



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Eficiencia en la reducción de arsénico y mejora de la calidad
de agua subterránea mediante un filtro con harina de Lemna
giba en Juliaca - Puno 2023**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental**

AUTOR:

Manzano Poma, Yalmar Wilfredo (orcid.org/0000-0002-1284-5209)

ASESOR:

Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo (orcid.org/0000-0003-3536-881X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión De Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A Dios por la salud y la compañía para culminar con éxito y felicidad mi etapa de formación y desarrollo profesional.

A mi Sra. Madre Inocencia Poma Mamani, mi Sr. Padre Faustino Manzano Choque y mi hermano, por ser los pilares de mis sueños, por el apoyo incondicional, por la comprensión y el amor que dieron conmigo, por los principios y valores otorgados a mi formación.

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento a la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por la oportunidad y todos los conocimientos adquiridos en mi corta estancia.

El agradecimiento y estima para con mi asesor Dr. Jave nakayo Jorge Leonardo, por su apoyo profesional, por compartir sus conocimientos, por el asesoramiento constante durante el desarrollo y termino de la presente. A la Dr. Ingrid Maldonado Jimenez quien me apoyo en el desarrollo del proyecto con sus conocimientos y asesoría.

A mis familiares y una persona especial, quienes con su apoyo emocional y moral han hecho posible la realización de esta Tesis, que por ende se constituye un triunfo y orgullo para ellos y el nuestro propio.

Gracias a todos por su ayuda, tiempo y dedicación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II MARCO TEÓRICO	5
III METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	12
3.2. Variables y operacionalización	13
3.3. Población, muestra y muestreo	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	15
3.5 Instrumentos de recolección de datos	15
3.5. Procedimientos	16
3.6. Método de análisis de datos	19
3.7. Aspectos éticos	19
IV RESULTADOS.....	20
V. DISCUSIÓN.....	23
VI.CONCLUSIONES	26
VII.RECOMENDACIONES	27
REFERENCIAS	28
ANEXOS.....	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variables consideradas en el estudio de remoción de arsénico.....	12
Tabla 2: Parámetros físico químicos de las muestras de agua, antes y después del tratamiento.....	20
Tabla 3: Resultados del registro del arsénico removido a través de los filtros.....	21
Tabla 4: Parámetros físico químicos en las muestras de agua experimentales.....	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Distribución de la contaminación por As en Latinoamérica.....	6
Figura 2: Muestras de agua con arsénico en diferentes distritos de la región Puno.....	8
Figura 3: Ubicación de muestreo de las aguas subterráneas.....	14
Figura 4: Diseño del filtro para remover arsénico.....	16
Figura 5: Flujograma de la I fase de la instalación del experimento.....	17
Figura 6: Flujograma de la II fase de la instalación del experimento.....	18
Figura 7: Diagrama de caja y bigotes de la remoción de arsénico a través de filtros.....	22

RESUMEN

El arsénico es un elemento abundante en la zona sur de país, y más aún en las aguas subterráneas lo que representa riesgos para la salud humana, debido a que en varios lugares de esta región hacen uso de las aguas subterráneas para el consumo humano sin tratamiento alguno. Este estudio tiene el objetivo de analizar la presencia de arsénico en muestras de agua subterránea, la eficiencia de filtros caseros con contenido de arena y harina de *Lemna gibba*; finalmente, la mejora de las características fisicoquímicas del agua, bajo un diseño completo al azar. Los resultados evidenciaron que el agua subterránea, contiene arsénico (0.014 mg/L), registrándose valores por encima de los valores establecidos por la normativa peruana e internacional (0.10 mg/L). El filtro con *Lemna gibba* obtuvo mejores resultados de remoción que el filtro solo con Arena, alcanzando porcentajes de hasta 95% de remoción, respecto a los parámetros fisicoquímicos, la arena evidenció mejores resultados que el filtro con *Lemna gibba*, lo que demuestra que es posible remover arsénico con filtros cuyos materiales son accesibles a las personas de escasos recursos.

Palabras clave: Agua, filtros, *lemna gibba*, remoción, tratamiento.

ABSTRACT

Arsenic is an abundant element in the southern part of the country, and even more so in groundwater, which represents a risk to human health, since in several places in this region groundwater is used for human consumption without any treatment. The objective of this study was to analyze the presence of arsenic in groundwater samples, the efficiency of home filters containing sand and *Lemna gibba* flour, and finally, the improvement of the physicochemical characteristics of the water, under a complete randomized design. The results showed that the groundwater contains arsenic (0.014 mg/L), registering values above the values established by Peruvian and international regulations (0.10 mg/L). The filter with *Lemna gibba* obtained better removal results than the filter with sand alone, reaching percentages of up to 95% removal. With respect to the physicochemical parameters, the sand showed better results than the filter with *L. gibba*, which demonstrates that it is possible to remove arsenic with filters whose materials are accessible to people with limited resources.

Keywords: Water, filters, *lemna gibba*, *removal*, treatment

I. INTRODUCCIÓN

El agua está ampliamente contaminada con arsénico, esto es un problema a nivel mundial, principalmente en zonas más pobres del Planeta (Arida et al. 2016). Asimismo, el arsénico es un elemento que está clasificado como carcinógeno del Grupo I observándose graves efectos para la salud de la población a nivel mundial, principalmente aquellas que han consumido agua contaminada durante bastante tiempo (Litter, Morgada y Bundschuh 2010). Este problema también es frecuente en Latinoamérica, dado que diversas zonas aledañas a la zona de la cordillera de los andes, son afectadas por este tipo de contaminación, iniciando en Chile, Argentina, Bolivia, Perú, y Ecuador, así como otros Países como, Uruguay y Brasil (McClintock et al. 2012). En el Perú, la zona sur del país es más afectado por la presencia de arsénico en el agua de consumo (Bundschuh et al. 2012; Alemauricio, Villa y Gastañaga 2018). Siendo Puno una de las regiones más influenciada por este metaloide (de Esparza 2005), los más afectados son los distritos Huata y Juliaca (Apaza Panca y Calcina Benique 2014; Avila Ñaupá y Alata Ccori 2020). Siendo afectada la población de estos distritos porque se han registrado elevadas cantidades de arsénico en el agua de consumo, proveniente de aguas subterráneas (Apaza Panca y Calcina Benique 2014). Por lo que, se requiere ofrecer tecnologías accesibles a la población a fin de mitigar esta problemática.

Estudios anteriores en los que se han utilizado filtros para remover arsénico, tales como el filtro propuesto por Avila Ñaupá & Alata Ccori (2020) en el que usaron un filtro que utilizó diferentes sustratos como arena, grava, harina de totora, aunque sin ejecución del proyecto. Por otro lado, se evaluó si la cascara de plátano era eficiente en la remoción de contaminantes, a través de un filtro, cuyos resultados evidenciaron elevados porcentajes de remoción (Campos Pardo, Porras Becerra y Azabache Liza 2018). Otro estudio en el que también se usó cáscara de plátano, a través de un filtro, para remover arsénico, se halló un porcentaje de 80% de remoción (Caballero 2014). Adicionalmente, en otro estudio en el que se empleó filtro de diatomita, se alcanzó porcentajes de remoción de hasta 90% (Estrada 2016). Estos estudios evidencian que un filtro con insumos accesibles podría

contribuir en el acceso a tratamientos de tecnología viable para zonas de escasos recursos.

En esta investigación, evalúa si el empleo de harina de lenteja de agua (*Lemna gibba*) (Dejoux y Ittis 1991), influye en la remoción del arsénico hallado en las aguas de pozo que consumen la población de Juliaca. Dado que esta especie vegetal es abundante en la zona del lago Titicaca, incluso siendo considerada un problema para el ecosistema acuático, debido a que las zonas donde se hallan se convierten en zonas anóxicas. El filtro también contiene arena, dado que es un recurso abundante en cualquier lugar del mundo. Por lo que, esta investigación es viable para que la población pueda usarlo en sus hogares.

Por todo lo mencionado, este trabajo tiene el objetivo de evaluar la presencia de arsénico en aguas subterráneas, así como también analizar el uso de filtros en cuya composición poseen arena y harina de *Lemna gibba* a fin de evaluar el porcentaje de remoción de arsénico a través de un diseño completo al azar.

El arsénico es un elemento muy abundante en la naturaleza, por ello también está presente en las aguas superficiales y aguas subterráneas (Arida et al. 2016). La presencia del arsénico en estas fuentes acuáticas representa grandes riesgos a la salud humana, debido a que puede ocasionar serios problemas de salud.

Debido a esta problemática se estima que alrededor de 14 millones de personas en Latinoamérica están considerados en riesgo debido a las zonas contaminadas en las que viven (Litter et al. 2012). Considerando este aspecto, la OMS recomendó concentraciones máximas de 10ug/L para el agua de consumo (Litter, Morgada y Bundschuh 2010; WHO 2011).

En el Perú, principalmente en la región sur del país, existen diversas zonas de elevado riesgo por contaminación de arsénico, dentro de ellos se encuentra la región de Puno, la zona de Carancas y Huata se ha registrado concentraciones de hasta 500 ug/L (Apaza Panca y Calcina Benique 2014). De manera similar, otro estudio mostró que en la región de Puno se registró 0.18 mg/L de arsénico (Castro de Esparza 2006), valor muy por encima de lo recomendado por la OMS.

Esta investigación plantea un filtro con insumos accesibles, dentro de ellos se incluye la harina de la especie *Lemna gibba*, y arena a través de un diseño

completamente al azar, los cuales permitirán tener un diseño adecuado del filtro para una mejor reducción del arsénico. Considerando lo antes mencionado, se plantea como interrogante general ¿Será eficiente el filtro con harina de *Lemna gibba* en la reducción de Arsénico y mejora de calidad en aguas subterráneas de Juliaca?; y como interrogantes específicas ¿Existirá arsénico en las muestras de agua subterránea de la ciudad de Juliaca?, ¿Será eficiente el filtro con harina de *Lemna gibba* en la reducción de Arsénico en aguas subterráneas de Juliaca?, ¿Será eficiente el filtro con harina de *Lemna gibba* en la mejora de la calidad físico y químicos de aguas subterráneas de Juliaca?

El objetivo general planteado corresponde a evaluar si el filtro con harina de *Lemna gibba* será eficiente en la reducción de Arsénico y mejora de calidad en aguas subterráneas de Juliaca. Respecto a los objetivos específicos se plantea determinar la presencia de arsénico en las muestras de agua subterránea de Juliaca. Analizar si el filtro con harina de *Lemna gibba* será eficiente en la reducción de Arsénico de aguas subterráneas de Juliaca. Determinar si el filtro con harina de *Lemna gibba* será eficiente en la mejora de la calidad física y química de aguas subterráneas de Juliaca.

En relación a la hipótesis general se consideró que el filtro con harina de *Lemna gibba* será eficiente en la reducción de Arsénico y mejora de la calidad en aguas subterráneas de Juliaca. Adicionalmente las hipótesis específicas mencionan que existe arsénico en las muestras de agua subterránea de la ciudad de Juliaca. El filtro con harina de *Lemna gibba* es eficiente en la reducción de Arsénico en aguas subterráneas de Juliaca. El filtro con harina de *Lemna gibba* es eficiente en la mejora de la calidad de los parámetros físicos, químicos en aguas subterráneas de Juliaca.

Se han estudiado diversas metodologías para la remoción del arsénico en agua, tales como métodos de oxidación, adsorción, coagulación/floculación, siendo muchas de ellas costosas y complejas en su aplicación (Litter et al. 2012). La población afectada en la ciudad de Juliaca, principalmente son los que hacen uso de aguas subterráneas para suministro de agua de consumo, caracterizado por una población de zonas periféricas de la ciudad, donde el servicio de agua potable es

escaso o inexistente. Por lo que es necesario explorar metodologías asequibles a la población, que sean accesibles desde el punto de vista tecnológico, económico y de insumos. Por ello en este estudio se evalúa la efectividad de un filtro, con insumos accesibles para la población, a fin de remover el arsénico del medio acuático. Con ello se pretende solucionar el problema de la contaminación del agua de consumo de la población afectada por el arsénico.

La metodología que se propone usar un filtro en el que se va a usar compuesto adsorbente (harina de lenteja de agua), que es la especie *Lemna gibba*, considerada un problema para la ciudad de Puno, debido a la elevada cantidad de biomasa existente en el lago. Dado que es una especie muy abundante y prolífica, pues en condiciones óptimas puede duplicar su biomasa en 2 a 3 días, lo que la convierte en una especie de acelerado crecimiento, y una fuente de recursos potencial para obtener la harina de lenteja de agua en suficientes cantidades.

Adicionalmente, usar otros parámetros que influyen en la remoción del arsénico en la harina de *Lemna*, tales como el tipo de sustrato con el que se complementa el filtro. Al respecto, la arena es un elemento disponible alrededor del mundo; por lo que también es accesible a poblaciones de escasos recursos, por ello ha sido usada en diferentes tipos de filtros para adsorber elementos tóxicos del agua, en algunos casos ejerciendo un efecto positivo, por ello probar un filtro solo con arena y el otro en combinación con *Lemna gibba*, podría brindarnos sobre la efectividad de ambos en el proceso de remoción del arsénico, de esta manera poder brindar como alternativa de tratamiento un filtro cuyos compuestos son accesibles a las personas de escasos recursos, quienes son los más afectados por esta problemática. Por lo que el estudio planteado es factible, pertinente, y conveniente para ofrecer una alternativa de solución a la población afectada de Juliaca.

II MARCO TEÓRICO

Uno de los contaminantes que abunda en el mundo es el arsénico; además, tiene un factor de riesgo elevado para la salud debido a su toxicidad. Las propiedades químicas del As permiten ser filtrados por el agua desde concentraciones bajas a altas mediante un proceso natural de interacción agua-roca generado por condiciones geológicas específicas (Ale-mauricio, Villa y Gastañaga 2018). Aunque, los orígenes del arsénico en la meseta del Altiplano-Puna son diversos, principalmente es de origen natural. De ellas, las más importantes pertenecen a salmueras, depósitos minerales, rocas volcánicas, aguas termales, las cuales están asociadas a los terrenos volcánicos de la Cordillera de los Andes relacionadas al vulcanismo terciario y cuaternario de la cordillera de los Andes (Figura 1), donde el arsénico está presente en diferentes especies de minerales, y al ser meteorizadas y lixiviadas son transportadas por flujos de agua superficial y subterráneas sean en condiciones anóxicas u oxidantes (Apaza Panca y Calcina Benique 2014; Castro de Esparza 2006; Mohamed CHIBAN 2012; Bundschuh et al. 2012). En tanto que las fuentes antropogénicas están más vinculadas con la minería y liberación de drenajes ácidos de roca (AMD). Este metaloide se halla en todos los tipos de agua de la región, que en orden decreciente corresponden a: AMD, salmueras, aguas salinas, aguas termales, ríos afectados por AMD, ríos y lagos, y aguas subterráneas. Después de ser liberado al ambiente, se precipita en minerales secundarios donde generalmente es estable en forma de precipitados salinos y óxidos de Fe. Igualmente, la ineficiente metilación del As inorgánico en las mujeres del Altiplano podría conducir a una salud adversa (Tapia et al. 2019).

En el sur de América Latina millones de personas beben agua con arsénico en niveles que representan un riesgo para la salud (Lobo et al. 2020; Kloster et al. 2020). Esta situación debe ser abordada para minimizar sus efectos y reducir el arsenicismo en las zonas afectadas. La presencia de arsénico en el medio ambiente y en las fuentes de agua para consumo humano se debe a factores geológicos naturales (México, Argentina, Chile, Perú, Nicaragua), a actividades antropogénicas, como la minería y la fundición de metales (Chile, Bolivia y Perú), a procesos electrolíticos para la producción de metales de alta calidad como el

cadmio y el zinc (Brasil) y, en menor medida, al uso de pesticidas orgánicos a base de arsénico en la agricultura (México) (He et al. 2016).



Figura 1: Distribución de la contaminación por As en Latinoamérica.

Fuente: (Bundschuh et al. 2012)

El arsénico inorgánico ingerido es absorbido por los tejidos y eliminado gradualmente por metilación en los riñones, en la orina (Castro de Esparza 2006). Cuando la ingestión es mayor que la excreción, tiende a acumularse en el pelo y las uñas (Bundschuh et al. 2021). Los principales medios de exposición al arsénico

son la ingestión y la inhalación. Puede acumularse en el cuerpo tras una exposición crónica y, a determinadas concentraciones, provoca cambios en la piel con efectos secundarios en el sistema nervioso, el tracto respiratorio y el gastrointestinal, así como en la hematopoyesis; también puede acumularse en los huesos, los músculos y la piel y, en menor medida, en el hígado y los riñones (Castro de Esparza 2006).

Los estudios toxicológicos y epidemiológicos confirman esta información e indican que la ingesta crónica de La ingestión crónica de arsénico en el agua potable provoca lesiones cutáneas, hiperpigmentación e hiperqueratosis en las palmas de las manos y las plantas de los pies; también provoca trastornos del sistema nervioso, diabetes mellitus, anemia, trastornos hepáticos, enfermedades vasculares y cáncer de piel, pulmón y vejiga. El consumo de agua con arsénico a largo plazo provoca efectos crónicos y arsenicismo. El tratamiento consiste en proporcionar a los pacientes agua potable libre de arsénico. El siguiente paso es vigilar al paciente y asegurarse de que deja de estar expuesto al elemento. Otros tratamientos propuestos son la quelación y la mejora de la nutrición (Castro de Esparza 2006).

La zona centro sur del país evidencia grandes riesgos a la salud debido a las elevadas concentraciones de arsénico hallados en sus aguas, principalmente las provenientes de pozos, dado que en muchos de las regiones del país los niveles de arsénico sobrepasan los valores recomendados por la organización mundial de la salud (OMS) 10 µg/l (WHO 2011; Min et al. 2016). En los distritos de Juliaca y Caracoto, en el 96% (27/28) de las muestras de agua, el arsénico se halla por encima de lo mencionado por la OMS; y en el río Rímac que atraviesa Lima, todas tienen concentraciones de arsénico que superan el límite de la OMS. Lo que evidencia que, en varios distritos del Perú, el agua potable muestra una contaminación generalizada por arsénico, superando la directriz de la OMS al respecto (George et al. 2014) (Figura 2). Esto representa una amenaza para la salud pública que necesita una mayor investigación y acción inmediata (Bundschuh et al. 2021).

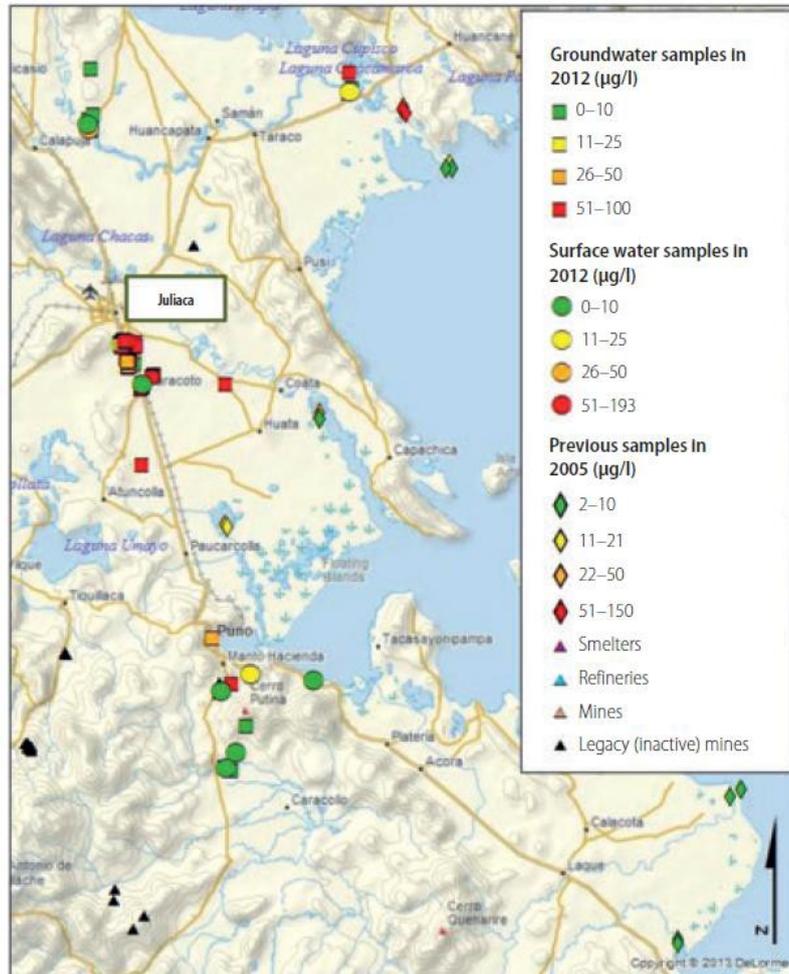


Figura 2: Muestras de agua con arsénico en diferentes distritos de la región Puno. Fuente:(George et al. 2014)

Existen numerosos métodos con bajos costos de adsorbentes como el carbon activado, la tierra roja y más (Mohamed CHIBAN 2012). El uso de biomasa vegetal no es nuevo, dado que se ha aplicado esta metodología para remover compuestos tóxicos a través de un filtro, aplicado a otros elementos tóxicos o polvo de *Azolla*, con porcentajes de remoción entre 85.3 y 98.2 % (Balarak y Mostafapour 2016; Balarak, Azarpira y Mostafapour 2016; Malakootian et al. 2015), cuyos resultados fueron eficientes. Por ello es frecuente encontrar estudios de adsorción en los que se usan harina de biomasa de especies vegetales (Kumari et al. 2005). Un ejemplo de ello es una investigación realizada en el que el agua de consumo de la población contiene elevadas concentraciones de metales, tales como el hierro y manganeso. Debido a ello se aplicó un método físico en aguas provenientes de Miramayo, Yantaló - Moyobamba, el tratamiento consistió en el uso de un filtro casero con

grava, arena, cuarzosa y harina de cáscara de plátano *Musa spp.* Se evaluaron las concentraciones y temperaturas más eficientes de la harina de cáscara de plátano en el proceso de remoción de Hierro y manganeso. Los resultados muestran una considerable disminución en la concentración de manganeso y hierro inicial presentes en el agua de pozo, las concentraciones evaluadas que se consideraron fueron 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400 y 450 g de harina cáscara de *Musa spp* a diferentes temperaturas 90, 100, 110 y 120 °C. La concentración más eficiente para la remoción del hierro: fue de 200 g a una temperatura de 100 °C, se adsorbe hasta un 82.26 % de Fe, para el caso del manganeso: a una concentración de 100 g y a una temperatura de 90 °C, se adsorbe hasta un 89.1 % de Mn. Lo que demuestra que este tratamiento es eficiente en la remoción de estos contaminantes (Campos Pardo, Porras Becerra y Azabache Liza 2018).

En otro estudio realizado en El Salvador, se analizó la eficiencia de la cascara de plátano como medio filtrante, realizando pruebas a muestras de agua de pozas en el laboratorio con 100 ppm de arsénico, al cual le aplicó el filtro de cascara de plátano con diferentes parámetros, tales como Diámetro del filtro, Área del filtro (m²), Volumen a filtrar (m³), Tiempo de filtrado (s), Caudal, aforado (l/s), Velocidad de filtración y Tasa de filtración (m/h). Cuyos resultados evidenciaron que los resultados alcanzaron elevados porcentajes de remoción, específicamente entre un 70-80 %, dentro de los primeros 35 minutos, lo que demuestra que esta metodología de filtros son eficientes y accesibles para remover el arsénico del medio acuático (Caballero 2014).

Asimismo, en otro estudio se evaluaron hojas y ramas secas de álamo para eliminar elementos tóxicos como son; cadmio, plomo y uranio de soluciones acuosas. Los experimentos se llevaron a cabo en un proceso por lotes, abarcando varios parámetros del proceso que incluyen el tamaño, tiempo de agitación y la dosis del biosorbente, la concentración inicial de cadmio, plomo y uranio, y el pH de la solución acuosa. Los resultados han demostrado que tanto la biomasa de las hojas secas como las ramas pueden utilizarse eficientemente para remover el uranio, mientras que sólo las ramas eliminan completamente el plomo y el cadmio de la solución acuosa (Al-Masri et al. 2010).

De manera similar, en otro estudio en el que se evaluó la capacidad de remoción de arsénico (As V) del medio acuático, en el cual se usó bentonita recubierta de quitosano, en un sistema de filtro o lecho fijo. Para lo cual se aplicó la metodología de superficie de respuesta a fin de optimizar variables como la cantidad del adsorbente (6.0-8.0 g), el caudal (0.6-1.0 ml/min) y la concentración inicial del arsénico (100-500 µg/g). Los resultados demostraron que la capacidad máxima de absorción de As (V) puede hallarse con una concentración inicial de 418.12 µg/g, una masa de CCB de 6.6 g y un caudal de 0.65 mL/min. Según el análisis de la varianza, el alto valor del coeficiente de determinación ($R^2 \geq 0.9712$) indica que el modelo cuadrático es el que mejor describe los datos experimentales, y que la concentración inicial es un factor significativo en la capacidad de adsorción de As(V) en el diseño experimental aplicado (Arida et al. 2016).

Por otro lado, el uso de la biomasa de la lenteja de agua aplicado a otros compuestos tóxicos como metales evidencia resultados excelentes. Tal como lo muestra un estudio en el que se usó harina de *Lemna* en el que se usó esta harina como adsorbente de cadmio, incluido con otros parámetros como temperatura, tiempo de contacto, pH, tamaño de poro, revoluciones por minuto, sorbente y concentración del cadmio. Los resultados evidenciaron elevada concentración de adsorción en la harina de *Lemna*, por lo que los autores sugirieron usar esta especie para remover este y otros contaminantes (Chen et al. 2015).

Adicionalmente en otro estudio se usó un filtro de diatomita a fin de disminuir la concentración de arsénico en aguas subterráneas de Cedro – Pataz- La Libertad-Perú. El método de remoción se aplicó a través de un proceso de adsorción-filtración, a fin de emplear el agua para consumo humano. Los análisis de la muestra de agua mostraron elevadas concentraciones de arsénico, que exceden el valor establecido por la normativa nacional. Para remediar esta problemática se usó un filtro de diatomitas con tres tipos de granulometría de 20, 50 y 70 mm y dos alturas del lecho 10 y 15 cm. Los mejores resultados de remoción de arsénico se obtuvieron con una altura de lecho de 15 cm y una granulometría de 70 mm siendo repercutiendo en un porcentaje de remoción del 97.43% (Estrada 2016).

De igual manera, la aplicación de métodos de superficie de respuesta empleando harina vegetal como adsorbente permite optimizar los parámetros usados para una mejor adsorción del elemento tóxico. Tal es el caso de un estudio en el que se usó un diseño central compuesto, en el que se testearon variables como pH, temperatura, dosis del bio-sorbente y concentración del Cd. Los resultados alcanzaron hasta 93.20 % de remoción del cadmio, lo que evidencia los eficientes resultados de la harina vegetal como adsorbente (Rao et al. 2012).

Los parámetros fisicoquímicos brindan información sobre la calidad fisicoquímica del agua, de ahí que sean parte de parámetros de preferencia para evaluar la calidad del agua (Bundschuh et al. 2021). Dado que estos parámetros son capaces de influir en el medio acuático y son medibles en todo tipo de agua (Kadam et al. 2020). Algunos de los parámetros deben medirse inmediatamente después de tomar la muestra (Estrada 2016) debido a que pudieran alterarse los valores de los parámetros medidos. Para ello, se usan equipos portátiles que se puedan trasladar a campo u medir los parámetros allí, a fin de que los resultados sean confiables (Clairmont, Stevens y Slawson 2019; Vemic et al. 2014; Venkata Mohan, Mohanakrishna y Chiranjeevi 2011). Por ello en numerosos estudios de reducción de arsénico también se consideran estos parámetros (Bina et al. 2013; Chen y Chung 2006; Hakanson 1980), dado que la principal fuente tanto del arsénico así como de la variabilidad de los parámetros fisicoquímicos es la geología de la cuenca (Sajil Kumar y James 2013). Los parámetros usualmente considerados son pH, conductividad, temperatura, sólidos disueltos totales, alcalinidad, sólidos disueltos, oxígeno disuelto, dureza, potencial oxido reducción, conductividad eléctrica (Pathak 2021; Sajil Kumar y James 2013; Baig et al. 2009).

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación:

El tipo de investigación al que corresponde es un estudio aplicado con enfoque cuantitativo, dado que intenta explorar diferentes variables a través del diseño de dos filtros, a fin de hallar el mejor porcentaje de remoción de arsénico (Stracuzzi y Pestana 2012; Hernández Sampieri, Feránadez y Baptista 2014).

3.1.2. Diseño experimental:

El estudio corresponde a un diseño experimental puro, en el cual se usó un Diseño completamente al azar de un factor (Tabla 1). En el cual se tienen dos variables, las cuales son, filtro con harina de *Lemna gibba* como variable independiente y como variable dependiente % de remoción de arsénico, así como las variables fisicoquímicas del agua de estudio. La combinación de las variables se muestra en la tabla 1 (Montgomery 2019).

Tabla 1: Variables consideradas en el estudio de remoción de arsénico.

Factor con sus niveles (g)	Repeticiones			Totales	Medias
	1	2	3	$\sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}$	$\bar{Y}_{i.} = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}}{n_i}$
C1 (Arena)	Y_{11}	Y_{12}	Y_{13}	Y_1	\bar{Y}_1
C2 (L. gibba)	Y_{21}	Y_{22}	Y_{23}	Y_2	\bar{Y}_2

Modelo estadístico lineal

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad \left\{ \begin{array}{l} i=1,2,\dots, \text{Tratamientos} \\ j=1,2,\dots, \text{Réplicas} \end{array} \right. \quad (\text{Ecuación 1})$$

Y_{ij} = Es una observación en la j - ésima unidad experimental , sujeto al i - ésimo tratamiento.

τ_i = Es el efecto del i - ésimo tratamiento.

μ Es el efecto de la media general o constante común.

ε_{ij} = Efecto verdadero de la j - ésima unidad experimental (replica) , sujeta al i - ésimo tratamiento (error experimental).

3.2. Variables y operacionalización

Variables independientes: Filtro con harina de *Lemna gibba* (100 g)

Variable dependiente: Porcentaje de remoción de arsénico.

Características fisicoquímicas del agua

- Color
- Olor
- Conductividad
- Oxígeno disuelto (OD)
- pH
- Potencial de oxido reducción (POR)
- Solidos disueltos totales (SDT)
- Salinidad
- Temperatura (T)°

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1.Población

La población de estudio son las aguas subterráneas de la ciudad de Juliaca, que principalmente esta destinado al consumo de la población, a través de los pozos subterráneos (Hernández Sampieri, Feránadez y Baptista 2014).

3.3.2. Muestra

Se tomó muestras de un pozo de agua subterránea del sector salida Huancané de la ciudad de Juliaca (Figura 3). Asimismo, se tuvo muestras de cada unidad experimental en la cantidad de 1000 ml para cada uno (Montgomery 2019).

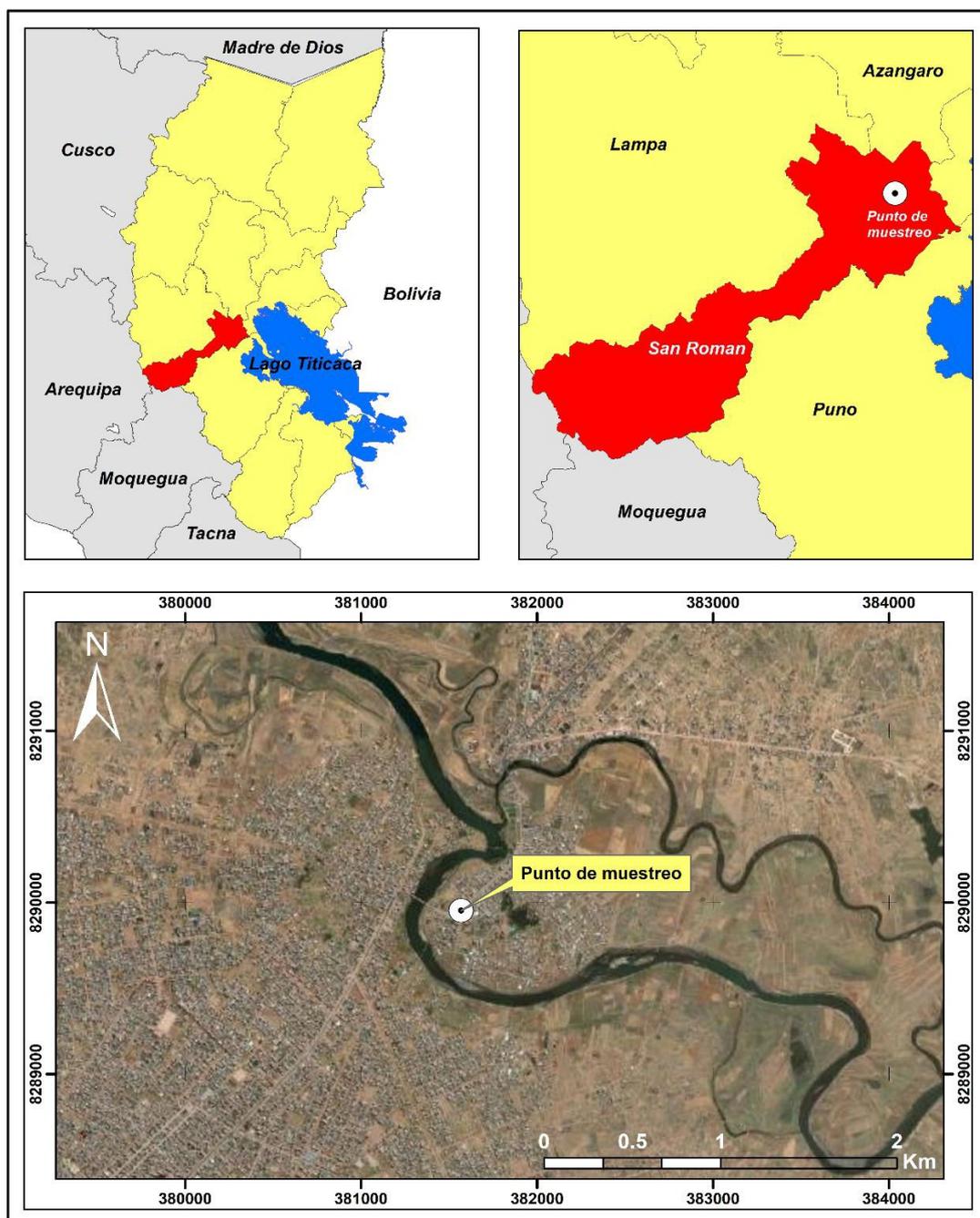


Figura 3: Ubicación de muestreo de las aguas subterráneas.

3.3.3. Muestreo

Se realizaron muestreos intencionales o por conveniencia. Las muestras se tomaron considerando las directrices de la Autoridad Nacional del Agua (ANA 2011). Para las cuáles se usaron botellas de muestreo de 1000 ml, después de ser rotulados con la información necesaria, almacenarlos a 4°C hasta su análisis en el laboratorio.

3.3.4. Unidad de análisis

La unidad de análisis es cada unidad experimental utilizada en el estudio, en este caso fueron seis unidades experimentales (Filtros en el que se incluyeron la harina de lenteja) en el experimento y dos muestras de agua de pozo, a fin de verificar las cantidades de arsénico en el agua (Montgomery 2019).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas referidas a la colección de datos en campo se describen seguidamente:

Análisis documental. Dentro de los cuales se incluye análisis bibliográficos, teniendo en cuenta a libros, revistas científicas que tratan del tema en estudio.

Observación. Se manipularon las variables independientes y se observó la eficiencia de del filtro en cuanto a la remoción de arsénico del medio acuático (MINAM 2016).

Construcción del filtro, en el cual se utilizó los materiales accesibles para la población y así elaborar su filtro. Para ello, se aplicó el diseño experimental mencionado y en base a ello se obtuvieron los valores de un antes y después del tratamiento, este diseño permitió conocer la combinación adecuada en relación a la mejor remoción de arsénico del agua (Montgomery 2019).

3.5 Instrumentos de recolección de datos

Guía para la toma de muestras de agua. se siguió la guía elaborada por el MINAM (MINAM 2016).

Ficha de recolección de datos. Formatos donde se registraron los datos obtenidos durante el proceso de muestreo de agua.

3.5. Procedimientos

Se tuvieron seis filtros combinando la harina de *Lemna gibba*, con otros elementos como arena y algodón, las cuales son mostradas en la Figura 4. El pH de la harina de *Lemna* fue de 6.38, con un tamaño de poro de 1 mm. La capa de algodón fue de 3 cm de altura, la capa de arena fue de 5 cm de altura (tanto la capa inferior y superior), finalmente la capa de harina de lenteja fue de 7 cm de altura. Mientras que los filtros con arena solo tuvieron una capa de 5 cm de algodón en la base 15 cm de altura de arena y 3 cm capa de algodón en la parte superior. El filtro midió de altura 30 cm, con un volumen de 3 L. El agua contaminada ingresó por la parte superior, y el agua tratada fue recolectado por la parte baja del filtro (Arida et al. 2016). El flujo de la muestra de agua del filtro fue de 1.67 ml/min.

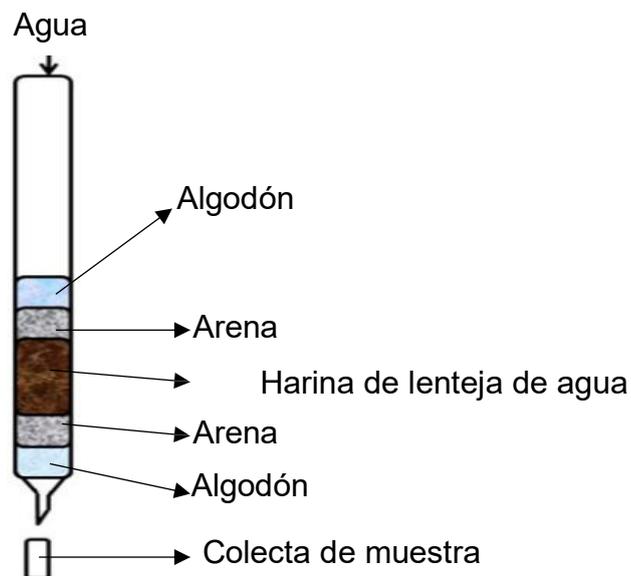


Figura 4: Diseño del filtro para remover arsénico.

3.5.1. Proceso de remoción de arsénico.

A fin de evaluar el porcentaje de remoción del arsénico se tomó en cuenta la siguiente fórmula:

$$R=1 - \frac{C_i}{C_f} * 100 \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde c_i representa la concentración inicial (mgL^{-1}), y c_f denota la concentración al tiempo deseado (Bianchi et al. 2020).

Todo el proceso de ejecución de la tesis se esquematizó en dos fases, la primera fase consiste en el proceso de preparación de muestras, lo cual se visualiza en la Figura 5.

Proceso de ejecución de la parte experimental.

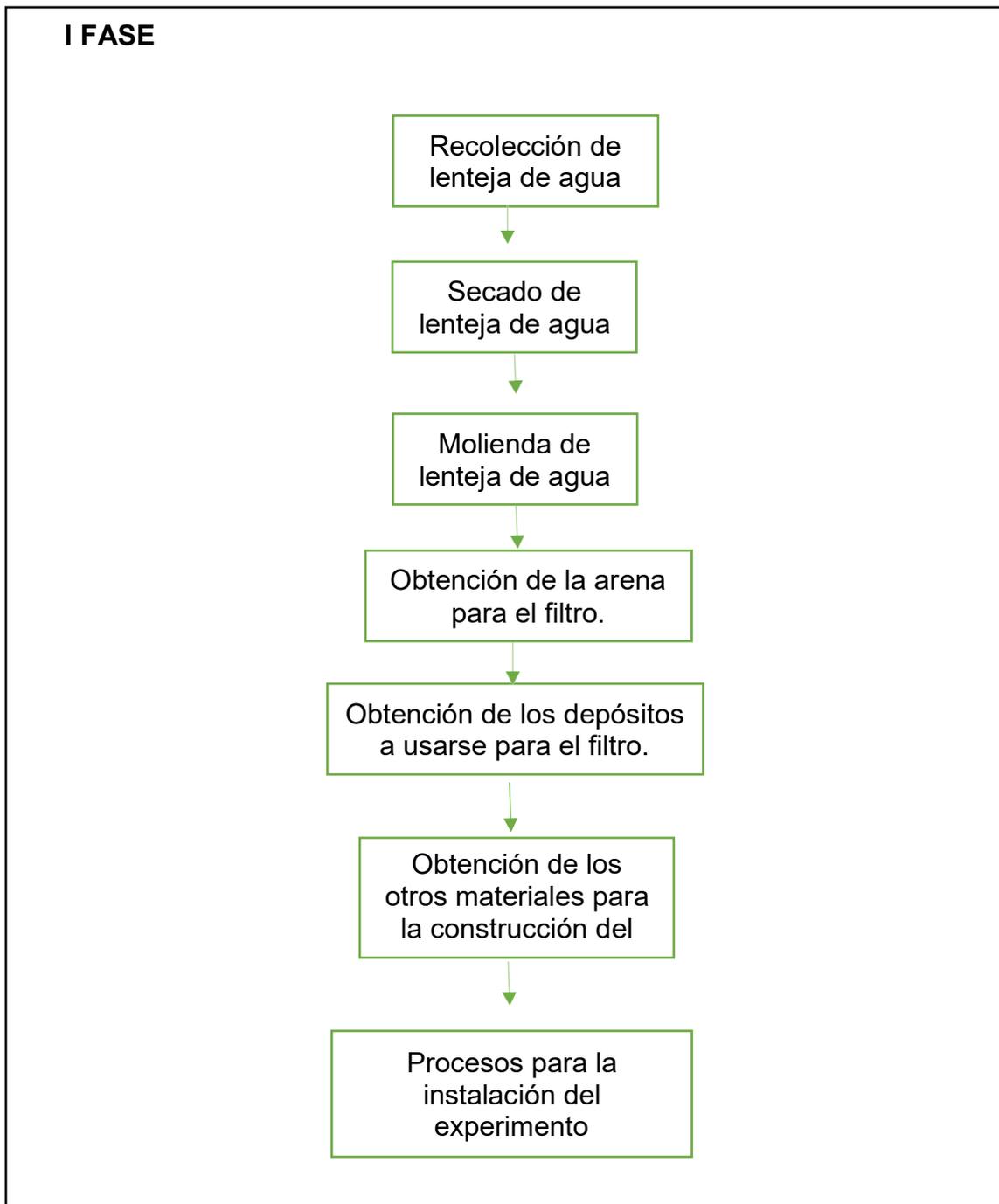


Figura 5: Flujograma de la I fase de la instalación del experimento.

En la segunda fase de ejecución, se sistematiza el proceso de instalación del filtro y propiamente la ejecución de la tesis, lo cual se aprecia en la Figura 6.

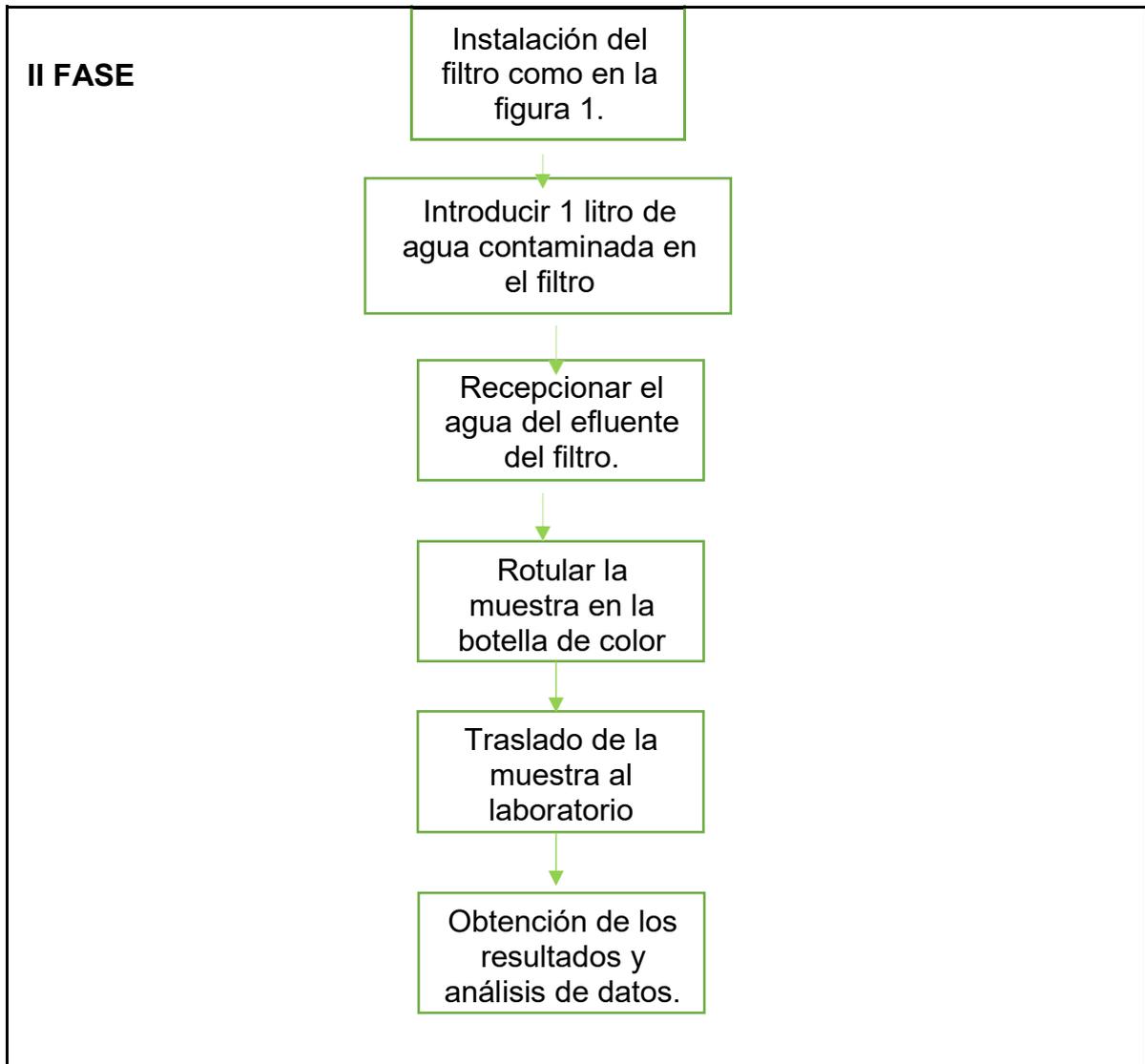


Figura 6: Flujograma de la II fase de la instalación del experimento.

3.6. Método de análisis de datos

El análisis de las muestras se realizó por método de Espectrometría de emisión atómica ICP – OES. Y a través de un multiparámetro marca HANNA modelo HI 98194, cuyos resultados se compararon con los ECAs-agua (Estándar de calidad de agua), en la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable (MINAM 2017).

3.7. Aspectos éticos

No existe ningún aspecto ético a considerar, debido a que no se hizo trabajos con animales.

Los resultados se muestran de acuerdo a los tres objetivos específicos, los cuales están enumerados correlativamente.

4.1. Arsénico en muestras de aguas subterráneas

Las muestras de agua subterráneas, tomadas de un pozo de agua destinados para consumo humano, evidenciaron concentraciones de arsénico por encima de los valores establecidos por el ECA (0.01) (MINAM 2017) equivalente a lo establecido por la OMS (10 µg/L) (Zhao et al. 2021). Se tiene como valor promedio de 0.0136 ± 0.0004 mg/L. Este valor sobrepasa un poco los valores mencionados, lo que implicaría que la fuente de agua no es apta para el consumo humano; principalmente, debido a los riesgos que representan para la salud humana.

Las características fisicoquímicas de las muestras de agua subterránea se muestran en la Tabla 2. Y evidencian que, de forma general, muestran una buena calidad de agua, solo el pH con una ligera disminución; pero considerado dentro de los valores establecidos en el ECA. Adicionalmente, la conductividad eléctrica se halla un poco por encima de los valores establecidos por el ECA. Asimismo, las muestras tuvieron características incoloras e inodoras, lo que evidenciaba buen aspecto de las muestras de agua.

Tabla 2: Parámetros físico químicos de las muestras de agua, antes y después del tratamiento.

Temp. (°C)	pH	ORP (mV)	EC (µS/cm)	TDS (ppt)	Sal.(psu)
13.2	6.8	50.1	1571.4	0.8	0.8
13.2	6.8	50.1	1571.4	0.8	0.8
13.2	6.8	50.1	1571.4	0.8	0.8

4.2. Eficiencia de remoción de As

Respecto a la remoción de As efectuado por los filtros, de forma general se aprecia un leve incremento en las cantidades de arsénico en las muestras finales de arena (Tabla 3), lo que evidenciaría que la arena estaría levemente contaminada. Sin

embargo, los filtros con el contenido de *Lemna*, demostraron resultados eficientes, evidenciando una concentración promedio inicial de 0.014 mg/L y una concentración final promedio de 0.0027 mg/L, representando como máximo hasta un 95 % de remoción de As del medio acuático.

Tabla 3: Resultados del registro del arsénico removido a través de los filtros

Trat.	C. Inicial	C. Final	Diferencia
A1	0.014	0.016	-0.002
A2	0.014	0.019	-0.006
A3	0.014	0.007	0.007
L1	0.014	0.001	0.013
L2	0.014	0.001	0.012
L3	0.014	0.006	0.007

Adicionalmente, se realizó un análisis paramétrico, previa comprobación de los supuestos, para ello se aplicó el test de normalidad a través del análisis de Shapiro Wilk, cuyo resultado (p valor= 0.2286) indica que los datos son normales. Respecto a la homogeneidad de varianzas, se aplicó el Test F de Fisher cuyo resultado (p -valor= 0.8126), también evidencia que los datos son homogéneos. Y el Test de Student evidencia que hay diferencia significativa (p valor=0.04055). Lo cual es corroborado por la Figura 6 donde se muestra el diagrama de caja y bigotes de la remoción de arsénico en ambos tratamientos.

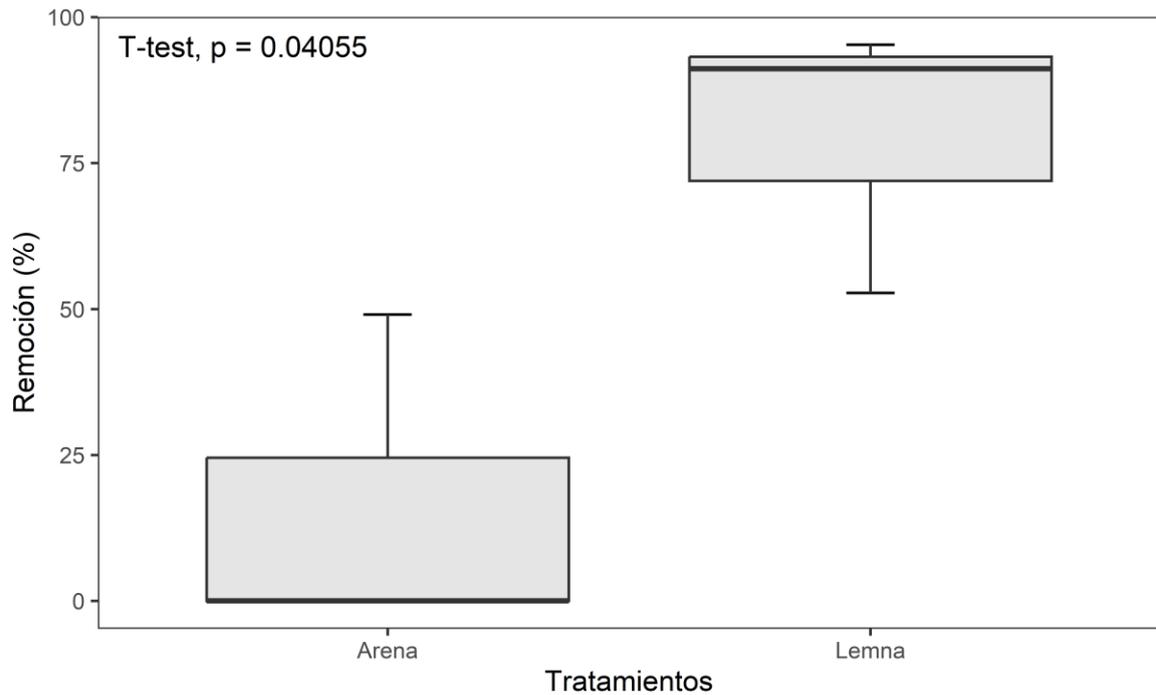


Figura 7: Diagrama de caja y bigotes de la remoción de arsénico a través de filtros

4.3. Características fisicoquímicas del agua

Los parámetros fisicoquímicos evidencian una mejora con los tratamientos aplicados (Tabla 4). Los valores de pH se hallan dentro del rango de valores establecidos por la normativa peruana. El ORP en el caso de los filtros con arena, existe un incremento, mientras que en los filtros con Lemna disminuye hasta adoptar un valor negativo. Respecto a la conductividad eléctrica (EC por sus siglas en inglés), sólidos disueltos totales (TDS) y salinidad existe disminución de valores en los filtros de Arena, mientras que en los filtros con Lemna existe un incremento en los valores registrados.

Tabla 4: Parámetros físico químicos en las muestras de agua experimentales

Trat.	Temp.[°C]	pH	ORP[mV]	EC[μS/cm]	TDS [ppt]	Sal.[psu]
Inicial	11.68	6.80	50.10	1571.40	0.80	0.80
Arena	17.09	7.6	64.8	685.2	0.3	0.3
Lemna	16.28	6.9	-32.4	1948.8	1.0	1.0

V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados mostrados por objetivos, también se muestran las discusiones correspondientes a cada resultado hallado según los objetivos específicos.

5.1. Arsénico en muestras de aguas subterráneas

Los resultados evidencian contaminación por arsénico en la zona de estudio, ya que la normativa peruana y la OMS aceptan como máximo 10 µg/L (MINAM 2017; Bundschuh et al. 2012) para fuentes de agua destinadas a la producción de agua potable. Por lo que, las personas expuestas a este valor de arsénico (0.012 mg/L), estarían frente a un riesgo de contaminación por ingesta de agua contaminada, que proviene principalmente de las aguas subterráneas. Al respecto cabe mencionar que no solo esta zona de la ciudad está afectada por este elemento, sino también toda la región sur del País (Ale-mauricio, Villa y Gastañaga 2018). Incluso hay investigaciones que evidencian que la contaminación afecta a toda Latinoamérica, principalmente a aquellas ciudades y poblaciones asentadas cerca de la cordillera de los andes, incluyendo Ecuador, Colombia, El Salvador, Argentina, Guatemala, Bolivia, Nicaragua, Peru Brazil, Chile, Cuba, Uruguay, Honduras, y México (Bundschuh et al. 2012; Ale-mauricio, Villa y Gastañaga 2018; Castro de Esparza 2006; Bundschuh et al. 2021). Adicionalmente en un estudio realizado en esta región del país, el 86% de las muestras evidenciaron presencia de arsénico (George et al. 2014), lo que es muy preocupante, considerando que en muchas de estas zonas se suele consumir agua de pozo, por lo que necesita una intervención urgente por la entidad responsable para brindar agua saludable a la población.

Este hallazgo sugiere que esta fuente debe ser tratada antes de destinarlo para el consumo humano, debido a todos los riesgos que representa ingerir agua contaminado con arsénico; tales como incidencia de cáncer a la piel, Hiperqueratosis y entre otras molestias (de Esparza 2005; Tapia et al. 2019; Baig et al. 2009). Por todo lo antes mencionado, la organización mundial de la salud recomienda un consumo como máximo de 10 µg/L (Litter, Morgada y Bundschuh 2010).

5.2. Eficiencia de remoción de As

Los filtros con harina de *Lemna gibba* demostraron ser eficientes en el proceso de remoción de As del medio acuático, alcanzando valores máximos de hasta 95%, lo que evidencia la efectividad del tratamiento. Asimismo, cabe mencionar que la concentración final obtenida, en promedio es 0.002 mg/L se encuentra dentro de los valores establecidos por la normativa nacional (0.010 mg/L) (MINAM 2017) y la normativa internacional establecida por la OMS (WHO 2011). Al respecto existe numerosos estudios donde aplican el cultivo de esta especie para remover arsénico con eficientes resultados (Litter et al. 2012; Litter, Morgada y Bundschuh 2010). Sin embargo, el uso de especies vivas requiere más tiempo de exposición, por lo que es mejor aplicar estas mismas especies a través de material pulverizado, dado que los tiempos de contacto en los tratamientos de adsorción son mucho menores (Baig et al. 2009; Arida et al. 2016) es mucho menor (Liu et al. 2018).

Al respecto, se realizó un estudio utilizando polvo radicular de jacinto de agua como biosorbente a fin de remover sulfonamidas del medio acuático. Los resultados evidenciaron que la superficie del polvo de raíz desempeñaron un papel importante en el proceso de adsorción (Liu et al. 2018). De manera similar, en otro estudio se usó harina de *Azolla* para remover sulfametoxazol del medio acuáticos través de la adsorción. Los resultados demostraron que la adsorción de sulfametoxazol con harina de *Azolla filiculoides* es factible, evidenciándose que la harina de esta especie es un buen adsorbente para la remoción del antibiótico sulfametoxazol del medio acuático (Balarak y Mostafapour 2016). Asimismo, se usó esta especie para remover cefalexina del agua. La información sobre la cinética de remoción indicó que el tiempo de equilibrio de la adsorción de cefalexina se alcanzó a los 75 min. Los resultados mostraron que se puede utilizar la harina de *Azolla* como un adsorbente más eficiente para la adsorción de cefalexina del agua (Balarak, Azarpira y Mostafapour 2016).

Con los resultados obtenidos y demostrados en otros estudios, podemos indicar que la harina de origen vegetal tiene una alta eficiencia de eliminación de arsénico en el agua. Por lo tanto, se evaluó que el polvo de totora (*Schoenoplectus californicus*) podría remover el arsénico de las aguas subterráneas debido a que esta especie contiene componentes químicos con capacidad de adsorción de

arsénico (Avila Ñaupá y Alata Ccori 2020).

Asimismo, cabe mencionar que el mecanismo de acción de la adsorción es más rápido debido a que en un primer contacto ocurre una adsorción instantánea siendo favorecido por la diferencia de concentración entre el medio acuático y el adsorbente, como principal fuerza impulsora. Luego ocurre la difusión intrapartícula, hasta llegar a un equilibrio de adsorción (Liu et al. 2018). Por lo tanto, esta especie es adecuada para procesos de remoción de arsénico del medio acuoso.

5.3. Características fisicoquímicas del agua

Los valores respecto a las características físico químicas del agua, evidencian una ligera tendencia de mejora en los filtros de arena en contraste con la *Lemna*, esto puede ser debido a que la arena es un material de origen inerte, y que su capacidad de adsorción contribuya a mejorar estos valores, mientras que la harina de lenteja, cuyo origen es una especie viva, puede liberar elementos de su estructura, que incrementen los valores como el ORP, salinidad y conductividad eléctrica.

VI. CONCLUSIONES

Las muestras obtenidas de las aguas subterráneas de la ciudad de Juliaca, evidencian presencia de arsénico en su contenido (0.0136 ± 0.0004 mg/L), sobrepasando levemente los valores recomendados por la normativa peruana y la normativa internacional.

De los filtros utilizados en el proceso de remoción de arsénico del medio acuático, los filtros con *Lemna gibba* demuestran mejores resultados de eliminación que los filtros con arena hasta un máximo de 95.28% de remoción mientras que con la arena solo se alcanzó un 49% como máximo.

Respecto a las características fisicoquímicas, los filtros de Arena evidencian una leve mejora de calidad de agua respecto a los filtros con *Lemna*, ya que con el filtro de Lemna algunos valores incluso se elevan a comparación del valor inicial, tales como el ORP, salinidad y conductividad eléctrica.

En conclusión, el filtro con harina de lenteja de agua es eficiente en la remoción de As y la mejora de calidad de aguas subterráneas.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar el experimento con diferentes cantidades de harina de lenteja, para evaluar la cantidad optima que debe usarse para la remoción de arsénico.

Experimentar el filtro con diferentes tamaños de poro de harina de lenteja a fin de evaluar mejor eficiencia.

Probar el experimento con menor cantidad de arena y la misma cantidad de *Lemna* que se usó en este experimento a fin de evaluar su eficiencia.

REFERENCIAS

- AL-MASRI, M.S., AMIN, Y., AL-AKEL, B. y AL-NAAMA, T., 2010. Biosorption of cadmium, lead, and uranium by powder of poplar leaves and branches. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, vol. 160, no. 4, pp. 976-987. ISSN 02732289. DOI 10.1007/s12010-009-8568-1.
- ALE-MAURICIO, D.A., VILLA, G. y GASTAÑAGA, M. del C., 2018. Concentraciones de arsénico urinario en pobladores de dos distritos de la región Tacna. *Rev Peru Med Exp Salud Publica.*, vol. 35, no. 2, pp. 183-189. DOI 10.17843/rpmesp.2018.352.3693.183.
- ANA, 2011. *Protocolo Nacional de monitoreo de la calidad en cuerpos naturales de agua superficial*. 2011. Lima-Perú: MINAGRI.
- APAZA PANCA, R. y CALCINA BENIQUE, Mi.E., 2014. Contaminación natural de aguas subterráneas por arsénico en la zona de Carancas y Huata, Puno. *Revista Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Investigation* [en línea], vol. 16, no. 01, pp. 51-58. ISSN 2313-2957. DOI 10.18271/ria.2014.35. Disponible en: <http://huajsapata.unap.edu.pe/ria/index.php/ria/article/view/35>.
- ARIDA, C.V.J., DE LUNA, M.D.G., FUTALAN, C.M. y WAN, M.W., 2016. Optimization of As(V) removal using chitosan-coated bentonite from groundwater using Box–Behnken design: effects of adsorbent mass, flow rate, and initial concentration. *Desalination and Water Treatment*, vol. 57, no. 40, pp. 18739-18747. ISSN 19443986. DOI 10.1080/19443994.2015.1094420.
- AVILA ÑAUPA, A.S. y ALATA CCORI, V.R., 2020. *Evaluación de la eficiencia de remoción del arsénico en agua subterránea utilizando harina de Totora Nativa (Schoenoplectus californicus) en la zona rural de Coata, región Puno* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/2038/Gloria_Trabajo_Academico_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- BAIG, J.A., KAZI, T.G., ARAIN, M.B., AFRIDI, H.I., KANDHRO, G.A., SARFRAZ, R.A., JAMAL, M.K. y SHAH, A.Q., 2009. Evaluation of arsenic and other physico-chemical parameters of surface and ground water of Jamshoro, Pakistan. *Journal of Hazardous Materials*, vol. 166, no. 2-3, pp. 662-669. ISSN 03043894. DOI 10.1016/j.jhazmat.2008.11.069.

- BALARAK, D., AZARPIRA, H. y MOSTAFAPOUR, F.K., 2016. Study of the adsorption mechanisms of cephalexin on to azolla filiculoides. *Der Pharma Chemica*, vol. 8, no. 10, pp. 114-121. ISSN 0975413X.
- BALARAK, D. y MOSTAFAPOUR, F., 2016. *Batch Equilibrium, Kinetics and Thermodynamics Study of Sulfamethoxazole Antibiotics Onto Azolla filiculoides as a Novel Biosorbent*. 2016. S.l.: s.n.
- BIANCHI, E., BIANCALANI, A., BERARDI, C., ANTAL, A., FIBBI, D., COPPI, A., LASTRUCCI, L., BUSSOTTI, N., COLZI, I., RENAI, L., SCORDO, C., DEL BUBBA, M. y GONNELLI, C., 2020. Improving the efficiency of wastewater treatment plants: Bio-removal of heavy-metals and pharmaceuticals by Azolla filiculoides and Lemna minuta. *Science of the Total Environment*, vol. 746, pp. 141219. ISSN 18791026. DOI 10.1016/j.scitotenv.2020.141219.
- BINA, B., EBRAHIMI, A., HESAMI, F. y AMIN, M., 2013. Arsenic removal by coagulation using ferric chloride and chitosan from water. *Water Quality Research Journal*, vol. 2, no. 1, pp. 17. ISSN 2277-9183. DOI 10.4103/2277-9183.110170.
- BUNDSCHUH, J., LITTER, M.I., PARVEZ, F., ROMÁN-ROSS, G., NICOLLI, H.B., JEAN, J.S., LIU, C.W., LÓPEZ, D., ARMIENTA, M.A., GUILHERME, L.R.G., CUEVAS, A.G., CORNEJO, L., CUMBAL, L. y TOUJAGUEZ, R., 2012. One century of arsenic exposure in Latin America: A review of history and occurrence from 14 countries. *Science of the Total Environment*, vol. 429, pp. 2-35. ISSN 00489697. DOI 10.1016/j.scitotenv.2011.06.024.
- BUNDSCHUH, J., SCHNEIDER, J., ALAM, M.A., NIAZI, N.K., HERATH, I., PARVEZ, F., TOMASZEWSKA, B., GUILHERME, L.R.G., MAITY, J.P., LÓPEZ, D.L., CIRELLI, A.F., PÉREZ-CARRERA, A., MORALES-SIMFORS, N., ALARCÓN-HERRERA, M.T., BAISCH, P., MOHAN, D. y MUKHERJEE, A., 2021. Seven potential sources of arsenic pollution in Latin America and their environmental and health impacts. *Science of the Total Environment*, vol. 780, pp. 146274. ISSN 18791026. DOI 10.1016/j.scitotenv.2021.146274.
- CABALLERO, V.M., 2014. EVALUACIÓN DE LA CÁSCARA DE BANANO (MUSA AAA) VARIEDAD WILLIAMS PARA REMOCIÓN DE ARSÉNICO EN AGUA PARA CONSUMO HUMANO. *Revista científica ERIS/USAC - GUATEMALA*, vol. 9, no. 1, pp. 44-46.

- CAMPOS PARDO, H.S., PORRAS BECERRA, J.J. y AZABACHE LIZA, Y.F., 2018. Evaluación de eficiencia de la harina de cáscara de plátano (*Musa spp*) utilizando un filtro casero, para la adsorción de hierro y manganeso en agua para consumo humano, barrio Miramayo, distrito de Yantaló – Moyobamba – San Mart. [en línea], pp. 86. Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3287/SANITARIA - Harley Smith Campos Pardo %26 Josué Jhonatan Porras Becerra.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- CASTRO DE ESPARZA, M., 2006. The presence of arsenic in drinking water in Latin America and its effect on public health. *Natural Arsenic in Groundwaters of Latin America*. S.l.: s.n., pp. Paper presented at the International Congress, Nat. DOI 10.1201/b11334-4.
- CHEN, C.C. y CHUNG, Y.C., 2006. Arsenic removal using a biopolymer chitosan sorbent. *Journal of Environmental Science and Health*, vol. 41, no. 4, pp. 645-658. ISSN 10934529. DOI 10.1080/10934520600575044.
- CHEN, L., FANG, Y., JIN, Y., CHEN, Q., ZHAO, Y., XIAO, Y. y ZHAO, H., 2015. Biosorption of Cd²⁺ by untreated dried powder of duckweed *Lemna aequinoctialis*. *Desalination and Water Treatment*, vol. 53, no. 1, pp. 183-194. ISSN 19443986. DOI 10.1080/19443994.2013.839399.
- CLAIRMONT, L.K., STEVENS, K.J. y SLAWSON, R.M., 2019. Site-specific differences in microbial community structure and function within the rhizosphere and rhizoplane of wetland plants is plant species dependent. *Rhizosphere* [en línea], vol. 9, no. November 2018, pp. 56-68. ISSN 24522198. DOI 10.1016/j.rhisph.2018.11.006. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2018.11.006>.
- DE ESPARZA, M.L.C., 2005. Estudio para el Mejoramiento de la Calidad del Agua de Pozos en Zonas Rurales de Puno. . S.l.:
- DEJOUX, C. y ILTIS, A., 1991. *El lago Titicaca Sintesis del conocimiento actual*. S.l.: s.n.
- ESTRADA, D., 2016. Disminución de arsénico mediante un filtro de diatomita del agua de afloramiento subterráneo en el campamento Cedro-Pataz. *Universidad César Vallejo*, pp. 1-46.
- GEORGE, C., SIMA, L., ARIAS, M.H.J., MIHALIC, J., CABRERA, L.Z., DANZ, D.,

- CHECKLEY, W. y GILMAN, R.H., 2014. Arsenic exposure in drinking water: an unrecognized health threat in Peru. *Bulletin of the World Health Organization*, vol. 92, no. 8, pp. 565-572. ISSN 0042-9686. DOI 10.2471/blt.13.128496.
- HAKANSON, L., 1980. An ecological risk index for aquatic pollution control a sedimentological approach. *Water Research*, vol. 14, no. 8, pp. 975-1001. ISSN 00431354. DOI 10.1016/0043-1354(80)90143-8.
- HE, J., BARDELLI, F., GEHIN, A., SILVESTER, E. y CHARLET, L., 2016. Novel chitosan goethite bionanocomposite beads for arsenic remediation. *Water Research*, vol. 101, pp. 1-9. ISSN 18792448. DOI 10.1016/j.watres.2016.05.032.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERÁNADEZ, C. y BAPTISTA, M.D.P., 2014. *Metodología de la investigación*. [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>.
- KADAM, A.D., KISHORE, G., MISHRA, D.K. y ARUNACHALAM, K., 2020. Microalgal diversity as an indicator of the state of the environment of water bodies of Doon valley in Western Himalaya , India. *Ecological indicators*, vol. 112, pp. 106077.
- KLOSTER, G.A., VALIENTE, M., MARCOVICH, N.E. y MOSIEWICKI, M.A., 2020. Adsorption of arsenic onto films based on chitosan and chitosan/nano-iron oxide. *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 165, pp. 1286-1295. ISSN 18790003. DOI 10.1016/j.ijbiomac.2020.09.244.
- KUMARI, P., SHARMA, P., SRIVASTAVA, S. y SRIVASTAVA, M.M., 2005. Arsenic removal from the aqueous system using plant biomass: A bioremedial approach. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, vol. 32, no. 11-12, pp. 521-526. ISSN 13675435. DOI 10.1007/s10295-005-0042-7.
- LITTER, M.I., ALARCÓN-HERRERA, M.T., ARENAS, M.J., ARMIENTA, M.A., AVILÉS, M., CÁCERES, R.E., CIPRIANI, H.N., CORNEJO, L., DIAS, L.E., CIRELLI, A.F., FARFÁN, E.M., GARRIDO, S., LORENZO, L., MORGADA, M.E., OLMOS-MÁRQUEZ, M.A. y PÉREZ-CARRERA, A., 2012. Small-scale and household methods to remove arsenic from water for drinking purposes in

- Latin America. *Science of the Total Environment*, vol. 429, pp. 107-122. ISSN 00489697. DOI 10.1016/j.scitotenv.2011.05.004.
- LITTER, M.I., MORGADA, M.E. y BUNDSCHUH, J., 2010. Possible treatments for arsenic removal in Latin American waters for human consumption. *Environmental Pollution*, vol. 158, no. 5, pp. 1105-1118. ISSN 02697491. DOI 10.1016/j.envpol.2010.01.028.
- LIU, L., HU, S., SHEN, G., FAROOQ, U., ZHANG, W., LIN, S. y LIN, K., 2018. Adsorption dynamics and mechanism of aqueous sulfachloropyridazine and analogues using the root powder of recyclable long-root *Eichhornia crassipes*. *Chemosphere*, vol. 196, pp. 409-417. ISSN 18791298. DOI 10.1016/j.chemosphere.2018.01.003.
- LOBO, C., CASTELLARI, J., COLMAN LERNER, J., BERTOLA, N. y ZARITZKY, N., 2020. Functional iron chitosan microspheres synthesized by ionotropic gelation for the removal of arsenic (V) from water. *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 164, pp. 1575-1583. ISSN 18790003. DOI 10.1016/j.ijbiomac.2020.07.253.
- MALAKOOTIAN, M., BALARAK, D., MAHDAVI, Y. y AMIRMAHANI, N., 2015. Removal of antibiotics from wastewater by *Azolla*: kinetic and equilibrium studies. , no. September 2017. DOI 10.3923/rjes.2015.280.288.
- MCCLINTOCK, T.R., CHEN, Y., BUNDSCHUH, J., OLIVER, J.T., NAVONI, J., OLMOS, V., LEPORI, E.V., AHSAN, H. y PARVEZ, F., 2012. Arsenic exposure in Latin America: Biomarkers, risk assessments and related health effects. *Science of the Total Environment*, vol. 429, pp. 76-91. ISSN 00489697. DOI 10.1016/j.scitotenv.2011.08.051.
- MIN, L.L., ZHONG, L. Bin, ZHENG, Y.M., LIU, Q., YUAN, Z.H. y YANG, L.M., 2016. Functionalized chitosan electrospun nanofiber for effective removal of trace arsenate from water. *Scientific Reports*, vol. 6, pp. 32480. ISSN 20452322. DOI 10.1038/srep32480.
- MINAM, 2016. *Manual de buenas prácticas en la investigación de sitios contaminados, muestreo de aguas subterráneas* [en línea]. 2016. S.l.: s.n. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2018/08/MANUAL-DE-BUENAS-PRACTICAS-MUESTREO-AGUA.pdf>.

- MINAM, 2017. *Estandares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua* [en línea]. 2017. S.l.: s.n. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>.
- MOHAMED CHIBAN, 2012. Application of low-cost adsorbents for arsenic removal: A review. *Journal of Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, vol. 4, no. 5, pp. 91-102. DOI 10.5897/jece11.013.
- MONTGOMERY, D., 2019. *Design and Análisis of Experiments*. Ninth. Arizona, United States: Wiley. ISBN 9781119130536.
- PATHAK, A., 2021. Assessment of Water Quality Parameters of Gomti River. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, vol. 9, no. VII, pp. 1977-1982. DOI 10.22214/ijraset.2021.36786.
- RAO, K.S., ANAND, S., ROUT, K. y VENKATESWARLU, P., 2012. Response surface optimization for removal of cadmium from aqueous solution by waste agricultural biosorbent *Psidium guajava* L. leaf powder. *Clean - Soil, Air, Water*, vol. 40, no. 1, pp. 80-86. ISSN 18630650. DOI 10.1002/clen.201000392.
- SAJIL KUMAR, P.J. y JAMES, E.J., 2013. Physicochemical parameters and their sources in groundwater in the Thirupathur region, Tamil Nadu, South India. *Applied Water Science*, vol. 3, no. 1, pp. 219-228. ISSN 2190-5487. DOI 10.1007/s13201-012-0074-x.
- STRACUZZI, S.P. y PESTANA, F.M., 2012. *Metodología de la investigación cuantitativa*. S.l.: s.n.
- TAPIA, J., MURRAY, J., ORMACHEA, M., TIRADO, N. y NORDSTROM, D.K., 2019. Origin, distribution, and geochemistry of arsenic in the Altiplano-Puna plateau of Argentina, Bolivia, Chile, and Perú. *Science of the Total Environment*, vol. 678, pp. 309-325. ISSN 18791026. DOI 10.1016/j.scitotenv.2019.04.084.
- VEMIC, M., ROUSSEAU, D., DU LAING, G. y LENS, P., 2014. Distribution and fate of metals in the Montenegrin part of Lake Skadar. *International Journal of Sediment Research*, vol. 29, no. 3, pp. 357-367. ISSN 10016279. DOI 10.1016/S1001-6279(14)60050-0.
- VENKATA MOHAN, S., MOHANAKRISHNA, G. y CHIRANJEEVI, P., 2011. Sustainable power generation from floating macrophytes based ecological

microenvironment through embedded fuel cells along with simultaneous wastewater treatment. *Bioresource Technology*, vol. 102, no. 14, pp. 7036-7042. ISSN 09608524. DOI 10.1016/j.biortech.2011.04.033.

WHO, 2011. Arsenic in Drinking-water. . S.I.:

ZHAO, J., SU, A., TIAN, P., TANG, X., COLLINS, R.N. y HE, F., 2021. Arsenic (III) removal by mechanochemically sulfidated microscale zero valent iron under anoxic and oxic conditions. *Water Research*, vol. 198. ISSN 18792448. DOI 10.1016/j.watres.2021.117132.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

TÍTULO	Eficiencia en la reducción de arsénico y mejora de la calidad de agua subterránea mediante un filtro con harina de <i>Lemna gibba</i> en Juliaca - Puno 2023		Variables	Metodología	Población y muestra
PROBLEMA	GENERAL	¿Será eficiente el filtro con harina de <i>Lemna gibba</i> en la reducción de Arsénico y mejora de calidad en aguas subterráneas de Juliaca?	Variable Independiente. X: Agua subterránea y Filtros Variable dependiente. Y: Porcentaje de remoción de arsénico del medio acuático.	Tipo de investigación: • Aplicada Enfoque de la investigación: • Cuantitativo Diseño de la investigación: • Experimental	Población • Está representada por las aguas subterráneas. Muestra • Muestras agua subterráneas Muestreo intencional o de conveniencia.
	ESPECIFICOS	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Existirá arsénico en las muestras de agua subterránea de la ciudad de Juliaca? • ¿Será eficiente el filtro con harina de <i>Lemna gibba</i> en la reducción de Arsénico en aguas subterráneas de Juliaca? • ¿Será eficiente el filtro con harina de <i>Lemna gibba</i> en la mejora de la calidad físico y químicos de aguas subterráneas de Juliaca? 			
OBJETIVOS	GENERAL	Evaluar si el filtro con harina de <i>Lemna gibba</i> será eficiente en la reducción de Arsénico y mejora de calidad en aguas subterráneas de Juliaca.			
	ESPECIFICOS	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar la presencia de arsénico en las muestras de agua subterránea de Juliaca. • Analizar si el filtro con harina de <i>Lemna gibba</i> será eficiente en la reducción de Arsénico de aguas subterráneas de Juliaca. • Determinar si el filtro con harina de <i>Lemna gibba</i> será eficiente en la mejora de la calidad 			

		física y química de aguas subterráneas de Juliaca.			
HIPÓTESIS	HIPÓTESIS GENERAL	El filtro con harina de <i>Lemna gibba</i> será eficiente en la reducción de Arsénico y mejora de la calidad en aguas subterráneas de Juliaca.			
	HIPÓTESIS ESPECIFICAS	<ul style="list-style-type: none"> ● Existe arsénico en las muestras de agua subterránea de la ciudad de Juliaca. ● El filtro con harina de <i>Lemna gibba</i> es eficiente en la reducción de Arsénico en aguas subterráneas de Juliaca. ● El filtro con harina de <i>Lemna gibba</i> es eficiente en la mejora de la calidad de los parámetros físicos, químicos en aguas subterráneas de Juliaca. 			

Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables.

Operacionalización de variables					
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades de medida /escala
V. I Filtro a base de Harina de <i>Lemna gibba</i>	Filtro: Es un objeto o una masa porosa (puede ser de tela, papel o arena) cuya función principal es que sirve de medio para separar de un líquido o gas que pasa a través de él, la materia contenida en suspensión (First & Silverman, 2012). La lenteja de agua (<i>Lemna gibba</i>) pertenece a la familia: lemnaeae, son pequeñas plantas acuáticas que flotan libremente y no tienen tallos ni hojas definidos. Todo el cuerpo de la planta se reduce a una pequeña estructura plana en forma de hoja llamada fronda, y cuya reproducción es rápida en los cuerpos de agua (Rahman & Hasegawa, 2011).	El filtro a base de harina de (<i>Lemna gibba</i>) Sera medido mediante: Dimensiones	Condiciones de operación	Cantidad de harina	gr
				Tiempo	hora
			Características físicas	Tamaño de partícula de la harina	mm
				Características químicas	pH
			Características físicas del filtro		Conductividad
				Capacidad	Litros (L)
Dimensiones	cm				

Variable dependiente	<p>La mayor amenaza que con lleva el arsénico para la salud pública proviene del agua potable. El arsénico entra al agua previa disolución de minerales y menas que lo contienen, y se encuentra presente a concentraciones elevadas en las aguas subterráneas de algunos lugares, especialmente en donde se tiene actividad minera, que incrementa el riesgo de incidencia de este elemento en el agua (OMS, 2006; Espino-Valdés et al., 2009).</p>	<p>El arsénico se adsorbe en la superficie de las partículas de la harina de <i>Lemna gibba</i>, lo que influencia en la reducción de este elemento del agua.</p>	<p>Eficiencia de reducción. $\%R = 1 - \frac{C_i}{C_f} * 100$</p>	<p>Reducción de arsénico (%)</p>	<p>(%)</p>
Porcentaje de remoción de arsénico de aguas subterráneas	<p>Características fisicoquímicas del agua.</p>	<p>Aguas subterráneas</p>	<p>Propiedades físico químicas</p>	<p>Color Olor Conductividad OD (oxígeno disuelto) pH ORP TDS Salinidad</p>	<p>uS/CmA mg/L mV/L mg/L (PSU)</p>

Anexo 3: Carta a expertos para validación de instrumentos

CARTA A EXPERTOS PARA EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO

Puno, de diciembre de 2022

Apellidos y nombres del experto

Asunto: **Evaluación de instrumento**

Sirva la presente para expresarles nuestro cordial saludo e informarle que estamos desarrollando y elaborando nuestra tesis titulada: ***“Eficiencia en la reducción de arsénico y mejora de la calidad de agua subterráneas mediante un filtro con harina de Lemna gibba en Juliaca - Puno 2023”***, a fin de optar el grado o título de: Ingeniero Ambiental.

Por ello, estamos desarrollando un estudio en el cual se incluye instrumentos de recolección de datos, denominado: ***“FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS”*** por ser una investigación cuantitativa; por lo que, le solicito tenga a bien realizar la validación de este instrumento de investigación, que adjunto, para cubrir con el requisito de “Juicio de expertos”.

Esperando tener la acogida a esta petición, hago propicia la oportunidad para renovar mi aprecio y especial consideración.

Atentamente,



Yalmar Wilfredo Manzano Poma
DNI: 73077813

Anexo 4: Carta de aceptación de validación de instrumentos

CONSTANCIA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Por la presente se deja constancia de haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación, cuyo título es: "***Eficiencia en la reducción de arsénico y mejora de la calidad de agua subterráneas mediante un filtro con harina de Lemna gibba en Juliaca - Puno 2023***" del autor Yálmar Wilfredo Manzano Poma, estudiante del Programa de estudio de la Universidad César Vallejo, filial Lima.

Dichos instrumentos serán aplicados para la investigación tipo aplicada, que realizarán a través de la recolección de información de los experimentos y análisis de suelo en laboratorio, que servirán para nutrir los resultados y discusiones de la tesis.

Las observaciones realizadas han sido levantadas por los autores, quedando finalmente aprobadas. Por lo tanto, cuenta con la validez y confiabilidad correspondiente considerando las variables de la investigación.

Se extiende la presente constancia a solicitud del interesado(a) para los fines que considere pertinentes.

Puno, de diciembre de 2022



ING. Antoni Luque Laureano
CIP: 199999
DNI: 70747553

Anexo 5: Matriz de validación de instrumentos

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres: Antony Luque Laureano
 Cargo o institución donde labora: ING. Ambiental
 Especialidad o línea de investigación: _____
 Instrumento de evaluación: _____
 Autor (s) del instrumento (s): Yálmir Wilfredo Manzano Poma

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

(1) INACEPTABLE

(2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE

(3) ACEPTABLE

CRITERIOS	INDICADORES	Inaceptable						Mínimamente aceptable			Aceptable					
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.											x				
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.											x				
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental											x				
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.											x				
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.											x				
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.											x				
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.											x				
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental											x				
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.											x				
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.											x				
PUNTAJE TOTAL														90		

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 81 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Puno, de diciembre de 2022

Anexo 6: Carta a expertos para validación de instrumentos



Antony Eleazar Luque Laureano
 CIP: 199999
 Ingeniero Ambiental

CONSTANCIA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Por la presente se deja constancia de haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación, cuyo título es: "***Eficiencia en la reducción de arsénico y mejora de la calidad de agua subterráneas mediante un filtro con harina de Lemna gibba en Juliaca - Puno 2023***" del autor Yálmir Wilfredo Manzano Poma, estudiante del Programa de estudio de la Universidad César Vallejo, filial Lima.

Dichos instrumentos serán aplicados para la investigación tipo aplicada, que realizarán a través de la recolección de información de los experimentos y análisis de suelo en laboratorio, que servirán para nutrir los resultados y discusiones de la tesis.

Las observaciones realizadas han sido levantadas por los autores, quedando finalmente aprobadas. Por lo tanto, cuenta con la validez y confiabilidad correspondiente considerando las variables de la investigación.

Se extiende la presente constancia a solicitud del interesado(a) para los fines que considere pertinentes.

Puno, de diciembre de 2022



Dr. Walter Machaca Zamata
CIP: 126148
DNI: 01344869
DNI: 01344869

Anexo 7: Matriz de validación de instrumentos

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

II.DATOS GENERALES

Apellidos y nombres: _____ Walter Machaca Zamata _____
 Cargo o institución donde labora: _____
 Especialidad o línea de investigación: _____ ING. Ambiental _____
 Instrumento de evaluación: _____
 Autor (s) del instrumento (s): _____ Yálmir w. Manzano Poma _____

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

(1) INACEPTABLE

(2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE

(3) ACEPTABLE

CRITERIOS	INDICADORES	Inaceptable						Mínimamente aceptable			Aceptable			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.												X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.												X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental												X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.												X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.												X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.												X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.												X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental												X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.												X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.												X	
PUNTAJE TOTAL													X	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 81 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD



PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Puno, de diciembre de 2022

 WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 116148

Anexo 8: Carta a expertos para validación de instrumentos**CONSTANCIA****VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN**

Por la presente se deja constancia de haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación, cuyo título es: " ***Eficiencia en la reducción de arsénico y mejora de la calidad de agua subterráneas mediante un filtro con harina de Lemna gibba en Juliaca - Puno 2023***" del autor Yálmar Wilfredo Manzano Poma, estudiante del Programa de estudio de la Universidad César Vallejo, filial Lima.

Dichos instrumentos serán aplicados para la investigación tipo aplicada, que realizarán a través de la recolección de información de los experimentos y análisis de suelo en laboratorio, que servirán para nutrir los resultados y discusiones de la tesis.

Las observaciones realizadas han sido levantadas por los autores, quedando finalmente aprobadas. Por lo tanto, cuenta con la validez y confiabilidad correspondiente considerando las variables de la investigación.

Se extiende la presente constancia a solicitud del interesado(a) para los fines que considere pertinentes.

Puno, de diciembre de 2022




Ing. Gino F. Ortega Zea
ESP. EN RECURSOS HÍDRICOS
CIP N° 223684

Dr. Gino Fabián Ortega Zea
CIP: 223684
DNI:41537913
TELEFONO:993715311

Anexo 9: Matriz de validación de instrumentos

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

III. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres: Gino Fabián Ortega Zea
 Cargo o institución donde labora: _____
 Especialidad o línea de investigación: _____
 Instrumento de evaluación: _____
 Autor (s) del instrumento (s): Yálmir Wilfredo Manzano Poma

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

(1) INACEPTABLE

(2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE

(3) ACEPTABLE

CRITERIOS	INDICADORES	Inaceptable						Minimamente aceptable			Aceptable			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.											x		
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.											x		
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental											x		
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.											x		
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.											x		
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.											x		
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.											x		
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental											x		
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.											x		
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.											x		
PUNTAJE TOTAL												90		

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 81 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable).

V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

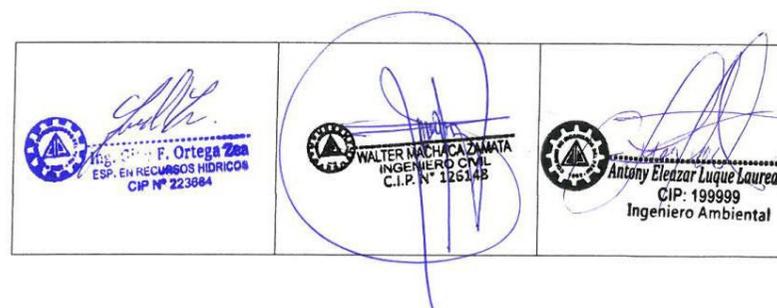
Puno, de diciembre de 2022



Ing. Gino F. Ortega Zea
 ESP. EN RECURSOS HIDRÍCOS
 CIP N° 223684

Anexo 10 . Matriz de operacionalización de variables.

Operacionalización de variables					
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades de medida /escala
V. I Filtro a base de Harina de <i>Lemna gibba</i>	<p>Filtro: Es un objeto o una masa porosa (puede ser de tela, papel o arena) cuya función principal es que sirve de medio para separar de un líquido o gas que pasa a través de él, la materia contenida en suspensión (First & Silverman, 2012).</p> <p>La lenteja de agua (<i>Lemna gibba</i>) pertenece a la familia: lemnaeae, son pequeñas plantas acuáticas que flotan libremente y no tienen tallos ni hojas definidos. Todo el cuerpo de la planta se reduce a una pequeña estructura plana en forma de hoja llamada fronda, y cuya reproducción es rápida en los cuerpos de agua (Rahman & Hasegawa, 2011).</p>	<p>El filtro a base de harina de (<i>Lemna gibba</i>) Sera medido mediante: Dimensiones</p>	Condiciones de operación	Cantidad de harina	gr
				Tiempo	hora
			Características físicas	Tamaño de partícula de la harina	mm
				Características químicas	pH
			Características físicas del filtro		Conductividad
				Capacidad	Litros (L)
Dimensiones	cm				



Variable dependiente	<p>La mayor amenaza que con lleva el arsénico para la salud pública proviene del agua potable. El arsénico entra al agua previa disolución de minerales y menas que lo contienen, y se encuentra presente a concentraciones elevadas en las aguas subterráneas de algunos lugares, especialmente en donde se tiene actividad minera, que incrementa el riesgo de incidencia de este elemento en el agua (OMS, 2006; Espino-Valdés et al., 2009).</p>	<p>El arsénico se adsorbe en la superficie de las partículas de la harina de <i>Lemna gibba</i>, lo que influencia en la reducción de este elemento del agua.</p>	<p>Eficiencia de reducción. $\%R = 1 - \frac{C_i}{C_f} * 100$</p>	<p>Reducción de arsénico (%)</p>	<p>(%)</p>
Porcentaje de remoción de arsénico de aguas subterráneas	<p>Características fisicoquímicas del agua.</p>	<p>Aguas subterráneas</p>	<p>Propiedades físico químicas</p>	<p>Color Olor Conductividad OD (oxígeno disuelto) pH ORP TDS Salinidad</p>	<p>uS/CmA mg/L mV/L mg/L (PSU)</p>





ANEXO 11: FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

Ficha N° 1	Ficha de parámetros fisicoquímicos de muestras de agua en campo			
Título:	Eficiencia en la reducción de arsénico y mejora de la calidad de agua subterráneas mediante un filtro con harina de Lemna gibba en Juliaca - Puno 2023			
Línea de investigación:	Calidad y Gestión de Recursos Naturales			
Responsable:	Yalmar Wilfredo Manzano Poma			
Lugar:	Juliaca – Puno 2023			
Item	Condición de operación			
	Indicadores	Unidad de medida/escala	Resultados	Observaciones
1	Color			
2	Olor			
3	Conductividad	uS/CmA		
4	OD (oxígeno disuelto)	mg/L		
5	pH			
6	ORP	mV/L		
7	TDS	mg/L		
8	Salinidad	(PSU)		

 Ing. Gino F. Ortega Zea ESP. EN RECURSOS HIDRICOS CIP N° 223584	 WALTER MACHACA ZAMATA INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 126148	 Antony Eleazar Luque Laureano CIP: 199999 Ingeniero Ambiental
--	---	---

ANEXO 12: FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

Ficha N° 2	Ficha de condición de operación del filtro con <i>Lemna gibba</i>			
Título:	Eficiencia en la reducción de arsénico y mejora de la calidad de agua subterráneas mediante un filtro con harina de Lemna gibba en Juliaca - Puno 2023			
Línea de investigación:	Calidad y Gestión de Recursos Naturales			
Responsable:	Yalmar Wilfredo Manzano Poma			
Lugar:	Puno – Puno 2023			
Item	Condición de operación			
	Indicadores	Unidad de medida/escala	Resultados	Observaciones
1	Color			
2	Olor			
3	Conductividad	uS/CmA		
4	OD (oxígeno disuelto)	mg/L		
5	pH			
6	ORP	mV/L		
7	TDS	mg/L		
8	Salinidad	(PSU)		

  Ortega Zea ESP. EN RECURSOS HIDRICOS CIP N° 223884	  WALTER MACHACA ZAMATA INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 126148	  Antony Eleazar Luque Laureano CIP: 199999 Ingeniero Ambiental
---	---	---

ANEXO 13: FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

Ficha N° 3	Ficha de eficiencia de remoción de arsénico			
Título:	Eficiencia en la reducción de arsénico y mejora de la calidad de agua subterráneas mediante un filtro con harina de Lemna gibba en Juliaca - Puno 2023			
Línea de investigación:	Calidad y Gestión de Recursos Naturales			
Responsable:	Yalmar Wilfredo Manzano Poma			
Lugar:	Puno 2023- Laboratorio de Arequipa			
Item	Eficiencia de remoción (concentración)			
	Indicadores	Unidad de medida/escala	Resultados	Observaciones
1	As inicial	mg/L		
2	As final	mg/L		
4	$\frac{\text{As inicial} - \text{As final}}{\text{As inicial}} * 100$	%		

  F. Ortega Zoa ESP. EN RECURSOS HIDRICOS C.I.P. N° 223884	  WALTER MACHUCA ZAMATA INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 126148	  Antony Eleazar Luque Laureano CIP: 199999 Ingeniero Ambiental
---	---	---

FICHA TÉCNICA DE *Lemna gibba*

Características

La característica principal de la especie de lenteja de agua *Lemna gibba* L. es la capacidad de las hojas para hincharse significativamente en la base. Linnaeus describió originalmente la planta como hemisférica en 1753 en su "Species Plantarum"; lo llamó gibón por la característica elevada de esta hoja, es decir por su apariencia gibbosa o redondeada por el envés de la fronda (Pieterse, 1975).

Adicionalmente, las plantas de *Lemna gibba* incrementan su protuberancia con la temperatura. El mecanismo de competencia entre las especies (*Lemna gibba* y *Lemna minor*) se muestra en la Figura 1. Por lo general, *Lemna gibba* tiende a crecer demasiado y eclipsar a *Lemna minor*, más aún en zonas eutróficas (Rejmankova, 1975).

SS

Hábitat y distribución

Distribuido en el lago Titicaca, principalmente en zonas eutróficas como la Bahía Interior de Puno (Dejoux & Iltis, 1991), lugar en el cual se considera un problema debido a los efectos que ocasiona en la columna de agua, por lo que es removida frecuentemente de forma mecánica.

Otras observaciones

La especie *Lemna gibba* es una especie que se adapta muy bien a zonas con elevados nutrientes como es la Bahía Interior de Puno y sus alrededores.

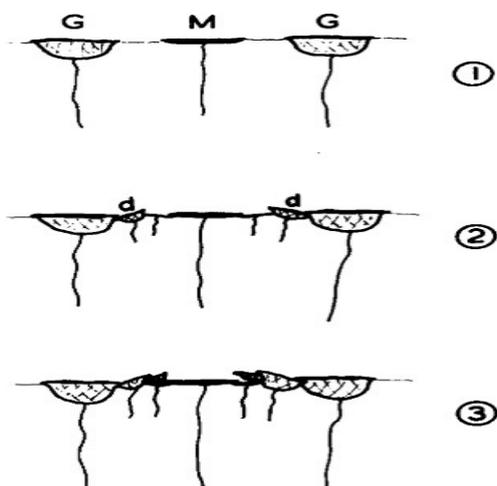
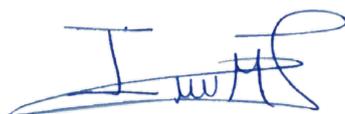


Figura 1. Esquema del mecanismo de competencia entre *Lemna minor* (M) y *Lemna gibba* (G). Las frondas hijas (d) de *Lemna gibba* sobrecrecen sucesivamente las frondas de *Lemna minor*. Fuente: (Rejmankova, 1975).

Ficha taxonómica de *Lemna gibba*.

Ficha Taxonómica: <i>Lemna gibba</i>	
Reino	Plantae

Clase	Liliopsida
Orden	Alismatales
Familia	Lemnoideae
Género	<i>Lemna</i>
Especie	<i>Lemna</i>



DR. Ingrid Maldonado Jimenez

DNI: 43372719

CBP: 9890

Anexo 14. Lenteja de agua (*Lemna gibba*) extraída del lago Titicaca para el secado correspondiente.



Anexo 15. Proceso de molienda de *Lemna gibba* seca en un mortero.



Anexo 16. A y B) Pesado de harina de *Lemna gibba*, C) pesado de algodón y D) Pesado de arena.



Anexo 17. A) Medición de las muestras de agua con un Multiparámetro, B) Limpieza del sensor del Multiparámetro con agua destilada para la siguiente medición (C) y D) Medición del oxígeno disuelto.



Anexo 18. Llenado de botellas con la muestra de agua (1000 lm) para los análisis fisicoquímicos.



Anexo 19. Proceso de la elaboración del filtro de harina de *Lemna*, A) Colocado del algodón, B) Seguido de una capa de arena, C) Una capa de harina de Lemna y la segunda capa de arena y D) finalmente una capa de algodón.



Anexo 20. Filtro terminado con harina de *Lemna gibba* y listo para el tratamiento de las muestras de agua.



Anexo 21. A y B) Proceso de la elaboración del filtro de arena, y C y D) Instalación de los filtros para el tratamiento de las muestras de agua.



Anexo 22. Filtros de harina de *Lemna* y arena instalados.

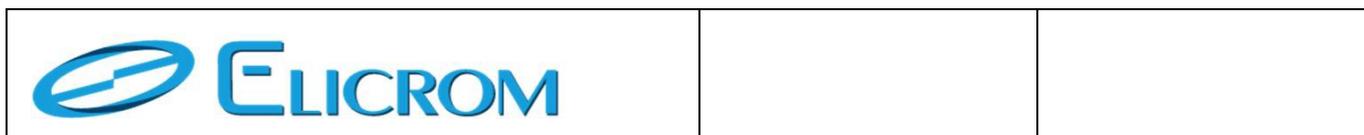


Anexo 23. Embotellado y etiquetado de las muestras para el análisis en el laboratorio.



Anexo 24. Resultados de laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CCP-0802-005-21



IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

EMPRESA: ECOSOUTH MEDIO AMBIENTE INGENIERIA Y GEOMATICAS S.R.L.
 DIRECCIÓN: JR. PRECURSORES NRO. 155 BARRIO MANTO NORTE (A 4 CDRAS DE ADUANAS) PUNO - PUNO - PUNO
 TELÉFONO: 951053992
 PERSONA(S) DE CONTACTO: HERLY YURY ISIDRO GONZALES

IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM DE CALIBRACIÓN

EQUIPO: OXIGENÓMETRO
 MARCA: MILWAUKEE
 MODELO: MW 600
 SERIE⁽¹⁾: 1078071
 CÓDIGO: NO ESPECIFICA
 UNIDAD DE MEDIDA: mg/L
 RESOLUCIÓN: 0,1 mg/L
 RANGO: (0,0 a 19,9) mg/L

MATERIALES DE REFERENCIA CERTIFICADOS UTILIZADOS

CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	PRÓX. CAL.	Nº CERTIFICADO
EL.MR.151	COBALT REFERENCE ESTANDAR SOLUTION 1000	HACH	21503-42	A9037	2022-02-11	2150342-LM
EL.MR.152	SILICA 3 REAGENT	HACH	271-69	A9077	2023-03-02	27169-LM

EQUIPOS UTILIZADOS

CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	VENCE CAL.	Nº CERTIFICADO
ELP.PT.122	TERMÓMETRO DIGITAL	ELC	TC-0511	NO ESPECIFICA	2022-03-24	CC-3779-025-21
ELP.PT.036	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	180303334	2022-08-03	CCP-0731-003-21

CALIBRACIÓN

MÉTODO: COMPARACIÓN DIRECTA CON PATRÓN DE REFERENCIA
 PROCEDIMIENTO: PEC.ELP.PG
 LUGAR DE CALIBRACIÓN: LABORATORIO 1 - ELICROM PERÚ
 TEMPERATURA AMBIENTAL: 20,6 °C ± 0,0 °C HUMEDAD RELATIVA: 57,9 %HR ± 0,3 %HR
 PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA: 1004 hPa ± 0 hPa

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

OBSERVACIONES

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición, la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2,00, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.

Nota: Se realiza promedio de 5 mediciones por cada punto de calibración.

⁽¹⁾ Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.

CALIBRACIÓN REALIZADA POR: José Ferro
FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM: 2021-08-16 **FECHA DE EMISIÓN:** 2021-08-20
FECHA DE CALIBRACIÓN: 2021-08-19



Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electronicamente por:

Gerente General



Firma electrónica

Unidad de medida	Patrón	Lectura de Ítem	Error de Medición	Incertidumbre	Observación
mg/L	0,00	0,00	0,0000	0,0058	0,1% OD a 25,0°C
mg/L	8,36	8,34	0,0200	0,0058	99,9% OD a 25,0°C

						
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE						
NOMBRE:	ECOSOUTH MEDIO AMBIENTE INGENIERIA Y GEOMATICA S.R.L.					
DIRECCIÓN:	JR. PRECURSORES NRO. 155 BARRIO MANTO NORTE (A 4 CDRAS DE ADUANAS) PUNO - PUNO – PUNO					
TELÉFONO:	951053992					
PERSONA(S) DE CONTACTO:	HERLY YURY ISIDRO GONZALES					
IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM DE CALIBRACIÓN						
ÍTEM:	MULTIPARÁMETRO	CÓDIGO:	NO ESPECIFICA			
MARCA:	HANNA	RESOLUCIÓN:	0,01 pH			
MODELO:	HI 98195	INTERVALO DE MEDIDA ⁽²⁾ :	(0,00 a 14,00) pH			
SERIE:	F0023489	UBICACIÓN:	NO ESPECIFICA			
IDENTIFICACIÓN DEL SENSOR						
MARCA:	HANNA	CÓDIGO:	NO ESPECIFICA			
MODELO:	HI 7698194-1	RESOLUCIÓN:	0,01 pH			
SERIE:	K3447224	INTERVALO DE MEDIDA ⁽²⁾ :	(0,00 a 14,00) pH			
MATERIALES DE REFERENCIA UTILIZADOS						
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	N° CAT.	LOTE	FECHA EXP.	N° CERTIFICADO
ELP.MRC.001	BUFFER SOLUTION pH 4.005	CONTROL COMPANY	4880	CC655434	2021-12-27	4880-10976879
ELP.MRC.002	BUFFER SOLUTION pH 7.000	CONTROL COMPANY	4881	CC675336	2022-05-26	4881-11311884
ELP.MRC.003	BUFFER SOLUTION pH 10.012	CONTROL COMPANY	4882	CC683946	2022-08-04	4882-11456992
EQUIPOS UTILIZADOS						
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	VENCE CAL.	N° CERTIFICADO
ELP.PT.122	TERMÓMETRO DIGITAL	ELC	TC-0511	NO ESPECIFICA	2022-03-24	CC-3779-025-21
ELP.PT.036	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	180303334	2022-08-03	CCP-0731-003-21
DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA						
Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del NIST (National Institute of Standards and Technology - Estados Unidos) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).						
CALIBRACIÓN						
MÉTODO:	COMPARACIÓN DIRECTA MEDIANTE MATERIALES DE REFERENCIA CERTIFICADOS					
DOCUMENTO DE REFERENCIA:	CEM QU-003:2008 (EDICIÓN DIGITAL 1)					
PROCEDIMIENTO:	PEC.ELP.11					
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LABORATORIO 1 - ELICROM					
TEMPERATURA AMBIENTAL:	20,4 °C	±0,3 °C		HUMEDAD RELATIVA:	60,0 %HR	±0,4 %HR
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN						
Unidad	Nominal	Valor MRC (x)	Ítem (y)	Error de Medición	Incertidumbre (k= 2)	Temperatura (°C)
Unidades de pH	4,005	4,009	3,99	-0,019	0,013	25,0
Unidades de pH	7,000	7,003	7,00	-0,003	0,013	25,0
Unidades de pH	10,012	10,015	9,99	-0,025	0,013	25,0
Recta de Regresión:		y= 0,9990 x -0,0086		Coeficiente de Correlación:		r ² = 1,0000
MRC: Material de Referencia Certificado				NOTA: Se presentan los promedios de 3 mediciones por cada punto.		
OBSERVACIONES						
La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición (intervalo de confianza), la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k , que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración. NOTA: La lectura del MRC y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).						
⁽²⁾ Información tomada de las especificaciones del ítem de calibración (proporcionada por el fabricante).						
CALIBRACIÓN REALIZADA POR:		José Ferro				
FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM:		2021-08-16		FECHA DE EMISIÓN: 2021-08-20		
FECHA DE CALIBRACIÓN:		2021-08-19				



Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electronicamente por:

Gerente General



Firma electrónica

						
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE						
NOMBRE:	ECOSOUTH MEDIO AMBIENTE INGENIERIA Y GEOMATICA S.R.L.					
DIRECCIÓN:	JR. PRECURSORES NRO. 155 BARRIO MANTO NORTE (A 4 CDRAS DE ADUANAS) PUNO - PUNO – PUNO					
TELÉFONO:	951053992					
PERSONA(S) DE CONTACTO:	HERLY YURY ISIDRO GONZALES					
IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM DE CALIBRACIÓN						
ÍTEM:	MULTIPARÁMETRO	CÓDIGO:	NO ESPECIFICA			
MARCA:	HANNA	UNIDAD DE MEDIDA:	µS/cm			
MODELO:	HI 98195	RESOLUCIÓN:	1 µS/cm			
SERIE:	F0023489	INTERVALO DE MEDIDA ⁽²⁾ :	(0 a 9999) µS/cm ; (10,00 a 400) mS/cm			
UBICACIÓN:	NO ESPECIFICA					
IDENTIFICACIÓN DEL SENSOR						
MARCA:	HANNA	CÓDIGO:	NO ESPECIFICA			
MODELO:	HI7698194-3	RESOLUCIÓN:	1 µS/cm			
SERIE:	K3447224	INTERVALO DE MEDIDA ⁽²⁾ :	(0 a 9999) µS/cm ; (10,00 a 400) mS/cm			
MATERIALES DE REFERENCIA UTILIZADOS						
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	Nº CAT.	LOTE	FECHA EXP.	Nº CERTIFICADO
EL.MRC.037	SOLUCIÓN DE CONDUCTIVIDAD 5 µS/cm	CONTROL COMPANY	4270	S210325011	2022-04-25	250-160-050/-051
ELP.MRC.008	SOLUCIÓN ESTANDAR DE CONDUCTIVIDAD 1000 µS / cm	CONTROL COMPANY	4067	CC20397	2021-10-16	4067-11633001
ELP.MRC.009	SOLUCIÓN ESTÁNDAR DE CONDUCTIVIDAD 1413 µS / cm	CONTROL COMPANY	4173	CC20200	2021-08-24	4173-11497535
EQUIPAMIENTO UTILIZADO						
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	Nº CAT.	LOTE	FECHA EXP.	Nº CERTIFICADO
ELP.PT.122	TERMÓMETRO DIGITAL	ELC	TC-0511	NO ESPECIFICA	2022-03-24	CC-3779-025-21
ELP.PT.036	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	180303334	2022-08-03	CCP-0731-003-21
DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA						
Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del NIST (National Institute of Standards and Technology - Estados Unidos) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).						
CALIBRACIÓN						
MÉTODO:	COMPARACIÓN DIRECTA MEDIANTE MATERIALES DE REFERENCIA CERTIFICADOS					
DOCUMENTO DE REFERENCIA:	OIML R 68:1985	TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA:	20,1 °C ±0,3 °C			
PROCEDIMIENTO:	PEC.ELP.12	HUMEDAD RELATIVA MEDIA:	59,9 %HR ±0,4 %HR			
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LABORATORIO 1 - ELICROM					
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN						
Unidad	Nominal	Valor MRC (x)	Ítem (y)	Error de Medición	Incertidumbre (k= 2)	Temperatura (°C)
µS/cm	5	4,35	6	1,65	0,80	25,0
µS/cm	1000	1000,0	1001	1,0	4,7	25,0
µS/cm	1413	1412,0	1414	2,0	4,7	25,0
Recta de Regresión:		y= 1,0001 x + 1,4840		Coeficiente de Correlación:		r²= 1,0000
MRC: Material de Referencia Certificado				NOTA: Se presentan los promedios de 3 mediciones por cada punto.		
OBSERVACIONES						
La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición (intervalo de confianza), la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k , que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.						
NOTA 1: La lectura del MRC y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).						
NOTA 2: La recta de regresión considera los valores del MRC (x) y del ítem de calibración (y) en µS/cm.						
NOTA 3: De acuerdo al intervalo de medida autorizado por el cliente para el ajuste (en caso de haberse realizado), se debe considerar la influencia que tiene esta compensación en valores diferentes a dicho intervalo. Por ejemplo, si el ítem de calibración fue ajustado en rango alto, los resultados obtenidos en rango bajo pueden verse afectados o viceversa. El laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del ítem calibrado.						
⁽²⁾ Información tomada de las especificaciones del ítem de calibración (proporcionada por el fabricante).						
CALIBRACIÓN REALIZADA POR:		José Ferro		FECHA DE EMISIÓN:		2021-08-20
FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM:		2021-08-16				
FECHA DE CALIBRACIÓN:		2021-08-19				



Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electronicamente por:

Gerente General



Firma electrónica

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CCP-0802-004-21

						
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE						
NOMBRE:	ECOSOUTH MEDIO AMBIENTE INGENIERIA Y GEOMATICA S.R.L.					
DIRECCIÓN:	JR. PRECURSORES NRO. 155 BARRIO MANTO NORTE (A 4 CDRAS DE ADUANAS) PUNO - PUNO – PUNO					
TELÉFONO:	951053992					
PERSONA(S) DE CONTACTO:	HERLY YURY ISIDRO GONZALES					
IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM DE CALIBRACIÓN						
ÍTEM:	MULTIPARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA:	°C			
MARCA:	HANNA	RESOLUCIÓN:	0,01 °C			
MODELO:	HI 98195	INTERVALO DE MEDIDA ⁽²⁾ :	(-5 a 55) °C			
SERIE:	F0023489	UBICACIÓN:	NO ESPECIFICA			
CÓDIGO:	NO ESPECIFICA					
IDENTIFICACION DEL SENSOR						
MARCA:	HANNA	CÓDIGO:	NO ESPECIFICA			
MODELO:	HI 7698195	RESOLUCIÓN:	0,01 °C			
TIPO:	NO ESPECIFICA	INTERVALO DE MEDIDA ⁽²⁾ :	(-5 a 55) °C			
SERIE:	K3447224	UBICACIÓN:	NO ESPECIFICA			
EQUIPAMIENTO UTILIZADO						
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	VENCE CAL.	N° CERTIFICADO
ELP.PC.028.01	SENSOR DE TEMPERATURA	JUMO	902830/30-302-1011	FA 2524576 / 101	2022-08-11	CC-3497-002-21
ELP.PT.025	BAÑO DE POZO LÍQUIDO	POLYSCIENCE	PD15RCAL-A12E	1802-03541	2021-08-28	CCP-0104-089-20
ELP.PT.036	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	180303334	2022-08-03	CCP-0731-003-21
DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA						
Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt - Alemania) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).						
CALIBRACIÓN						
MÉTODO:	COMPARACIÓN DIRECTA CON TERMÓMETRO PATRÓN Y BAÑO CONTROLADO DE TEMPERATURA					
DOCUMENTO DE REFERENCIA::	CEM TH-001:2008 (EDICIÓN DIGITAL 1)					
PROCEDIMIENTO:	PEC.EL.03					
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LABORATORIO 1 (ELICROM)					
TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA:	20,2 °C	±0,3 °C				
HUMEDAD RELATIVA MEDIA:	60,2 %HR	±0,3 %HR				
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN						
Nominal	Lectura Ítem	Lectura Patrón	Error de Medición	Incertidumbre	Factor de Cobertura (k)	
°C	°C	°C	°C	°C		
10	10,02	9,998	0,022	0,064		
20	20,01	20,003	0,007	0,064		
30	30,01	30,007	0,003	0,064		
OBSERVACIONES						
La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición (intervalo de confianza), la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k , que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.						
NOTA: La lectura del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).						
⁽²⁾ Información tomada de las especificaciones del ítem de calibración (proporcionada por el fabricante).						
CALIBRACIÓN REALIZADA POR:	Jesús Trejo					
FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM:	2021-08-16	FECHA DE EMISIÓN: 2021-08-23				
FECHA DE CALIBRACIÓN:	2021-08-19					



Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electronicamente por:

Gerente General



Firma electrónica



INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00011

Fecha de emisión: 4/2/2023

Página 1 de 3

Señores : YALMAR WILFREDO MANZANO POMA
Dirección : JR. ROGER AGUILAR 117 - PUNO
Atención : YALMAR WILFREDO MANZANO POMA
Proyecto : TESIS

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : YALMAR WILFREDO MANZANO POMA
Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 019-23
Plan de muestreo : Muestreado por el cliente
Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente

Fecha de recepción : 31/1/2023
Fecha de ensayo : 31/1/2023
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
AG23000046	MUESTRA INICIAL 01	Agua Natural - Subterránea - Agua de Manantial	URB AMPLIACION SAN ISIDRO DE CACACHI 1 / COATA / JULIACA / PUNO	E: 381568.936M / N: 8289954.031 M	29/1/2023	8:35
Condiciones de recepción de la muestra						
Cooler refrigerado						
Observación						
-						

"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.

"a<Valor numérico"=Limite de detección del método, "b<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 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 enmienda 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



Validar el informe
Vía web



INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00011

Fecha de emisión: 4/2/2023

Página 2 de 3

RESULTADOS DE ENSAYO FISICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	796
		As
		mg/L
AG23000046	MUESTRA INICIAL 01	0,0133

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426. Emisor de certificado: LLAMA.PE. 4/2/2023 14:25:47

"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.

"a<Valor numérico">=Limite de detección del método, "b<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 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 enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió



Validar el Informe
vía web



INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00011

Fecha de emisión:4/2/2023

Página 3 de 3

MÉTODOS DE ENSAYO UTILIZADOS

Código	Título	Rango de método analítico
796	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP -OES, Revisión 4.4. Arsénico Total (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[- 2.5] mg/L

a : Límite detección b : Límite de cuantificación

.....Fin del informe

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426. Emisor de certificado: LLAMA.PE. 4/2/2023 14:25:47

"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.

"a<Valor numérico"=Límite de detección del método, "b<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 enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió



Validar el informe
vía web



INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00012

Fecha de emisión: 4/2/2023

Página 1 de 3

Señores : YALMAR WILFREDO MANZANO POMA
Dirección : JR. ROGER AGUILAR 117 - PUNO
Atención : YALMAR WILFREDO MANZANO POMA
Proyecto : TESIS

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : YALMAR WILFREDO MANZANO POMA
Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 019-23
Plan de muestreo : Muestreado por el cliente
Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente

Fecha de recepción : 31/1/2023
Fecha de ensayo : 31/1/2023
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
AG23000047	MUESTRA INICIAL 02	Agua Natural - Subterránea - Agua de Manantial	URB AMPLIACION SAN ISIDRO DE CACACHI 1 / COATA / JULIACA / PUNO	E: 381568.936M / N: 8289954.031 M	29/1/2023	8:35
Condiciones de recepción de la muestra						
Cooler refrigerado						
Observación						
-						

"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.

"a<Valor numérico"=Limite de detección del método, "b<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 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 enmienda 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



Validar el informe
Vía web



INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00012

Fecha de emisión: 4/2/2023

RESULTADOS DE ENSAYO FISICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	796
		As
		mg/L
AG23000047	MUESTRA INICIAL 02	0,0138

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426. Emisor de certificado: LLAMA.PE. 4/2/2023 14:26:12

"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.

"a<Valor numérico">=Limite de detección del método, "b<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 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 enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió



Validar el Informe
vía web



INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00012

Fecha de emisión:4/2/2023

Página 3 de 3

MÉTODOS DE ENSAYO UTILIZADOS

Código	Título	Rango de método analítico
796	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP -OES, Revisión 4.4. Arsénico Total (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[- 2.5] mg/L

a : Límite detección b : Límite de cuantificación

.....Fin del informe

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426, Emisor de certificado: LLAMA.PE. 4/2/2023 14:26:12

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

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

"a<Valor numérico"=Límite de detección del método, "b<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 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 enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió



Validar el informe
vía web



INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00030

Fecha de emisión: 17/2/2023

Página 1 de 3

Señores : YALMAR WILFREDO MANZANO POMA
Dirección : JR. ROGER AGUILAR 117 - PUNO
Atención : YALMAR WILFREDO MANZANO POMA
Proyecto : Tesis

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : YALMAR WILFREDO MANZANO POMA
Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 026-23
Plan de muestreo : Muestreado por el cliente
Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente

Fecha de recepción : 14/2/2023
Fecha de ensayo : 14/2/2023
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
AG23000108	Muestra de reducción de arsénico con arena 01	Agua Natural - Subterránea - Agua de Manantial	Jr. Roger Aguilar 117 Puno/ Puno/ Puno	E:390888.48M. / N:8246847.93M	29/1/2023	13:15
Condiciones de recepción de la muestra						
Cooler refrigerado						
Observación						
-						

"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 del os miembros firmantes de IAAC e ILAC"

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

"a<Valor numérico"=Limite de detección del método, "b<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 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 enmienda 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



Validar el informe
Vía web



INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00030

Fecha de emisión: 17/2/2023

Página 2 de 3

RESULTADOS DE ENSAYO FISICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	796
		As
		mg/L
AG23000108	Muestra de reducción de arsénico con arena 01	0,0160

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426. Emisor de certificado: LLAMA, PE. 17/2/2023 16:33:24

"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.

"a<Valor numérico">=Limite de detección del método, "b<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 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 enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió



Validar el Informe
vía web



INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00030

Fecha de emisión:17/2/2023

Página 3 de 3

MÉTODOS DE ENSAYO UTILIZADOS

Código	Título	Rango de método analítico
796	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP -OES, Revisión 4.4. Arsénico Total (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[- 2.5] mg/L

^a : Límite detección ^b : Límite de cuantificación

.....Fin del informe

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426. Emisor de certificado: LLAMA,PE, 17/2/2023 16:33:24

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

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

"a<Valor numérico"=Límite de detección del método, "b<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 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 enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió



Validar el informe
vía web



INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00031

Fecha de emisión: 17/2/2023

Página 1 de 3

Señores : YALMAR WILFREDO MANZANO POMA
Dirección : JR. ROGER AGUILAR 117 - PUNO
Atención : YALMAR WILFREDO MANZANO POMA
Proyecto : Tesis

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : YALMAR WILFREDO MANZANO POMA
Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 026-23
Plan de muestreo : Muestreado por el cliente
Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente

Fecha de recepción : 14/2/2023
Fecha de ensayo : 14/2/2023
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
AG23000109	Muestra de reducción de arsénico con arena 02	Agua Natural - Subterránea - Agua de Manantial	Jr. Roger Aguilar 117 Puno/ Puno/ Puno	E:390888.48M. / N:8246847.93M	29/1/2023	13:20
Condiciones de recepción de la muestra						
Cooler refrigerado						
Observación						
-						

"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 del os miembros firmantes de IAAC e ILAC"

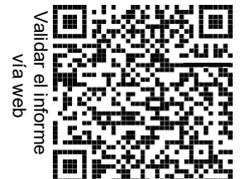
(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"a<Valor numérico"=Limite de detección del método, "b<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 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 enmienda 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



Validar el informe
Vía web



INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00031

Fecha de emisión: 17/2/2023

Página 2 de 3

RESULTADOS DE ENSAYO FISICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	796
		As
		mg/L
AG23000109	Muestra de reducción de arsénico con arena 02	0,0192

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426. Emisor de certificado: LLAMA, PE. 17/2/2023 16:34:04

"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.

"a<Valor numérico">=Limite de detección del método, "b<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 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 enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió



Validar el Informe
vía web



INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00031

Fecha de emisión:17/2/2023

Página 3 de 3

MÉTODOS DE ENSAYO UTILIZADOS

Código	Título	Rango de método analítico
796	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP -OES, Revisión 4.4. Arsénico Total (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[- 2.5] mg/L

^a : Límite detección ^b : Límite de cuantificación

.....Fin del informe

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426. Emisor de certificado: LLAMA,PE, 17/2/2023 16:34:04

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

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

"a<Valor numérico"=Límite de detección del método, "b<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 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 enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió



Validar el informe
vía web



INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00032

Fecha de emisión:17/2/2023

Página 1 de 3

Señores : YALMAR WILFREDO MANZANO POMA
Dirección : JR. ROGER AGUILAR 117 - PUNO
Atención : YALMAR WILFREDO MANZANO POMA
Proyecto : Tesis

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : YALMAR WILFREDO MANZANO POMA
Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 026-23
Plan de muestreo : Muestreado por el cliente
Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente

Fecha de recepción : 14/2/2023
Fecha de ensayo : 14/2/2023
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
AG23000110	Muestra de reducción de arsénico con arena 03	Agua Natural - Subterránea - Agua de Manantial	Jr. Roger Aguilar 117 Puno/ Puno/ Puno	E:390888.48M. / N:8246847.93M	29/1/2023	13:20
Condiciones de recepción de la muestra						
Cooler refrigerado						
Observación						
-						

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

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

"a<Valor numérico"=Limite de detección del método, "b<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 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 enmienda 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





INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00032

Fecha de emisión: 17/2/2023

Página 2 de 3

RESULTADOS DE ENSAYO FISICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	796
		As
		mg/L
AG23000110	Muestra de reducción de arsénico con arena 03	0,0069

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426. Emisor de certificado: LLAMA, PE. 17/2/2023 16:33:32

"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.

"a<Valor numérico">=Limite de detección del método, "b<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 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 enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió



Validar el Informe
Vía web



INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00032

Fecha de emisión:17/2/2023

Página 3 de 3

MÉTODOS DE ENSAYO UTILIZADOS

Código	Título	Rango de método analítico
796	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP -OES, Revisión 4.4. Arsénico Total (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[- 2.5] mg/L

^a : Límite detección ^b : Límite de cuantificación

.....Fin del informe

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426. Emisor de certificado: LLAMA,PE, 17/2/2023 16:33:32

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

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

"a<Valor numérico"=Límite de detección del método, "b<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 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 enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Validar el informe
vía web





INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00033

Fecha de emisión: 17/2/2023

Página 1 de 3

Señores : YALMAR WILFREDO MANZANO POMA
Dirección : JR. ROGER AGUILAR 117 - PUNO
Atención : YALMAR WILFREDO MANZANO POMA
Proyecto : Tesis

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : YALMAR WILFREDO MANZANO POMA
Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 026-23
Plan de muestreo : Muestreado por el cliente
Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente

Fecha de recepción : 14/2/2023
Fecha de ensayo : 14/2/2023
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
AG23000111	Muestra de reducción de arsénico con lezna gibba 01	Agua Natural - Subterránea - Agua de Manantial	Jr. Roger Aguilar 117 Puno/ Puno/ Puno	E:390888.48M. / N:8246847.93M	29/1/2023	20:02
Condiciones de recepción de la muestra						
Cooler refrigerado						
Observación						
-						

"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 del os miembros firmantes de IAAC e ILAC"

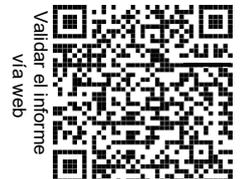
(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"a<Valor numérico"=Limite de detección del método, "b<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 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 enmienda 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



Validar el informe
Vía web



INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00033

Fecha de emisión: 17/2/2023

RESULTADOS DE ENSAYO FISICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	796
		As
		mg/L
AG23000111	Muestra de reducción de arsénico con lemna gibba 01	0,064

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426. Emisor de certificado: LLAMA, PE, 17/2/2023 16:34:57

"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.

"a<Valor numérico">=Limite de detección del método, "b<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 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 enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió



Validar el Informe
Vía web



INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00033

Fecha de emisión:17/2/2023

Página 3 de 3

MÉTODOS DE ENSAYO UTILIZADOS

Código	Título	Rango de método analítico
796	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP -OES, Revisión 4.4. Arsénico Total (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[- 2.5] mg/L

^a : Límite detección ^b : Límite de cuantificación

.....Fin del informe

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426. Emisor de certificado: LLAMA,PE, 17/2/2023 16:34:57

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

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

"a<Valor numérico"=Límite de detección del método, "b<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 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 enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Validar el informe
vía web





INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00034

Fecha de emisión: 17/2/2023

Página 1 de 3

Señores : YALMAR WILFREDO MANZANO POMA
Dirección : JR. ROGER AGUILAR 117 - PUNO
Atención : YALMAR WILFREDO MANZANO POMA
Proyecto : Tesis

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : YALMAR WILFREDO MANZANO POMA
Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 026-23
Plan de muestreo : Muestreado por el cliente
Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente

Fecha de recepción : 14/2/2023
Fecha de ensayo : 14/2/2023
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
AG23000112	Muestra de reducción de arsénico con lezna gibba 02	Agua Natural - Subterránea - Agua de Manantial	Jr. Roger Aguilar 117 Puno/ Puno/ Puno	E:390888.48M. / N:8246847.93M	29/1/2023	20:15
Condiciones de recepción de la muestra						
Cooler refrigerado						
Observación						
-						

"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 del os miembros firmantes de IAAC e ILAC"

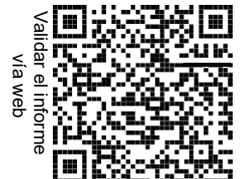
(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"a<Valor numérico"=Limite de detección del método, "b<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 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 enmienda 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



Validar el Informe
Vía web



INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00034

Fecha de emisión: 17/2/2023

Página 2 de 3

RESULTADOS DE ENSAYO FISICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	796
		As
		mg/L
AG23000112	Muestra de reducción de arsénico con lemna gibba 02	b<0,0012

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426. Emisor de certificado: LLAMA, PE, 17/2/2023 16:33:10

"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.

"a<Valor numérico"&=Limite de detección del método, "b<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 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 enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió



Validar el Informe
vía web



INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00034

Fecha de emisión:17/2/2023

Página 3 de 3

MÉTODOS DE ENSAYO UTILIZADOS

Código	Título	Rango de método analítico
796	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP -OES, Revisión 4.4. Arsénico Total (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[- 2.5] mg/L

^a : Límite detección ^b : Límite de cuantificación

.....Fin del informe

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426. Emisor de certificado: LLAMA,PE, 17/2/2023 16:33:10

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

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

"a<Valor numérico"&=Límite de detección del método, "b<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 enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió



Validar el informe
vía web



INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00035

Fecha de emisión:17/2/2023

Página 1 de 3

Señores : YALMAR WILFREDO MANZANO POMA
Dirección : JR. ROGER AGUILAR 117 - PUNO
Atención : YALMAR WILFREDO MANZANO POMA
Proyecto : Tesis

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : YALMAR WILFREDO MANZANO POMA
Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 026-23
Plan de muestreo : Muestreado por el cliente
Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente

Fecha de recepción : 14/2/2023
Fecha de ensayo : 14/2/2023
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
AG23000113	Muestra de reducción de arsénico con lemna gibba 03	Agua Natural - Subterránea - Agua de Manantial	Jr. Roger Aguilar 117 Puno/ Puno/ Puno	E:390888.48M. / N:8246847.93M	29/1/2023	20:35
Condiciones de recepción de la muestra						
Cooler refrigerado						
Observación						
-						

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

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

"a<Valor numérico"=Limite de detección del método, "b<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 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 enmienda 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



Validar el informe
Vía web



INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00035

Fecha de emisión: 17/2/2023

Página 2 de 3

RESULTADOS DE ENSAYO FISICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	796
		As
		mg/L
AG23000113	Muestra de reducción de arsénico con lemna gibba 03	0,064

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426. Emisor de certificado: LLAMA, PE, 17/2/2023 16:35:13

"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 IAAC e ILAC"

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

"a<Valor numérico">=Limite de detección del método, "b<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 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 enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió



Validar el Informe
Vía web



INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00035

Fecha de emisión:17/2/2023

Página 3 de 3

MÉTODOS DE ENSAYO UTILIZADOS

Código	Título	Rango de método analítico
796	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP -OES, Revisión 4.4. Arsénico Total (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[- 2.5] mg/L

^a : Límite detección ^b : Límite de cuantificación

.....Fin del informe

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426. Emisor de certificado: LLAMA,PE, 17/2/2023 16:35:13

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

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

"a<Valor numérico"=Límite de detección del método, "b<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 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 enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió



Validar el informe
vía web



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Eficiencia en la reducción de arsénico y mejora de la calidad de agua subterránea mediante un filtro con harina de Lemna giba en Juliaca - Puno 2023

", cuyo autor es MANZANO POMA YALMAR WILFREDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 28 de Febrero del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO DNI: 01066653 ORCID: 0000-0003-3536-881X	Firmado electrónicamente por: JJA VEN el 28-02- 2023 13:04:39

Código documento Trilce: TRI - 0535215