



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE ARSÉNICO EN AGUA
DE POZOS PARA CONSUMO HUMANO DEL DISTRITO DE SAN
MIGUEL, PROVINCIA SAN ROMÁN – 2020.**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. MARIA MERCEDES, ANCCO ORTEGA

Bach. JHOAN, LEON MUÑOZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PUNO – PERÚ

2023



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE ARSÉNICO EN AGUA DE POZOS PARA CONSUMO HUMANO DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PROVINCIA SAN ROMÁN - 2020

AUTOR

MARIA MERCEDES ANCCO ORTEGA y JHOAN LEON MUÑOZ

RECuento DE PALABRAS

11441 Words

RECuento DE CARACTERES

66562 Characters

RECuento DE PÁGINAS

100 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.4MB

FECHA DE ENTREGA

May 3, 2023 9:22 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 3, 2023 9:23 PM GMT-5

● 13% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 12% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)



Firmado digitalmente por BELIZARIO
QUISPE German FAU 20145496170
soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 03.05.2023 21:23:52 -05:00

Resumen



DEDICATORIA

Dedicamos este esfuerzo con cariño, a nuestros padres, quienes han sido nuestros pilares para seguir adelante, por habernos apoyado en todo momento con sus consejos, sus valores, por la motivación constante que nos han permitido ser personas de bien.

Jhoan, Leon Muñoz.



DEDICATORIA

A nuestros docentes por guiarnos y compartir sus conocimientos, pues son ellos quienes nos formaron académicamente.

A nuestra hija Summer por ser nuestro impulso en la vida, y acompañarnos en esta etapa.

A toda nuestra familia que nos apoyaron e hicieron posible este proyecto.

Maria Mercedes, Ancco Ortega.



AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por darnos la fuerza de seguir nuestros anhelos y superar obstáculos que se nos presentaron, por habernos permitido llegar a este punto y guiarnos, dándonos su amor incondicional.

A nuestra Universidad Nacional del Altiplano en especial a la Facultad de Ingeniería Agrícola por formarnos profesionalmente, así como a nuestros docentes y a quienes directa o indirectamente estuvieron involucrados en este proceso.

Maria Mercedes, Ancco Ortega.

A nuestro docente Dr. José Justiniano Vera SantaMaria, por habernos dado la oportunidad de realizar este trabajo, por sus conocimientos, experiencias compartidas, sus exigencias y consejos brindados en este camino.

A nuestro asesor Dr. Germán Belizario Quispe, quien siempre ha estado en todo momento para nosotros, brindándonos su confianza, sus conocimientos y sus recursos necesarios para poder culminar este informe de investigación.

Jhoan, Leon Muñoz.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 14

ABSTRACT..... 15

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 16

1.2. JUSTIFICACIÓN 17

1.3. ENUNCIADO DEL PROBLEMA 18

1.3.1. Pregunta general 18

1.3.2. Preguntas específicas 18

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN 18

1.4.1. Objetivo general 18

1.4.2. Objetivos específicos 19

1.5. HIPÓTESIS 19

1.5.1. Hipótesis general 19

1.5.2. Hipótesis específicas 19

1.6. OPERALIZACIÓN DE VARIABLES 20



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO	21
2.1.1. A nivel internacional	21
2.1.2. A nivel nacional.....	22
2.1.3. A nivel regional	22
2.2. MARCO CONCEPTUAL	23
2.2.1. Aguas subterráneas	23
2.2.2. Agua para consumo humano	23
2.2.3. Parámetros físicos-químicos.....	24
2.2.3.1. Potencial de Hidrogeno (pH)	24
2.2.3.2. Potencial Oxido Reducción (ORP)	25
2.2.3.3. Sólidos Disueltos Totales (TDS)	26
2.2.3.4. Oxígeno disuelto (OD).....	27
2.2.3.5. Temperatura (T).....	27
2.2.3.6. Conductividad Eléctrica (CE).....	28
2.2.4. Metales pesados.....	29
2.2.5. Metaloides	29
2.2.6. Arsénico.....	30
2.2.7. El arsénico en la contaminación de aguas subterráneas	30
2.2.8. Efectos del arsénico en la salud.....	30
2.2.9. Límites máximo permisibles (LMPs).....	31
2.2.10. Estándares de Calidad Ambiental (ECAs)	31
2.2.11. Adsorción de arsénico	32
2.2.12. Óxidos de hierro (Viruta)	33



2.2.13. Roca caliza.....	34
2.2.14. Semilla de Moringa	35
2.2.15. Cascara de semillas de Girasol	35

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CARACTERISTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO	36
3.1.1. Delimitación del área de estudio	36
3.1.1.1. Ubicación y acceso	36
3.2. MATERIALES Y EQUIPOS	38
3.2.1. Software utilizado.....	38
3.2.2. Materiales e insumos	38
3.2.3. Características de los insumos.....	39
3.2.4. Equipos	39
3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	39
3.4. ENFOQUE, TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	40
3.5. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	40
3.5.1. Población	40
3.5.2. Muestra	41
3.5.2. Muestreo	41
3.7. PROCESO METODOLÓGICO.....	41
3.7.1. Fase de campo	41
3.7.2. Fase de gabinete	44
3.7.2.1. Interpretación cualitativa	44
3.7.2.2. Interpretación cuantitativa	44



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS.....	45
4.1.1. Localización y Concentración de Arsénico en pozos del distrito de San Miguel.	45
4.1.2. Características físico-químicos de los puntos de muestreo	46
4.1.3. Análisis estadístico para determinar la constancia de concentración de arsénico.....	47
4.1.4. Concentración de arsénico antes y después de los tratamientos propuesto...48	
4.1.5. Análisis estadístico para determinar la significancia de los tratamientos propuestos.....	49
4.2. DISCUSIÓN	50
V. CONCLUSIONES.....	52
VI. RECOMENDACIONES	53
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	54
ANEXOS.....	61
ANEXO 1. Recolección y preparado de Insumos.	62
ANEXO 2. Ensayos Granulométrico de la Roca Caliza.	64
ANEXO 3. Control de pesos de los insumos a utilizar.	65
ANEXO 4. Etapas de tratamiento de agua con arsénico con insumos propuestos.	66
ANEXO 5. Contacto del agua a tratar con los insumos.	67
ANEXO 6. Proceso de filtrado y muestra recolectada.	68
ANEXO 7. Excavación y muestreo en calicata del área de estudio.	69
ANEXO 8: Estándares de Calidad Ambiental.	72



ANEXO 9: Resultados de Laboratorios. 75

ANEXO 10: Resultados de Procesamiento estadístico con SPSS Statistics 25. 93

Área : Ingeniería y Tecnología.

Tema : Tratamiento de aguas.

Línea : Recursos Hídricos.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 05 de mayo del 2023



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Escala de pH.....	24
Figura 2.	Rangos de pH.	25
Figura 3.	Relación de dureza del agua.	26
Figura 4.	Ubicación del distrito de San Miguel, Provincia de San Román.	37
Figura 5.	Ubicación de los puntos de muestreo en el distrito de San Miguel, Provincia de San Román.....	38
Figura 6.	Óxido de Hierro (Viruta).....	62
Figura 7.	Semillas de Moringa.....	62
Figura 8.	Roca Caliza	63
Figura 9.	Cascaras de Semilla de Girasol.	63
Figura 10.	Ensayo granulométrico de la Roca Caliza.	64
Figura 11.	Control de pesos de los insumos a utilizar.	65
Figura 12.	Planta de tratamiento con sus respectivas etapas.	66
Figura 13.	Contacto del agua con los insumos propuestos.	67
Figura 14.	Proceso de filtrado y muestra recolectada.	68
Figura 15.	Excavación de calicata.	69
Figura 16.	Perfil del suelo y sus horizontes	69
Figura 17.	Muestras extraídas de cada horizonte encontrado.	70
Figura 18.	Muestra seca y lista para el proceso de análisis de suelos.	71



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Operacionalización de variables.	20
Tabla 2:	Insumos de los filtros caseros, que fueron usados en el método de adsorción.	43
Tabla 3:	Localización y concentración de arsénico en los puntos de muestreo.	45
Tabla 4:	Características físico-químicos de los puntos de muestreo.	46
Tabla 5:	Prueba de normalidad para los resultados físico-químicos de los puntos de muestreo.	47
Tabla 6:	Prueba de Kruskal-Wallis.	48
Tabla 7:	Concentración de arsénico antes y después de los tratamientos.	48
Tabla 8:	Prueba de normalidad para los resultados de la diferencia del antes y después del tratamiento planteado.	49
Tabla 9:	Prueba de T Student.	49



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

°C	: Grados Celsius
μS/cm	: Micro Siems por centímetro
mV	: Milivoltios
mg/L	: Miligramo por litro
mg/kg	: Miligramo por kilogramo
mg	: Miligramo
ANA	: Autoridad Nacional del Agua
ECA	: Estándares de Calidad Ambiental
INACAL	: Instituto Nacional de Calidad
LMPs	: Limites Máximo Permisibles.
MINAM	: Ministerio del Ambiente.
OD	: Oxígeno Disuelto
OMS	: Organización Mundial de la Salud
ORP	: Potencial Oxido Reducción
pH	: Potencial de Hidrógeno
PSU	: Unidades prácticas de salinidad
RAOS	: Remoción de Arsénico por Oxidación Solar
STD	: Solidos Totales Disueltos
T	: Temperatura
USEPA	: U.S. Environmental Protection Agency.



RESUMEN

El presente informe de investigación tiene como objetivo la evaluación de concentración de arsénico y plantear una alternativa de remoción de arsénico en agua de pozos para consumo humano en el distrito de San Miguel, mediante técnicas de análisis de datos utilizando métodos de tipo experimental, método de adsorción cuyo enfoque es la triangulación metodológica: cuantitativa y cualitativa, se realizó un muestreo no probabilístico, midiéndose sus parámetros físico-químicos, también se instaló una planta de remoción de arsénico y se tomó muestras de antes y después de la acción de los insumos óxido de hierro (viruta), semilla de moringa, cascara de semilla de girasol y roca caliza para después ser comparadas respecto a los Estándares de Calidad Ambiental para aguas, y los Límites Máximos Permisibles. Se analizó la presencia de arsénico en agua de pozos mediante la prueba de Kruskal-Wallis y midiendo la significancia de adsorción con la prueba de T Student. Los resultados obtenidos de la concentración de arsénico demuestran que son constantes y no siendo aptas para el consumo humano dando una variación de 0.0768 mg/L - 0.1184 mg/L en los diferentes puntos de muestreo. Además, se determinó que la planta de remoción de arsénico tuvo una eficacia de remoción del 77.49% concluyendo que existe diferencia significativa entre la concentración inicial 0.1004 mg/L y la concentración final 0.0223 mg/L, dando información relevante para la formulación de estrategias, planes u operaciones como así también contribuir desde el punto de vista metodológico con la aplicación de métodos que ayuden con disminución de la contaminación de aguas subterráneas.

Palabras clave: Arsénico, aguas subterráneas, estándares de calidad ambiental, límites máximos permisibles, plantas de remoción.



ABSTRACT

The objective of this research report is to evaluate the concentration of arsenic and propose an alternative for the removal of arsenic in water from wells for human consumption in the district of San Miguel, through data analysis techniques using experimental methods, method of adsorption whose focus is methodological triangulation: quantitative and qualitative, a non-probabilistic sampling was carried out, measuring its physical-chemical parameters, an arsenic removal plant was also installed and samples were taken before and after the action of the oxide inputs of iron (chip), moringa seed, sunflower seed shell and limestone to later be compared with respect to the Environmental Quality Standards for water, and the Maximum Permissible Limits. The presence of arsenic in well water was analyzed using the Kruskal-Wallis test and measuring the adsorption significance with the T Student test. The results obtained from the arsenic concentration show that they are constant and not being suitable for human consumption, giving a variation of 0.0768 mg/L - 0.1184 mg/L at the different sampling points. In addition, it was determined that the arsenic removal plant had a removal efficiency of 77.49%, concluding that there is a significant difference between the initial concentration 0.1004 mg/L and the final concentration 0.0223 mg/L, giving relevant information for the formulation of strategies, plans or operations as well as contributing from the methodological point of view with the application of methods that help reduce groundwater contamination.

Keywords: Arsenic, groundwater, environmental quality standards, maximum permissible limits, removal plants.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La calidad de las aguas superficiales y subterráneas viene siendo alterados a nivel mundial por acción natural o antrópica, de acuerdo a las actividades propios de los seres humanos. Esta situación también se refleja en el Perú, disminuyendo así la disponibilidad de agua apta para el consumo humano, puesto que las fuentes y cuerpos de agua vienen alterándose cada vez más.

El arsénico por su toxicidad en su forma inorgánica es una sustancia altamente peligrosa y un problema para la salud por ser cancerígenas (Francisca & Carro-Pérez, 2014) en agua para consumo humano a escala mundial, obviamente que su origen es natural, ya que está presente desde la formación geológica en las rocas y minerales frecuentes en varias zonas, ésta presencia en concentraciones altas puede causar envenenamiento y estragos trascendentes en la salud (López & Laura, 2018) de los seres vivos, básicamente en el ser humano.

Además, la erosión y degradación de las rocas y minerales a las partículas pequeñas desde la formación geológicas hace que el arsénico pase del suelo a las aguas subterráneas desde las cordilleras hacia los valles donde se forman los acuíferos subterráneos a nivel nacional, generando así un problema en la salud de la población por el uso de los mismos en las actividades distintas.

Así mismo, lo más temible es la exposición prolongada del arsénico conocido como metaloide en el consumo de agua y alimentos es un enemigo silencioso, puesto que los efectos negativos en el organismo pueden tardar varias décadas en manifestarse,



causando cáncer y lesiones cutáneas (Mendoza-Cano et al., 2017). También se ha asociado a problemas de desarrollo, neurotoxicidad, enfermedades cardiovasculares, diabetes, daños neuronales, problemas estomacales, parálisis parcial, ciertos cánceres en piel, hígado, pulmón, riñón, próstata y ceguera (Mendoza-Cano et al., 2017). Por lo que hoy por hoy se tiene la urgencia de mejorar la calidad del agua subterránea para consumo humano pues el agua potable que se consume para todos los usos tradicionales, tiene diversos riesgos de contaminación de diversos contaminantes inorgánicos, orgánicos y microbiológicos (Vélez-Chang, 2017).

El propósito de esta investigación es la evaluación de la concentración arsénico y plantear una alternativa de remoción de arsénico en los pozos de agua para consumo humano de los habitantes del distrito de San Miguel, debido a que en esta urbanización el 70 % de habitantes no cuentan con servicio de agua potable ni el servicio de desagüe y alcantarillado (Onda Azul Puno, 2020), por lo que la urbanización se abastece de pozos muy cercanos a las letrinas. Para la identificación de arsénico se utilizó la espectroscopia de masas, los resultados que se encontraron son niveles elevados de arsénico.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de esta investigación permitió conocer los niveles de concentración del arsénico y posteriormente establecer metodologías para remover la presencia de arsénico de las aguas subterráneas, que permitió contribuir a la calidad de vida de los usuarios que consumen el agua de los pozos del distrito de San Miguel, además contribuyó en la implementación de metodologías para la remoción de este contaminante, puesto que en los diferentes estratos del suelo de los pozos del distrito San Miguel presenta concentraciones altas de Arsénico (16.14 – 29.39 mg/kg).



Los resultados permitieron plantear estrategias de mitigación de la concentración de arsénico y algunas teorías referentes a tratamiento de las aguas subterráneas para el aprovechamiento del uso poblacional que contengan arsénico, que permitirá plantear estrategias de intervención y una tecnología de alternativa de solución para poder disminuir la concentración de arsénico y así tener una mejor calidad de agua subterránea para el consumo humano del distrito de San Miguel.

1.3. ENUNCIADO DEL PROBLEMA

1.3.1. Pregunta general

¿Cuáles son los niveles de arsénico en las aguas de los pozos para consumo humano de los pobladores del distrito de San Miguel, provincia San Román?

1.3.2. Preguntas específicas

¿Cuáles son los niveles de concentración de arsénico en las muestras de agua de los pozos para consumo humano respecto a los niveles permisibles de las normas vigentes?

¿Cuál es la tecnología sostenible para remoción de arsénico en agua subterráneas de los pozos de agua para consumo humano del distrito de San Miguel, San Román?

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo general

Evaluar los niveles de arsénico en agua de pozos para consumo humano del distrito de San Miguel, San Román – 2020.



1.4.2. Objetivos específicos

Determinar la concentración de arsénico de las muestras de agua de los pozos de consumo humano respecto a los niveles permisibles de las normas vigentes.

Plantear una alternativa de remoción de arsénico con tecnología apropiada y sostenible para agua subterráneas de los pozos para consumo humano del distrito de San Miguel.

1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis general

Los niveles de arsénico en el agua de pozos para consumo humano del distrito de San Miguel, provincia San Román sobrepasan los niveles permisibles de las normas vigentes.

1.5.2. Hipótesis específicas

Los niveles de arsénico en las muestras de agua de los pozos para consumo humano son diferentes en cada punto de muestreo y sobrepasan los niveles permisibles de las normas vigentes.

Existe una tecnología apropiada y sostenible que permite remover el arsénico en aguas subterráneas de los pozos para consumo humano del distrito de San Miguel, San Román.



REALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICA
VARIABLE INDEPENDIENTE Concentración de Arsénico.	Las concentraciones de arsénico en pozos de más de 50 metros de profundidad a menudo se distribuyen de manera desigual, con grandes variaciones incluso en áreas muy pequeñas. Este tipo de comportamiento es muy común en acuíferos, sedimentos fluviales y lacustres con tipos de rocas sedimentarias muy variables, donde el arsénico se encuentra frecuentemente mezclado con minerales de hierro heterogéneos y distribuidos en diferentes capas de arcilla, limo y/o arena (Escalera & Ormachea, 2017).	Análisis mediante un laboratorio certificado por INACAL (Instituto Nacional de Calidad).	Propiedades químicas y físicas del agua.	Indicadores físico-químicos: - pH. - ORP (mV) - OD (mg/L) - Conductividad Eléctrica (uS/cm) - TDS (ppm) - T (°C) - Presión Atmosférica - PSU	Observación
VARIABLE DEPENDIENTE Calidad de las aguas subterráneas.	La Organización Mundial de la Salud (OMS) determina como límite máximo de arsénico en agua 10ug/L (Castro & Mollocondo, 2015).	Mediante el uso de materiales adsorbentes a diferentes dosis y dimensiones, adsorbe el arsénico en aguas subterráneas.	Concentración de arsénico.	- Concentración inicial (mg/L). - Concentración final (mg/L).	Observación Observación

fuente: Elaboración propia.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

2.1.1. A nivel internacional

El arsénico se halla abundantemente distribuido en la corteza terrestre. Existe en rocas, suelos, agua y aire (Enríquez, 2015), y como fuente contaminante de las aguas subterráneas constituye un problema mundial que altera la calidad del agua perturbando drásticamente a los seres vivos (Aragonés et al., 2001; Mendoza-Cano et al., 2017), para remover este contaminante se emplea diversos procedimientos como la coagulación-precipitación química (Francisca & Carro, 2014), oxidación-reducción (Zaw & Emmett, 2002), adsorción e intercambio iónico (Bacocchi et al., 2005), técnicas de membrana (Kim et al., 2006), entre otros, estos métodos presentan desventajas debido al costo elevado y procesos de coagulación-floculación (Francisca & Carro, 2014).

Los niveles presentes de arsénico en el agua de pozo incrementan los riesgos carcinogénicos y no carcinogénicos de salud humana (Escalera et al., 2014; Mendoza et al., 2017), la proporción de agua para el consumo humano se ve afectado por otras variables, como el aumento de su consumo en relación con el crecimiento de la población; y el detrimento de la calidad de agua y su contagio (Sepúlveda, 2009).

Para mitigar la calidad de las mismas es ineludible desplegar como tecnologías biorremediación de metales para remover la presencia del arsénico de agua a costos económicos (Banerjee et al., 2011). Asimismo, (Pellizzari et al.,



2011), indica ciertos microorganismos tienen la capacidad para reducir y eliminar el arsénico del agua.

2.1.2. A nivel nacional

Los terrenos volcánicos de la Serranía Occidental de los Andes obedecen a la presencia del arsénico en las aguas subterráneas (Apaza & Calcina, 2014) y por subcuenca Callacame (Calcina, 2017).

La remoción de arsénico mediante el método RAOS (Remoción de Arsénico por Oxidación Solar) se basa en la oxidación del arsénico (III) a arsénico (V) en interacción con la luz solar y la presencia de citrato y hierro en el agua (Vélez, 2017). El método RAOS es un método simple y no costoso (Chávez & Miglio, 2011). El método RAOS alcanza eficiencias mayores al 90% de remoción de arsénico, en tiempos cortos de exposición a la radiación solar en días soleados y en tiempos prolongados en días nublados (Rojas et al., 2015).

Chávez y Miglio (2011), reportan un 88% de eficiencia de remoción de arsénico del agua con el método RAOS en la región de Apurímac. Mientras que Avendaño, Mamani y Fabián (2017), obtuvieron una remoción del 98% de arsénico en el agua del río Sama de la Región Tacna con el método RAOS.

2.1.3. A nivel regional

En las aguas subterráneas de la ciudad de Juliaca (Larios et al., 2015) y Caracoto se presenta valores altos de arsénico, en Juliaca en los sectores de Néstor Cáceres Velásquez $51.7 \mu\text{g/L}$, en el sector Palca Pampa $150 \mu\text{g/L}$ y en el sector Taparachi $62 \mu\text{g/L}$; en Caracoto $67 \mu\text{g/L}$ (George, et al., 2014).



2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Aguas subterráneas

Las aguas subterráneas se encuentran en los acuíferos, y la formación geológica del suelo determinarán la calidad de las mismas referente a la contaminación físico-química de las aguas (Revelli et al., 2016) dependerán de las que están del suelo a la están en contacto y definirán los contaminantes por los metales pesados, al menos en los siguientes principales elementos químicos: As, Cd, Cr, Pb y Sb (Vélez, 2017). Mientras que la contaminación microbiológica al menos es más antrópica.

Las aguas subterráneas representan una parte importante de la cantidad total de agua del continente, constituyendo una masa que sólo comprende agua dulce de todo el mundo y que se encuentra debajo de la corteza terrestre, debajo del nivel freático, donde se encuentran los poros y fisuras del suelo. saturado. Este está contenido en los acuíferos, que son capaces de almacenar y transferir agua desde la superficie del suelo (Ordoñez, 2011; Llamas et al., 2000).

El agua subterránea sube naturalmente a la superficie a través de filtraciones, manantiales, arroyos o directamente al mar. Asimismo, las aguas subterráneas pueden extraerse artificialmente mediante pozos, que son agujeros, excavaciones o túneles verticales en los que se perfora la tierra hasta alcanzar la profundidad suficiente para alcanzar el nivel freático; y otros tipos de depósitos (Fuentes, 2002).

2.2.2. Agua para consumo humano

El agua de consumo humano según norma está destinada a garantizar que la calidad sanitaria de la misma que sea la adecuada para su consumo (Gómez et

al., 2016). En general, el marco normativo debería ser más dinámico para dar respuesta al progreso científico y técnico, así como a la realidad social.

2.2.3. Parámetros físicos-químicos

2.2.3.1. Potencial de Hidrogeno (pH)

El pH de una solución acuosa se mide entre 0 y 14, con soluciones ácidas que tienen un pH inferior a 7 y soluciones básicas que tienen un pH superior a 7. Un pH de 7 indica que un material es neutro (APHA, 1992).

Además, el valor de pH del agua se utiliza para determinar sus tendencias corrosivas o incrustantes, así como en las instalaciones de tratamiento de agua. Al adoptar procedimientos de desinfección, el pH del agua puede interferir con los resultados y es un indicador importante para determinar qué enfoque utilizar. Los resultados para este parámetro están dentro del rango habitual (Clara, 2005).



Figura 1. Escala de pH.
Fuente: Editorial Etecé (2021).

Valor del pH	Ejemplos
0	Ácido de batería
1	Ácido sulfúrico
2	Zumo de limón, Vinagre
3	Zumo de Naranja, bebida gaseosa
4	Lluvia ácida
5	Lluvia limpia
6	Leche
7	Agua destilada
8	Agua salada
9	Bicarbonato
10	Leche de magnecio
11	Amíniaco
12	Agua jabonosa
13	Blanqueador
14	Líquido limpiador de desagües

Figura 2. Rangos de pH.
Fuente: Capacoila (2017).

2.2.3.2. Potencial Oxido Reducción (ORP)

El potencial de oxidación-reducción (ORP), también conocido como potencial redox, es una métrica muy importante que refleja la actividad de los electrones en un proceso químico. En estos se producen eventos de transferencia de electrones, lo que implica que ciertos compuestos químicos funcionan como donadores de electrones (agentes reductores) mientras que otros los atrapan (Veramendi, 2021).

ORP es una medida de milivoltios (mV) del grado de oxidación en el agua. Esto podría indicar la acción del desinfectante en el agua en lugar de su nivel de concentración. Los oxidantes incluyen componentes químicos como cloro, bromo, peróxido de hidrógeno y ozono. Estos elementos se destacan por su capacidad para oxidar o capturar electrones de las cosas, lo que les permite

eliminar bacterias dañinas, algas y compuestos orgánicos que pueden cambiar la composición química de los alimentos (Veramendi, 2021).

2.2.3.3. Sólidos Disueltos Totales (TDS)

Los sólidos en suspensión son el resultado de la erosión del suelo, los desechos orgánicos y el plancton. Las impurezas visibles a menudo son causadas por partículas suspendidas como limo, arena y virus. La materia suspendida está formada por partículas muy diminutas que no pueden eliminarse por deposición. Pueden identificarse mediante la caracterización de las propiedades observables del agua, como la turbidez y la claridad, así como el sabor, el color y el olor (DIGESA, 2011).

Los valores altos de STD indican la presencia de contaminantes peligrosos como hierro, manganeso, sulfato, bromuro y arsénico en el agua. Esto no es exactamente un problema de salud, pero puede ayudarnos a estudiar el agua para determinar si alguno de estos compuestos es peligroso (Mendoza, 2017).

ppm	Grado de dureza
0-50	Muy blanda.
50-140	Mineralización débil o blanda.
140-240	Mineralizada o ligeramente dura.
240-350	Bastante mineralizada o dura.
+ 350	Muy mineralizada y muy dura.

Figura 3. Relación de dureza del agua.
Fuente: Mendoza (2017).



2.2.3.4. Oxígeno disuelto (OD)

La oxigenación del agua se debe principalmente a la solubilización del oxígeno del aire, con una modesta contribución de la fotosíntesis, principalmente de las algas. Sin embargo, el oxígeno producido durante el día se agota parcialmente durante la noche, cuando las algas usan oxígeno para el metabolismo. Una vez que las algas mueren, la descomposición de esta biomasa utiliza oxígeno. La concentración de oxígeno en el agua se ve afectada por la presión parcial de oxígeno en la atmósfera, así como por la temperatura del agua. La recolección de desechos orgánicos creados por personas, ganado y otros, que incluye heces y otras cosas arrojadas a cuerpos de agua y digeridas por bacterias aeróbicas; es decir, a través de procesos que consumen oxígeno. Cuando hay abundancia de este tipo de desechos, el desarrollo de bacterias agota el oxígeno, haciendo imposible la supervivencia de los peces u otras especies vivas. La cantidad de oxígeno disuelto (OD) en el agua o la demanda bioquímica de oxígeno se utiliza para cuantificar la contaminación por desechos o desechos orgánicos (DBO₅) (DIGESA, 2011).

2.2.3.5. Temperatura (T)

El clima y el terreno afectan las cualidades de luz y calor de un cuerpo de agua tanto como la composición química, la suspensión de sedimentos y la productividad de algas del cuerpo de agua. La temperatura del agua influye directamente en el contenido de oxígeno, la tasa metabólica de los organismos acuáticos y los procesos críticos relacionados con el desarrollo, la maduración y la reproducción. El ciclo de la temperatura tiene un impacto significativo en las plantas y los animales. También influye dónde se encuentran las especies y cómo cambia la comunidad biótica de la masa de agua de una estación a otra (Jill, 2003).



2.2.3.6. Conductividad Eléctrica (CE)

Es una medida de la capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica. La presencia de sólidos inorgánicos disueltos como aniones de cloruro, nitrato, sulfato y fosfato o cationes de sodio, magnesio, calcio, hierro y aluminio afecta la CE en un cuerpo de agua, mientras que las sustancias orgánicas tienen una concentración baja. La conductividad eléctrica también se ve afectada por la temperatura; a mayor temperatura del agua, mayor CE; como resultado, la conductividad se expresa como conductividad a 25 °C (EPA, 2015).

La conductividad es una representación numérica de la capacidad de una solución para transmitir una corriente eléctrica. Su capacidad se ve afectada por la presencia de iones y su concentración total, así como su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como la temperatura de medición. Debido a que el agua pura tiene una conductividad muy baja, medir su conductividad nos da una idea de las partículas disueltas en ella. La conductividad eléctrica del agua, que muestra la presencia de sales en el agua y mejora su capacidad para transferir una corriente eléctrica, y se expresa en micro Siemens por litro ((μ S/L) (DIGESA, 2011).

La conductividad del agua es una medida de su capacidad para transportar una corriente eléctrica. La conductividad del agua se ve afectada por la concentración general de compuestos disueltos ionizados en el agua, así como por la temperatura a la que se realiza la medición. Como resultado, cualquier cambio en el número de sustancias disueltas, la movilidad de los iones disueltos o la valencia de los iones disueltos sugiere un cambio en la conductividad (Unda, 1969).



2.2.4. Metales pesados

Los metales pesados como elementos químicos que tienen tres propiedades comunes: formar cationes; buenos conductores del calor y la electricidad; y se combinan con compuestos no metálicos a través de enlaces iónicos. Y este término de metal pesado o metal tóxico se usó en la medicina clínica. Los metales pesados como zinc, mercurio, níquel y plomo son habituales en la corteza terrestre. Algunos, incluso son esenciales para la salud humana en mínimas cantidades (Dimas et al., 2015), pero cuando exceden los límites son tóxicos para la salud y otros metales son dañinos para seres vivos (Gutiérrez et al., 1994).

Los metales pesados son peligrosos para las especies acuáticas y pueden provenir de fuentes naturales o artificiales. Los complejos de metales pesados pueden transformarse; sin embargo, los elementos metálicos permanecen en el medio ambiente y pueden acumularse como iones o como miembros de compuestos orgánicos en los organismos durante largos períodos de tiempo. La frase metal pesado se refiere a cualquier elemento químico metálico que tenga un peso atómico entre 63 546 y 200 590 que tenga una densidad relativamente alta y sea peligroso o peligroso en pequeñas dosis. Ciertos metales pesados son necesarios para la vida, mientras que otros son útiles, pero muchos son extremadamente peligrosos. (Chiang, 1989).

2.2.5. Metaloides

Elementos químicos con propiedades intermedias entre los metales y no metales. Aunque no es una definición precisa, pero tienden a poseer dos propiedades universales: forman óxidos anfóteros y son semiconductores de la



electricidad. Se consideran los siguientes elementos como metaloides: boro, arsénico, silicio, telurio, germanio, antimonio y polonio (Aragonés et al., 2001).

2.2.6. Arsénico

El arsénico se halla abundantemente distribuido en la corteza terrestre. Se encuentra en las rocas, suelos, agua y aire (Enríquez, 2015), y es un elemento con alto nivel de toxicidad (Martínez et al., 2018), con certeza epidémica de alteraciones a la salud y cancerígenos para los seres humanos (Galetovic & De Fernicola, 2003) ante el consumo prolongado de aguas con dicho elemento (Francisca & Carro, 2014). Sin embargo, se lograron las mayores remociones a pH entre 3 y 5, en soluciones oxidadas (López & Laura, 2018).

2.2.7. El arsénico en la contaminación de aguas subterráneas

El arsénico se puede encontrar en aguas subterráneas (Escalera et al., 2014) y en agua superficiales. Sin embargo, es más habitual en la primera, ya que el mineral del subsuelo, al encontrarse mucho tiempo en agua se disuelve. Este proceso de disolución extenso, produce altas concentraciones de arsénico en el agua (Sepúlveda, 2009). La proporción de agua para el consumo se ve alterado por: el aumento de su consumo en relación con el crecimiento de la población; y la otra, el deterioro de la calidad del líquido y su contaminación, tema que se describirá a continuación (Aragonés et al., 2001).

2.2.8. Efectos del arsénico en la salud

En altas concentraciones, el As es tóxico. Sus efectos tóxicos han sido estudiados durante siglos. En términos de salud, los efectos dependen de la cantidad, duración y tipo de exposición del individuo. La exposición al arsénico puede causar las siguientes enfermedades: intoxicación ocupacional aguda o



crónica, intoxicación por arsénico, cáncer, etc. (Carabantes & Fernicola, 2003; citado en Choquejahuá, 2018).

Los seres humanos están expuestos al arsénico por ingestión, inhalación o contacto con la piel; el más importante es por ingestión; es decir, al comer alimentos y agua contaminados con arsénico. (OMS, 2018; citado en Choquejahuá, 2018).

En caso de intoxicación aguda con arsénico inorgánico, los efectos más notables son: dolor severo en el tracto gastrointestinal, diarrea, vómitos, vasodilatación, shock, disminución de la presión arterial, daño a los glomérulos y túbulos, disminución de la producción de orina, hipotermia, trastornos cardíacos, etc. (Bournod et al., 2010; citados en Choquejahuá, 2018).

2.2.9. Límites máximo permisibles (LMPs)

Las normas sobre los límites de arsénico varían significativamente de los países mexicana (NOM-127-SSA1-1994) establece un máximo permisible de 0.025 mg/L, mientras que el límite permisible por la OMS y la U.S. EPA (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos) es de 0.01 mg/L para fines de consumo humano (Mendoza et al., 2017); en este estudio se tomara como referencia el límite permitido para As por la OMS y la U.S. EPA (de 0.01 mg/L) en el agua potable.

2.2.10. Estándares de Calidad Ambiental (ECAs)

El D.S. 004-2017-MINAM consolida lo dispuesto en los D.S. 002-2008-MINAM, D.S. 023-2009-MINAM, y D.S. 015-2015-MINAM, aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el agua, disponiendo en su artículo 3 las tres categorías para el uso de agua donde indican las concentraciones de As:



Categoría 1: Población y actividades recreativas; Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales; Categoría 3: Riego de vegetales y bebederos para animales. A1: Agua potabilizable con desinfección (0.01 mg/L), A2: Agua potabilizable con tratamiento convencional (0.01 mg/L) y A3: Agua potabilizable con tratamiento avanzado (0.15 mg/L) son todas subcategorías de la categoría 1 (Ccencho, 2018).

2.2.11. Adsorción de arsénico

Es un proceso en el que algunos componentes de una fase fluida se separan y transportan a la superficie de un sólido, donde se unen mediante fuerzas físicas o enlaces químicos. La adsorción es un fenómeno químico-físico superficial de gran relevancia debido a sus numerosos usos industriales. Las partículas de un soluto se acumulan en la superficie de otra sustancia durante la adsorción en solución. El adsorbato es la sustancia que se adsorbe, mientras que el adsorbente es el material sobre el que se adsorbe (Atkins, 1991).

La adsorción es un método de tratamiento que utiliza sólidos como agente de eliminación. Sustancias a través de soluciones gaseosas o líquidas. Los elementos se separan de una etapa después de acumularse en otra superficie. La adsorción está dirigida básicamente a través de fuerzas de Van Der Waals y fuerzas electrostáticas intermoleculares, lo que caracteriza propiedades de la superficie adsorbente (por ejemplo, área superficial, polaridad) antes de ser empleado por adsorción (Rojas, 2016).

Las partículas sólidas se caracterizan por diámetros pequeños, grandes áreas superficiales y una gran cantidad de sitios activos, y tienen un ambiente poroso y amorfo que puede reducir significativamente las concentraciones de As



en el agua. Los adsorbentes para la adsorción de arsénico deben ser eficientes, baratos, fáciles de preparar y abundantes en la naturaleza (Hao et al., 2015; citado en Sánchez, 2019).

La presión matemática para hallar el porcentaje de adsorción se muestra en la siguiente ecuación (Ordoño & Mendoza, 2020):

$$\%A = \frac{(C_i - C_f)}{C_i} * 100$$

Donde:

%A: Porcentaje de adsorción (mg/g).

C_i: Concentración inicial del adsorbato (mg/L).

C_f: Concentración final del adsorbato (mg/L).

2.2.12. Óxidos de hierro (Viruta)

Todos los óxidos de hierro son los óxidos metálicos más comunes en el suelo; la diferencia reciente y el estudio de su estructura, propiedades se ordenó para mostrar la compleja relación que se desarrolla entre los óxidos y otros elementos orgánicos e inorgánicos en el suelo, además de los óxidos de hierro del suelo que se encuentran cuando están presentes como una capa del revestimiento primario. y los minerales secundarios se depositan en los agregados de arcilla, interrumpiendo la carga, cambiando las propiedades de la superficie y aumentando la capacidad amortiguadora del suelo; el hierro juega un papel en la unión de partículas y la construcción de la estructura del suelo (Castro, 2013).

Los minerales más comunes son:



- Oligisto (Fe_2O_3) distinguido en la terminología anglosajona como hierro especular que tiene un brillo metálico intenso cuando está presente en la mayoría de los cristales o agregados cristalinos, o hematita roja (óxido de hierro rojo) que se presenta en agregados amorfos, arcilloso, de color rojizo.
- Goethita ($\alpha\text{FeO}\cdot\text{OH}$) o aguja de hierro, de color amarillo-marrón.
- Lepidocroíta ($\gamma\text{FeO}\cdot\text{OH}$), un polimorfo del mineral anterior, generalmente se asocia con él.
- Magnetita (Fe_3O_4), óxido de hierro negro, hierro negro con brillo metálico.
- Limonita ($\text{FeO}\cdot\text{OH}\cdot n\text{H}_2\text{O}$) es el nombre común de un dudoso óxido de hierro hidratado (Castro, 2013).

2.2.13. Roca caliza

Es una roca sedimentaria de origen orgánico que contiene al menos un 50% de calcita (CaCO_3) y puede estar asociada a dolomita, aragonito y siderita; blanco, gris, amarillo, rojo, negro; estructura granular fina a gruesa, en forma de cinta o densa. Minerales esenciales: calcita (más del 50%). Minerales adicionales: dolomita, cuarzo, goethita (limonita), sustancias orgánicas. La piedra caliza tiene una dureza muy baja y burbujeará (liberará burbujas de CO_2) después de enfriarse bajo la influencia de ácidos diluidos. A menudo contienen fósiles, lo que los hace importantes en la estratigrafía, así como en diversas aplicaciones industriales. Usos: El mayor consumo de caliza es para la producción de cemento; es una materia prima para la industria química (cada año se utiliza una gran cantidad de piedra caliza como fundente para la extracción de varios minerales metálicos). La piedra caliza de grano fino se usa en litografía y se llama litografía 24 piedra caliza. En la construcción se utilizan diferentes tipos de piedra caliza, tanto como piedra de construcción, como revestimiento de fachadas y muros de cemento,



como piedra de revestimiento para la decoración de interiores. También se utiliza en las industrias del azúcar y del vidrio (Piérola, 2017).

2.2.14. Semilla de Moringa

La moringa (*Moringa oleífera Lam*) forma el género Moringa de la familia de las Moringaceae, es un árbol de hoja perenne originario del norte de la India en las estribaciones del Himalaya, utilizado tradicionalmente en países asiáticos y africanos como alimento y purificador de agua para humanos y animales, y tiene propiedades especiales para prevenir diversas enfermedades (Foidl et al., 2001).

2.2.15. Cascara de semillas de Girasol

El Girasol (*Helianthus annuus*) forma el género Helianthus, de la familia de las asteráceas, es una planta herbácea anual, originaria de América del Sur, México y América del Norte, en la actualidad son distribuidos universalmente. Las hojas son alternas, acorazonadas, ásperas, peludas y pueden medir desde los 1 m hasta los 3 m de altura. En la actualidad las semillas de girasol van adquiriendo valor comercial, el aceite refinado de girasol es comestible y sin refinar se utiliza en la fabricación de jabones y velas. Las semillas crudas se usan en mezclas de alimentos de aves y tostadas, se destinan también al consumo humano. En muchos países se utiliza como remedio casero para curar enfermedades de garganta y pulmonares (Suaña, 2017).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1. Delimitación del área de estudio

3.1.1.1. Ubicación y acceso

3.1.1.1.1. Ubicación política

El estudio se llevó a cabo en el distrito de San Miguel, ubicado en la provincia de San Román del departamento de Puno, fue creado en el 2016, un 28 de Julio, bajo la Ley N° 30492 y es el distrito más reciente de la provincia de San Román.

3.1.1.1.2. Ubicación geográfica

El estudio se lleva a cabo en las coordenadas de latitud de 15°28'00" y una longitud de 70°07'45". Tiene una altitud de 3842 m.s.n.m. y con una población de 62 463 habitantes.

3.1.1.1.3. Límites

El ámbito de estudio; por el Norte limita con la provincia de Lampa y la provincia de Azángaro, por el Este limita con la provincia de Huancané y el distrito de Caracoto, por el Sureste y Oeste limita con el distrito de Juliaca.

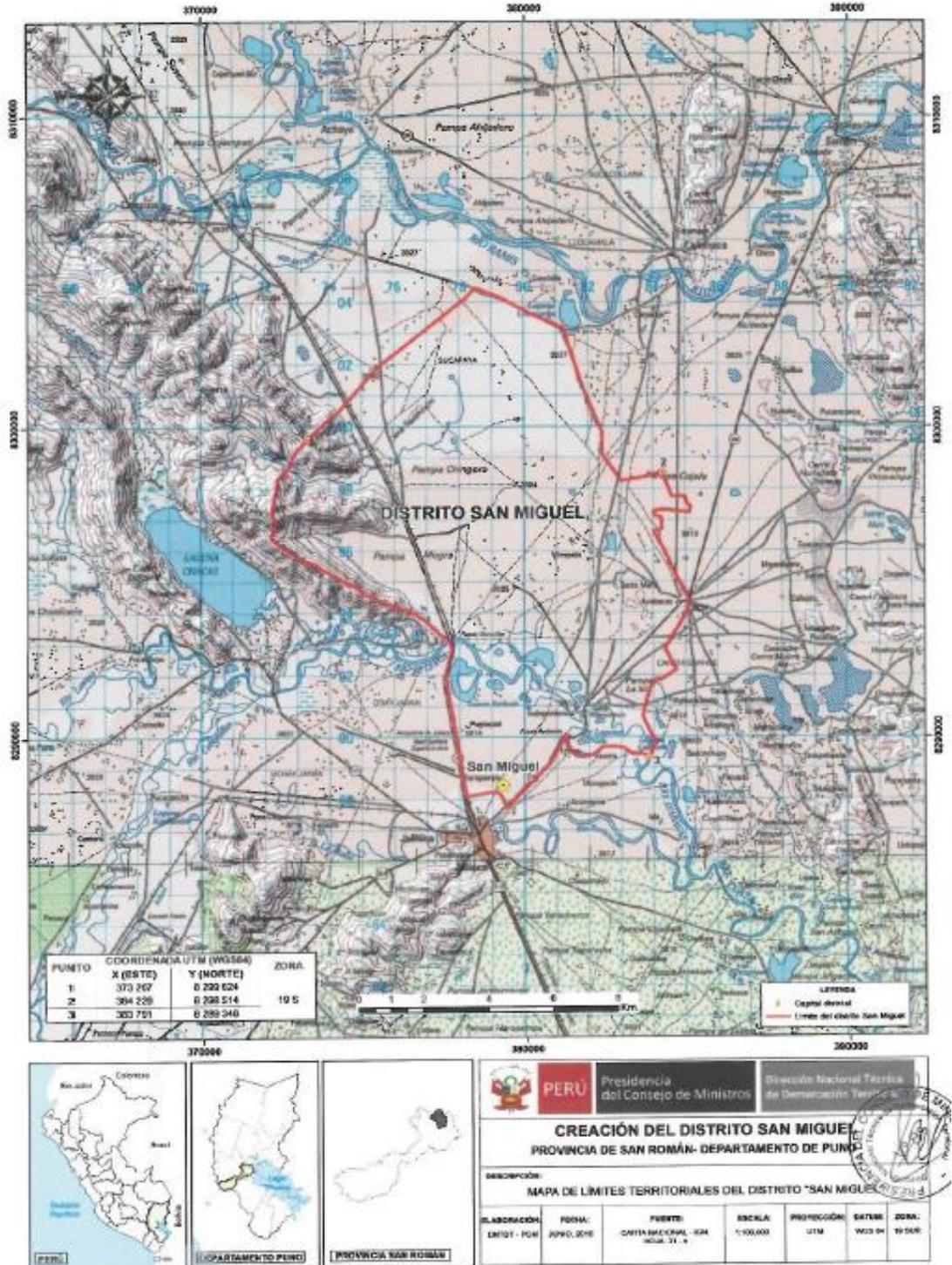


Figura 4. Ubicación del distrito de San Miguel, provincia de San Román.

Fuente: Diario el Peruano



Figura 5: Ubicación de los puntos de muestreo en el distrito de San Miguel, provincia de San Román.

Fuente: Google Earth Pro.

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1. Software utilizado

Los Software en versión demo que utilizaremos para la investigación son las siguientes:

Microsoft Office Professional Plus 2019, IBM SPSS Statistics 25 y Google Earth Pro.

3.2.2. Materiales e insumos

Los materiales que utilizaremos durante la investigación son las siguientes: Óxido de hierro (Viruta), Roca Caliza, Semillas de Moringa, cascaras de Semillas de Girasol, 01 recipiente de concentración mayor, 01 estructura, 10 recipientes de concentración menor, 10 equipo de venocllisis, 11 botellas de



plástico, 01 marcador indeleble, 01 embudo, 01 cinta masking para etiquetas, 01 tijera, 04 papel filtro, papel bon A4 y memoria USB.

3.2.3. Características de los insumos

Óxido de hierro: Que está presente en la lana de acero también llamado como “viruta”, se caracteriza por tener un 99% de hierro y elementos trazas de carbono, silicio, fosforo y manganeso, producido por la empresa Fizaro-pro.

Roca caliza: Roca sedimentaria que está compuesto fundamentalmente de mineral calcita (CaCO_3) y está constituido principalmente por carbonato de calcio, puede ser de color amarillo, blanco o gris.

Semillas de Moringa: Son de 1 cm de largo, ovaladas, de color blanco, con hojas delgadas de color gris; estas semillas contienen excelentes propiedades tales como calcio, hierro y fósforo, como también vitaminas A y C.

Cascara de semillas de Girasol: Son de color gris con un aproximado de 1 cm de largo, ovaladas, con una textura similar a fibra de cereales.

3.2.4. Equipos

- Computadora,
- Cámara digital,
- Balanza electrónica,
- Impresora con scanner,
- GPS Diferencial.

3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación para lograr los objetivos son los siguientes:



- Experimental: Se realizó un estudio sistemático y empírico en el que se manipuló la variable dependiente (calidad del agua subterránea) para utilizar la variable independiente (concentración de arsénico). Se necesitan experimentos para observar y corregir este problema analizando y comparando muestras de concentración de arsénico en diferentes momentos y luego sometiéndolas a un tratamiento de adsorción apropiado para eliminar el arsénico.

3.4. ENFOQUE, TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

- Enfoque: Cuantitativo – cualitativo, se usó un modelo preestablecido, modelo del método de adsorción para estimar, numérica y estadísticamente, las características y la calidad del agua subterránea del pozo del distrito de San Miguel, San Román, para luego aplicar tres tratamientos para la remoción de arsénico.

- Tipo: Aplicada, dado que se presenta un problema específico, conocido y previamente investigado, no es necesario crear una teoría o variable, es una investigación utilizando conceptos o teorías que se han creado y aplicado como en este caso la calidad del agua subterránea en pozos del distrito de San Miguel después de tres tratamientos de remoción de arsénico por adsorción.

- Nivel: Explicativa, porque se hace uso de la estadística inferencial para comparar las características de calidad del agua subterránea de pozos del distrito de San Miguel, San Román, luego de la aplicación de tres tratamientos para la remoción de arsénico mediante el método de adsorción.

3.5. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

3.5.1. Población

Agua subterránea de pozos del distrito de San Miguel, San Román.



3.5.2. Muestra

50 litros de agua subterránea del distrito de San Miguel, San Román, la cual parte del volumen fue utilizado para analizar los parámetros iniciales y lo sobrante para las pruebas de investigación.

3.5.2. Muestreo

Debido a que se utilizó el muestreo por conveniencia, una categoría donde la muestra se elige en función de la opinión, se realizó un muestreo no probabilístico. Para monitorear la calidad de los recursos hídricos superficiales se tomó en cuenta el protocolo nacional para la muestra (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA).

3.7. PROCESO METODOLÓGICO

3.7.1. Fase de campo

Etapa 1: Toma de muestras de suelo y agua.

Se realizó una calicata con profundidad de 4.10 m hasta llegar a la presencia de agua y se recolectó 01 muestras de suelo de cada horizonte llegando a un total de 05 muestras de suelo, para las muestras de agua se recolectó 07 muestras en botellas de plástico de 600 ml de 07 puntos del área de estudio, 01 muestras de botellas de plástico de 1000 ml antes del tratamiento propuesto y 03 muestras de botellas de plástico de 1000 ml después del tratamiento propuesto, las cuales fueron previamente esterilizadas en total, para las muestras patrón y las muestras experimentales.

- Para realizar un correcto muestreo de aguas contaminadas con arsénico se tuvo en cuenta que el contacto entre el muestreador y en recipiente libre de sustancias contaminantes.



- Los recipientes que fueron usados para el muestreo se deben de ser enjuagadas con un mínimo de dos veces con la misma agua de la muestra.
- Se sumergió en su totalidad el recipiente en el agua de los puntos a muestrear, y colocó la tapa del recipiente mientras esta sumergida para conservar las propiedades físicas y químicas de la muestra, luego se colocó la etiqueta especificando el punto de muestreo.
- Al finalizar el muestreo, las muestras fueron puestas en un recipiente de conservación para luego ser trasladadas al laboratorio y así poder ser analizadas sus propiedades físico-químicas.

Etapa 2: Comparar la concentración de metales pesados y metaloides.

Se utilizó los estándares nacionales e internacionales para realizar el análisis del nivel de concentración de metales pesados y metaloides, finalmente los resultados de laboratorio obtenidas se compararon con ECAs y LMPs para el agua del Ministerio del Ambiente y de la OMS.

Etapa 3: Elaboración de una planta de remoción de arsénico.

La planta de remoción de arsénico propuesta, consta de un recipiente de concentración mayor, el cual distribuye mediante tubos flexibles y transparentes a cuatro recipientes menores los cuales contiene un insumo de remoción de arsénico que están conectados consecutivamente y de forma vertical, para el último recipiente estuvo conectado a un recipiente de recolección, el cual nos sirvió para la toma de muestra, los insumos que se utilizados en los tratamientos fueron los más pequeños posibles a excepción de la roca caliza ya que se utilizó rocas que pasan los tamices ASTM N°10 Y N°4.

Tabla 2. Insumos de los filtros caseros, que fueron usados en el método de adsorción.

Tratamiento	Lana de acero - Viruta (g)	Semilla de Moringa (g)	Cascara de Semilla de Girasol (g)	Roca Caliza (g)			Total, de insumo utilizado (g)
				Tamiz N°4	Tamiz N°10	Total, de roca	
1	50	50	50	70	30	100	250
2	100	100	100	120	30	150	450
3	150	150	150	170	30	200	650

Fuente: Elaboración Propia.

Etapa 4: Funcionamiento de la planta de remoción de arsénico.

Al verter agua con concentración de arsénico al recipiente de concentración mayor esta fue cayendo por la tubería transparente que está de forma vertical y con un control de paso al primer recipiente que contiene el primer insumo de remoción de arsénico, el cual es necesario que el agua se acumule y tenga un tiempo de contacto para así poder pasar mediante la tubería transparente al segundo material de remoción de arsénico y así progresivamente hasta llegar al recipiente de recolección el cual estuvo ubicada en la parte inferior de la planta con un tiempo de 3 horas por recipiente de contacto y finalmente, llegando al recipiente de recolección con un total de 12 horas entre el agua con arsénico y los insumos de remoción de arsénico.

Etapa 5: Toma de muestras de los efluentes de la planta de remoción propuesta.

Una vez realizado el tratamiento por medio de la planta de remoción propuesta, se toma la muestra de agua del efluente a fin de comprobar el nivel de



arsénico en estas aguas subterráneas removidas y la eficiencia de la planta de tratamiento propuesta.

3.7.2. Fase de gabinete

La información de campo obtenida se aplicó al software Excel, en el cual ingresaron datos provenientes del análisis de laboratorio de las concentraciones iniciales y finales del arsénico mediante tablas, donde se interpretaron los resultados de los tratamientos hechos, Se utilizó un análisis estadístico para determinar las medidas de inferencias que registran diferencia o significancia estadística con ayuda del programa SPSS Statistics 25 y analizando la hipótesis planteada inicialmente.

3.7.2.1. Interpretación cualitativa

La interpretación cualitativa consiste en la comparación de las características físico-químico de las muestras iniciales llevadas al laboratorio para poder identificar si son constantes (La concentración de arsénico en diversos puntos del área de estudio).

3.7.2.2. Interpretación cuantitativa

La interpretación cuantitativa se realizó con la finalidad de determinar la diferencia de resultados obtenidos inicialmente con los resultados obtenidos finales después del tratamiento con la planta de remoción de arsénico propuesta.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Localización y Concentración de Arsénico en pozos del distrito de San Miguel.

Tabla 3. Localización y concentración de Arsénico en los puntos de muestreo.

Puntos de muestreo	Unidad	Concentración de arsénico	(WGS84) Este	(WGS84) Norte	Altitud	Sobrepasan los LMPs (0.01 mg/L)
P-1	mg/L	0.0768	378084	8290659	3828.25 msnm	Si
P-2	mg/L	0.1037	378063	8290657	3828.00 msnm	Si
P-3	mg/L	0.1111	378031	8290758	3828.52 msnm	Si
P-4	mg/L	0.0834	377965	8290798	3829.30 msnm	Si
P-5	mg/L	0.1184	377970	8290867	3829.50 msnm	Si
P-6	mg/L	0.1024	378227	8290806	3829.60 msnm	Si
P-7	mg/L	0.1150	378268	8290802	3828.20 msnm	Si

Fuente: Elaboración Propia a partir de datos proporcionados del análisis por el laboratorio LAS.

Interpretación: En la tabla 03 Se aprecia la ubicación en coordenadas UTM de los puntos de muestreo. Además, se compara y determina que en diferentes puntos de muestreo del distrito de San Miguel, sobrepasan los LMPs excediendo los 0.01 mg/L de los Estándares de Calidad Ambiental.

4.1.2. Características físico-químicos de los puntos de muestreo

Tabla 4. Características físico-químicos de los puntos de muestreo.

Descripción	Características físico-químicos						
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7
pH	7.90	8.20	8.00	8.05	8.00	7.88	7.54
ORP (mV)	-10.60	-10.30	-11.80	-13.20	-13.40	-13.60	-15.10
OD (mg/L)	2.56	2.58	2.55	2.58	2.58	2.59	2.40
Conductividad Eléctrica ($\mu S/cm$)	1249	670	1018	824	649	619	820
TDS (ppm)	624	335	509	412	325	309	410
T ($^{\circ}C$)	10.96	10.39	10.60	10.48	10.48	10.43	11.06
Presión Atmosférica	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63
PSU	0.63	0.33	0.51	0.41	0.32	0.30	0.41

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados del análisis por el laboratorio LAS.

Interpretación: En la tabla 04 se aprecia las características físico-químicos de los diferentes puntos de muestreo del distrito de San Miguel, en las cuales la relación del pH tiende a ser alcalino el cual suele indicar además del arsénico la presencia de otros elementos como el Molibdeno, Selenio y el Cromo.

4.1.3. Análisis estadístico para determinar la constancia de concentración de arsénico.

Tabla 5. Prueba de normalidad para los resultados físico-químicos de los puntos de muestreo.

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Concentración de arsénico	0.236	7	0.200*	0.897	7	0.314
Potencial de Hidrogeno	0.245	7	0.200*	0.902	7	0.344
ORP (mV)	0.212	7	0.200*	0.937	7	0.608
OD (mg/L)	0.366	7	0.005	0.632	7	0.001
Conductividad Eléctrica ($\mu S/cm$)	0.234	7	0.200*	0.882	7	0.237
TDS (ppm)	0.234	7	0.200*	0.883	7	0.242
T (°C)	0.280	7	0.102	0.810	7	0.051
Presión Atmosférica	0.174	7	0.200*	0.950	7	0.730
PSU	0.233	7	0.200*	0.889	7	0.268

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis en IBM SPSS Statistics.

Interpretación: En la tabla 05, se encuentra el procesamiento estadístico IBM SPSS, los datos procesados son menores que 30, así que se usó la prueba de Shapiro-Wilk, por lo tanto, podemos apreciar que los datos obtenidos en el laboratorio no siguen una distribución normal ya que el nivel de significación debe ser mayor a 0.05 en su totalidad y por lo consiguiente debemos aplicar un método no paramétrico, ya que no verificamos distribución normal en nuestra variable de interés.

Tabla 6. Prueba estadística de Kruskal-Wallis.

Resumen de la prueba de hipótesis			
Hipótesis nula	Prueba	Sig	Decisión
1 La distribución de Concentración de arsénico es la misma entre las categorías de Puntos de muestreo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.423	Retener la hipótesis nula

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis en IBM SPSS Statistics.

Interpretación: En la tabla 06, se encuentra el procesamiento estadístico IBM SPSS, de la prueba de hipótesis con la prueba estadística de Kruskal-Wallis para datos con distribución no normal, con un método no paramétrico dando como resultado una significancia mayor a 0.05 aceptando la hipótesis nula que nos indica que los puntos de muestreo son constantes y no son diferentes.

4.1.4. Concentración de arsénico antes y después de los tratamientos propuestos.

Tabla 7. Concentración de arsénico antes y después de los tratamientos.

Muestra experimental	Tratamiento		Diferencia	% de remoción de arsénico
	Antes	Después		
T1	0.1004	0.0609	0.0395	39.3426
T2	0.1004	0.0241	0.0763	75.9960
T3	0.1004	0.0226	0.0778	77.4900
Media	0.1004	0.0359	0.0645	64.2762

Fuente: Elaboración Propia a partir del análisis en IBM SPSS Statistics.

Interpretación: En la tabla 07 nos presenta los resultados de los tratamientos propuestos, con un tiempo de contacto constante de 03 h por insumo siendo un total de 12 h de contacto, como también se aprecia la diferencia entre el antes y después del tratamiento planteado y su respectivo porcentaje de remoción de arsénico, indicando

que le tratamiento 03 llego a un 77.49% de remoción de arsénico y a partir del tratamiento 02 el porcentaje de remoción tiende a estabilizarse de forma constante.

4.1.5. Análisis estadístico para determinar la significancia de los tratamientos propuestos.

Tabla 8. Prueba de normalidad para los resultados de la diferencia del antes y después del tratamiento planteado.

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístic			Estadístic		
	o	gl	Sig.	o	gl	Sig.
Diferencia de tratamientos	0.373	3		0.779	3	0.066

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia a partir del análisis en IBM SPSS Statistics.

Interpretación: En la tabla 08, se encuentra el procesamiento estadístico IBM SPSS de los datos de la concentración de arsénico antes y después del tratamiento, los datos procesados son menores que 30, así que usamos la prueba de Shapiro-Wilk, por lo tanto, podemos apreciar que los datos obtenidos en el laboratorio siguen una distribución normal ya que el nivel de significación es mayor a 0.05 y por lo consiguiente debemos aplicar un método paramétrico.

Tabla 9. Prueba estadística de T Student.

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
Media	Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia						
					Inferior	Superior			
Par 1	Concentración de arsénico inicial - Concentración de arsénico final	0.06453	0.02169	0.01252	0.01064	0.11842	5.15	2	0.036
		3	3	4	6	0	3		

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis en IBM SPSS Statistics.



Interpretación: En la tabla 09, se encuentra el procesamiento estadístico IBM SPSS Statistics, de la prueba de hipótesis con la Prueba de T Student para muestras relacionadas para datos con distribución normal, como método paramétrico dando como resultado una significancia menos a 0.05 rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alterna que nos indica que hay diferencia entre los tratamientos propuestos y presentando una disminución significativa del arsénico con los tratamientos propuestos llegando a un 77.49% en el tratamiento 03 con un total de 04 insumos utilizados.

4.2. DISCUSIÓN

En cuanto a las propiedades químicas del agua de pozos del distrito de San Miguel, existen diferentes metales pesados y metaloides tales como Arsénico (As), Plomo (Pb), Hierro (Fe), Cadmio (Cd), Cobre (Cu), Magnesio (Mg), Fosforo (P), como los metales con más alto porcentaje sobrepasando los Límites Máximos Permisibles (LMPs) y no cumpliendo con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua dadas por el Ministerio del Ambiente, en los cuales coincidimos con Larios, Gonzales y Morales (2015).

A partir de los resultados obtenidos la concentración de arsénico mayor fue de 0.1184 mg/L y según Gutiérrez, Villaescusa, Flores y Ortega (1994), los metales pesados y metaloides son perjudiciales para la salud de los seres vivos, como así Choquejahua (2018) ratifica que el consumo de arsénico (metaloides) en concentraciones altas viene a ser tóxico causando diversas enfermedades tales como intoxicación por arsénico, cáncer, intoxicación ocupacional agua o crónica, trastornos cardiacos, etc.

Según Sueña (2017) y Foidl et al. (2001) la Semilla de Girasol y la Moringa son plantas con propiedades de curación de diversas enfermedades como también son usadas



como purificadores de agua para humanos y animales, y además Castro (2013) y Piérola (2017) indican que el óxido de hierro y la Caliza tienen propiedades que atraen metales pesados.



V. CONCLUSIONES

Mediante el ensayo de barrido de metales se verifico la existencia de metales pesados y metaloides, así como la existencia del arsénico de manera constante en las aguas subterráneas de pozos del distrito de San Miguel, provincia de San Román; por lo cual se concluye que estas aguas subterráneas no son aptas como consumo humano, ni agrícola al no cumplir con los Límites Máximos Permisibles y Estándares de Calidad Ambiental según el Ministerio del Medio Ambiente y la Organización Mundial de la Salud.

Se logró remover el arsénico de las aguas subterráneas del distrito de San Miguel, San Román; con el tratamiento propuesto que emplea óxido de hierro (Viruta), roca caliza, semillas de Moringa y cascaras de semillas de Girasol, llegando a una eficacia del 77.49% de remoción de arsénico; es decir, logró disminuir el contenido de Arsénico inicial de 0.1004 mg/L hasta los 0.0226 mg/L, considerando que para el consumo humano según la Organización Mundial de la Salud permite un 0.01 mg/L de contenido de arsénico.



VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda tener cuidado con el tiempo de contacto de los insumos y el agua de pozo con contenido de arsénico y otros metales pesados debido a que la adsorción aumenta mientras avanza el tiempo, pero la adsorción disminuye con el óxido de hierro que está presente en la lana de acero (Viruta) y a este fenómeno se le conoce como desorción.

Se recomienda realizar estudios para la eliminación de los demás metales pesados y metaloides encontrados en las aguas de pozos para consumo humano del Distrito de San Miguel, San Román a pesar que se obtuvieron resultados favorables con el tratamiento propuesto.

Se recomienda un análisis completo de barrido de metales pesados y metaloides presentes antes y después de los tratamientos experimentales, ya que nos permitirá conocer la eficiencia que tienen los insumos no solo con el arsénico sino también con otros metales encontrados en las muestras.

En el distrito de San Miguel, San Román; se recomienda evaluar la existencia de arsénico y demás metales pesados encontrados para determinar la causa de esta contaminación y realizar un proceso de descontaminación, pues, según los resultados obtenidos serían perjudiciales para la salud humana.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arce Castro, R. (2013). Opciones Tecnológicas para la eliminación de Arsénico dentro del Proceso de Potabilización del Agua: Revisión Bibliográfica y Análisis Bibliométrico. 107.

<https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/5297/369237.pdf?sequence=1>

Autoridad Nacional del Agua. (2016). Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. En Ministerio de Agricultura y Riego (p. 92). <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/209>

Autoridad, Nacional del Agua. (2016). Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. En Ministerio de Agricultura y Riego (p. 92). <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/209>

APHA, A. C. (1992). Metodos normalizados para el analisis de aguas potables y residuales. Dias de Santos: Madrid.

Atkins, P. (1991). Fisicoquímica. 3ª edición Addison-Wesley Interamericana. México.

Benique, M. C., & Campos, R. A. (2019). Universidad Nacional Del Altiplano Facultad de Ciencias de la Educación. *Revista de Ciencias Naturales*. 051, 1-11. <http://revistas.unap.edu.pe/journal/index.php/RCCNN/issue/view/4794Downloadablefrom:http://revistas.unap.edu.pe/journal/index.php/RCCNN/issue/current>

Capacoila, J. (2017). Evaluación de la concentración de metales pesados en las aguas superficiales del río Coata. Repositorio institucional UNAP, 4(1), 110. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6639>



- Ccencho, S. (2018). Uso de biomasa seca (cáscara de plátano) como bioadsorbente de Arsénico en agua subterránea, Cruz del Médano, Mórrope, Lambayeque, a nivel laboratorio - 2018. Universidad César Vallejo, 99.
- Chiang, A. (1989). Niveles de los metales pesados en organismos, agua y sedimentos marinos recolectados en la V Región de Chile. Memorias del Simposio Internacional sobre los recursos vivos, Santiago. *Scientia Agropecuaria*, 3:235-247.
- Choquejahuá, Y. Q. (2018). Evaluación de la remoción de arsénico en medio acuoso a través de la bioadsorción con biomásas de granos de cebada (*Hordeum vulgare* L.) y avena (*Avena sativa* L.) bajo condiciones altoandinas - Puno, 2018. Universidad Peruana Unión, 89.
<https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/1689>
- Clara, M. R. (2005). Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras. Programa de educación para el desarrollo y la conservación, 62-65.
- Congreso de la República, L. N. 30492. (2016). Normas Legales Congreso De La República. 594929-594930.
- Dimas, M. J. J., Garza, M. N. D., & Treviño, D. B. M. (2015). Índice de la calidad del agua y metales pesados del cauce aguas blancas del municipio de Acapulco Guerrero, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1, 113-118.
- Dirección General de Salud (DIGESA). Ministerio de Salud (2011). Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano. Lima - Perú. 46 p.



- En, M., Del, Q., Ambiente, M., Recubierto, D., & Sales, C. O. N. (2016). Universidad Católica de Santa María. V.
- EPA, U. S. (2015). Water: Monitoring & Assessment, total solids. EPA. United States Environmental Protection Agency.
- Escalera Vásquez, R., & Ormachea Muñoz, M. (2017). Hidroquímica de la presencia natural de arsénico en aguas subterráneas de áreas suburbanas de Cochabamba-Bolivia y evaluación de la viabilidad técnica de procesos de remoción. *Investigación & Desarrollo*, 17(1), 27-41. <https://doi.org/10.23881/idupbo.017.1-3i>
- Foidl, N., Makkar, H., & Becker, K. (2001). The Potential of Moringa Oleifera. Dar Es Salaam, 20. https://miracletrees.org/moringa-doc/the_potential_of_moringa_oleifera_for_agricultural_and_industrial_uses.pdf
<http://miracletrees.org/potential-of-moringa-oleifera.html>
- Francisca, F. M., & Carro Pérez, M. E. (2014). Remoción de arsénico en agua mediante procesos de coagulación-floculación. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 30(2), 177-190.
- Fuentes, J. (2002). Aguas Subterráneas. Retrieved from <http://www.ideam.gov.co/web/agua/aguas-subterranas>
- Galetovic Carabantes, A., & De Fernicola, N. A. G. G. (2003). Arsenic in drinking water: A problem in public health. *Revista Brasileira de Ciências Farmaceuticas/Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 39(4), 365-372. <https://doi.org/10.1590/s1516-93322003000400003>



- Gómez-Gutiérrez, A., Miralles, M. J., Corbella, I., García, S., Navarro, S., & Llebaria, X. (2016). La calidad sanitaria del agua de consumo. *Gaceta Sanitaria*, 30, 63-68. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2016.04.012>
- Jill, S. B. (2003). *Sustaining Healthy Freshwater Ecosystems. Issues in Ecology*. Washington DC. US. P.18:1-18: Ecological Society of America.
- Hao, J. et al. "SERS detection of arsenic in water: A review", *JES*. [en línea] (2015). China. 36, (5). pp. 152–162. ISSN: 1001-0742. Disponible en doi: 10.1016/j.jes.2015.05.013.
- Larios, F., Gonzáles, C., & Morales, Y. (2015). Aguas residuales y sus Consecuencias en el Perú. *Universidad San Ignacio de Loyola*, 2(12), 9-25. <http://revistas.usil.edu.pe/index.php/syh/article/view/115>
- Llamas, R., Hernández, N., & Martínez, L. (2000). El uso sostenible de las aguas subterráneas. *Papeles Del Proyecto Aguas Subterráneas.*, 1, 54.
- Martínez, C., Aguilera, E., & Martinez, E. (2018). Remoción de arsénico de agua potable mediante adsorción sobre óxido y oxihidróxidos de hierro. *CienciAcierta*, 56, 1-14.
- Mendoza-Cano, O., Sánchez-Piña, R. A., Barrón-Quintana, J., Cuevas-Arellano, H. B., Escalante-Minakata, P., & Solano-Barajas, R. (2017). Potential health risks from consumption of water with arsenic in Colima, Mexico. *Salud Publica de México*, 59(1), 34-40. <https://doi.org/10.21149/8413>



- Mendoza, S. (2017). Solidos Totales Disueltos en el agua de pozos y su influencia en los consumidores (p. 19). p. 19. Retrieved from <https://aguapuraysana.com/tds-queimportancia-tiene-y-como-medirlo/>
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2013). Aprueban los Estándares Nacionales de la Calidad Ambiental del Suelo. *El Peruano* (pp. 377222-377227). <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/D-S-N-002-2013-MINAM.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2017). DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM: Aprueban estandares de calidad ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias. *El Peruano*, 6-9. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-estandares-de-calidad-ambiental-eca-para-agua-y-e-decreto-supremo-n-004-2017-minam-1529835-2/>
- Ordoñez, J. (2011). Aguas Subterráneas — Acuíferos. Retrieved from http://www.gwp.org/Global/GWPSAm_Files/Publicaciones/Varios/Aguas_Subterraneas.pdf
- Ordoño Bellido, J. A., & Mendoza Ancori, A. (2020). REMOCIÓN DE COBRE Cu (II) Y ARSENICO As (V) DE AGUAS RESIDUALES DE MINA, POR ADSORCIÓN CON ZEOLITA NATURAL EN PROCESO BATCH. Universidad Nacional del Altiplano, Ii, 156.
- Piérola, D. (2017). Optimización del plan de minado de cantera de caliza la unión distrito de Baños del Inca – Cajamarca. 189.
- Radio Onda Azul Puno – Perú. (2020, 5 noviembre). 70% de pobladores del distrito de San Miguel no cuentan con servicios básicos. Recuperado de



<https://radioondaazul.com/70-de-pobladores-del-distrito-de-san-miguel-no-cuentan-con-servicios-basicos/>

- Sanchez, L. (2019). Evaluación de la remoción de arsénico desde medios acuosos por adsorción sobre arena recubierta con óxidos de hierro naturales. 1-34.
- Sanz, N. A., Díez, M. P., De Miguel, A. A., Rodríguez, P. G., Cortés, M. M., & Bernabeu, M. J. R. (2001). Nivel de arsénico en abastecimientos de agua de consumo de origen subterráneo en la comunidad de Madrid. *Revista Española de Salud Pública*, 75(5), 421-432.
- Sepúlveda Saa, R. (2009). El arsénico en la contaminación de aguas subterráneas. *Ciencia-UANL*, 12(3), 239-244.
- Suaña Quispe, M. E. (2018). Capacidad del Girasol (*Helianthus annuus* L.) para absorber cadmio de suelos contaminados en ambiente controlado, Puno. *Revista de Investigaciones*, 7(1), 393-401. <https://doi.org/10.26788/riepg.2018.1.64>
- Través, A. A., Agua, D. E. L., En, D. E. C., & Puna, L. A. (2018). Artículos originales. 15-21.
- Unda, F. (1969). Ingeniería sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública (1969). México: ed. Hispano - Americana 870p.
- Vélez Chang, Y. J. (2017). Mejoramiento de la calidad del agua de pozo a partir de un tratamiento fisicoquímico para su utilización como agua de consumo humano en el distrito de Vegueta. *Big Bang Faustiniiano*, 6(3), 19-22. <https://doi.org/10.51431/bbf.v6i3.166>



VERAMENDI V., E. J. (2021). “Sistema Automático Con Sensores Orp Para El Monitoreo De La Calidad Del Agua”. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Vinet, L., & Zhedanov, A. (2011). A «missing» family of classical orthogonal polynomials. *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical*, 44(8), 1689-1699. <https://doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201>



ANEXOS

ANEXO 1. Recolección y preparado de Insumos.



Figura 7. Óxido de Hierro (Viruta).



Figura 6. Semillas de Moringa.



Figura 8. Roca Caliza



Figura 9. Cascaras de Semilla de Girasol.

ANEXO 2. Ensayos Granulométrico de la Roca Caliza.



Figura 10. Ensayo granulométrico de la Roca Caliza.

ANEXO 3. Control de pesos de los insumos a utilizar.



Figura 11. Control de pesos de los insumos a utilizar.

ANEXO 4. Etapas de tratamiento de agua con arsénico con insumos propuestos.



Figura 12. Planta de tratamiento con sus respectivas etapas.

ANEXO 5. Contacto del agua a tratar con los insumos.

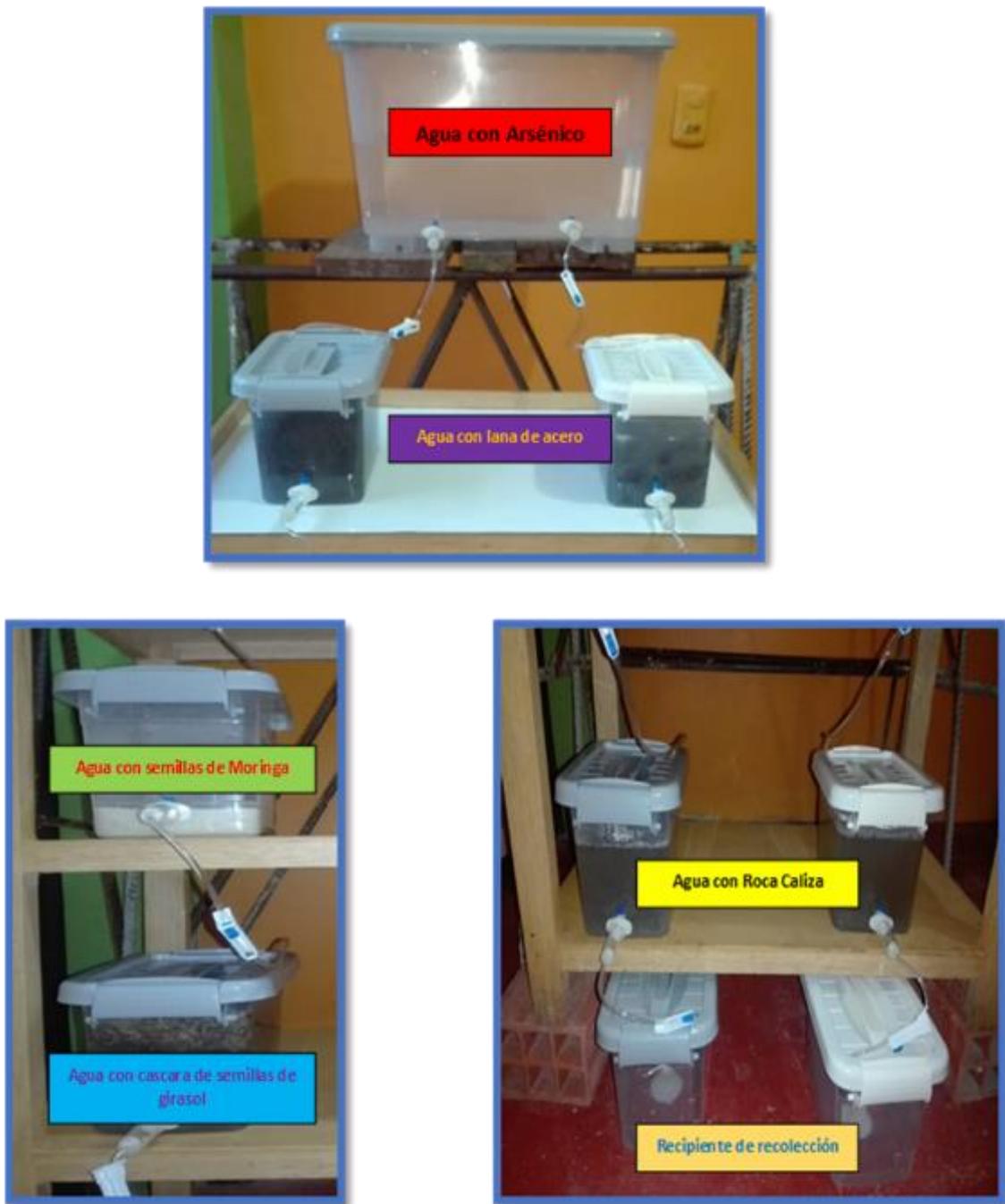


Figura 13. Contacto del agua con los insumos propuestos.

ANEXO 6. Proceso de filtrado y muestra recolectada.



Figura 14. Proceso de filtrado y muestra recolectada.

ANEXO 7. Excavación y muestreo en calicata del área de estudio.



Figura 15. Excavación de calicata.



Figura 16. Perfil del suelo y sus horizontes



Figura 17. Muestras extraídas de cada horizonte encontrado.



Figura 18. Muestra seca y lista para el proceso de análisis de suelos.

ANEXO 8: Estándares de Calidad Ambiental.

El Peruano / Miércoles 7 de junio de 2017	NORMAS LEGALES	13
recurso hídrico al que este tributa, previo análisis de dicha Autoridad.	JOSÉ MANUEL HERNÁNDEZ CALDERÓN Ministro de Agricultura y Riego	
DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA DEROGATORIA	ELSA GALARZA CONTRERAS Ministra del Ambiente	
Única.- Derogación de normas referidas a Estándares de Calidad Ambiental para Agua Derógase el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.	GONZALO TAMAYO FLORES Ministro de Energía y Minas	
Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los seis días del mes de junio del año dos mil diecisiete.	PEDRO OLAECHEA ÁLVAREZ-CALDERÓN Ministro de la Producción	
PEDRO PABLO KUCZYNSKI GODARD Presidente de la República	PATRICIA J. GARCÍA FUNEGRA Ministra de Salud	
	EDMER TRUJILLO MORI Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento	

ANEXO

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS-QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(µS/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antropico	Ausencia de material flotante de origen antropico	Ausencia de material flotante de origen antropico
Nitritos (NO ₂) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂) (d)	mg/L	3	3	**
Amoníaco-N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 - 8,5	5,5 - 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Urenio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C ₉ - C ₂₀)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos (e)	(e)	1,0	1,0	1,0
Bromoformo	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromodlorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodlorometano	mg/L	0,05	**	**
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2-Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2-Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
BTEX				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
Organofosforados				
Meletilon	mg/L	0,19	0,0001	**
Organoclorados				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,0003	0,0003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,0003	0,0003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
Carbamato				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
II. CIANOTOXINAS				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
III. BIFENILOS POLICLORADOS				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	**	**
Vibrio cholerae	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoos, copepodos, rotíferos, nematodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	N° Organismo/L	0	<5x10 ⁶	<5x10 ⁶

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO₃-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO₃).

ANEXO
ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) PARA SUELO

Parámetros en mg/kg PS ⁽²⁾	Usos del Suelo ⁽³⁾			Métodos de ensayo ^{(4) y (5)}
	Suelo Agrícola ⁽³⁾	Suelo Residencial/ Parques ⁽⁴⁾	Suelo Comercial ⁽⁵⁾ / Industrial/ Extractivo ⁽⁶⁾	
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos aromáticos volátiles				
Benceno	0,03	0,03	0,03	EPA 8260 ⁽⁴⁾ EPA 8021
Tolueno	0,37	0,37	0,37	EPA 8260 EPA 8021
Etilbenceno	0,082	0,082	0,082	EPA 8260 EPA 8021
Xilenos ⁽⁶⁾	11	11	11	EPA 8260 EPA 8021
Hidrocarburos poliaromáticos				
Naftaleno	0,1	0,6	22	EPA 8260 EPA 8021 EPA 8270
Benzo(a) pireno	0,1	0,7	0,7	EPA 8270
Hidrocarburos de Petróleo				
Fración de hidrocarburos F1 ⁽⁶⁾ (C6-C10)	200	200	500	EPA 8015
Fración de hidrocarburos F2 ⁽⁶⁾ (>C10-C26)	1200	1200	5000	EPA 8015
Fración de hidrocarburos F3 ⁽⁶⁾ (>C26-C40)	3000	3000	6000	EPA 8015
Compuestos Organoclorados				
Bifenilos policlorados - PCB ⁽⁶⁾	0,5	1,3	33	EPA 8082 EPA 8270
Tetracloroetileno	0,1	0,2	0,5	EPA 8260
Tricloroetileno	0,01	0,01	0,01	EPA 8260
INORGÁNICOS				
Arsénico	50	50	140	EPA 3050 EPA 3051
Bario total ⁽⁶⁾	750	500	2 000	EPA 3050 EPA 3051
Cadmio	1,4	10	22	EPA 3050 EPA 3051
Cromo total	**	400	1 000	EPA 3050 EPA 3051
Cromo VI	0,4	0,4	1,4	EPA 3060/ EPA 7199 ó DIN EN 15192 ⁽⁶⁾
Mercurio	6,6	6,6	24	EPA 7471 EPA 6020 ó 200.8
Plomo	70	140	800	EPA 3050 EPA 3051 EPA 9013
Cianuro Libre	0,9	0,9	8	SEMWW-AWWA-WEF 4500 CN F o ASTM D7237 y/o ISO 17690:2015

Notas:

- [*] Este símbolo dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para el uso de suelo agrícola.
- (1) Suelo: Material no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad.
- (2) PS: Peso seco.
- (3) Suelo agrícola: Suelo dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados. Es también aquel suelo con aptitud para el crecimiento de cultivos y el desarrollo de la ganadería. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el caso de las áreas naturales protegidas.

- (4) Suelo residencial/parques: Suelo ocupado por la población para construir sus viviendas, incluyendo áreas verdes y espacios destinados a actividades de recreación y de esparcimiento.
- (5) Suelo comercial: Suelo en el cual la actividad principal que se desarrolla está relacionada con operaciones comerciales y de servicios.
- (6) Suelo industrial/extractivo: Suelo en el cual la actividad principal que se desarrolla abarca la extracción y/o aprovechamiento de recursos naturales (actividades mineras, hidrocarburos, entre otros) y/o, la elaboración, transformación o construcción de bienes.
- (7) Métodos de ensayo estandarizados vigentes o métodos validados y que cuenten con la acreditación nacional e internacional correspondiente, en el marco del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo de la Internacional Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). Los métodos de ensayo deben contar con límites de cuantificación que estén por debajo del ECA

ANEXO 9: Resultados de Laboratorios.



TRIPLE GEO S.R.L. LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Calidad y Experiencia Geología - Geofísica - Geotecnia

TESIS : "EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE ARSÉNICO EN AGUA DE POZOS PARA CONSUMO HUMANO DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PROVINCIA DE SAN ROMÁN-2020

SOLICITANTE : BACHILLER. JOHAN LEON MUÑOZ - BACHILLER. MARIA MERCEDES ANCCO ORTEGA

MUESTRA : ROCA CHANCADA (CALIZA)

UBICACIÓN : ALTO LLAVINI - PUNO

FECHA : 28 DE DICIEMBRE DEL 2022

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	962.18
SUELO SECO + TARRO	gr	942.97
PESO DEL TARRO	gr	61.27
PESO DEL AGUA	gr	19.21
PESO DEL SUELO SECO	gr	881.70
HUMEDAD %	%	2.18

LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LÍMITE LIQUIDO

TARRO N°	K	L
SUELO HUMEDO + TARRO	41.36	40.94
SUELO SECO + TARRO	39.50	39.16
PESO DEL TARRO	23.54	23.25
PESO DEL AGUA	1.66	1.78
PESO DEL SUELO SECO	15.96	15.91
HUMEDAD %	11.65	11.19
N° DE GOLPES	12	12

LÍMITE PLASTICO

LÍMITE LIQUIDO % : 10.45 LÍMITE PLASTICO % : NP

INDICE PLASTICO % : NP

LL = $W_n \cdot (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Limite Liquido
 W_n = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Numero de Golpes

NOTA : LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS EN COLABORACIÓN CON LOS BACHILLERES


Elizabeth Gopa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO

N° 01-LA136

ASUNTO: Análisis de metales pesados (As) por Espectrofotómetro de Emisión Atómica por Plasma Microondas 4210 MP-AES

PROCEDENCIA: Distrito de San Miguel, Provincia San Román

SOLICITANTE: Jhoan León Muñoz

CODIGO DE LABORATORIO: L01LA136

N° ORDEN: LMEA - 4210 - MP - AES

FECHA DE INGRESO: 24/04/2023

TIPO DE SERVICIO: Único

INFORMACIÓN DE LA MUESTRAS SUELO

EMPAQUE PRIMARIO: Bolsas ziploc

TIPO DE MUESTRA: SUELO

DESCRIPCIÓN DEL SOLICITANTE: Análisis de Arsénico

CANTIDAD DE MUESTRAS: 01

TEMPERATURA DEL RECIPIENTE

Ambiente
 Refrigeración

FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 25/04/2023

Coordenadas

UTM DATUM WGS - 84 L19

E: 0378068.01 N: 8290737.42

I.- RESULTADO DE ANALISIS DE SUELO

N°	ANÁLISIS	RESULTADOS (ppm)	% RSD	Método de Ensayo
Muestra_1	Arsénico	16,14	28,45	Por digestión Multi acida 4210 MP-AES
Muestra_2_3	Arsénico	19,59	38,32	Por digestión Multi acida 4210 MP-AES
Muestra_4	Arsénico	29,39	43,23	Por digestión Multi acida 4210 MP-AES
Muestra_5	Arsénico	25,93	21,11	Por digestión Multi acida 4210 MP-AES

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
LABORATORIO DE MONITOREO Y EVALUACION AMBIENTAL
PUÑO - PERÚ
M.Sc. Fidel Huiso Maman
EFE DE LABORATORIO DE MONITOREO Y EVALUACION AMBIENTAL DE LA F.M. UNA

Los resultados corresponden solamente a las muestras analizadas en el laboratorio se prohíbe la reproducción parcial de este sin la aprobación escrita del laboratorio



Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC-060

Clave generada : 14FF179D

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00006

Fecha de emisión: 14/01/2023

Página 1 de 4

Señores : J. JOAN LEON MUÑOZ
Dirección : JR. SAN BASILIO N°144, PUNO - PUNO - PUNO.
Atención : J. JOAN LEON MUÑOZ
Proyecto : EVALUACION DE CONCENTRACION DE ARSENICO EN AGUA DE POZOS PARA CONSUMO HUMANO DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PROVINCIA SAN ROMAN -2020

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : J. JOAN LEON MUÑOZ
Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 005-23
Plan de muestreo : Muestreo por el cliente
Procedimiento Aplicado : Muestreo por el cliente
Fecha de recepción : 5/01/2023
Fecha de ensayo : 5/01/2023
Nro de muestras : 1

Cod. Interno L.A.S.	(c) Nombre de muestra	(c) Matriz de la muestra	(c) Zona, Urb, AAHH/Dist/Prov/Depart.	(c) Punto de muestreo y/o coordenadas	(c) Fecha de Inicio de muestreo	(c) Hora de Inicio de muestreo
AC2300010	MUESTRA PATRON	Agua Natural - Subterránea - Agua de Manzana	PUNO - SAN ROMAN - SAN MIGUEL	8240715 I NGITE 3779514 ESTE	31/12/2022	15:00
Condiciones de recepción de la muestra						
A: ambiente						
Observación						

Firmado por: JUAN CARLOS SOTO OVALLE ALFONSO, DIRECTOR DE OPERACIONES N. SEC. Operario de punto de control de calidad. LASUR, PUNO, 14/01/2023 09:45:13

Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de ILAC e ILAC

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

**<Valor numérico>=Limite de detección del método, **<Valor Numérico>=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto a como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier errata o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

(c) : Datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdesur.com> - Párcel Ind. Río Seco C-1 C. Colarado-Arequipa-Perú/004443294 - (054)



Validar el informe
por web



Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC-069

Clave generada : 14FF179D

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00006

Fecha de emisión: 14/01/2023

Página 2 de 4

RESULTADOS DE ENSAYO FÍSICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	302											
		As	Ag	Al	B	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe
AG23000010	MUESTRA PATRON	0,1004	≤0,0024	0,795	0,1416	0,13327	≤0,000079	106	≤0,00011	≤0,000094	0,00410	≤0,002	≤0,016

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	302											
		K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Se	SiO ₂
AG23000010	MUESTRA PATRON	17,4	0,05214	43,65	≤0,0003	≤0,00039	25,1	≤0,00051	≤0,0054	≤0,0028	0,01036	≤0,002	55,843193

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	302					
		Sn	Sr	Ti	Tl	V	Zn
AG23000010	MUESTRA PATRON	≤0,00085	1,684	≤0,00068	≤0,0013	0,02300	≤0,00051

Emisado por: JUDITH ROTO DÍAZ ALTIPLANO, DIRECTORA DE OPERACIONES Y SERVICIOS TÉCNICOS DEL SUR, mediante documento CIP 114/2023, emitido de conformidad con el artículo 14.004 del Reglamento de la Ley N° 14501 del 2023.

Los ensayos acreditados del presente informe/certificado si están en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Límite de detección del método, ">Valor Numérico">=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier omisión o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú (054)443284 - (054)444582.





Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC-060

Clave generada : 14FF179D

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00006

Fecha de emisión: 14/01/2023

Página 3 de 4

MÉTODOS DE ENSAYO UTILIZADOS

Código	Título	Rango de método analítico
750	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Asesoría Total (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[- 2.0] mg/L
002	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[- 2.0] mg/L

* : Límite de detección

* : Límite de cuantificación

----- Fin del informe -----

Emisado por: JUDITH ROSA OVALO ACOSTA, DIRECTORA DE OPERACIONES Y SERVICIOS, DUNAS CIP 11428, Línea de atención LAS01, TEL: 0541443294

Los ensayos acreditados del presente informe/certificado si están en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IACQ e ILAC.

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

*<Valor numérico>=Límite de detección del método, *<Valor Numérico>=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier omisión o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdesur.com> Parque Ind. Rio Seco C-1 C. Cotabamba-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)444582.

Valor e Informe
via web





Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LC - 060

Página 4 de 4

**Declaración de evaluación de la conformidad LAS01-AG-AC-23-00006
según JCGM 106:2012**

Fecha de emisión: 14/01/2023

Norma : ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA D.S. 004-2017-MINAM CATEGORÍA 1 A-2 AGUAS SUPERFICIALES DESTINADAS A LA PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE - AGUA QUE PUEDE SER POTABILIZADAS CON TRATAMIENTO CONVENCIONAL (no incluye parámetros orgánicos y el parámetro microcistina-LR)

Cod.Interno :AG23000010		Nom.Muestra :MUESTRA PATRON						
Método	Unidad Medida	Resultado	Incertidumbre	Especificación	Evaluación de la conformidad			
INORGANICO								
790	Arsénico	mg/L	0,1004	0,015	≤0,01	0,00 %	RECHAZADO	
802	Cobre	mg/L	≤0,002	0,0012	≤2	100,00 %	ACEPTADO	
802	Berilio	mg/L	≤0,000079	0,00027	≤0,04	100,00 %	ACEPTADO	
802	Zinc	mg/L	≤0,0031	0,00093	≤5	100,00 %	ACEPTADO	
802	Bario	mg/L	0,13327	0,0064	≤1	100,00 %	ACEPTADO	
802	Boro	mg/L	0,1416	0,0018	≤2,4	100,00 %	ACEPTADO	
802	Plomo	mg/L	≤0,0026	0,00064	≤0,06	100,00 %	ACEPTADO	
802	Selenio	mg/L	≤0,002	0,0013	≤0,04	100,00 %	ACEPTADO	
802	Aluminio	mg/L	0,795	0,1	≤5	100,00 %	ACEPTADO	
802	Cromo	mg/L	0,00410	0,0018	≤0,06	100,00 %	ACEPTADO	
802	Hierro	mg/L	≤0,018	0,00098	≤1	100,00 %	ACEPTADO	
802	Antimonio	mg/L	0,01036	0,0012	≤0,02	100,00 %	ACEPTADO	
802	Manganeso	mg/L	≤0,0003	0,0003	≤0,4	100,00 %	ACEPTADO	

LMP* - Límite Máximo Permissible indicado en la sub categoría A2 de los "Estándares de Calidad Ambiental Para Agua" D.S. 004-2017-MINAM
LPI se ensayo por la teoría de LMP - Número Más Probable, el valor " $\times 1,1$ " o " $\times 1,5$ " se considera como "0".

NA : No Aplica

Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC*.

* Empleado por: JUAN CARLOS CHAVEZ ALFARO, TECNICO DE OPERACIONES N.º 56, N.º 14726, Empleado de confianza LASAS, P.º 14726/2023 09-14-23

(* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Límite de detección del método, "<Valor Numérico">=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier omisión o corrección en el contenido del presente documento le avisa.

Web: <https://www.laboratoriosanaliticoselsur.com> Parque Ind. Rio Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443284 - (054)444582.





Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC-050

Clave generada : 8DF64627

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00005

Fecha de emisión: 14/01/2023

Página 1 de 4

Señores : JHOAN LEON MUÑOZ
Dirección : JR. SAN BASILIO N°144, PUNO - PUNO - PUNO.
Atención : JHOAN LEON MUÑOZ
Proyecto : EVALUACION DE CONCENTRACION DE ARSENICO EN AGUA DE POZOS PARA CONSUMO HUMANO DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL PROVINCIA SAN ROMAN -2020

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : JHOAN LEON MUÑOZ **Fecha de recepción :** 5/01/2023
Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 005-23 **Fecha de ensayo :** 5/01/2023
Plan de muestreo : Muestreo por el cliente
Procedimiento Aplicado : Muestreo por el cliente **Nro de muestras :** 1

Cod. Interno L.A.S.	(c) Nombre de muestra	(c) Matriz de la muestra	(c) Zona, Urb, AAHH/Dist/Prov/Depart.	(c) Punto de muestreo y/o coordenadas	(c) Fecha de inicio de muestreo	(c) Hora de inicio de muestreo
AS20200029	TRATAMIENTO 1	Agua Natural - Subterránea - Agua de Manantial	PUNO - PUNO - PUNO	8250024.8 NORTE 590500.5 ESTE	24/11/2023	13:00
Condiciones de recepción de la muestra						
A ambiente						
Observación						

Firmado por: JUAN CARLOS ORTIZ ALFARO, COORDINADOR DE CERTIFICACIONES, N.º de identificación: 119429, Cédula de profesional: 124246, PUNO, 14/01/2023 09:48:23

Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC*

(* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Límite de detección del método, "<Valor Numérico">=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier omisión o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

(c) : Datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelosur.com> Faros Ind. Río Seco C-1 C. Colanipa-Arequipa-Perú; (054)443294 - (054)



Validar el Informe
v13/web



Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC-020

Clave generada : 8DF64627

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00005

Fecha de emisión: 14/01/2023

Página 2 de 4

RESULTADOS DE ENSAYO FÍSICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	802											
		As	Ag	Al	B	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
AG23000009	TRATAMIENTO 1	0,0609	<0,0024	0,662	0,4966	0,05824	<0,000079	85,6	<0,00011	<0,000094	0,00468	0,0351	0,615

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	802											
		K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Se	SiO ₂
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
AG23000009	TRATAMIENTO 1	>250	0,05838	50,08	0,07198	<0,00038	28,0	<0,00051	11,88	<0,0026	0,01243	<0,002	28,02

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	802					
		Sn	Sr	Tl	Tl	V	Zn
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
AG23000009	TRATAMIENTO 1	<0,00095	1,169	0,00096	<0,0013	0,01110	0,0959

El modo de JUNTAR SONO OVALI AUTENTICI, CONSULTI DE CERTIFICAZIONE N. 88, numero d'ordine 017 114928, Stampo de certificazione: LAS01-AC-23-000005-02-02-23

Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Límite de detección del método, ">Valor Numérico">=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier emienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú (054)443294 - (054)444582.





Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC-050

Clave generada : 8DF64627

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00005

Fecha de emisión: 14/01/2023

Página 3 de 4

MÉTODOS DE ENSAYO UTILIZADOS

Código	Título	Rango de método analítico
756	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Análisis Total (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[- 20] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[- 20] mg/L

* : Límite de detección * : Límite de cuantificación

----- Fin del informe -----

Firmado por: JUAN PABLO SANCHEZ SANCHEZ, COORDINADOR DE CERTIFICACIONES, N.º de identificación: 114924, Cédula de profesional: 124044, PUC, 14/01/2023 09:48:33

Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"*Valor numérico"=Límite de detección del método, "Valor Numérico"=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier emienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdesur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colomado-Arequipa-Perú (054)43284 - (054)444582

Verificar el informe
vía QR





Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LC - 050

Página 4 de 4

**Declaración de evaluación de la conformidad LAS01-AG-AC-23-00005
según JCGM 106:2012**

Fecha de emisión: 14/01/2023

Norma : ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA D.S. 004-2017-MINAM CATEGORÍA 1 A/2 AGUAS SUPERFICIALES DESTINADAS A LA PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE - AGUA QUE PUEDE SER POTABILIZADAS CON TRATAMIENTO CONVENCIONAL (no incluye parámetros orgánicos y el parámetro microcistina-LR)

Cod.Interno :AG23000009		Nom.Muestra :TRATAMIENTO 1					
Método	Unidad Medida	Resultado	Incertidumbre	Especificación	Evaluación de la conformidad		
INORGANICO							
795	Arsénico	mg/L	0,0609	0,0062	≤0,01	0,00 %	RECHAZADO
802	Berilio	mg/L	≤0,000079	0,00027	≤0,04	100,00 %	ACEPTADO
802	Fluoro	mg/L	0,616	0,027	≤1	100,00 %	ACEPTADO
802	Manganeso	mg/L	0,07155	0,0035	≤0,4	100,00 %	ACEPTADO
802	Cromo	mg/L	0,00485	0,0016	≤0,05	100,00 %	ACEPTADO
802	Selenio	mg/L	≤0,002	0,0013	≤0,04	100,00 %	ACEPTADO
802	Antimonio	mg/L	0,01243	0,0014	≤0,02	100,00 %	ACEPTADO
802	Aluminio	mg/L	0,652	0,083	≤5	100,00 %	ACEPTADO
802	Plomo	mg/L	≤0,0026	0,00054	≤0,05	100,00 %	ACEPTADO
802	Cobre	mg/L	0,0351	0,0021	≤2	100,00 %	ACEPTADO
802	Zinc	mg/L	0,0859	0,0048	≤5	100,00 %	ACEPTADO
802	Bario	mg/L	0,05824	0,0033	≤1	100,00 %	ACEPTADO
802	Boro	mg/L	0,4985	0,0069	≤2,4	100,00 %	ACEPTADO

MAP = Límites Máximos Permisibles indicados en la sub-categoría A2 de los "Estándares de Calidad Ambiental Para Agua", D.S. 004-2017-MINAM
 (Si se ensaya por la técnica de MAP - Número Más Probable, el valor "≤0,7" o "≤0,8" se considera como "0")

N.A. : No Aplica

Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IMAC e ILAC*

Emitido por: JUAN PABLO SOTO OVALI ALCANTARA, COORDINADOR GENERAL DE CERTIFICACIONES Y SEGUIMIENTO TECNICO DE LA CALIDAD, LABORATORIO ANALITICO DEL SUR, PARTICIPACION 09-40-03

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Límite de detección del método, "<Valor Numérico">=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier amonestación o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Web: <https://www.laboratorioanaliticosdelsur.com> | Ferrocarril Río Seco C-1 C, Colomado-Arequipa-Perú/(054)443294 - (054)444682.





Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LE-050

Clave generada : FAF176B1

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00004

Fecha de emisión: 14/01/2023

Página 1 de 4

Señores : JOHAN LEON MUÑOZ
Dirección : JR. SAN BASILIO N°144, PUNO - PUNO - PUNO.
Atención : JOHAN LEON MUÑOZ
Proyecto : EVALUACIÓN DE CONCENTRACION DE ARSENICO EN AGUA DE POZOS PARA CONSUMO HUMANO DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, PROVINCIA SAN ROMAN -2020

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : JOHAN LEON MUÑOZ **Fecha de recepción :** 5/01/2023
Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 005-23 **Fecha de ensayo :** 5/01/2023
Plan de muestreo : Muestreado por el cliente
Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente **Nro de muestras :** 1

Cod. Interno L.A.S.	(c) Nombre de muestra	(c) Matriz de la muestra	(c) Zona, Urb, AAHH/Dist/Prov/Depart.	(c) Punto de muestreo y/o coordenadas	(c) Fecha de inicio de muestreo	(c) Hora de inicio de muestreo
AG23000005	TRATAMIENTO 2	Agua Natural - Subterránea - Agua de Manantial	PUNO - PUNO - PUNO	8250024.8 NORTE 590590.5 ESTE	24/01/2023	13:25
Condiciones de recepción de la muestra						
A ambiente						
Observación						

Elmado por JUAN PABLO TORO OVALLE ALFARO, GERENTE DE OPERACIONES, N° de Documento: 0119429, Emitido en: 14/01/2023, 09:48:08

Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

*"Valor numérico"=Límite de detección del método, "Valor Numérico"=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción, parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier omisión o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

(c) : Datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <http://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Ferrocarril, Río Seco C-1 C, Colanada-Arequipa-Perú/(054)443284 - (054)



VALIDAR EL INFORME VISITE



Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LE-050

Clave generada : FAF176B1

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00004

Fecha de emisión: 14/01/2023

Página 2 de 4

RESULTADOS DE ENSAYO FÍSICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	796		802									
		As mg/L	Ag mg/L	Al mg/L	B mg/L	Ba mg/L	Ba mg/L	Ca mg/L	Cd mg/L	Co mg/L	Cr mg/L	Cu mg/L	Fe mg/L
AG23000008	TRATAMIENTO 2	0,0241	<0,0024	0,546	0,3257	0,03660	<0,000079	66,6	<0,00011	<0,000054	0,00389	0,0498	0,179

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	802											
		K mg/L	Li mg/L	Mg mg/L	Mn mg/L	Mo mg/L	Na mg/L	Ni mg/L	P mg/L	Pb mg/L	Sb mg/L	Se mg/L	SiO ₂ mg/L
AG23000008	TRATAMIENTO 2	>250	0,04822	45,55	0,08553	<0,000038	27,2	<0,00051	17,89	<0,0026	0,00375	<0,002	54,14583

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	802					
		Sn mg/L	Sr mg/L	Ti mg/L	Ti mg/L	V mg/L	Zn mg/L
AG23000008	TRATAMIENTO 2	<0,00093	0,7921	<0,00068	<0,0013	0,00599	0,1163

Emitido por: JUANITA SOTO OVALLE ALFARO, GERENTE DE OPERACIONES M&E, Ingenero Químico CIP 13492, C/ma de veredas: LLAJUE PC - 14012023 09:48:08

Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC

(* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

**<Valor numérico>=Límite de detección del método, **<Valor Numérico>=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra analizada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier emienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>, Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú (054)443294 - (054)444682.





Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC-050

Clave generada : FAF176B1

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00004

Fecha de emisión:14/01/2023

Página 3 de 4

MÉTODOS DE ENSAYO UTILIZADOS

Código	Título	Rango de método analítico
756	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Análisis Total (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[- 2.0] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[- 2.0] mg/L

* Límite de detección

* Límite de cuantificación

----- Fin del informe -----

Emitido por: JUANITA SOTO OVALI ALFARO, GERENTE DE OPERACIONES N° del Inventario Quiroz CIP 134928, Criterio de validación: L1404/PC_1401/2023 09:48:08

"Los ensayos acreditados del presente Informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"*<Valor numérico">Límite de detección del método, "*<Valor Numérico">Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción, parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier errata o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdesur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú (054)443286 - (054)444582



Validar el informe
con QR



Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LE-050

Página 4 de 4

**Declaración de evaluación de la conformidad LAS01-AG-AC-23-00004
según JCGM 106:2012**

Fecha de emisión: 14/01/2023

Norma : ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA, D.S. 004-2017-MINAM CATEGORÍA 1 A-2 AGUAS SUPERFICIALES DESTINADAS A LA PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE - AGUA QUE PUEDE SER POTABILIZADAS CON TRATAMIENTO CONVENCIONAL (no incluye parámetros orgánicos y el parámetro microcistina-LR)

Cod.Interno :AG23000008		Nom.Muestra :TRATAMIENTO 2				
Método	Unidad Medida	Resultado	Incertidumbre	Especificación	Evaluación de la conformidad	
INORGANICO						
795	Arsenico	mg/L	0,0241	0,0042	≤0,01	0,00 % RECHAZADO
802	Aluminio	mg/L	0,548	0,068	≤5	100,00 % ACEPTADO
802	Hierro	mg/L	0,178	0,0082	≤1	100,00 % ACEPTADO
802	Bario	mg/L	≤0,000079	0,00027	≤0,04	100,00 % ACEPTADO
802	Cromo	mg/L	0,00389	0,0018	≤0,06	100,00 % ACEPTADO
802	Amonio	mg/L	0,00375	0,00066	≤0,02	100,00 % ACEPTADO
802	Bario	mg/L	0,03660	0,0023	≤1	100,00 % ACEPTADO
802	Boro	mg/L	0,9297	0,011	≤2,4	100,00 % ACEPTADO
802	Plomo	mg/L	≤0,0028	0,00064	≤0,06	100,00 % ACEPTADO
802	Cobre	mg/L	0,0498	0,0028	≤2	100,00 % ACEPTADO
802	Zinc	mg/L	0,1163	0,0066	≤5	100,00 % ACEPTADO
802	Selenio	mg/L	≤0,002	0,0013	≤0,04	100,00 % ACEPTADO
802	Manganeso	mg/L	0,08553	0,0038	≤0,4	100,00 % ACEPTADO

LMQ* = Límite Máximo Permisible indicado en la sub-categoría A2 de los "Estándares de Calidad Ambiental Para Agua", D.S. 004-2017-MINAM
 (5) se ensaya por la técnica de MMP - Número Más Probable, se valor "≤" o "≤" se considera como "0"

N.A. : No Aplica

Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC

Impreso por JUANITA SOTO OVALLE ALFARO, GERENTE DE OPERACIONES, N° de Documento: LAS01-AG-AC-23-00004

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Límite de detección del método, "<Valor Numérico">=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier arrianda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Web: <https://www.laboratoriocanalibicosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443284 - (054)444682.





Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC-050

Clave generada : 6495E312

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00003

Fecha de emisión:14/01/2023

Página 1 de 4

Señores : JHOAN LEON MUÑOZ
Dirección : JR. SAN BASILIO N°144, PUNO - PUNO - PUNO.
Atención : JHOAN LEON MUÑOZ
Proyecto : EVALUACION DE CONCENTRACION DE ARSENICO EN AGUA DE POZOS PARA CONSUMO HUMANO DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL PROVINCIA SAN ROMAN -2020

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : JHOAN LEON MUÑOZ **Fecha de recepción :** 5/01/2023
Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 005-23 **Fecha de ensayo :** 5/01/2023
Plan de muestreo : Muestreo por el cliente
Procedimiento Aplicado : Muestreo por el cliente **Nro de muestras :** 1

Cod. Interno L.A.S.	(c) Nombre de muestra	(c) Matriz de la muestra	(c) Zona, Urb, AAHH/Dist/Prov/Depart.	(c) Punto de muestreo y/o coordenadas	(c) Fecha de Inicio de muestreo	(c) Hora de inicio de muestreo
AS20200007	TRATAMIENTO 3	Agua Natural - Subterránea - Agua de Manantial	PUNO - PUNO - PUNO	8250034.8 NORTE 590500.5 ESTE	24/11/2023	13:10
Condiciones de recepción de la muestra						
A ambiente						
Observación						

Firmado por JUAN CARLOS ORTIZ ALFARO, COORDINADOR DE CERTIFICACIONES, N.º de identificación: 119429, Cédula de profesional: 124946, PUNO, 14/01/2023 09:48:21

Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Límite de detección del método, "<Valor Numérico">=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier omisión o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

(c) : Datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelosur.com> Faros Ind. Río Seco C-1 C. Colanipa-Arequipa-Perú/(054)443294 - (054)



Validar el Informe
v13/web



Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LC-020

Clave generada : 6495E312

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00003

Fecha de emisión: 14/01/2023

Página 2 de 4

RESULTADOS DE ENSAYO FÍSICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	802											
		As	Ag	Al	B	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
AG23000007	TRATAMIENTO 3	0,0226	<=0,0024	0,509	1,440	0,04228	<=0,000079	65,5	<=0,00011	<=0,000054	0,00346	0,0815	0,152

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	802											
		K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Se	SiO ₂
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
AG23000007	TRATAMIENTO 3	>250	0,04633	42,85	0,14586	<=0,000038	27,8	<=0,00051	20,74	<=0,0026	0,00607	<=0,002	53,81068

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	802					
		Sn	Sr	Ti	Tl	V	Zn
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
AG23000007	TRATAMIENTO 3	<=0,00095	0,7705	<=0,00068	<=0,0013	0,00590	0,1144

Elmado por JUAN PABLO SOTO OVALLE, AUTÓGRAFO, COINCIDENTE DE CIRCUNFERENCIA N.º 15, número de verificación: 134949, número de verificación: 134949, número de verificación: 134949, número de verificación: 134949

Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Límite de detección del método, ">Valor Numérico">=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier emienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú (054)443294 - (054)444582.





Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC-050

Clave generada : 6495E312

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00003

Fecha de emisión:14/01/2023

Página 3 de 4

MÉTODOS DE ENSAYO UTILIZADOS

Código	Título	Rango de método analítico
756	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Análisis Total (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[- 2.0] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[- 2.0] mg/L

* Límite de detección

* Límite de cuantificación

----- Fin del informe -----

Emitido por: JUAN CARLOS TORO OVALLO ALFARO, GERENTE DE OPERACIONES, N° de Documento: LAS01-AG-AC-23-00003-03-03-21

"Los ensayos acreditados del presente Informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">Límite de detección del método, "<Valor Numérico">Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción, parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier emienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú (054)443286 - (054)444582





Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LE-050

Página 4 de 4

**Declaración de evaluación de la conformidad LAS01-AG-AC-23-00003
según JCGM 106:2012**

Fecha de emisión: 14/01/2023

Norma : ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA, D.S. 004-2017-MINAM CATEGORÍA 1 A-2 AGUAS SUPERFICIALES DESTINADAS A LA PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE - AGUA QUE PUEDE SER POTABILIZADAS CON TRATAMIENTO CONVENCIONAL (no incluye parámetros orgánicos y el parámetro microorganismos LR)

Cod. Interno : AG23000007		Nom. Muestra : TRATAMIENTO 3				
Método	Unidad Medida	Resultado	Incertidumbre	Especificación	Evaluación de la conformidad	
INORGANICO						
795	Arsonico	mg/L	0,0228	0,004	≤0,01	0,00 % RECHAZADO
802	Amonio	mg/L	0,00807	0,001	≤0,02	100,00 % ACEPTADO
802	Manganeso	mg/L	0,14586	0,0048	≤0,4	100,00 % ACEPTADO
802	Cobre	mg/L	0,0815	0,0034	≤2	100,00 % ACEPTADO
802	Bario	mg/L	0,04228	0,0028	≤1	100,00 % ACEPTADO
802	Cromo	mg/L	0,00346	0,0018	≤0,05	100,00 % ACEPTADO
802	Selenio	mg/L	≤0,002	0,0013	≤0,04	100,00 % ACEPTADO
802	Picno	mg/L	≤0,0026	0,00064	≤0,05	100,00 % ACEPTADO
802	Boro	mg/L	1,440	0,017	≤2,4	100,00 % ACEPTADO
802	Berilio	mg/L	≤0,000079	0,00027	≤0,04	100,00 % ACEPTADO
802	Hierro	mg/L	0,152	0,007	≤1	100,00 % ACEPTADO
802	Aluminio	mg/L	0,509	0,064	≤5	100,00 % ACEPTADO
802	Zinc	mg/L	0,1144	0,0055	≤5	100,00 % ACEPTADO

LMV* = Límite Máximo Permisible indicado en la sub-categoría A2 de los "Estándares de Calidad Ambiental Para Agua", D.S. 004-2017-MINAM
 (5) se ensaya por la técnica de MMP - Número Más Probable, se valor "≤ 1" o "≤ 2" se considera como "0"

N.A. : No Aplica

Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC

Elmado por JUANITA SOTO OVALI ALFARO, GERENTE DE OPERACIONES, N° de Documento: LAS01-AG-AC-23-00003-004821

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Límite de detección del método, "<Valor Numérico">=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier arremida o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Web: <https://www.laboratoriocanaliticosdelur.com> - Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443284 - (054)444682.





ANEXO 10: Resultados de Procesamiento estadístico con SPSS Statistics 25.

Resumen de procesamiento de casos

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Concentracion de arsenico	7	100,0%	0	0,0%	7	100,0%
Potencial de Hidrogeno	7	100,0%	0	0,0%	7	100,0%
ORP (mV)	7	100,0%	0	0,0%	7	100,0%
OD (mg/L)	7	100,0%	0	0,0%	7	100,0%
Conductividad Electrica (uS/cm)	7	100,0%	0	0,0%	7	100,0%
TDS (ppm)	7	100,0%	0	0,0%	7	100,0%
T (°C)	7	100,0%	0	0,0%	7	100,0%
Presion Atmosferica	7	100,0%	0	0,0%	7	100,0%
PSU	7	100,0%	0	0,0%	7	100,0%

Descriptivos

		Estadístico	Desv. Error	
Concentracion de arsenico	Media	,101543	,0059828	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,086903	
		Límite superior	,116182	
	Media recortada al 5%	,101981		
	Mediana	,103700		
	Varianza	,000		
	Desv. Desviación	,0158291		
	Mínimo	,0768		
	Máximo	,1184		
	Rango	,0416		
	Rango intercuartil	,0316		
	Asimetría	-,765	,794	
	Curtosis	-,902	1,587	
Potencial de Hidrogeno	Media	7,9386	,07747	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	7,7490	
		Límite superior	8,1281	
	Media recortada al 5%	7,9462		
	Mediana	8,0000		
	Varianza	,042		
	Desv. Desviación	,20497		
	Mínimo	7,54		
	Máximo	8,20		
	Rango	,66		

Página 1



Descriptivos

		Estadístico	Desv. Error	
	Rango intercuartil	,17		
	Asimetría	-1,188	,794	
	Curtosis	2,559	1,587	
ORP (mV)	Media	-12,571	,6578	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-14,181	
		Límite superior	-10,962	
	Media recortada al 5%	-12,557		
	Mediana	-13,200		
	Varianza	3,029		
	Desv. Desviación	1,7404		
	Mínimo	-15,1		
	Máximo	-10,3		
	Rango	4,8		
	Rango intercuartil	3,0		
	Asimetría	,078	,794	
	Curtosis	-1,092	1,587	
	OD (mg/L)	Media	2,5486	,02530
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	2,4867	
		Límite superior	2,6105	
Media recortada al 5%		2,5545		
Mediana		2,5800		
Varianza		,004		
Desv. Desviación		,06694		
Mínimo		2,40		
Máximo		2,59		
Rango		,19		
Rango intercuartil		,03		
Asimetría		-2,422	,794	
Curtosis		6,061	1,587	
Conductividad Electrica (uS/cm)		Media	835,57	86,424
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	624,10	
		Límite superior	1047,04	
	Media recortada al 5%	824,63		
	Mediana	820,00		
	Varianza	52284,286		
	Desv. Desviación	228,658		
	Mínimo	619		
	Máximo	1249		



Descriptivos

		Estadístico	Desv. Error	
TDS (ppm)	Rango	630		
	Rango intercuartil	369		
	Asimetría	1,084	,794	
	Curtosis	,487	1,587	
	Media	417,71	43,160	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	312,11	
		Límite superior	523,32	
	Media recortada al 5%	412,29		
	Mediana	410,00		
	Varianza	13039,238		
	Desv. Desviación	114,189		
	Mínimo	309		
	Máximo	624		
	Rango	315		
	Rango intercuartil	184		
Asimetría	1,080	,794		
Curtosis	,476	1,587		
T (°C)	Media	10,6286	,10204	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	10,3789	
		Límite superior	10,8782	
	Media recortada al 5%	10,6179		
	Mediana	10,4800		
	Varianza	,073		
	Desv. Desviación	,26996		
	Mínimo	10,39		
	Máximo	11,06		
	Rango	,67		
	Rango intercuartil	,53		
	Asimetría	1,052	,794	
	Curtosis	-,789	1,587	
	Presion Atmosferica	Media	,632086	,0001243
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,631782
Límite superior			,632390	
Media recortada al 5%		,632090		
Mediana		,632000		
Varianza		,000		
Desv. Desviación		,0003288		
Mínimo		,6316		

Descriptivos

		Estadístico	Desv. Error	
	Máximo	,6325		
	Rango	,0009		
	Rango intercuartil	,0006		
	Asimetría	-,178	,794	
	Curtosis	-1,256	1,587	
PSU	Media	,4157	,04493	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,3058	
		Límite superior	,5256	
	Media recortada al 5%	,4102		
	Mediana	,4100		
	Varianza	,014		
	Desv. Desviación	,11886		
	Mínimo	,30		
	Máximo	,63		
	Rango	,33		
	Rango intercuartil	,19		
	Asimetría	1,059	,794	
	Curtosis	,456	1,587	

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Concentracion de arsenico	,236	7	,200 [*]	,897	7	,314
Potencial de Hidrogeno	,245	7	,200 [*]	,902	7	,344
ORP (mV)	,212	7	,200 [*]	,937	7	,608
OD (mg/L)	,366	7	,005	,632	7	,001
Conductividad Electrica (uS/cm)	,234	7	,200 [*]	,882	7	,237
TDS (ppm)	,234	7	,200 [*]	,883	7	,242
T (°C)	,280	7	,102	,810	7	,051
Presion Atmosferica	,174	7	,200 [*]	,950	7	,730
PSU	,233	7	,200 [*]	,889	7	,268

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Pruebas no paramétricas

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Concentración de arsenico es la misma entre las categorías de Puntos de muestreo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,423	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Potencial de Hidrogeno es la misma entre las categorías de Puntos de muestreo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,423	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de ORP (mV) es la misma entre las categorías de Puntos de muestreo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,423	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.



Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de OD (mg/L) es la misma entre las categorías de Puntos de muestreo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,423	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Conductividad Eléctrica (uS/cm) es la misma entre las categorías de Puntos de muestreo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,423	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de TDS (ppm) es la misma entre las categorías de Puntos de muestreo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,423	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de T (°C) es la misma entre las categorías de Puntos de muestreo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,423	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Presion Atmosferica es la misma entre las categorías de Puntos de muestreo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,423	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de PSU es la misma entre las categorías de Puntos de muestreo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,423	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.



Resumen de procesamiento de casos

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Diferencia de tratamientos	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%

Descriptivos

		Estadístico	Desv. Error	
Diferencia de tratamientos	Media	,064533	,0125242	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,010646	
		Límite superior	,118420	
	Media recortada al 5%	.		
	Mediana	,076300		
	Varianza	,000		
	Desv. Desviación	,0216925		
	Mínimo	,0395		
	Máximo	,0778		
	Rango	,0383		
	Rango intercuartil	.		
	Asimetría	-1,723	1,225	
	Curtosis	.	.	

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia de tratamientos	,373	3	.	,779	3	,066

a. Corrección de significación de Lilliefors



Prueba T

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Concentracion de arsenico Inicial	,100400	3	,0000000	,0000000
	Concentracion de arsenico final	,035867	3	,0216925	,0125242

Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Concentracion de arsenico Inicial & Concentracion de arsenico final	3	.	.

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas			95% de intervalo de ... Inferior
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
Par 1	Concentracion de arsenico Inicial - Concentracion de arsenico final	,0645333	,0216925	,0125242	,0106462

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias ... 95% de intervalo de confianza de ...			
		Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	Concentracion de arsenico Inicial - Concentracion de arsenico final	,1184204	5,153	2	,036



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Jhuan, Leon Muñoz,
identificado con DNI 71061710 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Agrícola
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

" Evaluación de concentración de Arsenico en agua
de pozos para consumo humano del distrito de
San Miguel, provincia de San Roman - 2020 "

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 14 de Abril del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Jhoan Leon Muñoz
identificado con DNI 71061710 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
Ingeniería Agrícola.

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
" Evaluación de concentración de arsénico en agua de
pozos para consumo humano del distrito de
San Miguel, provincia de San Roman - 2020 "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 14 de Abril del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, yo María Mercedes Ancco Ortega,
identificado con DNI 47635002 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Agrícola
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

.. Evaluación de concentración de arsénico en agua
de pozos para consumo humano del distrito de
San Miguel, provincia de San Roman - 2020 ..

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexas, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 14 de abril del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Maria Mercedes Ancco Ortega,
identificado con DNI 47635002 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
Ingeniería Agrícola

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
" Evaluación de concentración de arsénico en agua
de pozos para consumo humano del distrito de
San Miguel, provincia de San Roman - 2020 "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 14 de abril del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella