

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“ANÁLISIS, DIAGNÓSTICO Y MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN CAJAMARCA 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autor:

Sixto Bartolome Carranza Aguilar

Asesor:

Ing. Kely Elizabeth Nuñez Vasquez
<https://orcid.org/0000-0001-7846-2510>

Cajamarca - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	LUIS VASQUEZ RAMIREZ	26693344
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

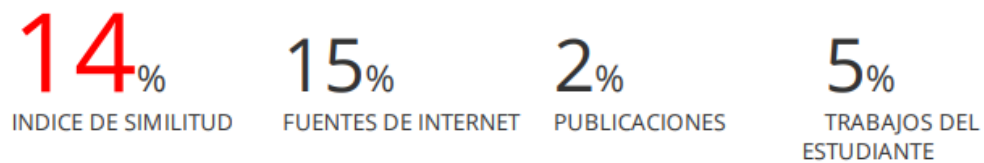
Jurado 2	EDGAR GUILLEN SHEEN, TULIO	26676774
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	ERLYN GIORDANY SALAZAR HUAMAN	71106769
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

Tesis

INFORME DE ORIGINALIDAD



ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

1%

★ observatoriaagua.uib.es

Fuente de Internet

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

DEDICATORIA

“A mis padres, por ser pilar fundamental en mi vida, por haberme traído a este mundo,
inculcarme buenos valores y darme la mejor educación”.

Sixto

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por la vida, gracias por permitirme tener y compartir con mis Padres cada uno de mis logros, también debo dar las gracias a ellos por apoyarme en cada elección y emprendimiento, gracias por ayudarme a realizar y terminar con éxito esta tesis, gracias a la vida porque todos los días me revela lo hermosa y lo justa que es, gracias a todos por creer en mí.

Gracias a mi familia, a quienes amo y han sido mi apoyo en todo momento y han creído en mí.

Sixto

TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE FOTOS	9
RESUMEN	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad problemática	11
1.2. Formulación del problema	27
1.3. Objetivos	27
1.4. Hipótesis	27
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	28
2.1. Tipo de investigación	28
2.2. Población y muestra	29
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de Datos.	30
2.4. Procedimiento de recolección de datos	31
2.5. Procesamiento de los datos	34
2.6. Aspectos éticos	34
CAPÍTULO III: RESULTADOS	36
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	46
REFERENCIAS	57
ANEXOS	63
4.1. Matriz de consistencia	69
4.2. Matriz de operacionalización de variables	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los puntos de pozos con aguas subterráneas.....	30
Tabla 2. Características geométricas de los pozos 1, 2, 3, 4 y 5	36
Tabla 3. Color verdadero en las muestras de aguas subterráneas P1, P2, P3, P4 Y P5.....	40
Tabla 4. Cianuro total en las muestras de aguas subterráneas P1, P2, P3, P4 Y P5.....	41
Tabla 5. Temperatura en las muestras de aguas subterráneas P1, P2, P3, P4 Y P5.	42
Tabla 6. Escherichia Coli en las muestras de aguas subterráneas P1, P2, P3, P4 y P5.	44
Tabla 7. Formas parasitarias en las muestras de aguas subterráneas P1, P2, P3, P4 y P5. 45	
Tabla 8. Validación de la ficha de recolección de datos para la Inspección de aguas subterráneas	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma de recolección de datos y toma de muestras.....	31
Figura 2. Georreferenciación con coordenadas UTM de los puntos de estudio.....	32
Figura 3. Nivel freático en aguas subterráneas de los pozos P1, P2, P3, P4 y P5.....	36
Figura 4. Volumen de agua contenida en los pozos T P1, P2, P3, P4 Y P5.....	37
Figura 5. Turbidez en las muestras de aguas subterráneas P1, P2, P3, P4 Y P5.....	38
Figura 6. pH en las muestras de aguas subterráneas P1, P2, P3, P4 Y P5.	39
Figura 7. Conductividad eléctrica en las muestras de aguas subterráneas P1, P2, P3, P4 Y P5.....	39
Figura 8. Dureza en las muestras de aguas subterráneas P1, P2, P3, P4 Y P5.....	40
Figura 9. Coliformes totales en las muestras de aguas subterráneas P1, P2, P3, P4 y P5..	42
Figura 10. Coliformes termotolerantes en las muestras de aguas subterráneas P1, P2, P3, P4 y P5.....	43
Figura 11. Organismos de vida libre en las muestras de aguas subterráneas P1, P2, P3, P4 y P5.....	44

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1: Toma de muestras en pozos de aguas subterráneas	24
Foto 2: Realizando las medidas (Diámetro, Profundidad y Nivel de agua).	24
Foto 3: Realizando las Toma de muestras.	25
Foto 4: Pozo N°01. Realizando la toma de muestras de agua.	87
Foto 5: Tomando medidas de las dimensiones del pozo 01.	87
Foto 6: Toma de muestras del pozo 02.	88
Foto 7: Tomando medidas de las dimensiones del pozo 02.	88
Foto 8: Realizando la toma de muestras de agua del pozo 03.	89
Foto 9: Tomando medidas de las dimensiones del pozo 03.	89
Foto 10: Realizando la toma de muestras de agua del pozo 04.	90
Foto 11: Tomando medias de las dimensiones del pozo 04.	90
Foto 12: Realizando la toma de muestras de agua del pozo 05.	91

RESUMEN

El presente estudio de investigación determinó el análisis, diagnóstico y monitoreo de aguas subterráneas en la urb. Alzamora Miranda, Cajamarca 2023; el tipo de investigación según su propósito fue de tipo aplicada con enfoque cuantitativo. Las muestras de aguas subterráneas fueron obtenidas de 5 pozos tubulares ubicados en los predios de la Urb. Alzamora Miranda – Cajamarca. La investigación se realizó siguiendo el protocolo de los métodos de análisis de parámetros físico - químicos y microbiológicos establecidos para aguas en el Laboratorio Regional del agua de Cajamarca. Además de las características geométricas, los parámetros estudiados fueron; nivel freático, turbidez, pH, conductividad eléctrica, color verdadero, dureza, cianuro total, temperatura, coliformes totales, coliformes termotolerantes, E.Coli, organismos de vida libre y formas parasitarias. Los análisis microbiológicos mostraron que el pozo 2 sobrepasó el límite máximo permisible de dureza con 515 mg/L; cinco (5) pozos de aguas subterráneas no cumplieron el límite máximo permisible en coliformes totales y cuatro (4) pozos no cumplieron el límite máximo permisible en coliformes termotolerantes establecidos en el D.S.N°031-2010-S.A, siendo el pozo 3, el que registro altos valores en coliformes totales y termotolerantes obteniendo un valor de 84 NMP/100mL y 19 NMP/100mL respectivamente; es decir, el agua subterránea se encuentra contaminada.

PALABRAS CLAVES: Análisis, Aguas subterráneas, Diagnóstico, Monitoreo.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Las aguas subterráneas son una importante fuente de agua dulce y representan alrededor del 30% del total de agua dulce disponible en el mundo. El agua subterránea se encuentra en acuíferos subterráneos, que son capas de roca permeable y sedimentos saturados de agua. Estos acuíferos son accesibles a través de pozos de bombeo que extraen el agua subterránea. Sin embargo, muchas de ellas no son potabilizadas antes de su uso, lo que puede aumentar el riesgo de contaminación y enfermedades. Es importante gestionar de manera responsable el suministro de agua subterránea para garantizar su disponibilidad a largo plazo (Organismo Internacional de Energía Atómica, 2018).

Según Instituto Mundial de Recursos (WRI), los sistemas de agua del mundo se enfrentan a amenazas formidables debido a la gestión insostenible y al cambio climático. El 70% de las extracciones mundiales de agua se utiliza para la agricultura, mientras que el 19% se utiliza para la industria. Para 2025, hasta 3500 millones de personas podrían experimentar escasez de agua. Se proyecta que la demanda de agua aumente un 50% para el 2030, pero los suministros de agua físicamente no pueden crecer en paralelo (Chertock, 2021).

En la India el 61.6% del agua para riego es de origen subterráneo, convirtiéndolo en uno de los mayores extractores de agua subterránea del mundo y su dependencia de este recurso hídrico es cada vez más alta. De menos de un millón en 1960 pasó a 19 millones en 2000, contribuyendo notablemente a aliviar la pobreza. La extracción masiva de agua subterránea ha llevado a una disminución en la disponibilidad y una mayor presión sobre los acuíferos, lo que a su vez ha aumentado la necesidad de cavar pozos más profundos y ha contribuido a la degradación de la calidad del agua subterránea. El agua subterránea ha

ido descendiendo hasta una profundidad de más de 26 metros, y muchos de sus pozos se secan tras haber tenido que cavar más hondo una y otra vez (Garriga, 2017).

En los EE. UU el agua subterránea suministra agua potable al 51% de la población total de los EE. UU y al 99% de la población rural. El 64% de las aguas subterráneas se utiliza para riego para cultivos. Sin embargo, su sobreexplotación puede causar una disminución en su nivel y una pérdida de calidad debido a la contaminación y otros factores (La Fundación Agua Subterránea, 2022).

En América Latina, la distribución de las aguas subterráneas varía enormemente entre regiones y países, al igual que su calidad y accesibilidad. Muchos de estos países lidian con problemas de agua subterránea, como el caso de Argentina con el aumento de los niveles de agua subterránea, la intrusión de agua salada en Belice, la contaminación humana en Bolivia y la contaminación geogénica de arsénico en Argentina y México. Es difícil hacer una evaluación de su calidad y cantidad de aguas subterráneas, debido a que solo unos pocos países latinoamericanos poseen un programa nacional de monitoreo. Las redes locales formadas por una autoridad local o como parte de un proyecto están más extendidas en las naciones. La mayoría de las veces, los datos no están disponibles públicamente (Neno, 2021).

El Perú se encuentra en el puesto 66 de estrés hídrico medio-alto y la disponibilidad del agua potable ha disminuido considerablemente por distintos factores que pueden ser la sobre explotación de los acuíferos, prácticas agrícolas inadecuadas, la contaminación hacia cuerpos de agua, como lo es así el crecimiento poblacional que se va presentando en los últimos años provocando que la población por la alta demanda de este recurso llegue a realizar prácticas inadecuadas como es el consumo de aguas no potabilizadas como vendrían a ser las aguas subterráneas (Hofste et al., 2019). Las consecuencias de la falta de

atención para las aguas subterráneas en nuestro país han ido en aumento debido a los conflictos sociales por la falta de agua. Por otro lado, donde existe la disponibilidad de aguas subterráneas está presente la contaminación del agua, pero sobre todo la explotación no controlada: existe un subregistro de los pozos existentes y un gran número que son ilegales (Thelma, 2022).

Por otro lado, con el fin de cautelar el aprovechamiento eficiente y sostenible de las aguas subterráneas, el Decreto Legislativo N°1185 reguló el régimen especial de monitoreo y gestión de uso de aguas subterráneas a cargo de las EPS, estableciendo el pago de una tarifa por dicho servicio. Para ello, las EPS monitorean el nivel y calidad de los acuíferos y realizan inversiones, cuyos costos han venido siendo financiados por los usuarios del servicio de agua potable conectados a la red pública (ADERASA, 2016).

En Cajamarca, en su entorno rural, el agua subterránea, el agua de los lagos, el agua de los ríos y el agua de los canales son las principales fuentes de agua potable. De estas fuentes, el agua subterránea es la fuente de agua potable más utilizada. Pese a ello, el 42,1 por ciento de las viviendas, es decir cerca de 137 mil (136,988), no tienen acceso a servicio de agua apta para consumo humano.

Yanacocha principal empresa minera de Cajamarca realizan el trabajo minero de las perforaciones diamantinas a más de 1800 metros de profundidad, que succionan y bombardean el agua produciendo como resultado que se sequen las venas de las aguas subterráneas. Preocupados por ello, para proteger los suelos coloca al pie de las canchas de lixiviación un plástico, más conocido como geomembrana, que funciona para impedir la contaminación de aguas subterráneas y tiene la función de evitar la filtración de aguas contaminadas. Sin embargo, en la praxis no resultó así, ya que estas geomembranas que debieron proteger el suelo y retener las filtraciones que contienen los metales pesados y

aguas ácidas, se rompen por el peso excesivo al que son sometidas. Así mismo, la vida útil de una geomembrana de un espesor de una pulgada bordea apenas los 30 años. Al producirse un evento desastroso, en una filtración las aguas contaminadas llegarían en menos de media hora a la ciudad de Cajamarca produciéndose un daño ambiental irrecuperable e irreversible (Seifert, 2011).

Por lo anterior, la adquisición de este recurso se ha convertido en un problema ya que tanto pobladores y minería compiten por el uso del agua. Traduciéndose esto en conflictos sociales que han afectado en forma significativa la economía de la región. En este sentido, la sobreexplotación y la contaminación las principales causas de los problemas de calidad de las aguas subterráneas. Por lo tanto, es necesaria una evaluación adecuada del entorno rural para comprender las diferentes fuentes de contaminación del agua (Briceño et al., 2019).

En consecuencia, las aguas subterráneas contaminadas poseen efectos graves para la salud. En áreas donde la instalación de tanques sépticos no está configurada correctamente, los desechos humanos pueden contaminar la fuente de agua con bacterias que pueden producir enfermedades gastrointestinales e incluso a largo plazo puede derivar en ciertos tipos de cáncer. La contaminación de las fuentes de agua subterránea hace que el área sea incapaz de sostener la vida vegetal, humana y animal. La población en el área se reduce y el valor de la tierra se deprecia. Por lo anterior, se hace importante tomar medidas para prevenir la contaminación y monitorear la calidad del agua subterránea regularmente para garantizar su seguridad y proteger la salud pública.

Rocha et al. (2023) en Bolivia realizaron el estudio “Caracterización hidroquímica de aguas subterráneas dentro del área de cobertura del caudal Cajamarca, Bolivia” con el propósito de analizar y evaluar la calidad del agua subterránea de la ciudad de Sucre, para

ello caracterizó el área en una muestra de 7 pozos. Resulta que todos los pozos cumplen con los requerimientos establecidos en los parámetros químicos. Sin embargo, los siete pozos se ven comprometidos en la caracterización microbiológica y organoléptica. Respecto al análisis hidrogeoquímico se observa que la mayoría de las muestras pertenecen al grupo $\text{Na}^+-\text{HCO}_3^-$ con un contenido iónico relativamente elevado. Por otra parte, sólo los P2 y P7 son aptos para uso agrícola; mientras que, los P3 y P4 pueden ser empleadas bajo ciertas condiciones. Si bien la explotación de aguas subterráneas puede ser una alternativa a la demanda de agua, se debe realizar un análisis detallado de sus características y, si fuera necesario, un tratamiento para su uso.

Alcívar et al. (2017) en Ecuador realizaron el estudio “Evaluación físico-química y microbiológica de la calidad del agua de pozos” con el objetivo de evaluar mediante un análisis físico-químico y microbiológico dichos indicadores y compararlos con la normativa ecuatoriana vigente en una muestra de 4 pozos en diferentes sectores del centro al sur. Los resultados obtenidos mediante procedimientos instrumentales de laboratorio indicaron valores ligeramente por encima del límite máximo permitido en los parámetros analizados, como la dureza, sólidos disueltos totales, sulfato, hierro, coliformes totales, mientras que, para el pH, color, sabor y manganeso y otros, los valores estuvieron dentro de los estándares establecidos por esta norma. Ninguno de los 4 pozos recibe ningún tipo de tratamiento, ni buen cuidado y manejo sanitario por parte de sus consumidores, además de encontrarse estos cerca de letrinas, criaderos de animales de especies porcinas, vacunos y avícolas, y diversos cultivos entre las principales las bananeras.

Herrera et al. (2018) en Chile efectuaron la investigación “Calidad del agua subterránea para el riego en el Oasis de Pica, norte de Chile” con el objetivo de establecer una red de monitoreo y entregar recomendaciones a los regantes. Se gestionaron para la red

29 pozos a tres profundidades (acuífero profundo, intermedio y superficial) y se registró la temperatura, CE y pH en cuatro campañas entre 2016 y 2017. Encontrándose que el acuífero superficial (17-21 m) contiene mayor salinidad (salobres), sódicas-cálcicas y se reparten en el límite entre sulfatada bicarbonatada o sulfatada clorurada, están bajo incumplimiento de normativas para cloruro, sulfato y nitrato. El aumento de iones disueltos en el acuífero superficial se atribuye a la disolución de yesíferas por aluvión en la zona, malas prácticas en procesos de riego-fertilización y la condición de aridez.

A nivel nacional, Calcina et al. (2022) en Puno realizaron el estudio “Arsénico en aguas subterráneas de la cuenca del río Callacame y su impacto en suelos agrícolas en Desaguadero, Puno - Perú” para ello se establecieron 32 puntos para la toma de muestras de aguas subterráneas, dichos puntos son lugares estratégicos en los cuales existen afloramientos naturales de aguas subterráneas, las muestras de suelo fueron tomadas alrededor de los puntos. Los resultados mostraron concentraciones de arsénico en aguas subterráneas entre 3 a 446 ug/L, en suelos de 10 a 42,7 mg/Kg. En el caso de agua subterránea existieron 4 puntos que sobrepasaron los estándares de calidad ambiental para el país de origen de las muestras (Perú) Se concluyó que en un futuro si no se cuenta con la vigilancia adecuada pueden darse pie a procesos de bioacumulación y biomagnificación producto del riego de suelos con aguas subterráneas contaminadas con arsénico.

Palo y Ccanre (2018) en Arequipa efectuaron el estudio “Evaluación de Calidad Fisicoquímica y Bacteriológica de Aguas Subterráneas para el Consumo Poblacional del Distrito de Tiabaya-Arequipa 2018” con el objetivo de evaluar la calidad de las aguas subterráneas y aplicarlas al saneamiento industrial. Se realizó un procedimiento de muestreo mediante el método de purga. En sus resultados obtuvo que el cumplimiento de los límites máximos permisibles, de los cuales la turbidez sobrepasaba 5 UNT en ambas

muestras dando resultados de 6.003 en P-1 y 7 en P-2 al igual que los coliformes tales y coliformes termotolerantes sobrepasaban los LMP en 1.8 en P-1 y 1.3 en P-2 lo cual indica que el consumo de estas aguas puede ser perjudicial para las personas por lo tanto se evaluó diferentes métodos de potabilización. Proponen la destilación de las aguas mediante energía solar para potabilizar el agua.

Molina (2016) en Arequipa efectuó la investigación “Propuesta de uso del agua subterránea del distrito de Uraca-Corire para el consumo humano mediante la identificación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos” con el objetivo de determinar la composición química se programó 3 puntos de muestreo bajo dos modalidades: campo e instalaciones. Como resultado se encontró que los parámetros microbiológicos están presentes con más de 23,00NMP/100mL los Coliformes Totales y Coliformes Fecales sobrepasando el valor establecido por el DS N° 031-2010-SA. de ≤ 1.8 NMP /100mL. Los Solidos Totales Disueltos con un valor máximo de 1043 mg/L superando los 1000 mg/L, Dureza Total con un valor máximo de 540,69 mg/L CaCO₃ mayor a los 500 mg/L CaCO₃ establecido.

Tucto (2019) en Cerro de Pasco realizó el estudio “Evaluación hidrogeológica en las labores subterráneas, zona Catuva - Mina Raura” con el objetivo de determinar las características hidrogeológicas de yacimientos; para ello se aplicó la metodología exploratoria – descriptivo en muestras de aguas subterráneas en cada nivel de la mina. Se llegó a observar que las aguas en los diferentes niveles son en su mayoría de tipo cálcica sulfatada, porque se hallan influenciados del tipo de roca de la zona (rocas cálcicas), en las lagunas reportan bajas concentraciones de cationes (calcio y magnesio) en comparación de los niveles 300 y 250. Las concentraciones del nivel 800 son bajas en comparación con los demás niveles. Las aguas empozadas y en escorrentía en los diferentes niveles y labores de

la mina Catuva tienen un pH neutro a ligeramente alcalino producto de la dilución con las rocas calcáreas de las labores.

Almanza (2015) realizó el estudio titulado “Índices de calidad del agua y vulnerabilidad acuífera de un sistema hidrogeológico: caso valle de San Luis Potosí” del país de México, con el objetivo de evaluar la vulnerabilidad y la calidad del agua subterránea del sistema hidrogeológico, para identificar posibles fuentes potenciales y zonas de contaminación en 47 acuíferos colgado y 50 pozos. Se obtuvo menor calidad para el acuífero colgado en comparación al acuífero medio y profundo. En el acuífero somero, el uso del agua para actividades agrícolas va de buena a condicionada, en contraste al uso del agua para consumo humano e industrial donde mostró una mala calidad en la mayor parte del valle, mientras que para el acuífero medio y profundo tuvo una calidad de agua en su mayoría buena a condicionada en los tres usos. La vulnerabilidad acuífera del sistema muestra que, en el acuífero somero, la zona urbana y conurbada es muy vulnerable, en tanto que, en el acuífero medio profundo, la zona centro presenta rangos de vulnerabilidad de media a baja. La relación de calidad del agua y vulnerabilidad acuífera tienen buena correlación.

Oscoco (2019) en Lima realizó la investigación “Determinación de la calidad de agua subterránea para consumo humano” con el objetivo de buscar alternativas de tratamiento que garanticen la buena calidad de agua subterránea para el consumo de las personas. En sus resultados obtuvo que el estado del agua se utiliza el ICA que establece los rangos del estado del agua que permite conocer las condiciones del agua en un tiempo determinado. Mediante investigaciones y estudios de calidad de agua subterránea en zonas rurales, se concluye que las enfermedades gastrointestinales se relacionan con el agua de consumo extraídos de pozos, debido a que estas aguas subterráneas presentan

contaminación, estableciendo la necesidad de buscar alternativas de tratamiento que garanticen la buena calidad de agua subterránea para el consumo de las personas; beneficiando la calidad de vida de una población en específico.

Ahora bien, es importante definir algunos conceptos que conlleven a un mejor entendimiento el tema de investigación, los cuales se detallan a continuación.

El **agua subterránea**, es aquella parte del agua existente bajo la superficie terrestre que puede ser colectada mediante perforaciones, túneles o galerías de drenaje o la que fluye naturalmente hacia la superficie a través de manantiales o filtraciones a los cursos fluviales (Ordoñez, 2011).

Se llaman **acuíferos** a las formaciones geológicas que contienen agua subterránea. Desde un punto de vista práctico, un acuífero ha de ser capaz de almacenar o transmitir agua en cantidad susceptible de ser explotada económicamente. Un acuífero se comporta como si fuera un embalse, en donde hay que considerar: un caudal de entrada, un caudal de salida y una capacidad de almacenamiento y regulación.

Los acuíferos se recargan o llenan de agua de forma natural por infiltración del agua de lluvia que cae sobre ellos, de los ríos o lagos que los atraviesan o limitan, o del excedente de agua empleada en regar cultivos asentados sobre ellos (excedente respecto al agua consumida por el propio cultivo y por la evaporación). Este volumen de agua que se llama también aportación, recarga o entrada al acuífero es variable a lo largo del tiempo, mayor en unas épocas, menor o inexistente en otras y, para valorarlo, si no se tienen mediciones de detalle. se suelen establecer valores medios en períodos dilatados de tiempo (Fuentes, 1992).

Atendiendo a sus características se pueden considerar diferentes tipos de acuíferos:

Según los materiales constituyentes pueden ser **acuíferos porosos**. Están constituidos por materiales sueltos no consolidados (gravas y arenas, generalmente). El agua circula con facilidad por los poros o espacios que dejan entre sí las partículas sólidas.

Acuíferos fisurados. Están constituidos por rocas consolidadas, en donde el agua circula por las fisuras y grietas formadas en las mismas. Algunas rocas (tales como las calizas y dolomitas) bajo determinadas condiciones son solubles al agua, con lo cual las fisuras se agrandan, formando conductos y cavidades de considerable tamaño, fenómeno que recibe el nombre de karstificación.

Acuíferos porosos y fisurados. Las areniscas y los conglomerados son un tipo de roca intermedia entre las consolidadas y las no consolidadas. Están formadas por materiales sueltos (arena en el caso de las areniscas y grava en el caso de los conglomerados) unidos mediante un cemento (generalmente calcáreo o silíceo).

Según el grado de presión a que está sometida el agua, los acuíferos pueden ser:

Libres, no confiados o freáticos. La superficie del agua está a la presión atmosférica, debido a que no tiene encima ningún terreno que actúe como capa confinante. Por tanto, al ser perforado el acuífero mediante un sondeo, el nivel piezométrico de este sondeo (es decir, la cota a que se estabiliza el nivel del agua) coincide con el nivel del agua en el acuífero.

Cautivos, confinados o a presión. El techo del acuífero está limitado por una capa de terreno impermeable, con lo cual el agua está sometida a mayor presión que la atmosférica. Cuando se perfora un sondeo, el agua asciende en el mismo hasta que la presión de la columna de agua se iguala con la presión del acuífero. El agua surge por sí

sola hasta la superficie del suelo cuando el nivel piezométrico del sondeo se sitúa por encima de la cota del terreno (sondeo turgente o artesiano).

Semicautivos o semiconfinados. El techo del acuífero está limitado por un terreno semipermeable, con lo que se dan unas características intermedias entre los dos tipos anteriormente citados.

Por otro lado, están los **manantiales**, que son los puntos en donde el agua subterránea aflora a la superficie. Su utilidad es doblemente interesante:

- Se pueden explotar directamente o previa ampliación, mediante la construcción de captaciones adecuadas.
- Proporcionan información de la constitución y características de los acuíferos.

Según la forma en que el agua aflora a la superficie, se establecen diferentes tipos: de emergencia o de vaguada, de vertedero y de filón o de grieta.

Para su captación se utilizan pozos o sondeos. El pozo ordinario es una captación con diámetro superior a un metro (normalmente de 2-3 metros) y con una profundidad que no suele sobrepasar los 15-20 metros. El sondeo es una captación con diámetro inferior a 60 centímetros y una profundidad que excede los 20 metros (Fuentes, 1992).

El agua potable debe estar libre de sustancias tóxicas y debe ser estéticamente agradable. El consumo de agua de mala calidad genera una serie de problemas de salud, como enfermedades transmitidas por el agua, cálculos renales, gota, etc. Por lo tanto, es necesaria una evaluación adecuada de las aguas subterráneas, que es una fuente común de agua potable en el medio rural, para garantizar su idoneidad para beber. En las zonas

rurales, las actividades agrícolas, como el riego y el uso de fertilizantes, pueden provocar el enriquecimiento de las aguas subterráneas con sales y productos químicos no deseados, mientras que los plaguicidas utilizados también pueden filtrarse a las aguas subterráneas. La tala de bosques conduce a un aumento de la escorrentía superficial del agua de lluvia, lo que resulta en una disminución de la concentración de agua de recarga (Khatri et al., 2020).

El **análisis de agua subterránea** se realiza para determinar su calidad y su aptitud para su uso. Los parámetros más comunes analizados incluyen: pH, turbidez, sólidos disueltos totales (TDS), dureza total (TH), alcalinidad total (TA), oxígeno disuelto (OD) y cloruro. También se pueden determinar la presencia de microorganismos y su concentración. Estos análisis son importantes para la planificación de la gestión de agua subterránea y para verificar que cumpla con los estándares de calidad de agua para su uso específico (Khatri et al., 2020).

Respecto a los parámetros microbiológicos y otros organismos. Toda agua destinada para el consumo humano, como se indica en el Anexo I del reglamento de la calidad de agua para consumo humano, debe estar exenta de:

1. Bacterias coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli*,
2. Virus;
3. Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos:
4. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos y nemátodos en todos sus estadios evolutivos: y
5. Para el caso de Bacterias Heterotróficas menos de 500 UFC/ml a 35°C.

En cuanto a los parámetros de calidad organoléptica estos son parámetros físicos, químicos y/o microbiológicos cuya presencia en el agua para consumo humano pueden ser percibidos por el consumidor a través de su percepción sensorial.

Los parámetros inorgánicos, son los compuestos formados por distintos elementos pero que no poseen enlaces carbono-hidrógeno analizados en el agua de consumo humano.

Según el reglamento de la calidad de agua para consumo humano, el monitoreo es el seguimiento y verificación de parámetros físicos, químicos, microbiológicos u otros señalados en el reglamento, y de factores de riesgo en los sistemas de abastecimiento del agua (Ministerio de Salud, 2010).

En este sentido, **el monitoreo de aguas subterráneas** es un proceso formal de recopilación regular de datos de aguas subterráneas (por ejemplo, niveles de agua, calidad, lluvia, tasas de extracción, descarga) y su análisis para observar las tendencias de las aguas subterráneas hasta que se cumplan los objetivos de monitoreo. Esto es, se puede usar una cinta de metal para medir los niveles de agua subterránea insertándola entre el revestimiento del pozo y la columna de la bomba hasta que entre en contacto con el agua (Fulton et al., 2002).

Hay varios métodos para monitorear las aguas subterráneas, incluyendo:

1. Muestreo de pozos: se extraen muestras de agua de pozos existentes o de pozos perforados específicamente para fines de monitoreo. Las muestras se analizan para determinar la presencia de contaminantes y para determinar la calidad química del agua subterránea.



Foto 1: Toma de muestras en pozos de aguas subterráneas

2. Medir la profundidad de cada Pozo, se hizo uso de una wincha, donde se realizó las mediciones de Diámetro, Profundidad y Nivel de agua.



Foto 2: Realizando las medidas (Diámetro, Profundidad y Nivel de agua).

3. Monitoreo del agua para su análisis: se hace uso de los frascos, llenar hasta el límite del frasco, luego de tomada la muestra y cerrar herméticamente.



Foto 3: Realizando las Toma de muestras.

4. Monitoreo de la conductividad eléctrica: se miden las propiedades eléctricas del agua subterránea para determinar su salinidad y para identificar la presencia de contaminantes.
5. Monitoreo de coliformes: La calidad del agua en los pozos de la Urbanización Alzamora Miranda – Cajamarca, fue analizada y cuantificada para coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*.

Es importante analizar estos parámetros para obtener una información completa de la calidad y la disponibilidad de las aguas subterráneas.

Justificación teórica, la existencia del hombre depende de la disponibilidad del recurso hídrico; sin embargo, es cada vez más escaso, cara de obtener y valioso a la vez, no logrando superar el 1% del total las aguas para consumo. Por ello, las aguas subterráneas son una importante fuente que ayuda a suplir la falta de agua potable, necesidades de agricultura y sostenimiento de ecosistemas. El agua subterránea se ha convertido en una opción de vital importancia ya que se puede acceder a ella mediante estructuras de pozos o aljibes, pero para poder consumir este flujo de manera sana se le debe realizar tratamientos debido a que en algunos casos esta no se encuentra en las condiciones óptimas para el consumo humano (Cardoso & Ramírez, 2021). Existe un déficit de información sobre el monitoreo de las aguas subterráneas a escala local, lo que dificulta la evaluación y análisis informado del agua. En este sentido, la presente servirá de base para posibles futuras investigaciones

Justificación práctica, existe la necesidad de prevenir los efectos graves o no deseados para la salud de las personas asociados con el consumo de aguas subterráneas. En este sentido, luego de la obtención de información esta podrá sugerir la toma de medidas tendientes a mejorar la calidad de aguas subterráneas para volverlas aptas para consumo humano de los ciudadanos de la urbanización Alzamora Miranda.

Justificación metodológica, la elaboración de cada uno de los instrumentos de la presente investigación una vez que sean demostrados su validez y confiabilidad podrán ser utilizados en otros trabajos de investigación. **Como justificación económica**, las aguas subterráneas representan una mayor reserva de agua dulce accesible y, por lo tanto, colaboran con el ahorro y buscan alcanzar el desarrollo económico de la población.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el análisis, diagnóstico y monitoreo de aguas subterráneas en la urb. Alzamora Miranda, Cajamarca 2023?

1.3. Objetivos

Objetivo General

Determinar el análisis, diagnóstico y monitoreo de aguas subterráneas en la urb. Alzamora Miranda, Cajamarca 2023.

Objetivos específicos

- Describir las características geométricas de los pozos tubulares en la Urbanización Alzamora Miranda - Cajamarca, 2023
- Analizar los parámetros físicos químicos y microbiológicos del agua subterránea en la Urbanización Alzamora Miranda - Cajamarca, 2023.
- Definir el número y los puntos de (Monitoreo) del agua subterránea en la Urbanización Alzamora Miranda - Cajamarca, 2023
- Comparar los resultados con la normativa DS N°031-2010 SA
- Definir el diagnóstico del agua

1.4. Hipótesis

Según el análisis, diagnóstico y monitoreo de aguas subterráneas en la Urb. Alzamora Miranda - Cajamarca 2023, el agua no es apta para consumo humano.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Enfoque

El enfoque utilizado para la presente investigación según la naturaleza de los datos fue de tipo cuantitativo, dado que accedió a un análisis riguroso de los datos en forma numérica, apoyada por la estadística descriptiva y a fin de lograr conocer el aspecto de interés sobre la muestra que se está estudiando. La recolección o medición se llevó mediante procedimientos estandarizados y aceptados; por ello se utilizó el presente enfoque dado que buscó determinar el análisis, diagnóstico y monitoreo de aguas subterráneas de la Urb. Alzamora Miranda - Cajamarca. (Hernández, Baptista, et al., 2014)

El tipo de investigación según su propósito fue de tipo aplicada, que permitió encontrar estrategias para la búsqueda de los elementos necesarios que condicionan el análisis, diagnóstico y monitoreo de aguas subterráneas de la Urb. Alzamora Miranda - Cajamarca. Murillo (2008) citado por Vargas señala que este tipo de investigaciones busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. El uso del conocimiento y los resultados de investigación que da como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad (Vargas, 2009).

Según la profundidad es de tipo descriptivo, porque permitió conocer el análisis, diagnóstico y monitoreo de aguas subterráneas de la Urb. Alzamora Miranda - Cajamarca; mediante la descripción exacta y precisa de cada uno de los procedimientos desarrollados en el lugar de trabajo. De acuerdo con Hernández

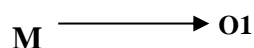
(2004) este tipo de estudios pretende medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre las variables a las que se refieren más no a como se relacionan (Hernández, Fernández, et al., 2014).

Según la manipulación de variables es no experimental; dado que los resultados obtenidos no son producto de ensayos. El investigador para ello se limitó a transcribir sus resultados estando consiente, pero sin intervenir para nada en la observación de los hechos (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

Diseño

El diseño optado en la presente investigación es **Transversal Descriptivo**, dado que busco la recolección de información sobre el análisis, diagnóstico y monitoreo de aguas subterráneas de la Urb. Alzamora Miranda - Cajamarca en un tiempo determinado.

Esquema:



Donde:

M: Muestra a quien se realiza el estudio

O: Información obtenida del muestreo de pozos con agua subterránea.

2.2. Población y muestra

Población

La población estuvo conformada por todos los pozos excavados de poca profundidad por los usuarios con aguas subterráneas de la urbanización Alzamora miranda - Cajamarca.

Muestra

Para determinar la muestra se utilizó el método de muestreo no probabilístico o conveniencia del investigador; habiéndose tomado para el presente estudio 5 puntos para la determinación de análisis microbiológicos recolectados en la Urb. Alzamora miranda - Cajamarca.

Tabla 1

Ubicación de los puntos de pozos con aguas subterráneas.

Descripción	Este	Norte	Cota
Pozo 1	0776900	9208570	2694
Pozo 2	0776866	9208500	2681
Pozo 3	0776793	9208486	2691
Pozo 4	0776695	9208404	2684
Pozo 5	0776621	9208396	2679

Nota: Se presenta la ubicación de los pozos con aguas subterráneas.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de Datos.

Como técnica de recolección de datos se utilizó la observación directa, que para mayor credibilidad de la obtención de datos; se realizó el registro mediante el uso de medios visuales (fotografía) y formatos o fichas de registro de datos de los análisis de Laboratorio Regional del Agua de Cajamarca y cumplió con los criterios de calidad, dado que es el único laboratorio regional acreditado en el Perú y cuya administración es estatal.

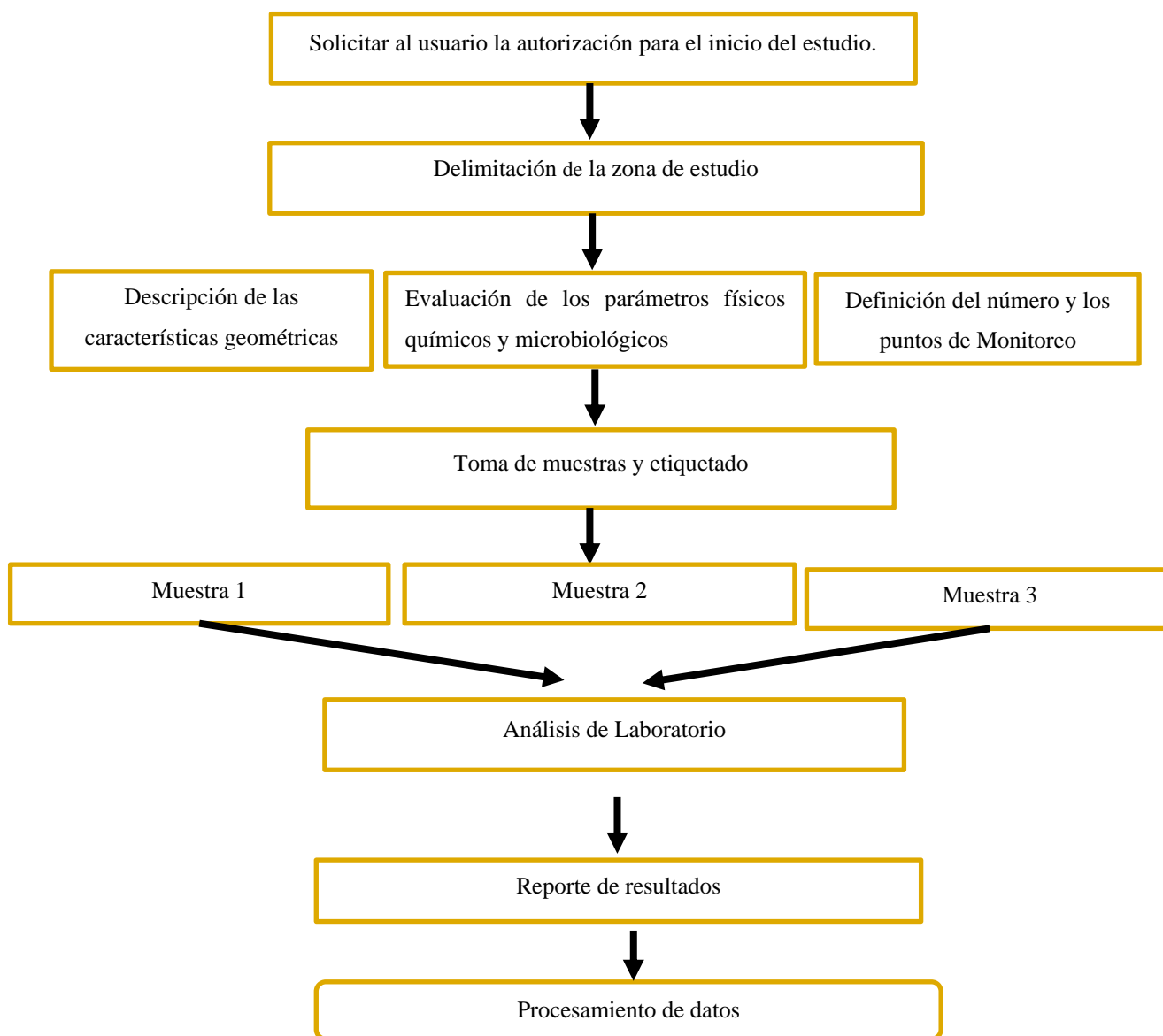
Para realizar los ensayos de laboratorio se utilizó el método de la observación directa, en el que el investigador se puso en contacto con el hecho o fenómeno en estudio; de esta manera recolectó el agua de pozos convencionales. Estas muestras fueron analizadas con equipos del Laboratorio Regional del Agua de Cajamarca, mediante pruebas microbiológicas.

Del **instrumento de recolección de información** se utilizó una ficha de registro de datos. Este instrumento ha sido creado por el investigador y para asegurar la confiabilidad y validez del instrumento para su uso en la recolección de datos se procedió a validar mediante el juicio de expertos cuyo valor sobrepasa el valor de 0.75 “válido, confiable”.

2.4. Procedimiento de recolección de datos

Figura 1

Flujograma de recolección de datos y toma de muestras



Paso 1. Presentación con el usuario y obtención del consentimiento informado.

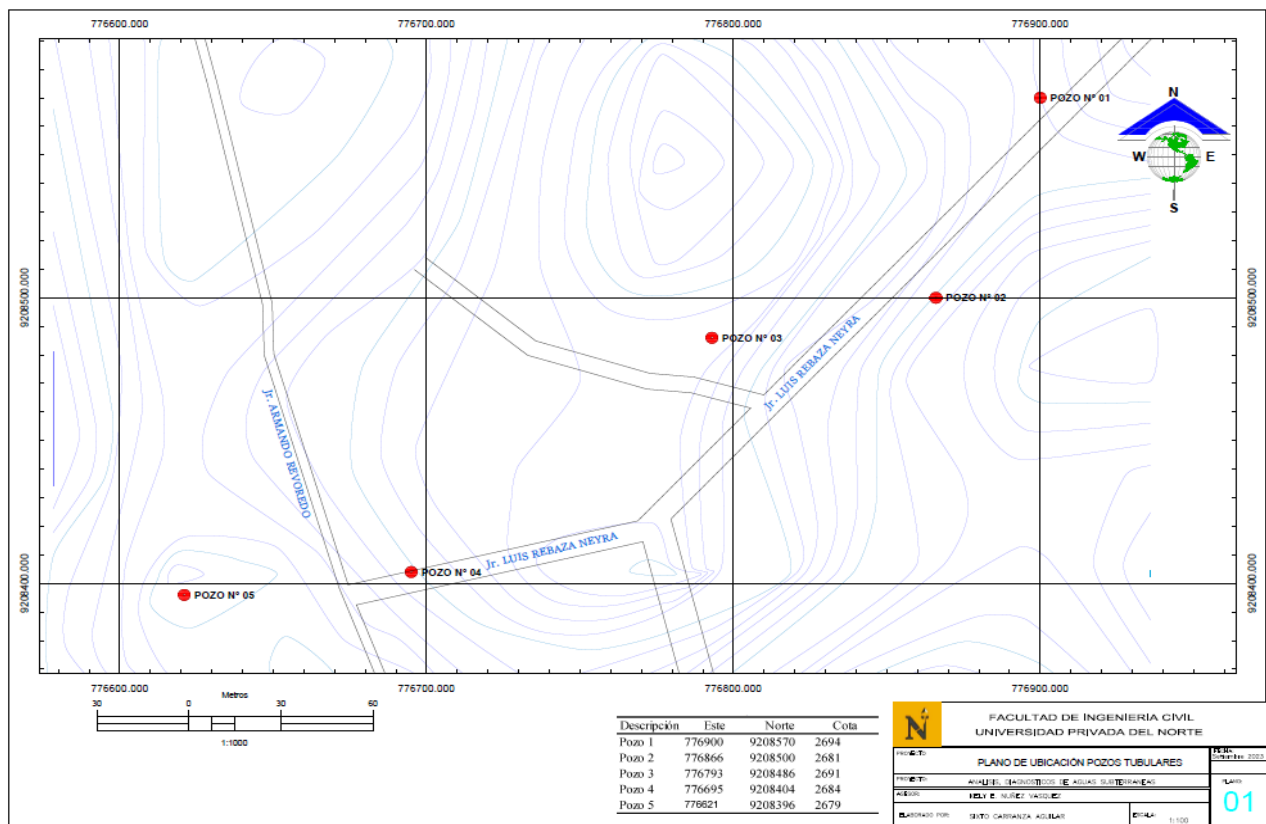
Mediante una carta de identificación se acudió a presentarse adecuadamente al propietario del inmueble para evitar posibles inconvenientes. Posteriormente, se explicó los objetivos propuestos y el tipo de investigación; solicitándole su consentimiento informado a cada uno de los propietarios.

Paso 2. Delimitación de la zona de estudio y locación de los pozos de muestreo

Se procedió a identificar la ubicación de los pozos de aguas subterráneas de la Urb. Alzamora Miranda – Cajamarca; identificándose cada uno de las características geométricas, para ello también se utilizó un GPS en la ubicación física del pozo en el terreno son llevados a un plano de ubicación.

Figura 2

Georreferenciación con coordenadas UTM de los puntos de estudio



Paso 3. Preparación de equipo, toma de muestras y etiquetado. Para la toma de muestras previamente se realizó la preparación del equipo. Para ello, se necesita asegurar que el equipo esté limpio y desinfectado antes de la toma de muestras. El equipo básico que se necesita incluye un balde limpio, un cable de muestreo, una caja térmica (coolers), una botella de muestra estéril, 01 par de guantes estériles, un rotulador permanente y una etiqueta para la muestra.

Antes de tomar la muestra, es necesario desinfectar el equipo para evitar la contaminación de la muestra. Esta se realizará en 3 periodos, de los cuales 2 se realizarán en época de estiaje (02 muestras) y 01 en época de lluvias (01 muestra); Toma de muestras (02, 31 de mayo y 29 de septiembre), con ello asegurar los objetivos de la presente investigación y garantizar la precisión y validez de los resultados que se lleguen obtener.

Posteriormente, se procedió a efectuar el etiquetado de la muestra, colocándose en la etiqueta la fecha, la ubicación del pozo, la profundidad del pozo, el método de toma de muestras y cualquier otra información importante.

Paso 5. Almacenamiento y transporte de la muestra. La muestra se almaceno en una caja térmica (coolers) y debe ser transportada al laboratorio lo más pronto posible para evitar la alteración de la calidad del agua. Es importante mantener la muestra refrigerada y evitar la exposición a la luz solar directa.

Paso 6. Entrega de muestras al laboratorio, análisis y resultados. El análisis de muestras de agua en laboratorio es un proceso importante para evaluar la calidad del agua y detectar la presencia de contaminantes y otros compuestos. Este análisis se realizó en el laboratorio Regional del Agua y evaluó la calidad del agua, detección de contaminantes y otros compuestos.

2.5. Procesamiento de los datos

Paso 1. Validación del instrumento. Para evaluar si el instrumento recolectó información exacta, estable, coherente y consistente se procedió a calcular el valor del alfa de Cronbach mediante el Software SPSS. Este coeficiente puede tomar valores entre 0 y 1, y se considera que un valor de alfa mayor a 0,70 es aceptable para los propósitos de la presente investigación.

Paso 2. Obtención de resultados, registro, agrupación y tabulación de datos. Para el análisis de la información se utilizó la técnica de la estadística descriptiva. Una vez obtenido los resultados del análisis biológico o microbiológico, fueron llevados a un computador para su análisis haciendo uso del software estadístico SPSS versión 25, hojas de Microsoft Excel para su posterior elaboración de tablas y gráficos para su comparación.

Paso 3. Interpretación y análisis y contrastación de resultados. Los promedios de los parámetros obtenidos en cada una de las muestras son comparados con valores de los límites permisibles de la norma peruana. Paso 3. Para ello, se presentó la información mediante medidas de resumen, tablas o gráficos para su mayor comprensión respondiendo a los objetivos propuestos y comparándolos con los antecedentes del estudio.

2.6. Aspectos éticos

Finalmente, en relación a los **aspectos éticos** el investigador garantizó la fiabilidad de los datos; esto es, la no manipulación, cambio u omisión de manera intencional. Antes bien, la información extraída de los propietarios fue reconocida por ellos mismo, luego de haberse alcanzado los resultados de las muestras de agua extraídas. Otra consideración importante es el respeto por la propiedad intelectual,

para ello se tuvo en cuenta la citación de los autores y el parafraseo de ser necesario. Por último, se tuvo en cuenta la veracidad y transparencia de los resultados, los mismos que son producto de un instrumento altamente estructurado, manteniendo la confidencialidad y credibilidad para su transferencia en futuras investigaciones.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Se presentan los resultados de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos analizados en las aguas subterráneas en los cinco pozos tubulares de la Urbanización Alzamora Miranda – Cajamarca.

Tabla 2

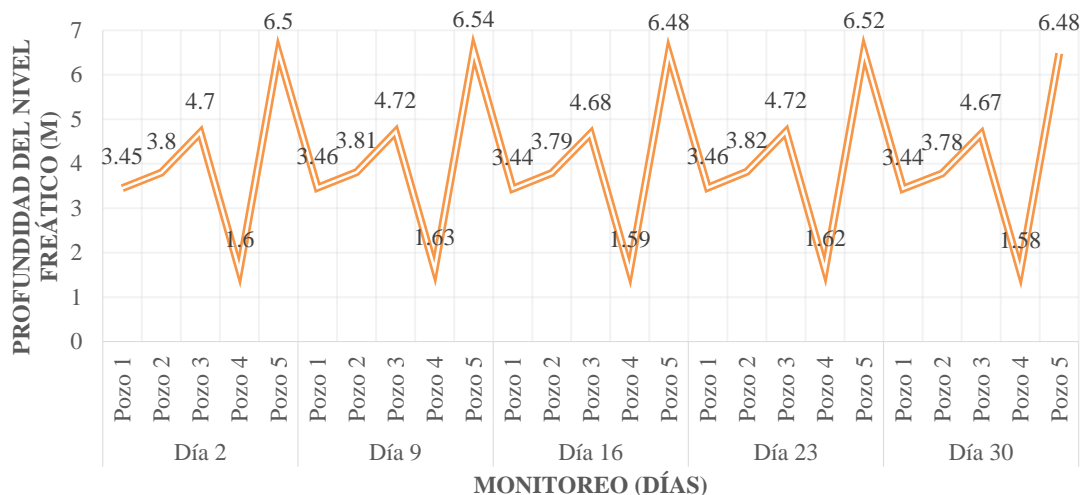
Características geométricas de los pozos 1, 2, 3, 4 y 5

Características del pozo	Pozo 1	Pozo 2	Pozo 3	Pozo 4	Pozo 5
Diámetro	1.16 m	1.20 m	0.86 m	0.35 m	0.60 m
Profundidad	4.30 m	4.60 m	5.20 m	2.40 m	7.00 m
Nivel de agua	3.45 m	3.80 m	4.70 m	1.60 m	6.50 m
Material de paredes	Concreto	Concreto	Concreto	Concreto	Concreto
Forma	Circular	Circular	Circular	Circular	Circular

En la tabla 2, los pozos son circulares de material de concreto cuyos diámetros varían de 0.35 a 1.20 metros; una profundidad mínima de 2.40 metros y una máxima de 7.00 metros. El nivel de agua mínimo es de 1.60 metros y una máxima de 6.50 metros.

Figura 3

Nivel freático en aguas subterráneas de los pozos P1, P2, P3, P4 y P5.

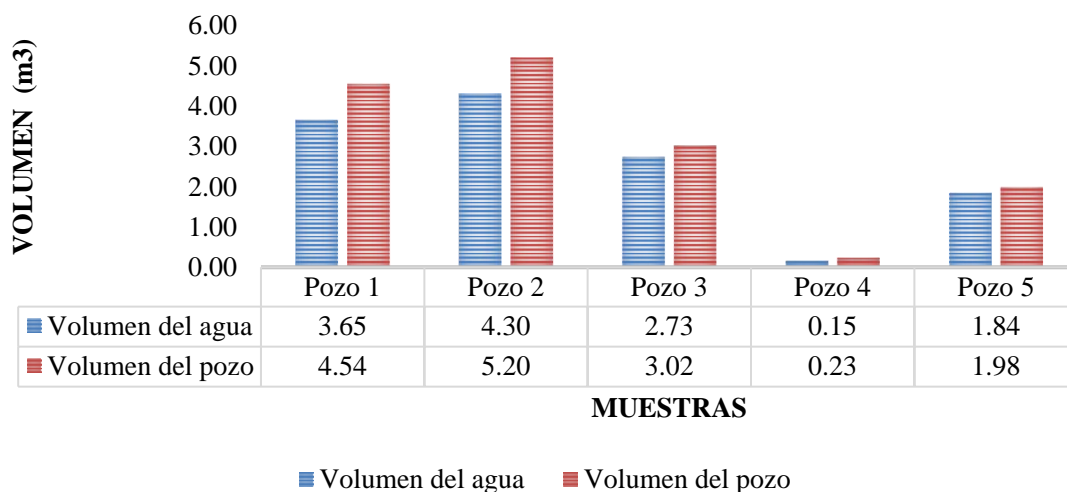


En la figura 3, se observa que el pozo número 4 presentó una profundidad mínima del nivel freático de 1.58 metros; seguido del pozo 1 con 3.44 metros y finalmente, una profundidad máxima de nivel freático de 6.54 metros en el pozo número 5.

Figura 4

Volumen de agua contenida en los pozos P1, P2, P3, P4 Y P5.

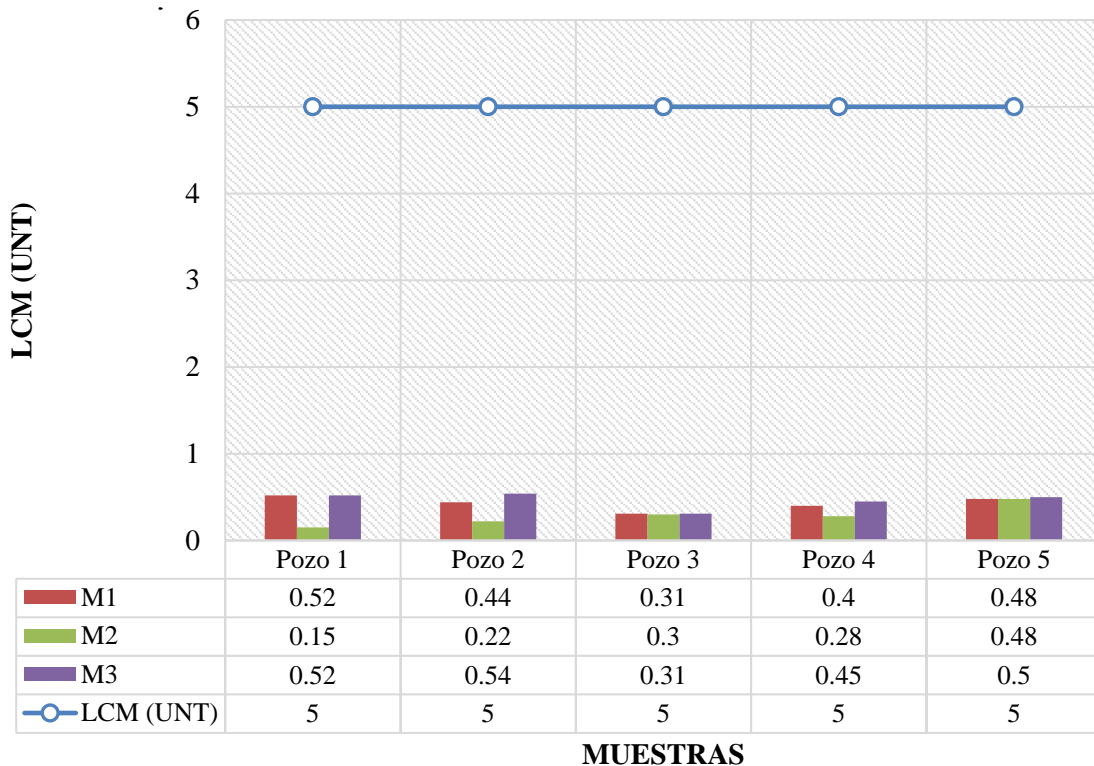
Pozo	Diámetro	Profundidad	Volumen m3
1	1.16	4.3	4.54
2	1.2	4.6	5.20
3	0.86	5.2	3.02
4	0.35	2.5	0.23
5	0.6	7	1.98



En la figura 4, el volumen máximo de agua contenida lo presenta el pozo 2 con un valor de 4.30 m³, seguido por el pozo 1 cuyo valor alcanzo 3.65 m³ y un valor mínimo para el pozo 4 con un valor de 0.15 m³.

Figura 5.

Turbidez en las muestras de aguas subterráneas P1, P2, P3, P4 Y P5.



En la figura 5, respecto a la turbidez durante el primer muestreo el pozo número 1, alcanzo un valor máximo de 0.52 y un valor mínimo de 0.15 durante el muestreo 2. Respecto a la turbidez está dentro del límite máximo permitido de 0 a 5 NTU, y hace referencia a la cantidad de partículas del agua que no causa contaminación, siendo el valor adecuado de turbidez para consumo humano. Los valores encontrados están dentro de los LMP, establecido en el DS N°031-2010-SA.

Tabla 3

Temperatura en las muestras de aguas subterráneas P1, P2, P3, P4 Y P5.

Parámetro de temperatura	LCM (°C)	M1	M2	M3
Pozo 1	NA	20.3	19.8	20.1
Pozo 2	NA	20.8	19.2	20.8
Pozo 3	NA	19.6	20.4	19.6
Pozo 4	NA	20.1	20.2	20.1
Pozo 5	NA	20.5	19.70	20.8

En la Tabla 3, de la temperatura se observa que durante el muestreo 1 se obtuvo un valor máximo de 20.8°C en el pozo 2; y un valor mínimo de 19.6°C en el pozo 3. Durante la toma de muestra 2 se obtuvo un valor máximo de 20.4 para el pozo 3 y un valor mínimo de 19.2 para el pozo 2. La toma de muestras 3 alcanza un valor máximo de 20.8 para los pozos 2 y 5 y un valor mínimo de 19.6 en el pozo 3.

Tabla 4

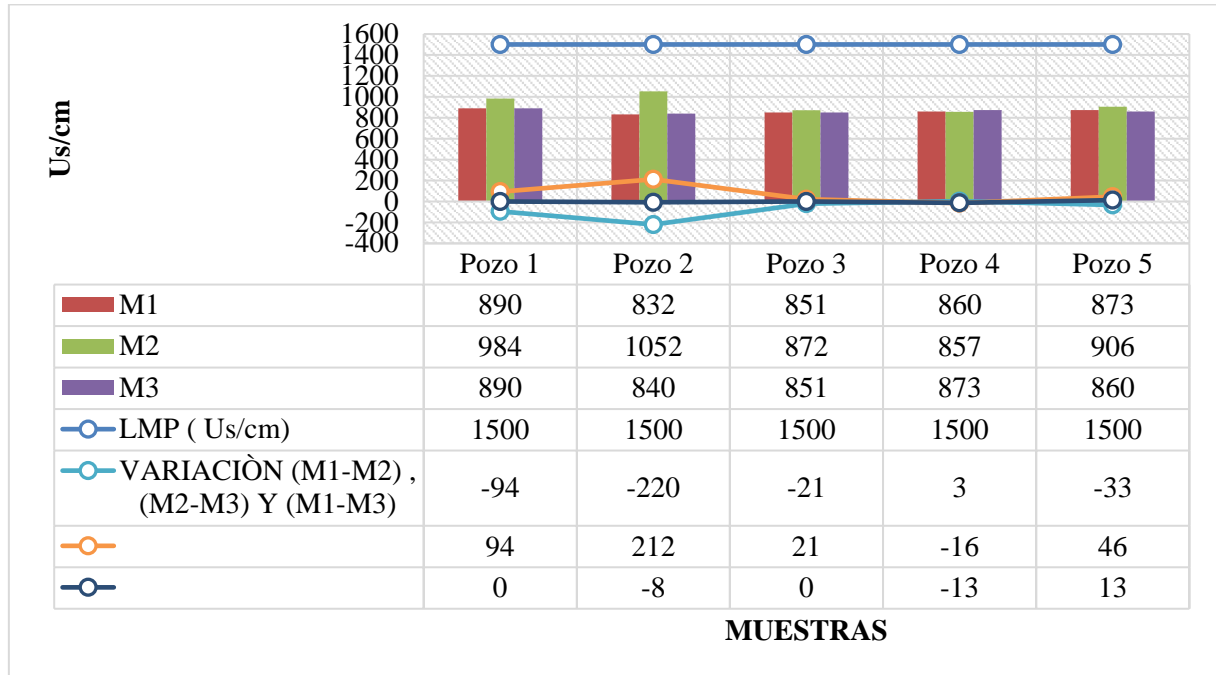
Parámetro de color verdadero	LCM (UC)	M1	M2	M3
Pozo 1	15	<LCM	<LCM	<LCM
Pozo 2	15	<LCM	<LCM	<LCM
Pozo 3	15	<LCM	<LCM	<LCM
Pozo 4	15	<LCM	<LCM	<LCM
Pozo 5	15	<LCM	<LCM	<LCM

Color verdadero en las muestras de aguas subterráneas P1, P2, P3, P4 Y P5.

En la tabla 4, se observa el color verdadero en los 5 pozos, color menor al Límite de Cuantificación de Métodos (LCM); el color real es causado por compuestos disueltos en el agua que puede ser natural o artificial.

Figura 6

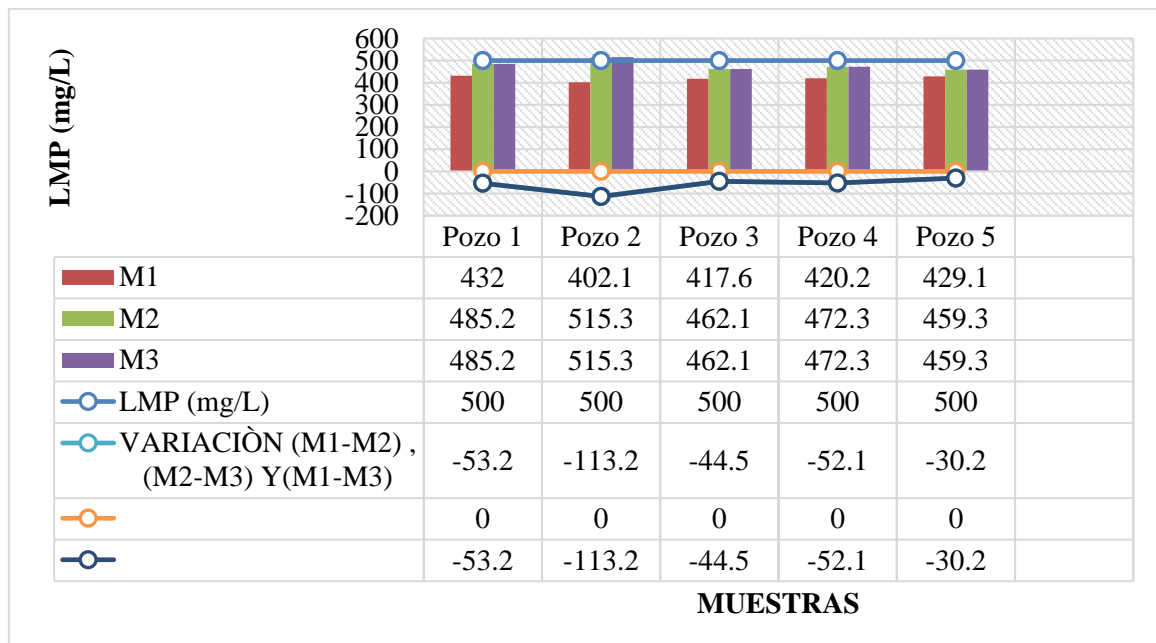
Conductividad eléctrica en las muestras de aguas subterráneas P1, P2, P3, P4 Y P5.



En la figura 6, la conductividad eléctrica en las aguas subterráneas, durante el primer muestreo alcanzo un valor mínimo en el pozo 2 de 832 Us/cm y un valor máximo en el segundo muestreo en el pozo 2 con un valor de 1052 Us/cm. Un parámetro común usado para describir la cantidad total de las sales disueltas en el agua

Figura 7

Dureza en las muestras de aguas subterráneas P1, P2, P3, P4 Y P5.



En la figura 7, se observa, que el agua subterránea analizada presentó una dureza mínima en la primera toma de muestras con un valor de 402.1 mg/L, y un valor máximo de 515.30 mg/L en la segunda toma de muestras en el pozo 2. Siendo el pozo 2 quien superó el límite máximo permisible establecidos en el DS N°031-2010-SA con un valor de 515.3 mg/L.

Tabla 5

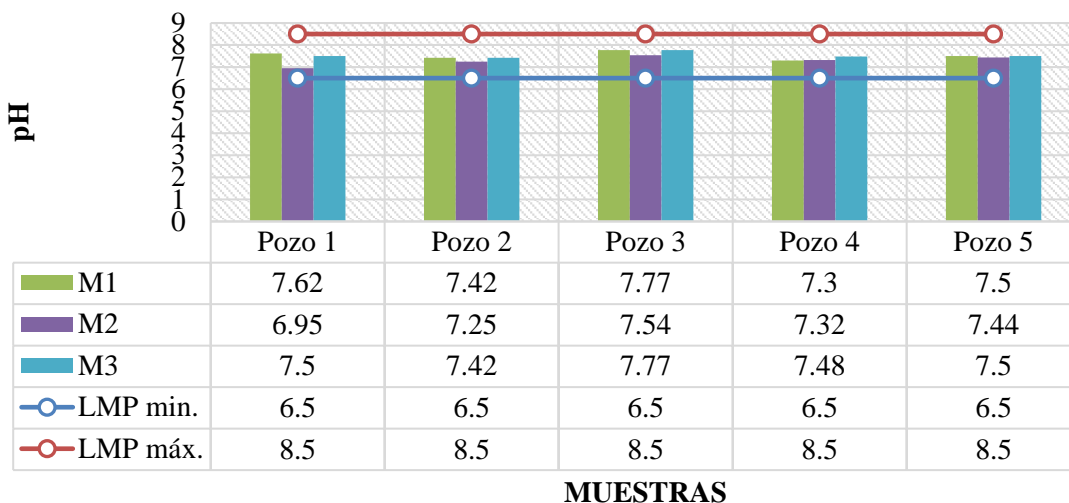
Cianuro total en las muestras de aguas subterráneas P1, P2, P3, P4 Y P5.

Parámetro de cianuro total	LCM (mg/L)	M1	M2	M3
Pozo 1	0.07	<LCM	<LCM	<LCM
Pozo 2	0.07	<LCM	<LCM	<LCM
Pozo 3	0.07	<LCM	<LCM	<LCM
Pozo 4	0.07	<LCM	<LCM	<LCM
Pozo 5	0.07	<LCM	<LCM	<LCM

En la tabla 5, se observa el Cianuro evaluado alcanza valores de 0.07 LCM/mg/L en los cinco pozos, Límite de Cuantificación de Métodos (LCM); estos valores no superan los límites máximos permisibles establecidos en el DS N°031-2010-SA.

Figura 8

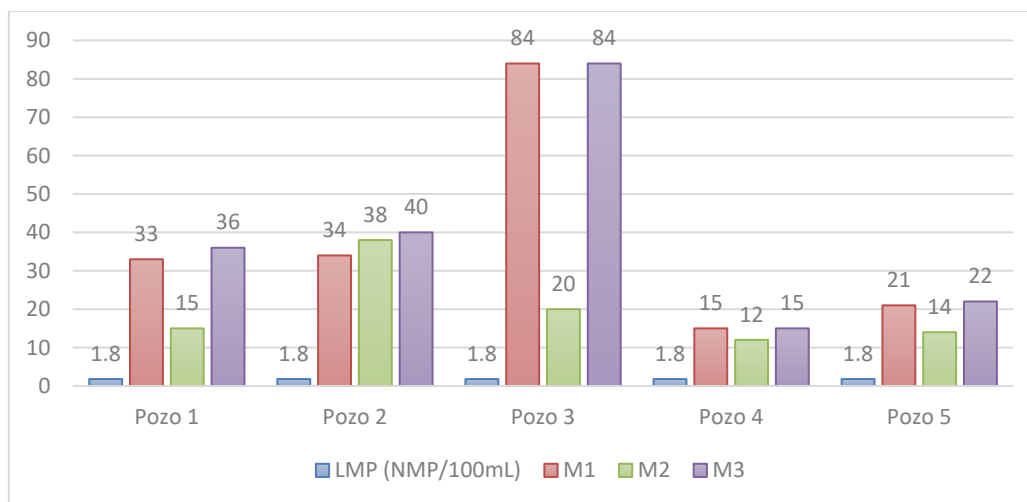
pH en las muestras de aguas subterráneas P1, P2, P3, P4 Y P5.



En la figura 8, el pH durante la primera toma de muestras el pozo 3 alcanzo un valor máximo de 7.77 y un valor mínimo de 7.3 en el pozo 4. Según el reporte de muestras 2 el pozo 3 alcanzo un valor máximo en 7.54 y un mínimo en 7.25 para el pozo 2. De acuerdo con los hallazgos del muestreo 3, el valor máximo alcanzado lo obtuvo el pozo 3 con un valor de 7.77 y un mínimo de 7.42 para el pozo 2.

Figura 6

Coliformes totales en las muestras de aguas subterráneas P1, P2, P3, P4 y P5.

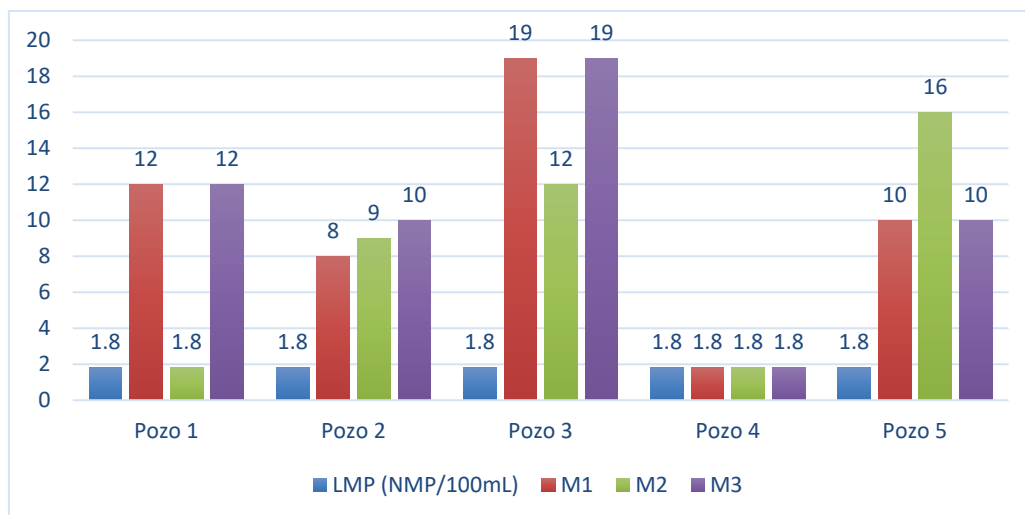


La figura 9, en la primera toma de muestras se observa que el pozo 3 obtuvo un valor máximo de 84 NMP/100mL, seguido del pozo 2 con un valor de 34 NMP/100mL

y un mínimo de 15 NMP/100mL en el pozo 4. Así mismo en la segunda toma de muestras, se obtuvo un valor máximo en el pozo 2 de 38 NMP/100mL, seguido del pozo 3 con un valor de 20 NMP/100mL y un mínimo en el pozo 4 con un valor de 12 NMP/100mL. Igualmente, la tercera toma de muestras alcanza un valor máximo de 84 NMP/100mL en el pozo 3, seguido de 40 NMP/100mL para el pozo 2 y un mínimo de 15 NMP/100mL para el pozo 4. Estos superan los valores máximos permisibles según DS N°031-2010-SA.

Figura 7

Coliformes termotolerantes en las muestras de aguas subterráneas P1, P2, P3, P4 y P5



En la figura 10, el monitoreo de las coliformes termotolerantes para el primer muestreo el pozo 3 alcanzó un valor máximo de 19 NMP/100mL, seguido del valor obtenido para el pozo 1 con 12 NMP/100mL y un valor mínimo de menor a 1.8 NMP/100mL para el pozo 4. Así mismo el segundo muestreo obtuvo un valor máximo de 16 NMP/100mL en el pozo 5, seguido de 12 NMP/100mL para el pozo 3 y un mínimo menor a 1.8 NMP/100mL para el pozo 1 y 4. Durante el muestreo 3, se obtuvo un valor máximo de 19 NMP/100mL para el pozo 3, seguido de 12 NMP/100mL en el pozo 1 y mínimo de 10 NMP/100mL para el pozo 2 y 5. Se hace necesario aclarar que los pozos tubulares muestreados 1, 2, 3 y 5 excedieron los Límites Máximos

Permisibles (≤ 1.8 NMP/100mL) según el D.S. N°031- 2010-SA; por lo tanto, no son apta para el consumo humano.

Tabla 3

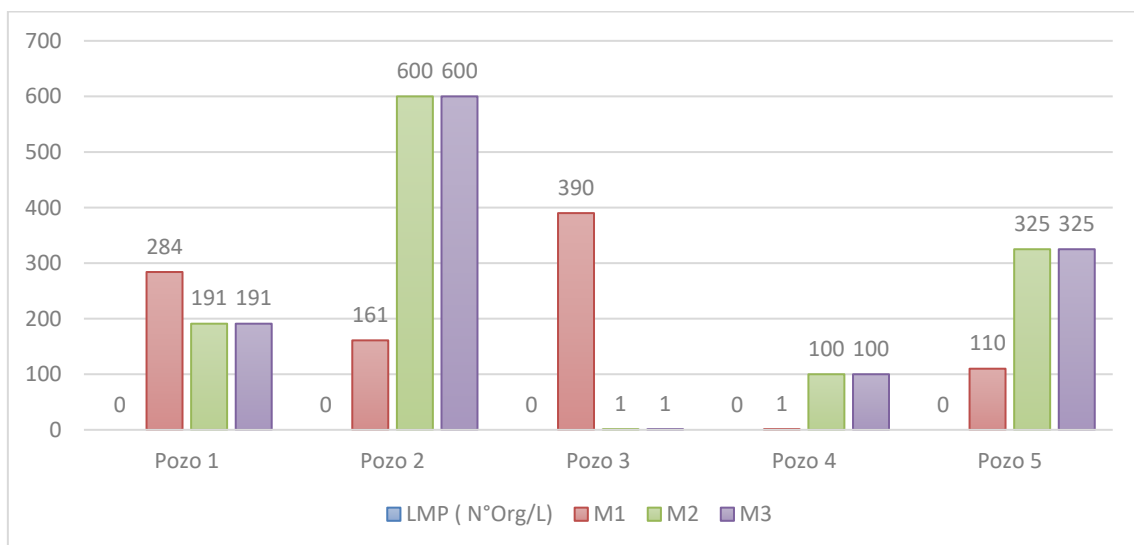
Escherichia Coli en las muestras de aguas subterráneas P1, P2, P3, P4 y P5.

Parámetro de Escherichia Coli	LCM (NMP/100mL)	M1	M2	M3
Pozo 1	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8
Pozo 2	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8
Pozo 3	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8
Pozo 4	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8
Pozo 5	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8

Según la tabla 6, Escherichia Coli en las muestras de aguas subterráneas los valores de la totalidad de las muestras se encuentran dentro de los rangos establecidos en el D.S. N°031- 2010-SA (< 1.8 NMP/100mL).

Figura 8

Organismos de vida libre en las muestras de aguas subterráneas P1, P2, P3, P4 y P5.



Según la figura 11, de los organismos de vida libre durante la primera toma de muestras el valor máximo alcanzado se obtuvo en el pozo 3 con 390 N° Org/L, seguido del pozo 1 con 284 N° Org/L y un mínimo para el pozo 4 para un valor de 1 N° Org/L. De la segunda toma de muestras, en el pozo 2 se obtuvo un valor máximo de 600 N° Org/L, seguido del pozo 5 con un valor de 325 Org/L y un valor mínimo en el pozo 3 alcanzando 1 Org/L. Así también, de la tercera toma de muestras se obtuvo un valor máximo de 600 N° Org/L para el pozo 2, seguido de 325 N° Org/L para el pozo 5 y un valor mínimo de 1 N° Org/L en el pozo 3.

Tabla 4

Parámetro de formas parasitarias	LCM (N°Org/L)	M1	M2	M3
Pozo 1	0	<1	<1	<1
Pozo 2	0	<1	<1	<1
Pozo 3	0	<1	<1	<1
Pozo 4	0	<1	<1	<1
Pozo 5	0	<1	<1	<1

Formas parasitarias en las muestras de aguas subterráneas P1, P2, P3, P4 y P5.

De las formas parasitarias en muestras de aguas subterráneas los valores en su totalidad se encuentran dentro de los rangos establecidos en el D.S. N°031- 2010-SA (0 N°Org/L).

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Según la clasificación común por el origen del recurso hídrico, estas aguas se extraen de perforaciones realizadas en el suelo hasta el nivel freático o acuífero (pozos) y que de acuerdo al tipo de sistema de abastecimiento es un sistema por bombeo con tratamiento. Los pozos de aguas subterráneas son estructuras diseñadas para extraer agua de los acuíferos subterráneos, el material predominante en el ámbito de estudio es el concreto cuyos diámetros de excavación varía de 0.35 a 1.20 metros; la profundidad mínima es de 2.40 metros y una máxima de 7.00 metros.

De acuerdo con el estudio de Hernández Bautista (2019) en su estudio hidrogeológico en Cajamarca, pudo constatar que existe mayor número de pozos perforados y excavados y no tienen registro de capacidad y tampoco parámetros hidráulicos. Aprecian que las fuentes de agua subterránea inventariadas son 43 pozos del tipo tubular y excavado con profundidades que varían entre 5m y 80 m. (Hernández Bautista, 2019)

Cabe señalar que la cota de los niveles freáticos no es estable a lo largo del tiempo, sino que está sujeta a variaciones, según las estaciones, las necesidades del suministro de agua y otros factores. En verano, debido a la evaporación por el calor intenso, el nivel tiende a descender. En épocas lluviosas, en cambio, el nivel se acercará más a la superficie. Aunque el manto freático tiende a mantenerse paralelo al nivel topográfico, en algunos puntos su profundidad no es constante, sino que fluctúa de acuerdo con las variaciones en las precipitaciones y presión atmosférica (Fibras y normas de Colombia, 2018). Los niveles freáticos observados fluctúan desde los 1.58

metros a 6.54 metros, los que podemos denominar pozos artesianos debido a que el nivel se estabiliza por debajo de la cota del terreno (Reckmann, 1997).

El control de calidad del agua, es un tema de gran relevancia en la salud pública, debido a que la inocuidad del agua abastecida en una localidad reduce la posibilidad de difusión de enfermedades, que pueden afectar al ser humano mediante su consumo, y a la vez facilita las prácticas de higiene personal y doméstica (Instituto Nacional de Salud, 2018). Respecto a la turbidez está dentro del límite máximo permitido para consumo humano de 0 a 5 NTU (Ministerio de Salud, 2010). La turbidez es una medición óptica que indica la presencia de partículas suspendidas. Se mide haciendo brillar una luz a través de la muestra y cuantificando la concentración de partículas en suspensión. Mientras más partículas se encuentren en la solución, mayor será la turbidez (Hanna, 2022).

Es necesario precisar que las aguas subterráneas no presentan turbidez en la mayoría de los acuíferos debido al efecto filtrante a través de capas superiores del suelo. Los cuales difieren a los resultados hallados por Talavera en donde la turbiedad se encuentra por encima del LMP (Talavera, 2018).

El color es, junto con la turbidez, el olor y el sabor, una de las características que nos habla de la calidad del agua y su valor encontrado en el presente se encuentra dentro del rango de 15 unidades de color verdadero (UCV) establecido en el DS N°031-2010-SA. La medición del color es importante para conocer el nivel de materia orgánica natural que hay en el agua y su presencia es un factor de riesgo de generación de subproductos nocivos de la desinfección del agua (Hanna, 2020). El color verdadero es el que depende solamente del agua y las sustancias disueltas en ella, mientras que el

color aparente incluiría también las partículas en suspensión. Estas últimas son las responsables de la turbidez del agua.

A nivel general el rango de pH establecido en el DS N°031-2010-SA es de 6.5 a 8.5. En los resultados los 5 pozos son ligeramente alcalinos resultados muy parecidos a los obtenidos por Morales cuyo promedio de pH de los tres pozos tubulares fueron de 7.12 y 7.27 respectivamente (Morales, 2022). Este parámetro se emplea como un indicador de la acidez o de la alcalinidad de una disolución, según su valor sea menor o mayor de 7. El pH debe medirse en el campo; si se mide en el laboratorio puede haber variado debido a la pérdida de dióxido de carbono del agua de la muestra, o bien a la formación de precipitados de carbonato. El pH de aguas subterráneas suele variar entre 6,5 y 8 (López et al., 2009).

Respecto al parámetro de temperatura se hace necesario indicar que la variación de las temperaturas de las aguas subterráneas varía en función del clima, del tipo de suelo, de la pendiente o de la vegetación. Sin embargo, la temperatura del agua subterránea en la zona superior del acuífero es muy poco variable y responde a la media anual de las temperaturas atmosféricas del lugar. Estas suelen mantener una temperatura muy constante en todo el año y muy similar a la temperatura ambiente, excepto en casos donde haya actividad volcánica (Roberti, 2007).

La conductividad eléctrica los resultados obtenidos para el presente estudio se encuentran en el rango del límite máximo permisible 1500 Us/cm establecido en el DS N°031-2010-SA. La conductividad se define como la capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica a través de los iones disueltos. Los iones más positivos son sodio (Na⁺), calcio (Ca⁺²), potasio (K⁺) y magnesio (Mg⁺²). Los iones más negativos son

cloruro (Cl⁻), sulfato (SO₄²⁻), carbonato, bicarbonato. Su importancia radica en que las sales y también otras sustancias afectan la calidad del agua potable o de riego e influyen en la biota acuática, esto es, cada organismo tolera una gama de valores de conductividad (Saracho, S/f).

De la dureza de aguas subterráneas, es el pozo 2, quien superó el límite máximo permisible establecidos en el DS N°031-2010-SA con un valor de 515.3 mg/L. Al respecto la Organización Mundial de la Salud determina que tanto si la dureza del agua es alta o está en valores bajos no se produce ningún efecto pernicioso para la salud de las personas. Por otro lado, para entender su origen las aguas subterráneas que atraviesan acuíferos carbonatados (calizas) son las que presentan mayor dureza y dichos acuíferos están formados por carbonatos de calcio y magnesio. De manera inversa, aquellas procedentes de acuíferos con composición eminentemente silicatada dan lugar a un agua blanda, es decir, muy bajas de sales de calcio y magnesio (Soto, 2010).

Aunque el valor de cianuro total no supera los límites máximos permisibles de 0.07 LCM/mg/L establecido en el DS N°031-2010-SA en el Perú y adoptado por recomendación de la OMS en México, Guatemala, Bolivia y Venezuela. Según el valor de 0.07 mg/l recomendado por la OMS, países como Canadá, Estados Unidos, Chile, Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador y Uruguay permite concentraciones mayores a esta que alcanzan un máximo de 0.2 mg/l. Por el contrario, Costa Rica, El Salvador, Nicaragua, República Dominicana y Panamá establecen límites inferiores que oscilan entre 0.001 y 0.05 mg/l (Truque, 2004).

Es conveniente precisar que, la presencia de cianuro connota propiedades sumamente tóxicas o letales para el ser humano y que, muchos de los cianuros en el

suelo o el agua provienen de procesos industriales. Las fuentes principales de cianuro en el agua son las descargas de algunos procesos de minado de minerales, industrias de sustancias químicas orgánicas, plantas o manufactura de hierro o acero y facilidades públicas para el tratamiento de aguas residuales. Otras fuentes de cianuro son el tubo de escape de vehículos, liberaciones desde algunas industrias químicas, la incineración de basura municipal y el uso de plaguicidas que contienen cianuro (National Technical Information Service, 2021).

El valor mínimo hallado de 12 NMP/100mL para Coliformes totales en la presente investigación nos hace señalar que se ha superado los límites máximos permisibles establecidos en el DS N° 031-2010-SA (≤ 1.8 NMP/100mL). Las guías de la OMS establecen un parámetro de 0 UFC/ml para las bacterias coliformes totales, las cuales son adoptadas por países como Canadá, USA, Costa Rica, El Salvador, Bolivia, Brasil y Uruguay. En contraste, los países que se encuentra por encima de este límite, entre ellos se encuentran Chile, Colombia y Ecuador al presentar una cantidad máxima permitida de 1 UFC/ml, y otros como México, Ecuador, Honduras, Paraguay y Nicaragua oscilan entre niveles de 2 a 4 UFC/ml (Truque, 2004).

Al respecto, la presencia de bacterias coliformes en el suministro de agua es un indicio de que el suministro de agua puede estar contaminado con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Según Castillo, esto es debido que los pozos tubulares de aguas subterráneas no son muy profundos y está directamente relacionada con la presencia de contaminantes; sin embargo, este grupo de bacterias son indicadores de patógenos el cual, es una respuesta de acción antropogénicas a través de contaminación fecal de personas y animales (Castillo, 2021).

En relación al parámetro de Coliformes termotolerantes o fecales cuatro (4) de los pozos de aguas subterráneas analizados superaron los límites máximos permisibles ≤ 1.8 NMP/100mL establecido en el DS N° 031-2010-SA. En concordancia a la cantidad de coliformes fecales recomendadas por las Guías de la OMS es de 0 UFC/ml (unidades formadoras de colonias). La mayoría de los países analizados se ajustan a este estándar y lo adoptan dentro de sus normas nacionales. El único país que se encuentra con niveles superiores a este es Guatemala, quien permite un límite máximo de coliformes fecales en el agua de 2 NMP/ml. La presencia de estos microorganismos indica la existencia de contaminación fecal de origen humano o animal, ya que las heces contienen coliformes termotolerantes que están presentes en la microbiota intestinal, siendo E. Coli la más representativa, con un 90-100 % (Larrea et al., 2013).

Idealmente, el agua para consumo humano no debe contener ningún microorganismo considerado patógeno. Para asegurarse, es importante que de manera regular se examinen las muestras para detectar indicadores de contaminación fecal. El primer indicador bacteriano que se recomienda para este propósito es el grupo de organismos coliformes en su conjunto (o grupo coliforme). Aunque considerados como grupo estos organismos no son exclusivamente de origen fecal, ellos están siempre presentes en gran número en las heces del hombre y de otros animales de sangre caliente, por lo que pueden ser detectados aun después de considerable dilución. La detección de organismos coliformes fecales (termorresistentes), en particular de E. Coli, brinda una evidencia definitiva de contaminación fecal.

Los efectos del cambio climático en las aguas subterráneas todavía no se comprenden completamente. Se espera que las variaciones en los patrones de precipitación y temperatura tengan un impacto en la recarga y disponibilidad de agua subterránea, pero

las proyecciones exactas pueden ser inciertas. Así también, la sobreexplotación de acuíferos puede tener impactos a largo plazo en la disponibilidad de agua y los ecosistemas circundantes. Determinar cuándo y cómo estos impactos se manifestarán plenamente es un desafío importante.

De los hallazgos podemos resaltar que una de las implicancias prácticas encontradas en el presente estudio al momento de monitorear la calidad de agua de los pozos es la baja sensibilización que tiene el usuario respecto al problema. El usuario consume el recurso hídrico sin adoptar ningún sistema de tratamiento, por lo que de seguir estos comportamientos pueden incrementar el número de enfermedades diarreicas, los que luego se traducen en gastos considerables para el Estado.

Existe un problema práctico: el desinterés del usuario para hacer controles o análisis del agua para verificar si el agua que utilizan es apta para consumo humano; considerándola como una práctica costosa e indebida. Si se comprueba que estas aguas de pozos subterráneos no resultan aptas para consumo humano, permitirán al sistema de salud enfocar sus actividades hacia la promoción y prevención de la salud; de tal manera que los comportamientos de los que utilicen estas aguas resulten seguros para la salud y garanticen un bienestar que se renueve permanentemente.

Existe un problema teórico y es el vacío de conocimiento en relación a la calidad de las aguas subterráneas de la urbanización Alzamora Miranda de Cajamarca y el tratamiento que le da el usuario para ser aptas para consumo. Esta investigación, posee implicancias de riesgos para la salud humana, es por ello que en esta investigación se estudiaron los contaminantes presentes en las muestras, como agentes patógenos y contaminantes

emergentes y se analiza los problemas asociados a su consumo. Cabe resaltar, que hace falta asegurar la desinfección de coliformes y bacterias para asegurar su consumo.

Como implicancia metodológica en términos de cómo se monitorea, evalúa y gestiona este recurso, surge el monitoreo continuo. Dado que la calidad del agua subterránea puede cambiar con el tiempo debido a factores como la estacionalidad, la variabilidad climática y las actividades humanas, es fundamental establecer programas de monitoreo continuo; esto con el fin de comprender las tendencias y las fluctuaciones en la calidad del agua. Cuando se utiliza agua subterránea en proyectos de construcción, agricultura o industria, es necesario llevar a cabo evaluaciones de impacto ambiental. Esto implica el uso de metodologías para evaluar cómo la extracción de agua subterránea puede afectar a los ecosistemas acuáticos, la vegetación y la biodiversidad.

Por otro lado, partiendo de la educación y conciencia pública; es fundamental fomentar la conciencia pública sobre la importancia de conservar y utilizar el agua subterránea de manera responsable. Esto implica desarrollar metodologías de comunicación y educación para informar a la población sobre los riesgos de la sobreexplotación y la contaminación del agua subterránea.

CONCLUSIONES

- Los pozos de aguas subterráneas de la urbanización Alzamora Miranda son de forma circular, de material de concreto cuyos diámetros varían de 0.35 a 1.20 metros; tienen una profundidad mínima de 2.40 metros y una máxima de 7.00 metros y presentan una profundidad mínima del nivel freático de 1.58 metros y una profundidad máxima de nivel freático de 6.54 metros. Así mismo presentan un volumen máximo de agua de 4.30 m³ y un valor mínimo de 0.15 m³.
- Los resultados de los análisis físicos del agua subterránea de los pozos de la urbanización Alzamora Miranda mostraron que la turbidez osciló entre 0,15 y 0,52 unidades nefelométricas de turbidez (UNT); la temperatura del agua varió entre 19,2 y 20,8 °C, con un promedio de 20,0 °C; el color del agua fue verdadero, lo que significa que no se detectó la presencia de sustancias que pudieran alterar su color natural. Los resultados de los análisis químicos mostraron que la conductividad eléctrica osciló entre 832 y 1052 µS/cm; la dureza del agua varió entre 402,1 y 515,3mg/L; los niveles de Cianuro fueron inferiores a 0,07 LCM/mg/L; el pH del agua estuvo entre 6,95 y 7,77. Referente a los análisis Microbiológicos, las coliformes totales alcanzó un valor máximo de 84 NMP/100mL y un mínimo 12 NMP/100mL, *Coliformes termotolerantes* alcanzó un valor máximo de 19 NMP/100mL y un valor mínimo de menor a 1.8 NMP/100mL, *Escherichia Coli* en las muestras de aguas subterráneas los valores menores a 1.8 NMP/100mL, *Organismos de vida libre* máximo alcanzado con 600 N° Org/L y valor mínimo de 1 Org/L y *Formas parasitarias alcanzaron cero*

- Se realizaron tres monitores en un año, dos en épocas de verano (02 y 31 de mayo) y una en época de invierno (29 de setiembre). El monitoreo se realizó en cinco pozos subterráneos.
- Al comparar los resultados obtenidos con respecto a la dureza en la segunda y tercera toma de muestra superan los valores establecidos en el DS N°031-2010-SA con un valor de 515.30 mg/L; Coliformes totales con un valor máximo de 84 NMP/100mL, Coliformes termotolerantes alcanzo un valor máximo de 19 NMP/100mL, Organismos de vida libre un valor máximo de 600 N° Org/L, superando los valores establecidos en el DS N°031-2010-SA.
- Referente al diagnóstico, las aguas subterráneas corresponden a la categoría Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación, Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.
- Finalmente, se cumple la hipótesis y se llega a afirmar que según el análisis, diagnóstico y monitoreo de aguas subterráneas en la Urb. Alzamora Miranda – Cajamarca, estas no son aptas para consumo humano.

RECOMENDACIONES

A los propietarios. Utilizar Cloro para asegurar la desinfección de coliformes y bacterias contenidas en el agua. Se recomienda utilizar el agua subterránea en fines distintos al consumo humano como uso agrícola, jardinería o limpieza a fin de evitar posibles enfermedades diarreicas agudas en la población.

A la Universidad Privada del Norte. Promover la investigación en el tratamiento de agua subterráneas con fin de obtener un mejor aprovechamiento del agua con fines de consumo humano. Promover posibles líneas de estudios impulsando los sondeos eléctricos verticales por todo el valle de la Urbanización Alzamora Miranda para lograr definir los límites del acuífero.

REFERENCIAS

- ADERASA. (2016). *Perú es pionero en América Latina en protección de aguas subterráneas*. <https://www.aderasa.org/boletin-marzo/peru-es-pionero-en-america-latina-en-proteccion-de-aguas-subterraneas/>
- Briceño, K., Irigoín, C., Julón, R., Silva, H., Vásquez, L., & Yupanqui, A. (2019). *Análisis de aguas subterráneas en Cajamarca*. Pdfcoffee.Com. <https://pdfcoffee.com/analisis-de-aguas-subterraneas-en-cajamarca-pdf-free.html>
- Cardoso, D., & Ramirez, J. (2021). *Propuesta de un sistema de potabilización de aguas subterráneas, caso de estudio pozo finca el arbolito-ubicado en la vereda caimanera en el municipio de el Espinal-Tolima teniendo en cuenta la caracterización física, química y microbiológica*. Universidad Piloto de Colombia. <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/10116/PROYE%20CTO%20DE%20GRADO%20FINAL%20D-J%202021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castillo, S. E. (2021). *Determinación de metales pesados en el agua subterránea para uso en actividades productivas, en la zona baja de la provincia, El Oro*. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/16202>
- Chertock, M. (2021). *Día Mundial del Agua*. World Resources Institute. <https://www.wri.org/events/2021/03/world-water-day>
- Fibras y normas de Colombia. (2018). Nivel freático y nivel piezométrico: Definición. *Términos y definiciones*. <https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/nivel-freatico-y-nivel-piezometrico/>

Fuentes, J. L. (1992). *Aguas subterráneas*.

https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1992_01.pdf

Fulton, A., Toccoy, D., & Staton, K. (2002). *Monitoreo del nivel del agua subterránea: ¿Qué es? ¿Cómo se hace? ¿Por que hacerlo?*

<https://www.countyofcolusa.org/DocumentCenter/View/4260/Series1Article4-GroundwaterLevelMonitoring?bidId=>

Garriga, C. (2017). *India se seca por dentro*. We Are Water.

https://www.wearewater.org/es/india-se-seca-por-dentro_288691

Hanna. (2020). *Color del agua, parámetro indicador de calidad*.

<https://higieneambiental.com/aire-agua-y-legionella/color-del-agua-parametro-indicador-de-calidad>

Hanna. (2022). *La guía completa para la medición de turbidez en el agua » HANNA® instruments Ecuador. HANNA® instruments Ecuador*.
<https://hannainst.ec/blog/analisis-de-agua-boletines/la-guia-completa-para-la-medicion-de-turbidez-en-el-agua/>

Hernández Bautista, D. (2019). *Estimación del potencial hídrico subterráneo del valle de Cajamarca—Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca.

https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3486/T016_DNI_T.pdf?sequence=1

Hernández, R., Baptista, P., & Fernández, C. (2014). *Metodología de la investigación*.

Mc Graw Hill. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Methodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). Mc Graw Hill education. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Hofste, R. W., Reig, P., & Schleifer, L. (2019). *17 Countries, Home to One-Quarter of the World's Population, Face Extremely High Water Stress*. <https://www.wri.org/insights/17-countries-home-one-quarter-worlds-population-face-extremely-high-water-stress>
- Instituto Nacional de Salud. (2018). *Unidad temática N°3: Vigilancia y control de la calidad del agua*. <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4516.pdf>
- Khatri, N., Tyagi, S., Rawtani, D., Tharmavaram, M., & Kamboj, R. D. (2020). Análisis y evaluación de la calidad del agua subterránea en Satlasana Taluka, distrito de Mehsana, Gujarat, India mediante la aplicación de índices de calidad del agua. *Groundwater for Sustainable Development*, 10, 100321. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2019.100321>
- La Fundación Agua Subterránea. (2022). *¿Qué Es El Agua Subterránea?* The Groundwater Foundation. <https://groundwater.org/what-is-groundwater/>
- Larrea, J. A., Rojas, M. M., Romeu, B., Rojas, N. M., & Heydrich, M. (2013). *Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: Revisión de la literatura*. Revista CENIC Ciencias Biológicas. <https://www.redalyc.org/pdf/1812/181229302004.pdf>
- López, J. A., Fornés, J. M., Ramos, G., & Villarroya, F. (2009). *Las aguas subterráneas. Un recurso natural del subsuelo*. Instituto Geológico y Minero de España. http://observatoriagua.uib.es/repositori/asoc_aguas_botin.pdf

Ministerio de Salud. (2010). *Reglamento de la calidad de agua para consumo humano*.

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

Molina, L. Y. (2018). *Propuesta de uso del agua subterránea del distrito de Uraca-*

Corire para el consumo humano mediante la identificación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Universidad Nacional de San Agustín.

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5750/QUmoguly.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Morales, W. (2022). *Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua subterránea*

utilizada para el consumo humano en el caserío Pata Pata centro poblado Pariamarca – Cajamarca—2020. Universidad Nacional de Cajamarca.

<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/4885/Tesis%20Water%20Morales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

National Technical Information Service. (2021). *Resumen de Salud Pública: Cianuro*

(Cyanide) | PHS | ATSDR. https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs8.html

Neno, K. (2021, septiembre 20). *Es urgente realizar una evaluación de las aguas*

subterráneas en América Latina [Text]. iAguá; iAguá.

<https://www.iagua.es/noticias/caf/neno-kukuric-es-urgente-realizar-evaluacion-aguas-subterraneas-america-latina>

Ordoñez, J. J. (2011). *Aguas Subterráneas—Acuíferos*. Foro peruano para el agua.

https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/aguas_subterraneas.pdf

Organismo Internacional de Energía Atómica. (2018). *Aguas subterráneas* [Text].

IAEA. <https://www.iaea.org/es/temas/aguas->

Thelma, G. (2022). *Día Mundial del Agua: La urgencia de proteger las aguas subterráneas en Latinoamérica.* Noticias ambientales.

<https://es.mongabay.com/2022/03/dia-mundial-del-agua-la-urgencia-de-proteger-las-aguas-subterraneas-en-latinoamerica/>

Truque, P. (2004). *Armonización de los estándares de agua potable en las Américas.*

<https://www.oas.org/dsd/publications/classifications/Armoniz.EstandaresAguaPotable.pdf>

Vargas, Z. R. (2009). *La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica.* <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>

ANEXOS

ANEXO I. CONSTANCIA DE REVISIÓN DEL PROYECTO DE TESIS

La docente asesora KELY ELIZABETH NUÑEZ VASQUEZ, de la Universidad Privada del Norte, de la Facultad de Ingeniería, carrera profesional de Ingeniería Civil, ha realizado el seguimiento en el desarrollo del Proyecto de Investigación del estudiante:

- SIXTO BARTOLOME CARRANZA AGUILAR


Por cuanto considera que los dos primeros capítulos (Introducción y Metodología) de la Tesis titulado “ANÁLISIS, DIAGNÓSTICO Y MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA URBANIZACIÓN ALZAMORA MIRANDA DE CAJAMARCA 2023”, reúne las condiciones adecuadas para continuar con los siguientes capítulos, previo levantamiento de las observaciones indicadas al/los estudiantes/s, las mismas que son (Marcar con un check según corresponda):

Algunos aspectos de forma	
Algunos aspectos de fondo	
Algunos aspectos de fondo y forma	
Aplicar APA 7ma edición	

Por lo que, AUTORIZO la presentación de los dos primeros capítulos de la Tesis a al/los interesados/s/as, recomendando levantar sus observaciones previo al inicio del curso de Taller de Tesis 2.

Mg. Ing. KELY ELIZABETH NUÑEZ VASQUEZ
Asesor

ANEXO II. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

 <p>UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	<p>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS N° _____</p> <p>DIRECCIÓN : _____</p> <p>FECHA DE INSPECCIÓN : _____</p> <p>FECHAS DE MUESTREO : _____</p> <p>URBANIZACIÓN : _____</p> <p>PROPIETARIO : _____</p> <p>RESPONSABLE : _____</p>	<p>“ANÁLISIS, DIAGNÓSTICO Y MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN CAJAMARCA 2023”</p>												
INSPECCIÓN DE POZO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS														
<p>FOTOGRAFIA</p>	<p>1. UBICACIÓN:</p> <p>a. Coordinadas:</p> <p>Este: _____</p> <p>Norte: _____</p> <p>Cota: _____</p> <p>b. Referencia:</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>2. CARACTERÍSTICAS DEL POZO</p> <p>a. Diámetro: _____ metros</p> <p>b. Profundidad: _____ metros</p> <p>c. Nivel del Agua (metros)</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th>Día 2</th> <th>Día 9</th> <th>Día 16</th> <th>Día 23</th> <th>Día 30</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> <p>d. Geometría:</p> <p>a). Circular () b). Rectangular ()</p> <p>d. Material de paredes:</p> <p>a). Tierra () c). Ladrillo ()</p> <p>b). Concreto () d). Piedra ()</p>		Día 2	Día 9	Día 16	Día 23	Día 30							
Día 2	Día 9	Día 16	Día 23	Día 30										
<p>3. ANÁLISIS FÍSICO:</p> <p>a. Apariencia:</p> <p>Acceptable () Inaceptable ()</p> <p>b. Olor:</p> <p>Acceptable () Inaceptable ()</p> <p>c. Sabor del agua:</p> <p>Acceptable () Inaceptable ()</p> <p>d. Temperatura (°C):</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th>M1</th> <th>M2</th> <th>M3</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> <p><small>*M1,M2,M3 corresponde al Nro. de muestreos</small></p>	M1	M2	M3				<p>4. ANÁLISIS QUÍMICO:</p> <p>a. pH:</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th>M1</th> <th>M2</th> <th>M3</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> <p><small>*M1,M2,M3 corresponde al Nro. de muestreos</small></p> <p>5. UTILIZACIÓN:</p> <p>a. Uso del Agua:</p> <p>a). Consumo humano () b). Animales ()</p> <p>c). Riego () d). Uso doméstico ()</p>		M1	M2	M3			
M1	M2	M3												
M1	M2	M3												
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> <p>_____</p> <p>Jose Dario Alvarran Rios DNI : 41620441 Propietario</p> </td> <td style="width: 50%; border: none;"> <p>_____</p> <p>Bach. Ing. Sixto Bartolomé Carranza Aguilar Tesista</p> </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="border: none; text-align: center;"> <p>_____</p> <p>Mg. Ing. Kely Elizabeth Nuñez Vásquez Asesor</p> </td> </tr> </table>			<p>_____</p> <p>Jose Dario Alvarran Rios DNI : 41620441 Propietario</p>	<p>_____</p> <p>Bach. Ing. Sixto Bartolomé Carranza Aguilar Tesista</p>	<p>_____</p> <p>Mg. Ing. Kely Elizabeth Nuñez Vásquez Asesor</p>									
<p>_____</p> <p>Jose Dario Alvarran Rios DNI : 41620441 Propietario</p>	<p>_____</p> <p>Bach. Ing. Sixto Bartolomé Carranza Aguilar Tesista</p>													
<p>_____</p> <p>Mg. Ing. Kely Elizabeth Nuñez Vásquez Asesor</p>														

ANEXO III. FORMATO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO



Facultad de Ingeniería Carrera de Ingeniería Civil

FORMATO DE VALIDEZ
BASADA EN EL CONTENIDO

N°:.....

TESIS: ANÁLISIS,
DIAGNÓSTICO Y
MONITOREO DE
AGUAS
SUBTERRÁNEAS EN
LA URBANIZACIÓN
ALZAMORA
MIRANDA DE
CAJAMARCA 2023

Estimado (a) experto (a):

Reciba mis más cordiales saludos, el motivo de este documento es para informarle que estoy realizando la validez basada en el contenido de un instrumento destinado a medir “**ANÁLISIS, DIAGNÓSTICO Y MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA URBANIZACIÓN ALZAMORA MIRANDA DE CAJAMARCA 2023**”. En este sentido, solicito pueda evaluar la ficha de recolección de datos.

El instrumento en 7 criterios: pertinencia, claridad, vigencia, objetividad, estrategia, consistencia y estructura. Su sinceridad y participación voluntaria me permitirá identificar posibles fallas en la escala.

Antes es necesario completar algunos datos generales:

I. DATOS GENERALES (Llenar datos requeridos):

- 1.1. Experto:
- 1.2. Especialidad:
- 1.3. Cargo actual:
- 1.4. Grado académico:
- 1.5. Institución:
- 1.6. Tipo de instrumento:
- 1.7. Lugar y fecha:

II. INDICACIONES

2.1. En anexo se dispone de la Ficha de recolección de datos: **ANÁLISIS, DIAGNÓSTICO Y MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA URBANIZACIÓN ALZAMORA MIRANDA DE CAJAMARCA 2023** con sus 5 ítems. El instrumento está dirigido a la recolección de datos durante la inspección de pozos de aguas subterráneas los cuales serán sometidas a evaluación para su validez.

2.2. Dimensiones del instrumento:

1. Ubicación
2. Características del pozo
3. Análisis Físico
4. Análisis químico

5. Utilización

2.3. La evaluación que debe hacer consiste en asignar un valor a cada ítem según la siguiente escala. (Escala de Likert.)

0: Deficiente.

1: Regular.

2: Bien.

3: Muy bien.

4: Excelente.

III. CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- a. **Pertinencia.** Recoge la información de acuerdo al objeto y objetivos de investigación. Su calificación varía de 0 a 4.
- b. **Claridad.** Lenguaje apropiado y específico en una escala que varía de 0 a 4.
- c. **Vigencia.** Adecuado al momento en que se aplica el instrumento, se determinará con una calificación que varía de 0 a 4.
- d. **Objetividad.** Hace referencia si es posible su verificación y se determinará con una calificación que varía de 0 a 4.
- e. **Estrategia.** El método y técnica de recolección responde al propósito del estudio en una escala que varía de 0 a 4.
- f. **Consistencia.** Descompone adecuadamente al objeto de investigación. Su calificación varía de 0 a 4.
- g. **Estructura.** La coherencia en el orden y agrupación de los ítems, se determinará con una calificación que varía de 0 a 4.

Tabla 5. Validación de la ficha de recolección de datos para la Inspección de aguas subterráneas

ITEMS		PERTINENCIA					CLARIDAD					VIGENCIA					OBJETIVIDAD					ESTRATEGIA					CONSISTENCIA					ESTRUCTURA						
		0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4		
1	Ubicación																																					
a.	Coordenadas: Este:..... Norte: Cota:																																					
b.	Lugar de referencia:																																					
2	Características del pozo																																					
a.	Diámetro:m																																					
b.	Profundidad:m																																					
c.	Nivel de agua:.....m																																					
d.	Material de paredes: – Tierra () – Concreto () – Ladrillo () – Piedra ()																																					
3	Análisis físico																																					
a.	Apariencia – Aceptable () – Inaceptable ()																																					
b.	Olor – Aceptable () – Inaceptable ()																																					
c.	Sabor del agua – Aceptable () – Inaceptable ()																																					
d.	Temperatura:°C																																					
4	Análisis químico																																					
a.	pH:																																					
5	Utilización																																					
a.	Uso del agua: – Consumo humano() – Animales () – Riego () – Uso doméstico ()																																					

SUGERENCIA:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Firma y sello

4.1. Matriz de consistencia

Pregunta	Objetivo	Hipótesis	Variables
PG. ¿Cómo es el análisis, diagnóstico y monitoreo de aguas subterráneas en la urb. Zamora Miranda, Cajamarca 2023?	OG. Determinar el análisis, diagnóstico y monitoreo de aguas subterráneas en la urb. Zamora Miranda, Cajamarca 2023.	HG. Las aguas subterráneas en la Urb. Zamora no son aptas para consumo humano según análisis, diagnóstico y monitoreo realizado, Cajamarca 2023	– VI. Agua subterránea – VD. Características microbiológicas, parasitológicos y organolépticos

4.2. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM
VD. Características microbiológicas, parasitológicos y organolépticos	Se refieren a la presencia y cantidad de microorganismos en el agua, como bacterias, virus, hongos y parásitos. Las características organolépticas se refieren a las propiedades sensoriales del agua.	La variable calidad de las aguas subterráneas se determinará mediante parámetros físicos del agua	Microbiológicos y parasitológicos	Bacterias coliformes totales 0 UFC/100 mL a 35°C E. Coli 0 UFC/100 mL a 44.5°C Bacterias Coliformes Termotolerantes o fecales 0 UFC/100 mL a 44.5°C	-
			Parámetros de calidad organoléptica	Olor aceptable Sabor aceptable Color 15 UCV escala Pt/Co Turbiedad 5 UNT pH 6.5 a 8.5	
VI. Aguas subterráneas	Las aguas subterráneas son aquellas que se encuentran debajo de la superficie terrestre, en los espacios porosos y fracturados del subsuelo.	Se obtiene luego del muestreo con equipos y materiales limpios y desinfectados	Agua de pozo	Agua obtenida de pozo subterráneo en vivienda de la urb. Zamora Miranda	-

ANEXO III: Resultados del laboratorio Regional del agua.

INFORME DE ENSAYO N° IE 05230257

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **SIXTO BARTOLOMÉ CARRANZA AGUILAR**
Dirección -
Persona de contacto - Correo electrónico **sixtob_18@hotmail.com**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **02.05.23** Hora de Muestreo **11:00**
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° -
Procedimiento de Muestreo -
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de puntos de muestreo **05**
Ensayos solicitados **Fisicoquímicos- Microbiológicos**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación**
Referencia de la Muestra: **ANÁLISIS, DIAGNÓSTICO Y MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN CAJAMARCA**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-403** Cadena de Custodia **CC - 257 - 23**
Fecha y Hora de Recepción **02.05.23 12:30** Inicio de Ensayo **02.05.23 12:45**
Reporte Resultado **11.05.23 16:00**



Edder Miguel Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Cajamarca, 11 de mayo de 2023

INFORME DE ENSAYO N° IE 05230257

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código de la Muestra			Pozo N° 1	Pozo N° 2	Pozo N° 3	Pozo N° 4	Pozo N° 5	-
Código Laboratorio			05230257 01	05230257 02	05230257 03	05230257 04	05230257 06	-
Matriz			Natural	Natural	Natural	Natural	Natural	-
Descripción			Subterránea	Subterránea	Subterránea	Subterránea	Subterránea	-
Localización de la Muestra			Urb. Alzamora Miranda	Urb. Alzamora Miranda	Urb. Alzamora Miranda	Urb. Alzamora Miranda	Urb. Alzamora Miranda	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Turbidez	NTU	0.0900	0.52	0.44	0.31	0.40	0.48	-
pH a 25°C	pH	NA	7.62	7.42	7.77	7.30	7.50	-
Conductividad a 25°C	µS/cm	NA	890	832	851	873	860	-
Color Verdadero	UC	4.0000	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-
Dureza Total	mg/L	1.0400	432.0	402.1	417.6	420.2	429.1	-
Cianuro Total	mg/L	0.0020	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-
(*) Temperatura (T°)	°C	N.A.	20.3	20.8	19.6	20.1	20.5	-

Legenda: LCM: Limite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/ 100mL	1.8	33	34	84	15	21	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	12	8	19	<1.8	10.0	-
Escherichia coli	NMP/ 100mL	1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	-
(*) Organismos de Vida Libre	N° Org/L	1.0	284	161	390	<1	110	-
(*) Formas Parasitarias	N° Ora/L	1.0	<1	<1	<1	<1	<1	-

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra, VE: valor estimado



LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Cajamarca, 11 de mayo de 2023

INFORME DE ENSAYO N° IE 05230257

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 4500-H+ B. 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method.
Conductividad a 25°C	uS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2510. B. 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C. 23rd Ed. 2017. Color. Spectrophotometric Single Wavelength Method (Proposed)
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A,C. 23rd Ed. 2017. Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C. 23rd Ed. 2017. Hardness EDTA Titrimetric Method
Cianuro Total	mg/L	ASTM D7511-12.2012 Standard Test Method for Total Cyanide by Segmented Flow Injection Analysis. In-Line Ultraviolet Digestion and Amperometric Detection.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B. 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5 Day BOD Test
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 23rd Ed. 2017. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.
Escherichia coli	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E,G2. 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures.
Organismos de Vida Libre	N° Org/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C.1, F.2. a, c.1. 23rd Ed.2017 / SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 G. 23rd Ed.2017. Plankton. Concentration Techniques. Phytoplankton Counting Techniques / Plankton. Zooplankton. Counting Techniques.
Formas Parasitarias	N° Org/L	Concentración por centrifugación - Filtración Método de Faust. Evaluación de riesgos para la salud por el uso de aguas residuales en agricultura. Manual de metodologías para el análisis microbiológico de aguas residuales y productos agrícolas. OPS/CEPIS. Margarita Aurazo. Lima, Perú, 1993.

NOTAS FINALES



- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA
- (**) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método que se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
 - ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
 - ✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
 - ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
 - ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 11 de mayo de 2023

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

INFORME DE ENSAYO N° IE 05230351

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **SIXTO BARTOLOMÉ CARRANZA AGUILAR**
Dirección -
Persona de contacto - Correo electrónico **sixtob_18@hotmail.com**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **31.05.23** Hora de Muestreo **11:15**
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° -
Procedimiento de Muestreo -
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de puntos de muestreo **05**
Ensayos solicitados **Fisicoquímicos- Microbiológicos**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación**
Referencia de la Muestra: **ANÁLISIS, DIAGNÓSTICO Y MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN CAJAMARCA**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-403** Cadena de Custodia **CC - 351 - 23**
Fecha y Hora de Recepción **31.05.23 12:15** Inicio de Ensayo **31.05.23 12:30**
Reporte Resultado **12.06.23 16:30**



Edder Miguel Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA
Cajamarca, 12 de junio de 2023

INFORME DE ENSAYO N° IE 05230351

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código de la Muestra			Pozo N° 6	Pozo N° 7	Pozo N° 8	Pozo N° 9	Pozo N° 10	-
Código Laboratorio			05230351-01	05230351-02	05230351-03	05230351-04	05230351-05	-
Matriz			Natural	Natural	Natural	Natural	Natural	-
Descripción			Subterránea	Subterránea	Subterránea	Subterránea	Subterránea	-
Localización de la Muestra			Urb. Alzamora Miranda	Urb. Alzamora Miranda	Urb. Alzamora Miranda	Urb. Alzamora Miranda	Urb. Alzamora Miranda	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Turbidez	NTU	0.0900	0.15	0.22	0.30	0.28	0.48	-
pH a 25°C	pH	NA	6.95	7.25	7.54	7.32	7.44	-
Conductividad a 25°C	µS/cm	NA	984	1052	872	906	857.0	-
Color Verdadero	UC	4.0000	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-
Dureza Total	mg/L	1.0400	485.2	515.3	462.1	472.3	459.3	-
Cianuro Total	mg/L	0.0020	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-
(*) Temperatura (T°)	°C	NA	19.8	19.2	20.4	20.2	19.70	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.8	15	38	20	12	44	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	<1.8	9	12	<1.8	16.0	-
Escherichia coli	NMP/100mL	1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	-
(*) Organismos de Vida Libre	N° Org/L	1.0	191	600	<1	100	325	-
(*) Formas Parasitarias	N° Org/L	1.0	<1	<1	<1	<1	<1	-

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE: valor estimado



LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Cajamarca, 12 de junio de 2023

INFORME DE ENSAYO N° IE 05230351

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH value: Electrometric Method
Conductividad a 25°C	uS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510. B, 23rd Ed. 2017. Conductivity: Laboratory Method
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017. Color: Spectrophotometric Single Wavelength Method (Proposed)
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A.C, 23rd Ed. 2017. Solids: Total Dissolved Solids Dried at 180°C
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed. 2017: Hardness EDTA Titrimetric Method
Cianuro Total	mg/L	ASTM D7511-12 2012 Standard Test Method for Total Cyanide by Segmented Flow Injection Analysis, In-Line Ultraviolet Digestion and Amperometric Detection.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C, 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E, 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure
Escherichia coli	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E,G2, 23rd Ed. 2017: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures.
Organismos de Vida Libre	N° Org/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C.1, F.2, a, c.1, 23rd Ed 2017 / SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 G, 23rd Ed.2017. Plankton: Concentration Techniques. Phytoplankton Counting Techniques / Plankton: Zooplankton Counting Techniques
Formas Parasitarias	N° Org/L	Concentración por centrifugación - Flotación: Método de Faust. Evaluación de riesgos para la salud por el uso de aguas residuales en agricultura. Manual de metodologías para el análisis microbiológico de aguas residuales y productos agrícolas. OPS/CEPIS. Margarita Aurazo. Lima, Perú. 1993.

NOTAS FINALES

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

(**) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método de ensayo que se encuentra dentro del alcance de acreditación.

✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.

✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.

✓ Las muestras sobre las que se realizaron los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.

✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 12 de junio de 2023



LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

INFORME DE ENSAYO N°

IE 05230390

DATOS DEL CLIENTE

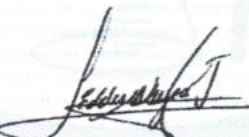
Razon Social/Nombre SIXTO BARTOLOMÉ CARRANZA AGUILAR
Dirección -
Persona de contacto - Correo electrónico sixtob_18@hotmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo 29.09.23 Hora de Muestreo 11:30
Responsable de la toma de muestra Cliente Plan de muestreo N° -
Procedimiento de Muestreo -
Tipo de Muestreo Puntual
Número de puntos de muestreo 05
Ensayos solicitados Físicoquímicos- Microbiológicos
Breve descripción del estado de la muestra Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación
Referencia de la Muestra: ANÁLISIS, DIAGNOSTICO Y MONITOREO DE AGUAS SUBTERRANEAS EN CAJAMARCA

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato SC-403 Cadena de Custodia CC - 390 - 23
Fecha y Hora de Recepción 02.10.23 12:30 Inicio de Ensayo 02.10.23 12:45
Reporte Resultado 05.10.23 16:00



Edder Miguel Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

Cajamarca, 05 de octubre de 2023

INFORME DE ENSAYO N°

IE 05230390

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código de la Muestra			Pozo N° 1	Pozo N° 2	Pozo N° 3	Pozo N° 4	Pozo N° 5	-
Código Laboratorio			05230257-01	05230257-02	05230257-03	05230257-04	05230257-05	-
Matriz			Natural	Natural	Natural	Natural	Natural	-
Descripción			Subterránea	Subterránea	Subterránea	Subterránea	Subterránea	-
Localización de la Muestra			Urb. Alzamora Miranda	Urb. Alzamora Miranda	Urb. Alzamora Miranda	Urb. Alzamora Miranda	Urb. Alzamora Miranda	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Turbidez	NTU	0.0900	0.52	0.54	0.45	0.45	0.50	-
pH a 25°C	pH	NA	7.50	7.42	7.77	7.48	7.50	-
Conductividad a 25°C	uS/cm	NA	890	840	851	873	860	-
Color Verdadero	UC	4.0000	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-
Dureza Total	mg/L	1.0400	432.0	402.7	417.6	420.8	429.4	-
Cianuro Total	mg/L	0.0020	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-
(*) Temperatura (T°)	°C	N.A.	20.1	20.8	19.3	20.1	20.8	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.8	36	40	84	15	22	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	12	10	19	<1.8	10.0	-
Escherichia coli	NMP/100mL	1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	-
(*) Organismos de Vida Libre	N° Org/L	1.0	284	163	390	<1	115	-
(*) Formas Parasitarias	N° Org/L	1.0	<1	<1	<1	<1	<1	-

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE: valor estimado



Cajamarca, 05 de octubre de 2023

INFORME DE ENSAYO N° IE 05230390

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 4500-H+.B. 23rd Ed. 2017 pH Value: Electrometric Method.
Conductividad a 25°C	uS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2510. B. 23rd Ed. 2017 Conductivity. Laboratory Method
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2540 C. 23rd Ed. 2017: Color. Spectrophotometric Single Wavelength Method (Proposed)
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2540 A.C. 23rd Ed. 2017: Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2340 C. 23rd Ed. 2017: Hardness EDTA Titrimetric Method
Cianuro Total	mg/L	ASTM D7511-12.2012. Standard Test Method for Total Cyanide by Segmented Flow Injection Analysis, In-Line Ultraviolet Digestion and Amperometric Detection.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 5210 B. 23rd Ed. 2017: Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 Day BOD Test
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 9221 A,B,C. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 9221 A,B,C. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.
Escherichia coli	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 9221 A,B,C,E,G ₂ . 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures.
Organismos de Vida Libre	N° Org/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 10200 C.1,F.2 a, c.1. 23rd Ed. 2017 / SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 10200 G. 23rd Ed. 2017. Plankton. Concentration Techniques. Phytoplankton Counting Techniques / Plankton. Zooplankton. Counting Techniques.
Formas Parasitarias	N° Org/L	Concentración por centrifugación - Flotación: Método de Faust. Evaluación de riesgos para la salud por el uso de aguas residuales en agricultura. Manual de metodologías para el análisis microbiológico de aguas residuales y productos agrícolas. OPS/CEPIS. Margarita Aurazo. Lima, Perú. 1993.

NOTAS FINALES

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

(*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método de ensayo. Los resultados se encuentran dentro del alcance de acreditación.

✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.

✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.

✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminados salvo pedido expreso del cliente.

✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha: 03/07/2020

Cajamarca, 05 de octubre de 2023



ANEXO IV:

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. 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 /100 ml

Fuente: (Ministerio de Salud, 2010)

ANEXO V

 LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD
 ORGANOLÉPTICA

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

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: (Ministerio de Salud, 2010)

ANEXO VI

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS QUÍMICOS
INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg CN ⁻ L ⁻¹	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg F ⁻ L ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13. Niquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50,00
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015
Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Trihalometanos totales (nota 3)		1,00
2. Hidrocarburo disuelto o emulsionado; aceite mineral	mgL ⁻¹	0,01
3. Aceites y grasas	mgL ⁻¹	0,5
4. Alacloro	mgL ⁻¹	0,020
5. Aldicarb	mgL ⁻¹	0,010
6. Aldrín y dieldrín	mgL ⁻¹	0,00003
7. Benceno	mgL ⁻¹	0,010
8. Clordano (total de isómeros)	mgL ⁻¹	0,0002
9. DDT (total de isómeros)	mgL ⁻¹	0,001
10. Endrín	mgL ⁻¹	0,0006
11. Gamma HCH (lindano)	mgL ⁻¹	0,002
12. Hexaclorobenceno	mgL ⁻¹	0,001
13. Heptacloro y heptacloroepóxido	mgL ⁻¹	0,00003
14. Metoxicloro	mgL ⁻¹	0,020
15. Pentaclorofenol	mgL ⁻¹	0,009
16. 2,4-D	mgL ⁻¹	0,030
17. Acrilamida	mgL ⁻¹	0,0005
18. Epiclorhidrina	mgL ⁻¹	0,0004
19. Cloruro de vinilo	mgL ⁻¹	0,0003
20. Benzopireno	mgL ⁻¹	0,0007
21. 1,2-dicloroetano	mgL ⁻¹	0,03
22. Tetracloroetano	mgL ⁻¹	0,04

Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
23. Monocloramina	mgL ⁻¹	3
24. Tricloroetano	mgL ⁻¹	0,07
25. Tetracloruro de carbono	mgL ⁻¹	0,004
26. Ftalato de di (2-etilhexilo)	mgL ⁻¹	0,008
27. 1,2- Diclorobenceno	mgL ⁻¹	1
28. 1,4- Diclorobenceno	mgL ⁻¹	0,3
29. 1,1- Dicloroetano	mgL ⁻¹	0,03
30. 1,2- Dicloroetano	mgL ⁻¹	0,05
31. Diclorometano	mgL ⁻¹	0,02
32. Ácido edético (EDTA)	mgL ⁻¹	0,6
33. Etilbenceno	mgL ⁻¹	0,3
34. Hexaclorobutadieno	mgL ⁻¹	0,0006
35. Acido Nitrilotriacético	mgL ⁻¹	0,2
36. Estireno	mgL ⁻¹	0,02
37. Tolueno	mgL ⁻¹	0,7
38. Xileno	mgL ⁻¹	0,5
39. Atrazina	mgL ⁻¹	0,002
40. Carbofurano	mgL ⁻¹	0,007
41. Clorotoluron	mgL ⁻¹	0,03
42. Cianazina	mgL ⁻¹	0,0006
43. 2,4- DB	mgL ⁻¹	0,09
44. 1,2- Dibromo-3- Cloropropano	mgL ⁻¹	0,001
45. 1,2- Dibromoetano	mgL ⁻¹	0,0004
46. 1,2- Dicloropropano (1,2- DCP)	mgL ⁻¹	0,04
47. 1,3- Dicloropropeno	mgL ⁻¹	0,02
48. Dicloroprop	mgL ⁻¹	0,1
49. Dimetato	mgL ⁻¹	0,006
50. Fenoprop	mgL ⁻¹	0,009
51. Isoproturon	mgL ⁻¹	0,009
52. MCPA	mgL ⁻¹	0,002
53. Mecoprop	mgL ⁻¹	0,01
54. Metolacloro	mgL ⁻¹	0,01
55. Molinato	mgL ⁻¹	0,006
56. Pendimetalina	mgL ⁻¹	0,02
57. Simazina	mgL ⁻¹	0,002
58. 2,4,5- T	mgL ⁻¹	0,009
59. Terbutilazina	mgL ⁻¹	0,007
60. Trifluralina	mgL ⁻¹	0,02
61. Cloropirifos	mgL ⁻¹	0,03
62. Piriproxifeno	mgL ⁻¹	0,3
63. Microcistin-LR	mgL ⁻¹	0,001

Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
64. Bromato	mgL ⁻¹	0,01
65. Bromodichlorometano	mgL ⁻¹	0,06
66. Bromoformo	mgL ⁻¹	0,1
67. Hidrato de cloral (tricloroacetaldehído)	mgL ⁻¹	0,01
68. Cloroformo	mgL ⁻¹	0,2
69. Cloruro de cianógeno (como CN)	mgL ⁻¹	0,07
70. Dibromoacetoniitrilo	mgL ⁻¹	0,1
71. Dibromoclorometano	mgL ⁻¹	0,05
72. Dicloroacetato	mgL ⁻¹	0,02
73. Dicloroacetoniitrilo	mgL ⁻¹	0,9
74. Formaldehído	mgL ⁻¹	0,02
75. Monocloroacetato	mgL ⁻¹	0,2
76. Tricloroacetato	mgL ⁻¹	0,2
77. 2,4,6- Triclorofenol		

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, Bromodichlorometano y Bromoformo) con respecto a sus límites máximos permisibles no deberá exceder el valor de 1,00 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{cloroformo}}}{LMP_{\text{cloroformo}}} + \frac{C_{\text{dibromoclorometano}}}{LMP_{\text{dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{bromodichlorometano}}}{LMP_{\text{bromodichlorometano}}} + \frac{C_{\text{bromoformo}}}{LMP_{\text{bromoformo}}} \leq 1$$

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

Fuente: (Ministerio de Salud, 2010)

ANEXO VII: PANEL FOTOGRÁFICO



Foto 4: Pozo N°01. Realizando la toma de muestras de agua.



Foto 5: Tomando medidas de las dimensiones del pozo 01.



Foto 6: Toma de muestras del pozo 02.



Foto 7: Tomando medidas de las dimensiones del pozo 02.



Foto 8: Realizando la toma de muestras de agua del pozo 03.



Foto 9: Tomando medidas de las dimensiones del pozo 03.



Foto 10: Realizando la toma de muestras de agua del pozo 04.

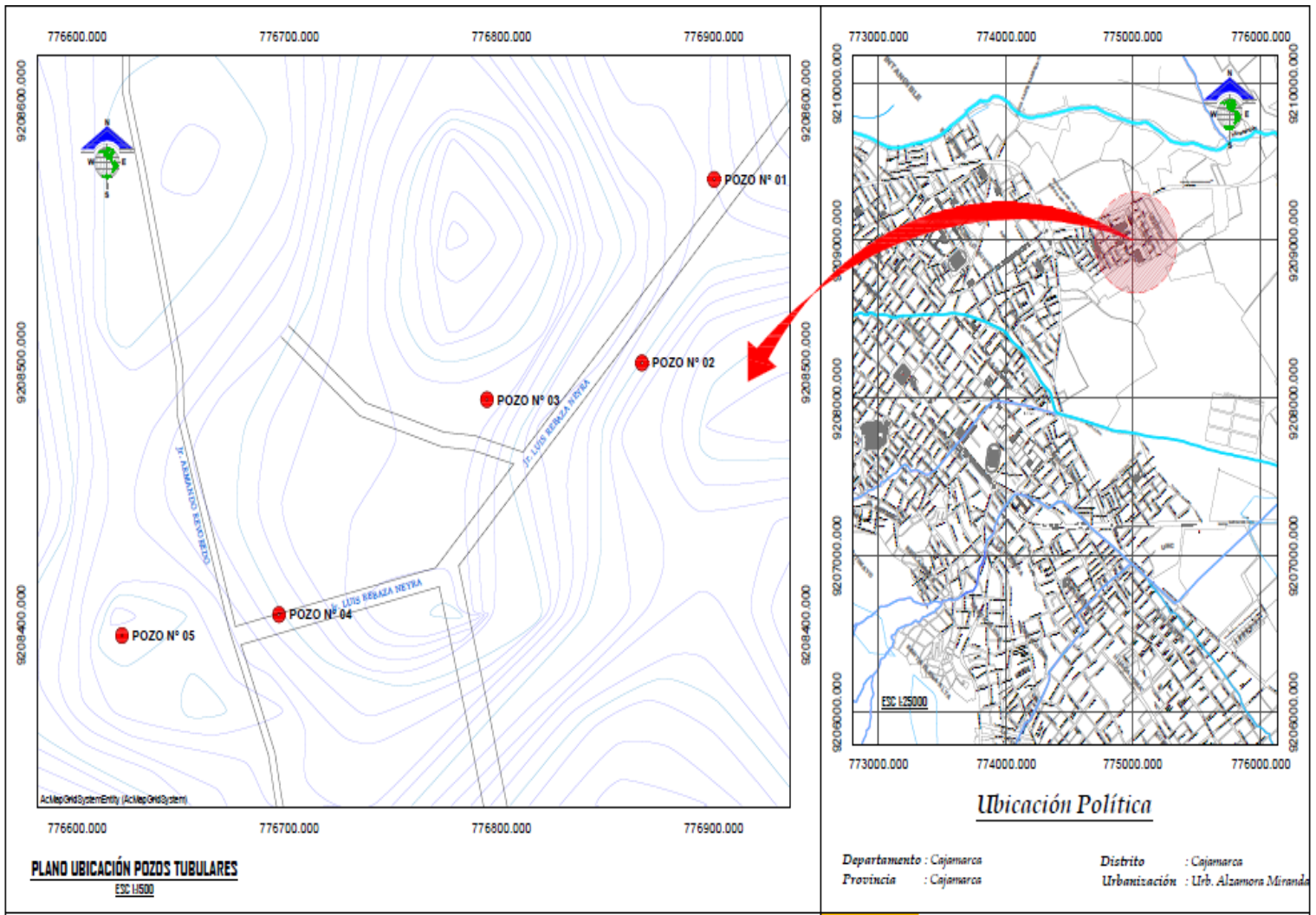


Foto 11: Tomando medias de las dimensiones del pozo 04.



Foto 12: Realizando la toma de muestras de agua del pozo 05.

ANEXO VIII: PLANO DE UBICACIÓN



Ubicación Política

Departamento : Cajamarca Distrito : Cajamarca
 Provincia : Cajamarca Urbanización : Urb. Alzamora Miranda

Descripción	Este	Norte	Cota
Pozo 1	776900	9208570	2694
Pozo 2	776866	9208500	2681
Pozo 3	776793	9208486	2691
Pozo 4	776695	9208404	2684
Pozo 5	776621	9208396	2679



UPN FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

PROYECTO:	PLANO DE UBICACIÓN POZOS TUBULARES	FECHA:	Noviembre 2023
PROYECTISTA:	ANÁLISIS, DIAGNÓSTICO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS	PLANO:	U-01
ASESOR:	FELY E. NUÑEZ VASQUEZ	ELABORADO POR:	SIXTO CARRANZA AGUILAR
ELABORADO POR:	SIXTO CARRANZA AGUILAR	ESCALA:	INDICADA

ANEXO X: FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS N° 001

DIRECCIÓN : Jr. Luis Rebaza Neyra
FECHA DE INSPECCIÓN : 02, 09, 16, 23, 30 / mayo / 2023
FECHAS DE MUESTREO : 02.May.23 / 31.May.23 / 29.Sep.23
URBANIZACIÓN : Alzamora Miranda
PROPIETARIO : María Juana Cusquisiban Gallardo
RESPONSABLE : Sixto Bartolomé Carranza Aguilar

**“ANÁLISIS,
DIAGNÓSTICO Y
MONITOREO DE
AGUAS
SUBTERRÁNEAS EN
CAJAMARCA 2023”**

INSPECCIÓN DE POZO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS



1. UBICACIÓN:

a. Coordenadas:
Este: 0776900
Norte: 9208570
Cota: 2694

b. Referencia:
03 Cuadras del Restaurant Campestre el Zarco. Margen derecha, bodega comercial

2. CARACTERÍSTICAS DEL POZO

a. Diametro: 1.16 metros
b. Profundidad: 4.30 metros
c. Nivel del Agua (metros)

Día 2	Día 9	Día 16	Día 23	Día 30
3.45	3.46	3.44	3.46	3.44

d. Geometría:
a). Circular () b). Rectangular ()

d. Material de paredes:
a). Tierra () c). Ladrillo ()
b). Concreto () d). Piedra ()

3. ANÁLISIS FÍSICO:

a. Apariencia:
Aceptable () Inaceptable ()

b. Olor:
Aceptable () Inaceptable ()

c. Sabor del agua:
Aceptable () Inaceptable ()

d. Temperatura (°C):

M1	M2	M3
20.30	19.80	20.25

*M1,M2,M3 corresponde al Nro. de muestreos

4. ANÁLISIS QUÍMICO:

a. pH:

M1	M2	M3
7.62	6.95	7.50

*M1,M2,M3 corresponde al Nro. de muestreos

5. UTILIZACIÓN:

a. Uso del Agua:
a). Consumo humano () b). Animales ()
c). Riego () d). Uso doméstico ()

María Juana Cusquisiban Gallardo
DNI: 41723829
Propietario

Bach. Ing. Sixto Bartolomé Carranza Aguilar
Tesista

Mg. Ing. Kely Elizabeth Nuñez Vásquez
Asesor



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS N° 002

DIRECCIÓN : Jr. Luis Rebaza Neyra
FECHA DE INSPECCIÓN : 02, 09, 16, 23, 30 / mayo / 2023
FECHAS DE MUESTREO : 02.May.23 / 31.May.23 / 29.Sep.23
URBANIZACIÓN : Alzamora Miranda
PROPIETARIO : Luz Magaly Ocas Mantilla
RESPONSABLE : Sixto Bartolomé Carranza Aguilar

“ANÁLISIS,
DIAGNÓSTICO Y
MONITOREO DE
AGUAS
SUBTERRÁNEAS EN
CAJAMARCA 2023”

INSPECCIÓN DE POZO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS



1. UBICACIÓN:

a. Coordenadas:
Este: 0776866
Norte: 9208500
Cota: 2681

b. Referencia:
03 Cuadras del Restaurant Campestre el Zarco.
Margen izquierda a 6 metros de la calle principal.

2. CARACTERÍSTICAS DEL POZO

a. Diametro: 1.20 metros
b. Profundidad: 4.60 metros
c. Nivel del Agua (metros)

Día 2	Día 9	Día 16	Día 23	Día 30
3.80	3.81	3.79	3.82	3.78

d. Geometría:
a). Circular (X) b). Rectangular ()

d. Material de paredes:
a). Tierra () c). Ladrillo ()
b). Concreto (X) d). Piedra ()

3. ANÁLISIS FÍSICO:

a. Apariencia: Aceptable (X) Inaceptable ()
b. Olor: Aceptable (X) Inaceptable ()
c. Sabor del agua: Aceptable (X) Inaceptable ()
d. Temperatura (°C):

M1	M2	M3
20.30	19.80	20.80

*M1,M2,M3 corresponde al Nro. de muestreos

4. ANÁLISIS QUÍMICO:

a. pH:

M1	M2	M3
7.62	6.95	7.42

*M1,M2,M3 corresponde al Nro. de muestreos

5. UTILIZACIÓN:

a. Uso del Agua:
a). Consumo humano (X) b). Animales ()
c). Riego () d). Uso doméstico ()

Luz Magaly Ocas Mantilla
DNI: 71116149
Propietario

Bach. Ing. Sixto Bartolomé Carranza Aguilar
Tesista

Mg. Ing. Kely Elizabeth Nuñez Vásquez
Asesor



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS N° 003

DIRECCIÓN : Jr. Luis Rebaza Neyra
FECHA DE INSPECCIÓN : 02, 09, 16, 23, 30 / mayo / 2023
FECHAS DE MUESTREO : 02.May.23 / 31.May.23 / 29.Sep.23
URBANIZACIÓN : Alzamora Miranda
PROPIETARIO : Jose Eduardo Garcia Alvarran
RESPONSABLE : Sixto Bartolomé Carranza Aguilar

**“ANÁLISIS,
DIAGNÓSTICO Y
MONITOREO DE
AGUAS
SUBTERRÁNEAS EN
CAJAMARCA 2023”**

INSPECCIÓN DE POZO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS



1. UBICACIÓN:

a. Coordenadas:
Este: 0776793
Norte: 9208486
Cota: 2691

b. Referencia:
Estacion de Servicios Mar Azul (Grifo)

2. CARACTERÍSTICAS DEL POZO

a. Diametro: 0.86 metros
b. Profundidad: 2.20 metros
c. Nivel del Agua (metros)

Día 2	Día 9	Día 16	Día 23	Día 30
4.70	4.72	4.68	4.72	4.67

d. Geometría:
a). Circular () b). Rectangular ()

d. Material de paredes:
a). Tierra () c). Ladrillo ()
b). Concreto () d). Piedra ()

3. ANÁLISIS FÍSICO:

a. Apariencia:
Aceptable () Inaceptable ()

b. Olor:
Aceptable () Inaceptable ()

c. Sabor del agua:
Aceptable () Inaceptable ()

d. Temperatura (°C):

M1	M2	M3
20.30	19.80	20.35

*M1,M2,M3 corresponde al Nro. de muestreos

4. ANÁLISIS QUÍMICO:

a. pH:

M1	M2	M3
7.62	6.95	7.77

*M1,M2,M3 corresponde al Nro. de muestreos

5. UTILIZACIÓN:

a. Uso del Agua:
a). Consumo humano () b). Animales ()
c). Riego () d). Uso doméstico ()

Jose Eduardo Garcia Alvarran
DNI : 72142192
Propietario

Bach. Ing. Sixto Bartolomé Carranza Aguilar
Tesisista



Mg. Ing. Kely Elizabeth Nuñez Vásquez
Asesor

DIRECCIÓN : Jr. Luis Rebaza Neyra
 FECHA DE INSPECCIÓN : 02, 09, 16, 23, 30 / mayo / 2023
 FECHAS DE MUESTREO : 02.May.23 / 31.May.23 / 29.Sep.23
 URBANIZACIÓN : Alzamora Miranda
 PROPIETARIO : Tanislao Llanos Quispe
 RESPONSABLE : Sixto Bartolomé Carranza Aguilar

“ANÁLISIS,
 DIAGNÓSTICO Y
 MONITOREO DE
 AGUAS
 SUBTERRÁNEAS EN
 CAJAMARCA 2023”

INSPECCIÓN DE POZO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS



1. UBICACIÓN:

a. Coordenadas:

Este: 0776695
 Norte: 9208404
 Cota: 2684

b. Referencia:

03 Cuadras del Restaurant Campestre el
Zarco. Margen derecha.

2. CARACTERÍSTICAS DEL POZO

- a. Diámetro: 0.35 metros
 b. Profundidad: 2.40 metros
 c. Nivel del Agua (metros)

Día 2	Día 9	Día 16	Día 23	Día 30
1.60	1.63	1.59	1.62	1.58

d. Geometría:

- a). Circular () b). Rectangular ()

d. Material de paredes:

- a). Tierra () c). Ladrillo ()
 b). Concreto () d). Piedra ()

3. ANÁLISIS FÍSICO:

a. Apariencia:

Aceptable () Inaceptable ()

b. Olor:

Aceptable () Inaceptable ()

c. Sabor del agua:

Aceptable () Inaceptable ()

d. Temperatura (°C):

M1	M2	M3
20.30	19.80	20.10

*M1,M2,M3 corresponde al Nro. de muestreos

4. ANÁLISIS QUÍMICO:

a. pH:

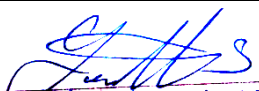
M1	M2	M3
7.62	6.95	7.48

*M1,M2,M3 corresponde al Nro. de muestreos

5. UTILIZACIÓN:

a. Uso del Agua:

- a). Consumo humano () b). Animales ()
 c). Riego () d). Uso doméstico ()



Tanislao Llanos Quispe
 DNI: 26650565
 Propietario



Ingeniera Civil
 CIP: 161114

Mg. Ing. Kely Elizabeth Nuñez Vásquez
 Asesor

Bach. Ing. Sixto Bartolomé Carranza Aguilar
 Tesista

 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS N°	005	“ANÁLISIS, DIAGNÓSTICO Y MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN CAJAMARCA 2023”
	DIRECCIÓN : Jr. Luis Rebaza Neyra FECHA DE INSPECCIÓN : 02, 09, 16, 23, 30 / mayo / 2023 FECHAS DE MUESTREO : 02.May.23 / 31.May.23 / 29.Sep.23 URBANIZACIÓN : Alzamora Miranda PROPIETARIO : Jose Dario Alvarran Rios RESPONSABLE : Sixto Bartolomé Carranza Aguilar		

INSPECCIÓN DE POZO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS



1. UBICACIÓN:

a. Coordenadas:

Este: 0776621
 Norte: 9208396
 Cota: 2679

b. Referencia:

Gras sintético Doña Paquita

2. CARACTERÍSTICAS DEL POZO

- a. Diametro:** 0.60 metros
b. Profundidad: 7 metros
c. Nivel del Agua (metros)

Día 2	Día 9	Día 16	Día 23	Día 30
6.50	6.54	6.48	6.52	6.48

d. Geometría:

- a). Circular () b). Rectangular ()

d. Material de paredes:

- a). Tierra () c). Ladrillo ()
 b). Concreto () d). Piedra ()

3. ANÁLISIS FÍSICO:

a. Apariencia:

Acceptable () Inacceptable ()

b. Olor:

Acceptable () Inacceptable ()

c. Sabor del agua:

Acceptable () Inacceptable ()

d. Temperatura (°C):

M1	M2	M3
20.30	19.80	19.85

*M1,M2,M3 corresponde al Nro. de muestreos

4. ANÁLISIS QUÍMICO:

a. pH:

M1	M2	M3
7.62	6.95	7.50

*M1,M2,M3 corresponde al Nro. de muestreos

5. UTILIZACIÓN:

a. Uso del Agua:

- a). Consumo humano () b). Animales ()
 c). Riego () d). Uso doméstico ()

Jose Dario Alvarran Rios
 DNI: 41620441
 Propietario



Ingeniera Civil
 CIP: 161114

Bach. Ing. Sixto Bartolomé Carranza Aguilar
 Tesista

Mg. Ing. Kely Elizabeth Nuñez Vásquez
 Asesor