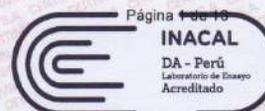
EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.

RESULTADOS DE LABORATORIO

GALERÍAS FILTRANTES



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-022



Registro N° LE -022

INFORME DE ENSAYO
N° DIC1294.R19

SOLICITANTE :	EMAPA CHANCAY S.A.C.
DOMICILIO LEGAL :	Calle Teniente Pringles N° 150 Chancay, Huaral, Lima
SOLICITADO POR :	Veronica Ruiz Azahuanche
SOLICITUD DE SERVICIO AMBIENTAL:	SSA N° 713-19 Cadena de Custodia N° 2830-19/CERTIMIN
REFERENCIA :	Galerías Filtrantes Chancay / Huaral / Lima Monitoreo Calidad de Agua
FECHA DE MUESTREO :	2019/12/17 al 2019/12/18
MUESTRA TOMADA POR :	CLIENTE
PROTOCOLO :	--
TIPO DE MUESTRA:	Agua Subterránea
NÚMERO DE MUESTRAS :	7
PRESENTACIÓN DE LAS MUESTRAS :	Frascos de polietileno refrigerados y sellados.
CONDICIÓN DE LAS MUESTRAS : RECEPCIONADAS	Muestra en buena condición para el análisis solicitado.
FECHA DE RECEPCIÓN :	jueves, 19 de Diciembre de 2019
IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS :	Según se indica.
FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYO :	2019-12-19 al 2019-12-30
FECHA DE REPORTE :	lunes, 30 de Diciembre de 2019
PERIODO DE CUSTODIA :	Hasta un mes. De acuerdo a las recomendaciones de la metodología o norma empleada.

Edgar Nina Velásquez
EDGAR NINA VELASQUEZ
Jefe Ambiental
CQP. 729

Lima, 30 de Diciembre de 2019

"Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin autorización escrita de CERTIMIN S.A."
"Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce".
Los resultados corresponden a las muestras indicadas.
El laboratorio no es responsable de la información proporcionada por el cliente.
Los resultados se aplican a la muestra como se recibió por parte del cliente."



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-022



INFORME DE ENSAYO N° DIC1294.R19

Registro N.º LE-022

RESULTADOS

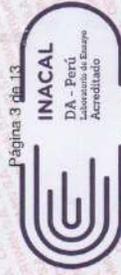
N°	Muestras			Elementos															
	Código de Servicio	Fecha Muestreo	Tipo Muestra	MA1014 Br-	MA1014 F-	MA1014 Cl-	MA1014 NO2-N	MA1014 NO3-N	MA1014 PO4	MA1014 NH4-N	MA1014 NO2-N	MA1014 NO3-N	MA1014 PO4	MA1014 NH4-N	MA1014 PO4	MA1014 Dureza tot	MA1014 Coloz	MA1014 Oxy	MA1014 Ag(t)
	Elemento	Monitoreo		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg CaCO3/L	mg/L	mg/L	mg/L
1	Galería Donoso	2019-12-18 06:57	Agua Subterránea	<0.03	0.116	19.57	<0.03	23.83	132.12	<0.16	<0.05	<0.01	5.39	<0.05	337	--	<0.00001	--	--
2	Galería Donoso	2019-12-18 17:10	Agua Subterránea	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	<3.5	--	--
3	Galería Cerro La Culebrá	2019-12-18 07:42	Agua Subterránea	<0.03	0.098	33.10	<0.03	55.76	131.53	<0.16	<0.05	<0.01	12.60	<0.05	377	--	<0.00001	--	--
4	Galería Cerro La Culebrá	2019-12-18 17:35	Agua Subterránea	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	<3.5	--	--
5	Galería Molino Hospital	2019-12-17 16:50	Agua Subterránea	<0.03	0.145	92.29	<0.03	60.80	146.83	<0.16	<0.05	<0.01	11.46	<0.05	322	--	<0.00001	--	--
6	Galería Molino Hospital	2019-12-18 09:20	Agua Subterránea	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	<3.5	--	--
7	Galería Quispampampa (Casaca, Quepepampa)	2019-12-18 14:01	Agua Subterránea	<0.03	0.110	20.20	<0.03	18.17	144.12	<0.16	<0.05	<0.01	4.11	<0.05	628	--	<0.00001	--	--

L.D: Límite de Detección (Límite Reportable) que es tomado en base al Límite de Cuantificación del Método LCM.

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-022



INFORME DE ENSAYO N° DIC1294.R19

Registro N° LE-022

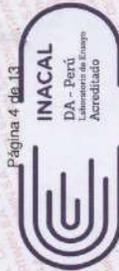
Página 3 de 13

N°	Muestras		Elementos															
	Código de Servicio	Elemento	MA0747 Al (t) mg/L	MA0747 As (t) mg/L	MA0747 Ba (t) mg/L	MA0747 Be (t) mg/L	MA0747 Bi (t) mg/L	MA0747 B (t) mg/L	MA0747 Ca (t) mg/L	MA0747 Cd (t) mg/L	MA0747 Co (t) mg/L	MA0747 Cr (t) mg/L	MA0747 Cu (t) mg/L	MA0747 Fe (t) mg/L	MA0747 Ga (t) mg/L	MA0747 Ge (t) mg/L	MA0747 Hf (t) mg/L	MA0747 In (t) mg/L
1	Galería Donoso	Límite de detección	0.009	0.0014	0.06694	<0.0003	-0.0003	0.371	106.81	<0.0005	0.0003	0.0005	0.0001	0.0003	-0.01	-0.0002	-0.0002	-0.0003
2	Galería Donoso																	
3	Galería Cerro La Culebra		0.016	0.0014	0.11129	<0.0003	-0.0003	0.348	126.62	<0.0005	0.0006	0.0002	0.0013	0.02	-0.0002	0.0003	<0.0003	<0.0005
4	Galería Cerro La Culebra																	
5	Galería Molino Hospital		0.007	0.0049	0.06413	<0.0003	-0.0003	0.581	94.49	<0.0005	0.0001	0.0001	0.0009	-0.01	-0.0002	0.0002	-0.0003	<0.0005
6	Galería Molino Hospital																	
7	Galería Quepepampa (Casera Quepepampa)		0.008	0.0022	0.06256	<0.0003	-0.0003	0.495	120.94	<0.0005	0.0002	0.0003	-0.0006	-0.01	-0.0002	-0.0002	-0.0003	<0.0005

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DEUTO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-022



INFORME DE ENSAYO N° DIC1294.R19

Registro N° LE-022

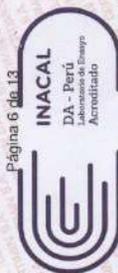
Página 4 de 13

N°	Código de Servicio	Elementos																
		MA0747 Hg (C) mg/L	MA0747 K (C) mg/L	MA0747 Li (C) mg/L	MA0747 Na (C) mg/L	MA0747 Ca (C) mg/L	MA0747 Sr (C) mg/L	MA0747 Ba (C) mg/L	MA0747 Pb (C) mg/L	MA0747 Cu (C) mg/L	MA0747 Zn (C) mg/L	MA0747 Ni (C) mg/L	MA0747 Cr (C) mg/L	MA0747 Mn (C) mg/L	MA0747 Fe (C) mg/L	MA0747 S (C) mg/L	MA0747 Se (C) mg/L	MA0747 Si (C) mg/L
1	Galería Donoso	<0.0001	1.73	0.0656	0.00002	16.1016	0.00046	0.00462	25.08	-0.0001	-0.0005	0.006	0.00058	0.00162	45.1	0.0005	0.002	11.20
2	Galería Donoso	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3	Galería Cerro La Culebra	<0.0001	3.63	0.0694	0.00065	15.0436	0.00390	0.00357	30.39	<0.0001	<0.0005	0.017	0.00057	0.00152	41.5	0.0008	0.001	10.50
4	Galería Cerro La Culebra	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5	Galería Molino Hospital	<0.0001	4.98	0.0641	-0.00001	20.9365	0.00428	0.00693	75.22	<0.0001	<0.0005	0.026	0.00083	0.00101	48.0	0.0008	0.004	11.91
6	Galería Molino Hospital	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7	Galería Quepepampa (Caseta Quepepampa)	<0.0001	2.38	0.0698	0.00002	18.2175	0.00193	0.00576	29.14	<0.0001	<0.0005	0.008	0.00057	0.00162	51.2	0.0006	0.002	13.06

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-022



INFORME DE ENSAYO N° DIC1294, RT19

Registro N.º LE-022

N°	Muestras		Elementos	
	Código de Servicio	Elemento	Código de Servicio	Elemento
1	MA0789	Coliformes Fecales	MA0786	Coliformes Totales
2	MA0789	Coliformes Fecales	MA0786	Coliformes Totales
3	MA0789	Coliformes Fecales	MA0786	Coliformes Totales
4	MA0789	Coliformes Fecales	MA0786	Coliformes Totales
5	MA0789	Coliformes Fecales	MA0786	Coliformes Totales
6	MA0789	Coliformes Fecales	MA0786	Coliformes Totales
7	MA0789	Coliformes Fecales	MA0786	Coliformes Totales

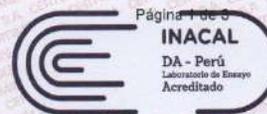
EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.

RESULTADOS DE LABORATORIO

RESERVORIOS



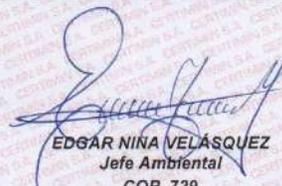
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-022



Registro N°LE-022

INFORME DE ENSAYO N° DIC1296.R19

SOLICITANTE :	EMAPA CHANCAY S.A.C.
DOMICILIO LEGAL :	Calle Teniente Pringles N° 150 Chancay, Huaral, Lima
SOLICITADO POR :	Veronica Ruiz Azahuanche
SOLICITUD DE SERVICIO AMBIENTAL:	SSA N° 713-19 Cadena de Custodia N° 2832-19/CERTIMIN
REFERENCIA :	Reservorios Chancay / Huaral / Lima Monitoreo Calidad de Agua
FECHA DE MUESTREO :	2019/12/18
MUESTRA TOMADA POR :	EL CLIENTE
PROTOCOLO :	--
TIPO DE MUESTRA:	Agua Potable
NÚMERO DE MUESTRAS :	4
PRESENTACIÓN DE LAS MUESTRAS :	Frascos de polietileno refrigerados y sellados.
CONDICIÓN DE LAS MUESTRAS : RECEPCIONADAS	Muestra en buena condición para el análisis solicitado.
FECHA DE RECEPCIÓN :	jueves, 19 de Diciembre de 2019
IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS :	Según se indica.
FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYO :	2019-12-19 al 2019-12-30
FECHA DE REPORTE :	lunes, 30 de Diciembre de 2019
PERIODO DE CUSTODIA :	No Aplica


EDGAR NINA VELÁSQUEZ
Jefe Ambiental
CQP. 729

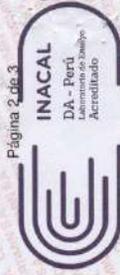
Lima, 31 de Diciembre de 2019

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin autorización escrita de CERTIMIN S.A.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
Los resultados corresponden a las muestras indicadas.
El laboratorio no es responsable de la información proporcionada por el cliente.
Los resultados se aplican a la muestra como se recibió por parte del cliente.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-022



Página 2 de 3

INACAL
DA - Perú
Acreditado

Registro N° LE-022

INFORME DE ENSAYO
N° DIC1296.R19

RESULTADOS

N°	Muestras		Elementos				MAI129 Bachhet UFC/mL
	Código de Servicio Elemento Unidad	Fecha Monitoreo	MON0000 Tipo Muestra	MA0788 Coliformes Fecales UFC/100mL	MA0787 Coliformes Totales UFC/100mL	MAI129 Bachhet UFC/mL	
1	Reservorio Torre Blanca	2019-12-18 06:38	Agua Potable	<1	<1	5	
2	Reservorio Los Tilos	2019-12-18 09:18	Agua Potable	<1	<1	18	
3	Reservorio Laire	2019-12-18 13:05	Agua Potable	<1	<1	<1	
4	Reservorio La Soledad	2019-12-18 14:39	Agua Potable	<1	<1	<1	

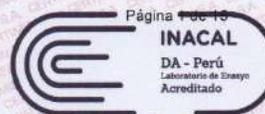
LD: Límite de Detección (Límite Reportable) que es tomado en base al Límite de Cuantificación del Método LCM.

RESULTADOS DE LABORATORIO

GALERÍA PAMPA LIBRE



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-022



Registro N°LE -022

INFORME DE ENSAYO N° DIC1298.R19

SOLICITANTE :	EMAPA CHANCAY S.A.C.
DOMICILIO LEGAL :	Calle Teniente Pringles N° 150 Chancay, Huaral, Lima
SOLICITADO POR :	Veronica Ruiz Azahuanche
SOLICITUD DE SERVICIO AMBIENTAL:	SSA N° 713-19 Cadena de Custodia N° 2834-19/CERTIMIN
REFERENCIA :	Pampa Libre Chancay / Huaral / Lima Monitoreo Calidad de Agua
FECHA DE MUESTREO :	2019/12/18
MUESTRA TOMADA POR :	EL CLIENTE
PROTOCOLO :	--
TIPO DE MUESTRA:	Agua Potable / Agua Subterránea
NÚMERO DE MUESTRAS :	4
PRESENTACIÓN DE LAS MUESTRAS :	Frascos de polietileno y vidrio refrigerados y sellados.
CONDICIÓN DE LAS MUESTRAS : RECEPCIONADAS	Muestra en buena condición para el análisis solicitado.
FECHA DE RECEPCIÓN :	jueves, 19 de Diciembre de 2019
IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS :	Según se indica.
FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYO :	2019-12-19 al 2019-12-30
FECHA DE REPORTE :	lunes, 30 de Diciembre de 2019
PERIODO DE CUSTODIA :	Hasta un mes. De acuerdo a las recomendaciones de la metodología o norma empleada.


EDGAR NINA VELASQUEZ
Jefe Ambiental
CQP. 729

Lima, 31 de Diciembre de 2019

*Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin autorización escrita de CERTIMIN S.A.
*Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
*Los resultados corresponden a las muestras individuales.
*El laboratorio no es responsable de la información proporcionada por el cliente.
*Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió por parte del cliente.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-022



INFORME DE ENSAYO
N° DIC1298.R19

Registro N° LE-022

RESULTADOS

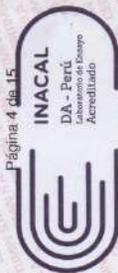
N°	Codigo de Servicio Elemento Unidad Límite de Detección LD	MON0003 Fecha Muestreo	MON0000 Tipo Muestra	Elementos													
				Br- mg/L	Ca- mg/L	Cl- mg/L	NO2- mg/L	NO3- mg/L	SO42- mg/L	PO43- mg/L	Fe mg/L	NO2-N mg/L	NO3-N mg/L	PO43-P mg/L	Dureza tot mg CaCO3/L	Color UCV	Ag(t) mg/l
1	Fuente Galería Pampa Libre	2019-12-18 10:50	Agua Potable	<0.03	0.130	74.85	<0.03	52.02	173.94	<0.16	<0.05	<0.01	11.76	<0.05	<3.5	<0.00001	
2	Fuente Galería Pampa Libre	2019-12-18 11:25	Agua Subterránea	<0.03	0.127	71.66	<0.03	49.91	172.18	<0.16	<0.05	<0.01	11.28	<0.05	<3.5	<0.00001	
3	Reservorio Zona Alta Pampa Libre	2019-12-18 12:09	Agua Potable	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	Reservorio Zona Baja Pampa Libre	2019-12-18 12:37	Agua Potable	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

LD: Límite de Detección (Límite Reportable) que es tomado en base al Límite de Cuantificación del Método LCM.

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-022



Página 4 de 15

INACAL
D.A. Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

INFORME DE ENSAYO
N° DIC1298.R19

Registro N.º LE-022

N°	Muestras	Elementos																	
		MA0747 Hg(t) mg/L 0.0001	MA0747 K(t) mg/L 0.01	MA0747 Li(t) mg/L 0.0006	MA0747 La(t) mg/L 0.00001	MA0747 Lu(t) mg/L 0.00006	MA0747 Mg(t) mg/L 0.0003	MA0747 Mn(t) mg/L 0.00005	MA0747 Mo(t) mg/L 0.00005	MA0747 Na(t) mg/L 0.01	MA0747 Ni(t) mg/L 0.0001	MA0747 Ni(t) mg/L 0.0005	MA0747 P(t) mg/L 0.001	MA0747 Pb(t) mg/L 0.00005	MA0747 Rb(t) mg/L 0.00001	MA0747 S(t) mg/L 0.1	MA0747 Sb(t) mg/L 0.0001	MA0747 Se(t) mg/L 0.001	MA0747 Si(t) mg/L 0.03
1	Fred de Distribución Conector de Pampa Libre	<0.0001	6.86	0.0738	0.00002	<0.00006	23.9500	0.00891	0.00568	67.31	<0.0001	<0.0005	0.020	0.00071	0.00127	57.8	0.0003	0.002	14.18
2	Fuente Galería Pampa Libre	<0.0001	7.44	0.0764	0.00003	<0.00006	24.7132	0.01381	0.00578	68.56	<0.0001	<0.0005	<0.001	0.00896	0.00132	57.7	0.0003	0.002	14.62
3	Reservorio Zona Alta Pampa Libre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Reservorio Zona Baja Pampa Libre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-022



Página 5 de 15

INACAL
DA - Perú
Laboratorio
Acreditado

INFORME DE ENSAYO
N° DIC1298.R19

Registro N° LE-022

N°	Muestras		Elementos																						
	Código de Servicio	Elemento	MA0747 S102(L) mg/L	MA0747 S103(L) mg/L	MA0747 S1(L) mg/L	MA0747 S2(L) mg/L	MA0747 S3(L) mg/L	MA0747 S4(L) mg/L	MA0747 S5(L) mg/L	MA0747 S6(L) mg/L	MA0747 S7(L) mg/L	MA0747 S8(L) mg/L	MA0747 S9(L) mg/L	MA0747 S10(L) mg/L	MA0747 S11(L) mg/L	MA0747 S12(L) mg/L	MA0747 S13(L) mg/L	MA0747 S14(L) mg/L	MA0747 S15(L) mg/L	MA0747 S16(L) mg/L	MA0747 S17(L) mg/L	MA0747 S18(L) mg/L	MA0747 S19(L) mg/L	MA0747 S20(L) mg/L	
1	Red de Distribución Coprecedor de Pampa Libre	Límite de Detección LD	30.40	36.50	0.07	0.0001	1.1639	-0.0001	-0.0001	0.0001	0.0004	-0.0004	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
2	Fuente Galería Pampa Libre		31.33	36.69			1.2174	-0.0001	-0.0004	-0.0004	-0.0004	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
3	Reservorio Zona Alta Pampa Libre																								
4	Reservorio Zona Baja Pampa Libre																								

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-022



Página 6 de 15

INFORME DE ENSAYO N° DIC1298.R19

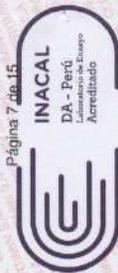
Registro N° LE-022

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.

N°	Muestras		Elementos							
	Código de Servicio	Elemento	MA1084	MA1084	MA1084	MA1084	MA1084	MA0785	MA0788	MA0787
	Unidad	Unidad	Bromodichlorometano	Cloroformo	Dibromodichlorometano	Coliformes fecales	Coliformes fecales	Coliformes fecales	Coliformes fecales	Coliformes Totales
	Unidad	Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	NMP/100mL	UFC/100mL	UFC/100mL	UFC/100mL	UFC/100mL
	Unidad	Unidad	0.0003	0.0003	0.0003	1.8				
	Unidad	Unidad	0.0233	0.0072	0.0359	0.0249				
1	Red de Distribución Comedor de Pampa Libre	mg/L	--	--	--	--	33.0	--	<1	<1
2	Fuente Galería Pampa Libre	mg/L	--	--	--	--	--	--	<1	--
3	Reservorio Zona Alta Pampa Libre	mg/L	--	--	--	--	--	--	<1	<1
4	Reservorio Zona Baja Pampa Libre	mg/L	--	--	--	--	--	--	<1	<1



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO ERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-022



Página 7 de 15

Registro N° LE-022

INFORME DE ENSAYO N° DIC1298.R19

N°	Muestras		Elementos	
	Código de Servicio	Elemento	MA0786 Coliformos Totales NMF/100mL	MA1473 Bacilos Bacifet* UFC/mL
1	Red de Distribución Comedor de Pampa Libre	Unidad Límite de Detección 1U	1.8	1
2	Fuente Galería Pampa Libre		79.0	8
3	Reservorio Zona Alta Pampa Libre		--	--
4	Reservorio Zona Baja Pampa Libre		--	42
				<1

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.