



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUIMICA

**EVALUACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE
ARSÉNICO Y CROMO POR ESPECTROMETRÍA DE
MASAS (ICP-MS) EN LAS AGUAS DE RIEGO DE**

HUACHIPA

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE QUÍMICO
FARMACÉUTICO**

AUTORES

Bach. ESPINOZA DÍAZ, DIANA CAROLINA

<https://orcid.org/0000-0003-3517-5604>

Bach. PAUCAR FALCÓN, JORGE LUIS

<https://orcid.org/0000-0001-6486-7082>

ASESOR:

Mg. COSTILLA GARCIA, EDGARD LUIS

<https://orcid.org/0000-0002-1221-7237>

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes, y este es uno de los más grandes sueños que cumplimos en común. Me formaron con buenos valores, me dieron lo mejor de ustedes y me enseñaron a ser persistente en todos mis objetivos, me enseñaron a que, si caía, me levantaba y con mucha más fuerza para seguir adelante.

Al amor de mi vida Khalessi, gracias por ser ese motor y motivo que me empuja a ser mejor persona y profesional cada día, por ti saco fuerzas de donde sea, para continuar en la lucha.

A mi madrina Yelitza, mi segunda madre, este triunfo es gracias a ti, por ser mi cómplice y consejera de vida y sobre todo en la etapa universitaria, siempre estás conmigo en las buenas y malas desde que tengo uso de razón.

Los amo infinito.

Diana Carolina, Espinoza Díaz

A mi hijo Ethan, decirle que nunca es tarde para empezar es por ello que hoy puedo decir con orgulloso que estoy a un paso de lograr una gran meta, posiblemente no entiendas mis palabras, pero para cuando llega el momento te darás cuenta lo importante que eres para mí. Además, eres mi mas gran inspiración y la razón por la cual me esfuerzo día a día. Porque, el sacrificio de hoy es por un mañana mejor.

Jorge Luis, Paucar Falcón

AGRADECIMIENTO

Dios, tu amor y tu bondad no tienen fin, me permites reír ante todos mis logros que son resultados de tu ayuda, cada que caigo y me pones a prueba, aprendo de mis errores y me doy cuenta que los pones en frente mío para ser mejor persona cada día.

Este trabajo de tesis ha sido una gran bendición, no me canso de agradecerte padre celestial, por las cosas infinitas que haces por mí, siempre estás en cada paso que doy.

Padre de la mano contigo, estoy segura de llegar a donde me proponga. Gracias por brindarme una familia maravillosa y rodearme de gente muy buena que siempre saca lo mejor de mí, gracias por esta nueva etapa en la vida profesional.

Diana Carolina, Espinoza Díaz

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitirme concluir una parte esencial de mi vida profesional, por darme fortalezas, guiándome por el mejor camino y dirigiéndome mis pasos y mis pensamientos hacia la gratitud en toda mi formación profesional y todo lo que conlleva ser un profesional de salud.

Agradezco a mi abuela Yolanda Herrera Díaz, por el amor, sus consejos que me brindaron y por estar a mi lado cuando más lo necesitaba y que desde donde se encuentre derrame sus bendiciones para toda la familia.

Agradezco a mis padres por el amor y todas sus enseñanzas, que me brindaron en cada momento de la vida, las nuevas oportunidades y el valor del sacrificio del presente por asegurar un futuro.

A mi asesor de tesis, El Mg. QF Teófilo Chire Murillo por el apoyo incondicional, por sus consejos, por el ánimo, por la paciencia y una buena dirección para poder realizar el trabajo.

A mis profesores y compañeros, de toda mi carrera universitaria, dedicándome su tiempo desinteresadamente, por sus buenos consejos y sus recomendaciones cuando lo necesité. Les agradezco en especial por los buenos momentos en los que convivimos como familia.

Jorge Luis, Paucar Falcón

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
I. INTRODUCCIÓN	111
II. MATERIALES Y MÉTODOS	18
2.1 Enfoque y diseño de la investigación	18
2.2 Población, muestra y muestreo	118
2.3 Variables de investigación	21
2.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos	22
2.5 Proceso de recolección de datos	22
2.6 Métodos de análisis estadísticos	25
2.7 Aspectos éticos	26
III. RESULTADOS	27
IV. DISCUSIÓN	30
4.1. Discusión de resultado	30
4.2. Conclusiones	31
4.3. Recomendaciones	32
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
ANEXOS	37

ÍNDICE DE CUADRO

	Página
Cuadro Nº 1: Codificación e identificación de muestras de agua de riego	20
Cuadro Nº 2: Serie de las muestras de agua de riego de suelo agrícola para la determinación de As y Cr	24
Cuadro Nº 3: Valores de As y Cr en muestras de agua de riego de la zona de Huachipa	27
Cuadro Nº 4: Comparación de la concentración de arsénico con los LMP en las aguas de riego de la zona de Huachipa	28
Cuadro Nº 5: Comparación de la concentración de cromo los LMP en las aguas de riego de la zona de Huachipa	29
Cuadro Nº 6: Operacionalización de Variables e Indicadores	40
Cuadro Nº 7: Ubicación de los puntos de la recolección de las muestras	46
Cuadro Nº 8: Normativa Principal de Calidad de agua en el Perú	50
Cuadro Nº 9: Abreviaturas Significado	51
Cuadro Nº 10: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo	52

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura N° 1: Flujograma de análisis para la determinación de metales pesados por un espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente (ICP-MS)	23
Figura N° 2: Equipo Agilent, modelo 7900 ICP-MS	25
Figura N° 3: Muestra N° 1 Riego de agua por bombas	41
Figura N° 4: Muestra N° 2 Uso del agua directo	41
Figura N° 5: Muestra N° 3 alcantarillado	41
Figura N° 6: Muestra N° 4 alcantarillado Vecinal	41
Figura N° 7: Muestra N° 5 alcantarillado	42
Figura N° 8: Muestra N° 6 alcantarillado	42
Figura N° 9: Muestra N° 7 alcantarillado	42
Figura N° 10: Muestra N° 8 alcantarillado	42
Figura N° 11: Muestra N° 9 alcantarillado	43
Figura N° 12: Frascos debidamente rotulados	43
Figura N° 13: Frascos conteniendo preservante HNO ₃	43
Figura N° 14: Transporte de las muestras hacia el laboratorio “ Servicio Analíticos Generales SAC ”.	43
Figura N° 15: Cadáver de un perro ubicado en la alcantarilla	44
Figura N° 16: Contaminación del suelo y su alteración	44
Figura N° 17: Desperdicios domésticos arrojados al alcantarillado	44
Figura N° 18: Área de Recepción de muestras del Laboratorio Servicios Analítico Generales SAC.	45
Figura N° 19: Recepción de las muestras por el encargado del laboratorio	45
Figura N° 20: Conservación de las muestras para luego ser analizados	45
Figura N° 21: Ubicación del distrito de San Juan de Lurigancho – Chosica	49

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo A: Matriz de Consistencia	38
Anexo B: Ficha de recolección de datos	39
Anexo C: Operacionalización de la variable o variables	40
Anexo D: Evidencias de trabajo de campo	41
Anexo E: Evidencias de contaminación	44
Anexo F: Evidencias de la entrega de las muestras al laboratorio “ Servicios Analíticos Generales SAC ”.	45
Anexo G: Reporte de los puntos de recolección de muestras y sus ubicaciones	46
Anexo H: otorgamiento de certificado de acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL al laboratorio “ Servicios Analíticos Generales SAC ”.	47
Anexo I: Licencia de funcionamiento emitido por la Municipalidad Metropolitana de Lima .	48
Anexo J: Mapa de ubicación del distrito de San Juan de Lurigancho – Chosica.	49
Anexo K: Normativa Principal de Calidad de agua en el Perú	50
Anexo L: Abreviaturas y significados	51
Anexo M: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.	52
Anexo N: Informe de ensayo emitido a los doce días después de las entregas de muestras por el laboratorio “ Servicios Analíticos Generales SAC ”	53
Anexo O: Informe Oficial emitido por el laboratorio “ Servicios Analíticos Generales SAC ”	57

Resumen

Objetivo: Determinar las concentraciones de Arsénico y Cromo por Espectrometría de Masas (ICP-MS) en las aguas de riego en las aguas de riego en la zona de Huachipa distrito de San Juan de Lurigancho – Chosica abril del 2021.

Materiales y métodos: Se procedió a la recolección de doce muestras de agua ubicados en distintos puntos de la corriente de agua que recorre por las acequias hasta el punto del riego directo al suelo agrícola, además, se recolectaron cinco muestras del suelo para la detección y el análisis.

Los niveles de arsénico y cromo se evaluaron mediante Espectrometría de Masas (ICP-MS). **Resultados:** Los resultados del análisis revelaron que las concentraciones de metales pesados de arsénico y cromo no superaron los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) según Decreto Supremo N° 004–2017 – MINAM, ni los Límites Máximos Permisibles (LMP), sin embargo, según Decreto Supremo N° 031–2010–SA–MINSA,

Conclusiones: las concentraciones de los metales de arsénico y cromo en el agua de riego para el suelo agrícola son valores inferiores en comparación a los límites máximos permisibles y los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) lo cual no es considerado un riesgo para la salud pública. los agricultores de la zona de Huachipa pueden estar seguros que sus hortalizas están libres de contaminación, mediante las aguas de riego, ya que el nivel de toxicidad es mínimo, por ende, la población que consume dichos alimentos no tiene un alto riesgo de intoxicación por arsénico ni cromo.

Palabras claves: Metales pesados, contaminación de agua, suelo agrícola.

Abstract

Objective: To determine the concentrations of Arsenic and Chromium by Mass Spectrometry (ICP-MS) in the irrigation waters in the irrigation waters in the area of Huachipa, district of San Juan de Lurigancho - Chosica, April 2021.

Materials and methods: We proceeded to the collection of twelve water samples located at different points of the water current that runs through the ditches to the point of direct irrigation to agricultural soil, in addition, five soil samples were collected for detection and the analysis.

Arsenic and chromium levels were evaluated by Mass Spectrometry (ICP-MS).

Results: The results of the analysis revealed that the concentrations of heavy metals of arsenic and chromium did not exceed the Environmental Quality Standards (ECA) according to Supreme Decree No. 004-2017 - MINAM, nor the Maximum Permissible Limits (LMP), however, according to Supreme Decree No. 031-2010 – SA – MINSA,

Conclusions: the concentrations of arsenic and chromium metals in irrigation water for agricultural soil are lower values compared to the maximum permissible limits and Environmental Quality Standards (ECA), which is not considered a risk to public health. The farmers of the Huachipa area can be sure that their vegetables are free of contamination, through irrigation waters, since the level of toxicity is minimal, therefore, the population that consumes said foods does not have a high risk of poisoning by arsenic or chromium.

KEYWORDS: Heavy metals, water pollution, agricultural land.

I. INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció que el agua contaminada es aquella que en cuya composición química se haya sido modificada y/o alterada de modo que no garantiza las condiciones para el uso a la cual estaría destinado en cualquiera de sus estados naturales. En América Latina las industrias, las empresas y la minería, generan grandes ingresos económicos mediante la productividad, ya sea proveniente de las exportaciones o en la extracción de recursos naturales, estas actividades son los que generan gran cantidad de residuos tóxicos seguido por la población que elimina de sus desechos domésticos sin el debido tratamiento. (1)

En el Perú una de las causas principales de la contaminación es la minería seguido por las industrias con las emisiones y vertidos industriales. (2)

El 70 % de nuestros ríos, no están destinados, ni aptos para el consumo de las grandes ciudades de la costa (3). Siendo la causa principal la degradación de los suelos por las represas hidroeléctricas y los desechos doméstico que van a la atmósfera y a la hidrósfera.

Además, el Perú es considerado un país de diversidad geográfica, geológica y etnocultural dado que existen actividades productivas, extractivas y de servicios que actúan de manera formal y cuentan con certificación y compromisos ambientales adquiridos con el estado. Pero también, existen las actividades informales que son los que generan vertimientos de agentes contaminantes y desechos lo que alteran la calidad de nuestros recursos hídricos, es así que, los vertimientos formales e informales pasivos ambientales y otros focos de contaminación vierten al ambiente elementos tóxicos en la mayoría de casos, estos desechos tienen en su composición metales pesados entre otros insumos químicos, los que se extienden en el ambiente, teniendo como depósito final los receptores de agua superficiales y subterráneas directa o indirectamente (4), (5).

Al norte del Perú se monitoreó la calidad del ambiente marino costero, midieron los parámetros físicos y químicos, nutrientes y trazas de metales pesados en sedimento y análisis biológicos. De los cuales se encontraron en sedimentos

superficiales marinos en orden decreciente fueron; zinc, plomo, cadmio y mercurio.
(6)

La zona Santa María de Huachipa, conocido en la actualidad como Huachipa, es un centro poblado menor ubicado en el distrito de San Juan de Lurigancho compartiendo los límites con el distrito de Chosica, perteneciente a la provincia de Lima, departamento de Lima - Perú. Cuenta con un área de superficie de 12485 688.41 m² (12.48 km²), que aún se hallan en desarrollo, existen empresas formales e informales y fabricas con diversas actividades económicas, lo cual están dañando irreversiblemente este refugio natural, que según relatos de los pobladores y que son testigos del cambio catastrófico del medio ambiente por causas de las fábricas y empresas formales e informales entre ellas: recicladoras, electro-mecánicas, textil, fábricas de plásticos, talleres automotrices, prestadoras de servicio; de las cuales casi el 98% desprenden humos contaminantes que contaminan el aire y además utilizan productos químicos alterando así el aguas de la zona, a todo esto se suma la eliminación de los desechos domésticos contaminando el agua que recorre por los alcantarillados. En la zona aún existen suelos agrícolas que utilizan estas aguas para el riego de plantas y que luego son llevadas al mercado para ser comercializadas y distribuidas a nivel nacional. (7) (8) (9)

Actualmente, se encuentra establecida a nivel mundial la toxicidad del arsénico mediante los signos y síntomas generando alteraciones como: cambios cutáneos, daño hepático, daño neurológicos, hematológicos, cardíacos lo cual nos puede llevar hasta la muerte (10). Existen cientos de millones de personas, en la mayoría de casos en países en desarrollo que consumen agua subterránea con concentraciones de arsénico en su mayoría con concentraciones mayores a 10 microgramos por litro (10µg/l), considerando que el límite establecido en la actualidad por parte de la Organización Mundial de la Salud (OMS) es de 0.001mg/l (11). Además, El cromo es un componente químico que forma tres series de compuestos con otros elementos en sus estados de oxidación (II), (III) y (VI). Lo cual es considerado uno de los metales pesados más peligro para la salud del hombre, siendo una de sus exposiciones principales en la manipulación de la industria del acero y textil. Además de ser conocido los efectos que causa sobre la salud y las reacciones que presentan las personas que tienen contacto directo en

la piel lo puede causar reacciones alérgicas como son las erupciones cutáneas, además de ser respirado puede causar irritaciones nasales y sangrado en la mayoría de casos.

Se ha logrado demostrar científicamente, que la actividad minera, la actividad industrial, junto con la actividad de los pobladores arrojan al medio ambiente desechos tóxicos que están compuesto por sustancias químicas que en su composición podemos encontrar metales pesados como: Arsénico (As), Cromo (Cr), Plomo (Pb), Mercurio (Hg), Cadmio (Cd) entre otros metales que generan alteraciones fisiológicas y químicas en la salud humana, además de causar los alteraciones en nuestros ecosistemas y cada vez el hombre se encuentra expuesto a estos metales pesados y es la causa principal en la degradación, muerte de la vegetación, nuestros ríos, intoxicación a los animales e incluso ocasionando daños al hombre, se puede resumir que la contaminación por metales pesados afectan tanto como al hombre y a los ecosistemas acuáticos, ecosistemas terrestres, ecosistemas microbianos y ecosistemas mixtos. (12) (13)

Por lo tanto, hoy en día, la contaminación en el medio ambiente está demostrado que los peces están siendo contaminados por plomo y metal pesado que logran acumularse en el organismo marino a través de una variedad de vías, incluida la respiración, la adsorción y la ingestión, además la acumulación de dicho metal pesados en el pescado puede afectar directamente las condiciones de salud de los consumidores que viven tanto dentro como fuera del sitio de pesca y que consumen el pescado a diario (14).

El peligro de los metales pesados es cada vez mayor, al no ser química ni biológicamente degradables una vez expuestos al ambiente pueden permanecer durante cientos de años alterando así el equilibrio. Además, las concentraciones en los seres vivos aumentan a causa que son ingeridos por otros, por lo que el consumo de plantas o animales contaminados puede provocar intoxicaciones (15).

A pesar de las evidencias y lo que puede ocasionar la exposición de estos, se sigue eliminando desechos tanto industriales como domésticos y que están compuestos por metales pesados incrementando y agravándolo, todo por la falta de control por

parte de las entidades encargadas como Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) y la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

Vargas D. (2017). Se propuso evaluar el nivel de contaminación de metales pesados en los suelos de cultivo del departamento de Puno los cuales fueron comparados con los estándares nacionales para calidad de suelo, agua de riego para vegetales. Los muestreos del suelo fueron trasladados al laboratorio para el análisis. Llegando a la conclusión con respecto a As que se encuentra por encima de los LMP (16). De la misma manera Torres N. (2017). Determino la contaminación de los metales pesados como el As, Cd, Cu, Pb y el Hg, por el incremento de la actividad, consumo y acumulación de la población tanto material orgánico e inorgánico, concluyendo que los metales pesados sobrepasan los LMP y los ECA para un suelo agrícola. (17) por otro lado, **Lazo E. (2017).** Concluyo que la contaminación generada por efluentes industriales de la ciudad de Arequipa, origina una alta contaminación por efluentes industriales de carácter orgánico y más que todo inorgánico, teniendo niveles muy elevados de Cromo y sulfuros, sobrepasando los límites máximos permisibles, (18). Asimismo, **Rodríguez, S. (2018).** Determino y analizo su acumulación y la contaminación de metales pesados como (As, Cd, Co, Cr, Hg, Ni y Pb) mediante los factores de bioacumulación y translocación, confirmando la existencia de estos metales en el lago San Pablo. Por causa de la actividad antropogénica, la mala eliminación de los desechos domésticos y la descarga directa de aguas servidas en el lago (19) **Castro, R. (2017).** Añadió que las actividades antropogénicas, produce impactos negativos al medio ambiente por la contaminación de los sistemas de drenaje, que son desembocados directamente al río Guayas, encontrando como resultado la contaminación de estas aguas con metales pesados y otras sustancias por lo que se ve muy comprometido la flora y fauna en la zona de Guayaquil – Ecuador. (20) de tal manera **Mora, J. (2018).** Afirmino que el Río Guadalentín está contaminado por metales pesados debido a su eliminación continua de los vertidos directos en años anteriores y de sus residuos sólidos y líquidos que contenían Cu, Zn y Cr; en los suelos y a los cuerpos de agua vecinos sin su debido tratamiento para su eliminación, llegando a la conclusión de buscar una alternativa sostenible para la recuperación ambiental (21) **Sánchez, M (2019).** Señaló que actualmente el río Rímac y la quebrada Huaycoloro vienen siendo afectadas por las diferentes actividades productivas desarrolladas, entre las

más comunes la actividad minera, la actividad industrial, la actividad agrícola, entre otros. El río Rímac abastece a la mayoría de la población limeña, por eso este tema es muy alarmante para la ciudad, ya que nos afecta directamente. Para determinar el nivel de contaminación de un cuerpo natural de agua se tienen normativas vigentes como: Ley de Recursos Hídricos Ley 29338, los ECA para Agua del DS.- N°.004- 2017-MINAM o los LMP- establecidos por cada sector de acuerdo a sus actividades (mineras, industriales y saneamiento), donde se llegó a la conclusión que el Río Rímac está padeciendo una fuerte contaminación, motivada por la falta de conciencia de las personas que viven en la ribera del río, ya que vierten en su cauce las aguas residuales industriales y domésticas sin tratar, arrojan la basura en sus bordes, todo esto en conjunto lo contamina. (22)

En Boyacá, Colombia se determina que la contaminación por metales pesados y metaloides en recursos hídricos, suelos y aire, es una de las más severas problemáticas que comprometen la seguridad alimentaria y salud pública a nivel global y local. En esta revisión, se aborda el problema específico de contaminación por (Hg), (As), (Cd) y (Pb) en ambiente y alimentos, presentando una descripción sobre las fuentes de contaminación y exposición en seres vivos llegando a la conclusión que a nivel global y local se identifica un creciente problema por contaminación de metales pesados que compromete la salud, medio ambiente y seguridad alimentaria. (23)

Sin lugar a dudas las explotaciones mineras, la contaminación del suelo, el agua, las plantas y animales por cuenta de la industrialización, los fertilizantes, insecticidas químicos y otras actividades propias del desarrollo de las sociedades actuales han propiciado el aumento exagerado de metales pesados como: mercurio (Hg), plomo (Pb), arsénico (As), cadmio (Cd), cobre (Cu), cromo (Cr), entre otros y como consecuencia directa la contaminación. Debido a lo mencionado anteriormente es importante considerar, que elevadas concentraciones de dichos metales en el organismo de los seres vivos alteran los procesos bioquímicos y fisiológicos ocasionando diversas patologías, por ello es importante que el ser humano se concientice por proteger y conservar el ambiente de los enemigos silenciosos “metales pesados”, antes de que sea demasiado tarde. (24)

Becerra, E (2020) Confirma que el grado de contaminación del agua por metales pesados ocasiona la acumulación de estos en los sedimentos y la bioacumulación en los ecosistemas acuáticos, dando a conocer que el Cromo (Cr), Arsénico (As) y otros metales superan los valores umbrales de la normativa canadiense. Estos resultados nos indica que la bioacumulación de estos metales pesados en las microalgas marinas es de particular importancia ya que estas constituyen el primer eslabón de cadena trófica marina. (25)

Los sistemas de producción industrial actuales usan metales pesados para la extracción de un material o como elemento en la refinación de un producto en particular lo que en principio resulta en la obtención del producto deseado con relativos bajos costos de producción. Sin embargo, al usar estos metales se presenta un grave problema a nivel ambiental debido a sus altos niveles de toxicidad para los organismos con los que interactúan una vez que son descargados. Por tanto, se han desarrollado diversos métodos para tratar con estos metales una vez están en el agua y los métodos para analizarlos. (26)

Es importante señalar que el mayor problema de la contaminación del agua y el suelo es debido a la presencia de metales pesados proveniente de los vertimientos de los desechos industriales y los desechos domésticos que son desembocados directamente en las acequias siendo las autoridades como; Digesa y la Autoridad Nacional del Agua los encargados de la supervisión de la calidad de los Recursos Hídricos y los encargados en la autorización de vertimiento de aguas residuales a cuerpos hídricos receptores.

Otro problema que más afecta la calidad de las aguas es la disposición inadecuada de residuos sólidos y desmontes en las aguas, que son fuente de deterioro de los ecosistemas urbanos, estos residuos sólidos no solo afectan a nuestros suelos agrícolas sino también a las zonas de recreación, sitios turísticos y arqueológicos estos vertimientos se producen sin ningún cuidado y en forma desordenada, provenientes de las empresas informales y de los pobladores.

Por lo expuesto, se tomó la decisión de realizar esta investigación con el fin de comprobar la concentración de metales pesados como: Arsénico y Cromo en agua

de riego para el suelo agrícola que luego son comercializados a los habitantes de la zona y en los mercados mayoristas para la distribución a nivel nacional (27).

Es muy importante dejar establecido, que no todos los metales pesados generan daños al hombre. Además, muchos de ellos son necesarios para mantener un equilibrio en la salud ya que mejora el funcionamiento de nuestros organismos: tales como los oligoelementos, elementos esenciales y trazas metálicas. Sin embargo, cabe resaltar que, a concentración elevada, estos metales en nuestro organismo son nocivo para la salud, causando alteraciones e incluso provocar ciertas enfermedades (28)

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo general de estudio es: Determinar las concentraciones de arsénico y cromo por Espectrometría de Masas (ICP-MS) en las aguas de riego en la zona de Huachipa del distrito de san Juan de Lurigancho – Chosica.

La hipótesis del siguiente trabajo de estudio es: Las concentraciones de arsénico y cromo por Espectrometría de Masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) en las aguas de riego en la zona de Huachipa del distrito de Lurigancho - Chosica sobrepasan los límites máximos permisibles

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio es de enfoque descriptivo. Llamada también investigación diagnóstica este tipo nos permite cuantificar la frecuencia del problema lo cual se busca resolver el ya conocido problema de contaminación de agua de riego por metales pesados. Además de explicar los fenómenos mediante la recopilación de información

En cuanto al diseño metodológico es no experimental, transversal y prospectivo. por tener variables de causa y efecto. Es decir, implica observar las alteraciones en su ambiente natural para después analizarlos en una sola medición.

El diseño transversal es el más relevante cuando se evalúa conocimientos en un momento dado. Por ello, no existe una dimensión de tiempo involucrada ya que todos los datos se recopilan y se refieren principalmente en el momento de la recolección de datos o alrededor de este. Es prospectivo porque se llevan a cabo desde el presente hasta el futuro, tiene la ventaja de adaptarse para recopilar datos de exposición específicos y puede ser más completo.

2.2 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

La población estuvo conformada por el trayecto del agua que recorre las acequias en la zona de Huachipa de los límites de los distritos San Juan de Lurigancho – Chosica en la provincia de Lima. Además, comparte el límite con el valle del Río Rímac y con los distritos de Ate - Chaclacayo. A 850 m.s.n.m. esta zona que limita los dos distritos, actualmente está considerado como zona industrial, lo cual se elaboró un plan en donde se señala los puntos de muestreos y el tipo de muestra tanto como de agua y suelo a examinar.

- **Muestra De Estudio:**

Para la obtención de las muestras de agua se realizaron las siguientes acciones:

- Se realizaron observaciones directas en puntos específicos en todo el recorrido de las acequias hasta el punto de riego del suelo agrícola.
- se realizaron las identificaciones y marcaciones de los puntos específicos, empezando desde las franjas del río Rímac y el agua directo que recorre en las acequias con una trayectoria aproximadamente de 1 Km.
- Las muestras fueron recolectadas en frascos de plásticos estériles con una capacidad de 250 ml siguiendo las indicaciones establecidas por los ECA y ANA, éstas se tomaron en buenas condiciones.
- Luego se procedió a colocar en caja térmica con espuma aislante de Tecopor cuya temperatura fue controlada entre los 0 – 12° C con hielo seco y protegidos de la luz hasta ser llevados hasta el laboratorio para los análisis correspondientes.

- **Muestreo:**

La etapa de la recolección comprendió de nueve muestras, para la identificación y el monitoreo de los puntos de recolección se permitió de la ubicación exacta y se utilizará un aplicativo de Posicionamiento Satelital (UTM Geo Map - GPS), el mismo que será registrada las coordenadas en UTM y se realizaran fotografías de los lugares y tomar nota de alguna característica geográfica permanente. Para el registro se realizó en la ficha de registro, los cuales fueron proporcionadas por el laboratorio teniendo en cuenta los siguientes datos:

Identificación de las muestras

Para evitar confusiones en la identificación de las muestras, los frascos estuvieron previamente identificados con la siguiente información:

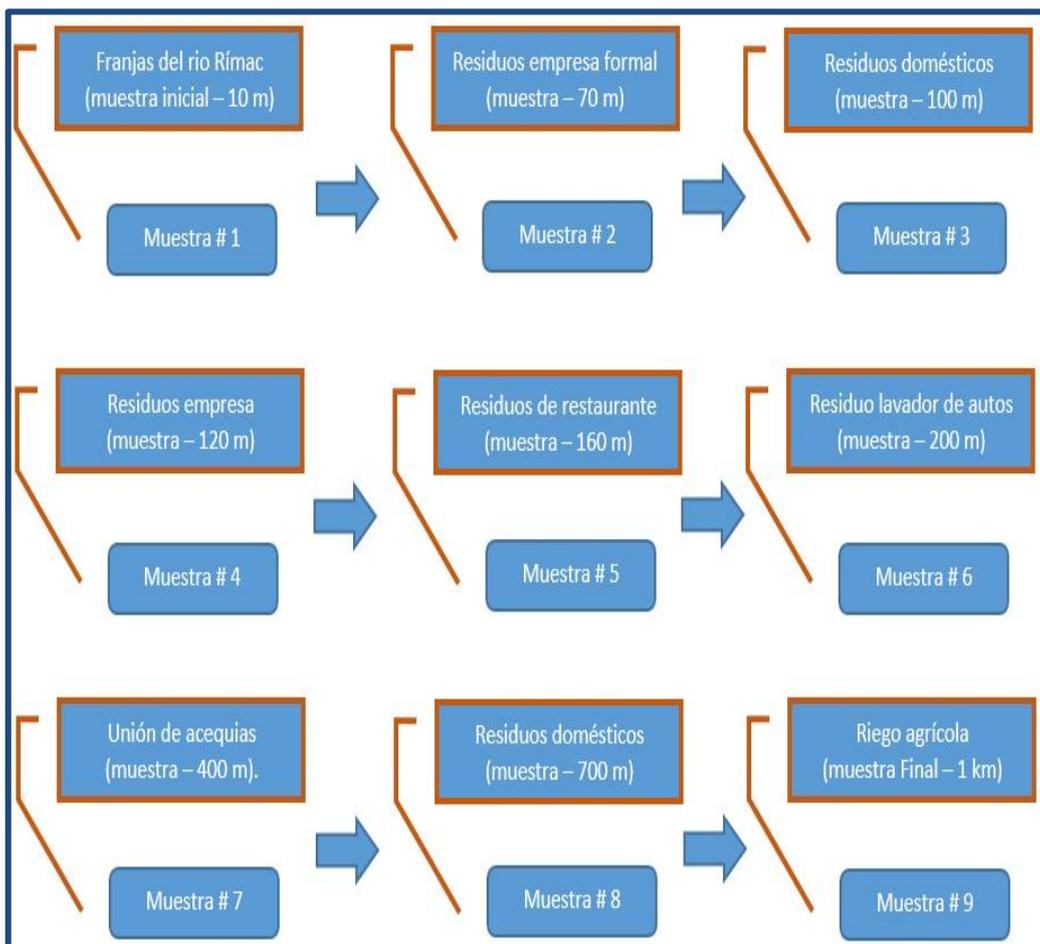
- Número de muestra
- Código de identificación de muestra y ubicación
- Punto de Inicio
- Descripción del punto de muestreo

- Fecha, hora y responsable de la toma de la muestra
- Conservación realizada y tipo de preservante utilizado
- Datos personales del responsable del muestreo.
- El volumen de agua requerido fue concordante con el método de ensayo para el parámetro evaluado.
- La recolección de las muestras de agua de riego se realizará empleando un frasco de polietileno de 250 mL que contenga ácido nítrico como preservante, dejando correr 5 minutos de agua antes de tomar la muestra.
- El trayecto de la recolección de las muestras fue desde las franjas del río Rímac hasta el punto de riego a los suelos agrícola.
- Se realizarán 9 muestreos de agua de será de 1 km aproximadamente de la trayectoria del agua.

A continuación, en el cuadro N.º 1. Se detalla el esquema de identificación de los frascos para la recolección de muestras.

Cuadro N.º 1: Codificación e identificación de muestras de agua de riego Fuente: "Servicios Analíticos Generales S.A.C"		
Muestra	Agua de Riego (Superficial)	
Muestra p/ Análisis	Agua Natural	
Fecha de muestreo	DIA/MES/AÑO	
Hora de inicio de muestreo (h)	0 – 24 H	
Condiciones de la muestra	Refrigerada / Preservada	
Código de la Muestra	AQUA-XXX	
pH	Unid. pH	0.00 – 14.00

Flujograma de la toma de muestra



2.3 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

En el presente estudio, la variable independiente: son las concentraciones de metales pesados en agua de riego para suelos agrícolas y la variable dependiente son los niveles de arsénico y cromo.

Definición conceptual:

El arsénico y cromo son uno de los elementos pesados y son clasificados como uno de los más tóxicos en el medio acuático.

Los vegetales se encuentran como un grupo importante en la cadena alimentaria en la elaboración de los alimentos forma como parte principal para la dieta diaria del hombre, y que son muy susceptibles a los efectos tóxicos de la exposición al As y Cr.

Los vegetales se aplican como parte del alimento principal y recomienda como parte de una buena dieta saludable, además es una fuente importante de

diversos nutrientes, como fibras, lípidos, aceites esenciales, vitaminas liposolubles – hidrosolubles azúcares simples entre otros. (29)

Definición operacional:

Las concentraciones de metales pesados en las aguas de riego, es un peligro potencial de toxicidad para la salud.

El principal riesgo asociado con el consumo de vegetales es la absorción de metales pesados, si sobrepasan los LMP superiores para As. de 0.1 mg/kg. Y de Cr. 0.1 mg/kg.

2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos la técnica empleada en la presente investigación fue la del método descriptiva tipo estructurada, no participante, colectivo llevado a cabo por el laboratorio SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES SAC. que nos brindara el servicio de análisis y resultados; siguiendo las recomendaciones establecidas por la NORMA EPA 200.7 (revisión 4.4: Determinación de metales y Oligoelementos en agua y Residuos por acoplamiento inductivo Emisión atómica de plasma Espectrometría) y ANA.

En cuanto al instrumento de recolección de datos para la recolección de datos estuvo conformada por la ficha de observación durante los días de trabajo. El formato de la de recolección de datos se adjunta en los anexos.

Se consideró los parámetros referenciales para metales pesados de Ar y Cr para el uso de agua destinado para suelo agrícola de los LMP y para As. es de 0.1 mg/kg. Y para es de Cr. 0.1 mg/kg.

2.5 PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

De acuerdo a la recolección de datos se estableció las indicaciones de protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales según el RD. 2254/2007/DIGESA/SA (30). Los puntos estuvieron ubicados en lugares de fácil acceso, otorgando nuestra seguridad para la recolección desde las

franjas del río Rímac hasta el punto de riego de los vegetales lo cual se solicitó el acceso al agricultor.

En el siguiente diagrama de flujo se observa el procedimiento del análisis de detección de las concentraciones de metales pesados.

Flujograma para el análisis de las muestras de agua de riego

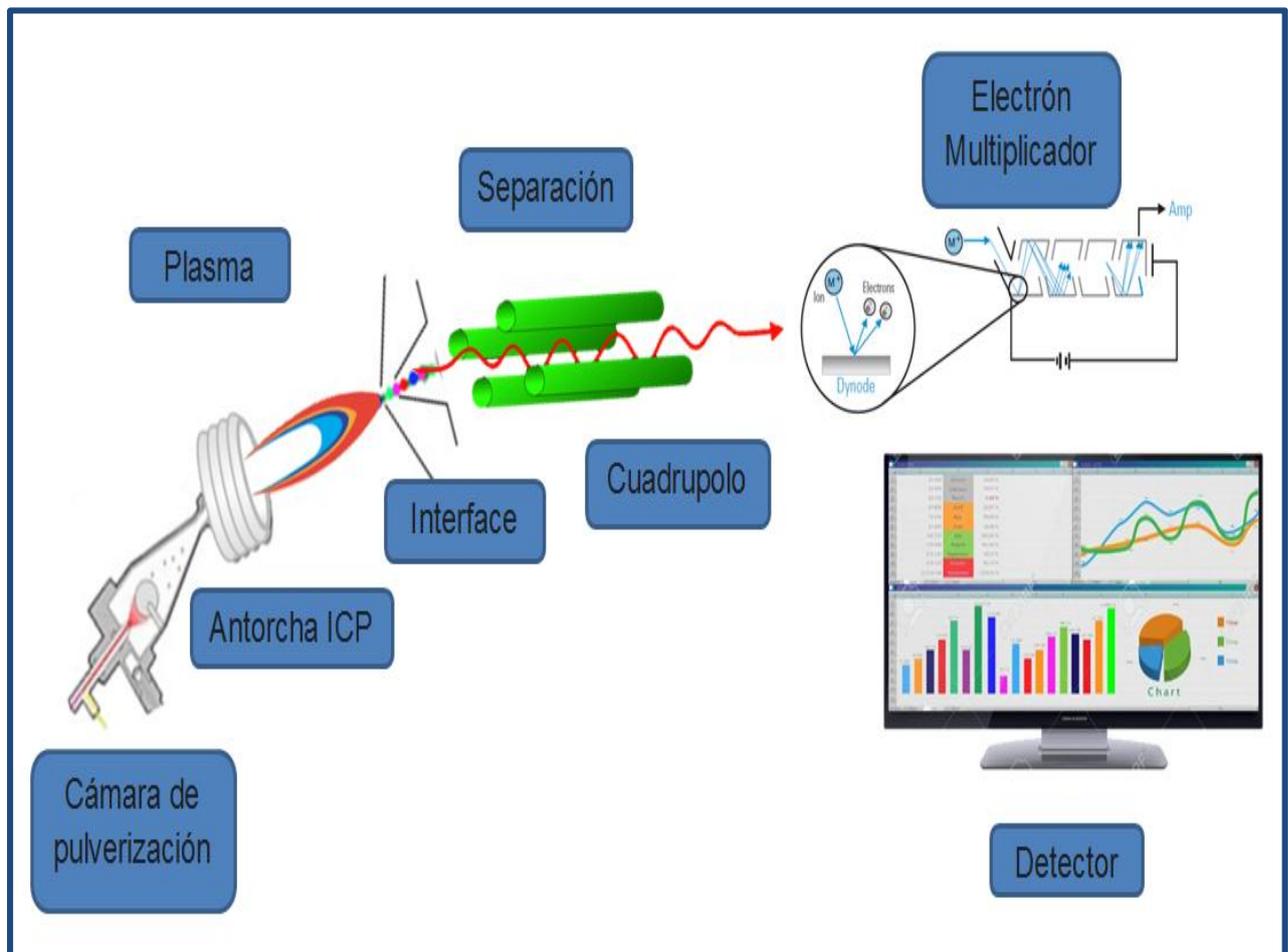


Figura N° 1: Flujograma de análisis para la determinación de metales pesados por un espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente (ICP-MS).
Fuente: "Elaboración propia"

a) Área de estudio

Para la recolección de las muestras de agua se consideró el agua que recorre las acequias y el agua del uso directo para el riego agrícola de la zona de Huachipa del distrito de San Juan de Lurigancho y Chosica.

A continuación, en el cuadro N.º 2. Se detalla el esquema de codificación de las muestras de agua.

Cuadro N.º 2: Serie de las muestras de agua de riego de suelo agrícola para la determinación de As y Cr. Fuente: "Elaboración propia"			
Numero	Procedencia	muestra	Código
1	Riego de suelo agrícola	Agua	AQUA-01
2	Riego de suelo agrícola	Agua	AQUA-02
3	Acequia	Agua	AQUA-03
4	Acequia	Agua	AQUA-04
5	Acequia	Agua	AQUA-05
6	Acequia	Agua	AQUA-06
7	Acequia	Agua	AQUA-07
8	Acequia	Agua	AQUA-08
9	Acequia	Agua	AQUA-09

b) Recolección de muestra

Se adquirió un total de nueve muestras de agua tanto de las acequias como del agua de uso directo para el riego en el mes de abril del 2021. Se colocó inmediatamente en frascos estériles de polietileno, luego en un recipiente de nevera en Tecnopor, cuya temperatura fue controlada entre los 0 – 12º C con hielo seco y protegidos de la luz hasta ser llevados hasta el laboratorio para los análisis correspondientes

c) Análisis cuantitativo por espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente (ICP-MS).

El contenido de arsénico y cromo de las muestras de agua para el uso del riego del suelo agrícola de la zona de Huachipa y la comercialización de los vegetales a los principales mercados mayorista y los pobladores de la zona aledaña, se analizó utilizando un espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente (ICP-MS): marca Agilent , modelo 7900 ICP-MS que es un tipo de espectrometría de masas que es capaz de detectar metales y varios no metales en concentraciones tan bajas como partes por mil millones en isótopos de bajo fondo no interferidos

A continuación, en la figura N.º 1. Se muestra el modelo del equipo de análisis, con lo que fue la identificación de las muestras.



Figura N.º 2: Equipo Agilent, modelo 7900 ICP-MS
Fuente: "www.Agilent.com"

2.6 MÉTODOS DE ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los datos obtenidos del trabajo de campo fueron procesados en Excel para el análisis de la información se designó el Programa Estadístico SPSS versión 17, con el fin de procesar los datos, en cuanto a la clasificación, ordenamiento y codificación de datos, tabulación, para para las tablas y gráficos de cuadros descriptivo y gráficos que permitirán consolidar el aspecto objetivo del análisis del objeto de estudio lo cual se presenta en tablas y figuras.

2.7 ASPECTOS ÉTICOS

El presente trabajo de investigación contó con el respaldo del laboratorio **Servicios Analíticos Generales S.A.C**, así como también se contó con el consentimiento del agricultor para la obtención de las muestras. El estudio se realizará bajo las normativas vigentes para las mediciones de agua. Además, como investigadores fomentamos la práctica de los valores, aspectos éticos; por lo tanto, al momento de desarrollar la investigación.

La ficha de registro de datos de campo del programa de vigilancia de la calidad de los recursos hídricos será de acuerdo al R.D.-2254/2007/DIGESA/SA. Lo cual se realizará respetando al artículo 22º de la Ley General de Agua – Decreto Ley N.º. 17752 así como los artículos 68º, 69º y 78º del reglamento de la referida ley, aprobado por el Decreto Supremo N.º 261-69-AP (26).

Se tomó en cuenta los principios bioéticos: beneficencia (debido a que la investigación tiene un valor colectivo), no maleficencia, autonomía y la justicia. Es decir, la beneficencia implica promover el bienestar de los demás; la no maleficencia es una intención de evitar dañar a otros, entretanto la autonomía implica respetar el derecho de otro individuo. Finalmente, el presente estudio no implicó los riesgos y los aspectos relacionados con intervenciones en seres humanos.

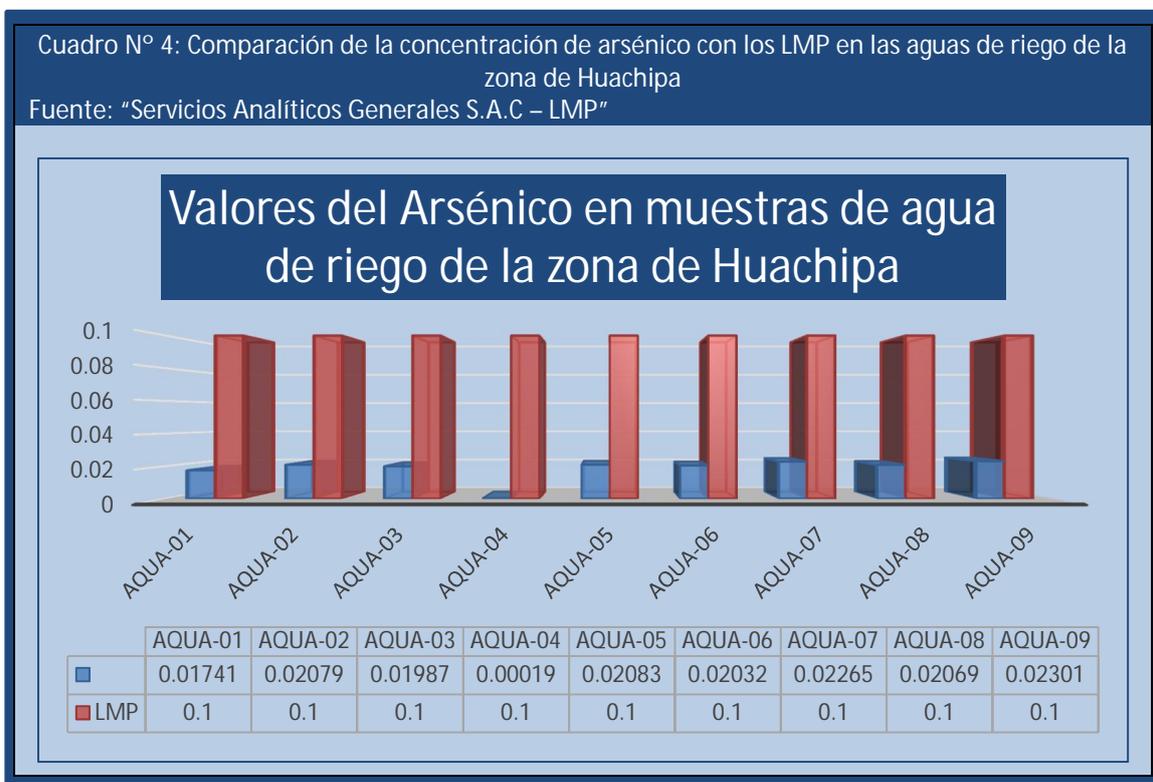
III. RESULTADOS

De acuerdo a los resultados brindado por el laboratorio encargado para la determinación de los análisis de los valores de metales pesados tales como: As y Cr. Se observa lo siguiente en el siguiente cuadro.

Cuadro N.º 3: Valores de As y Cr en muestras de agua de riego de la zona de Huachipa Fuente: "Servicios Analíticos Generales S.A.C"					
N.º	Procedencia	Muestra	Código	As. mg/kg	Cr. Mg/kg
1	Acequia	Agua	AQUA-01	0,01741	0,0084
2	Acequia	Agua	AQUA-02	0,02079	0,0098
3	Acequia	Agua	AQUA-03	0,01987	0,0084
4	Acequia	Agua	AQUA-04	0,00019	0,0002
5	Acequia	Agua	AQUA-05	0,02690	0,0078
6	Acequia	Agua	AQUA-06	0,02265	0,0106
7	Acequia	Agua	AQUA-07	0,02032	0,0117
8	Riego de suelo agrícola	Agua	AQUA-08	0,02083	0,0083
9	Riego de suelo agrícola	Agua	AQUA-09	0,02301	0,0180

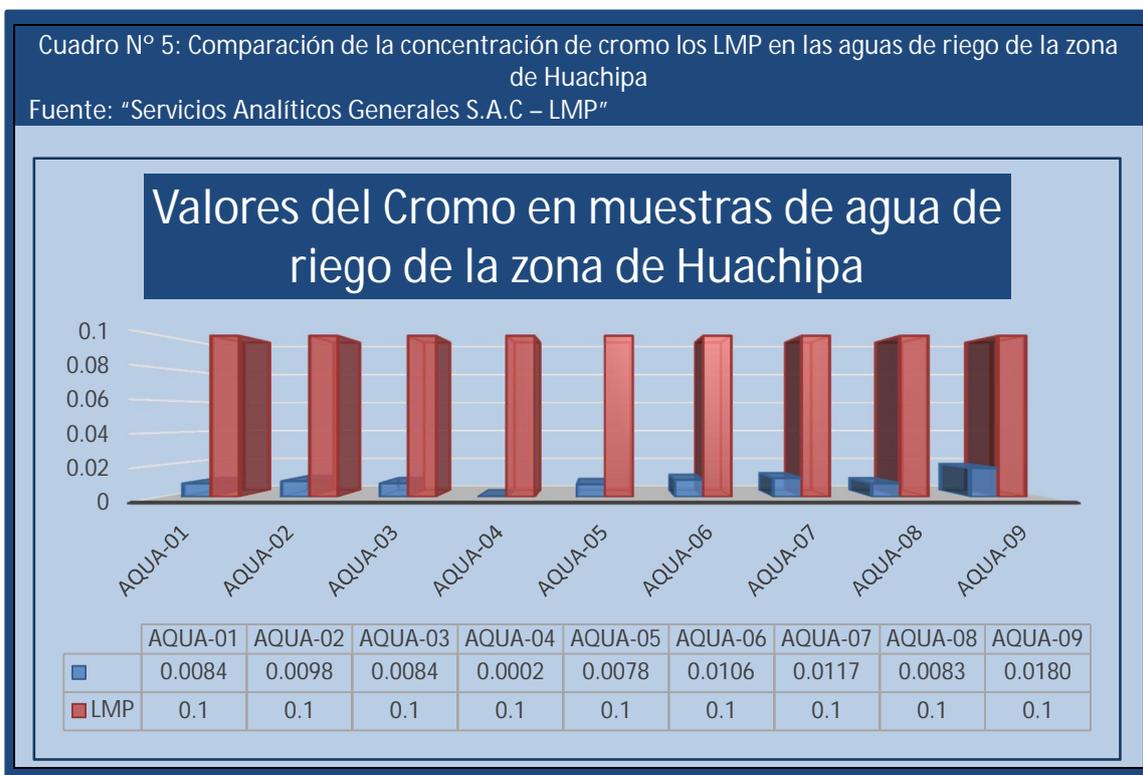
A. En el caso de la evaluación del arsénico (As), se tiene que en todos los puntos de muestreo se encuentra con un nivel inferior, es decir un nivel menor a 0,02083 mg/litro. Comparándolo con los Estándares de Calidad Ambiental para Aguas (ECA-Agua), y con los Límites Máximos Permisibles (LMP) estos valores resulto que es menor para los parámetros de ECA – LMP para agua de riego.

Continuación en el cuadro N.º 4. Se detalla la comparación con los LMP.



B. En el caso de la evaluación del cromo (Cr), se tiene que en todos los puntos de muestreo se encuentra con un nivel inferior, es decir un nivel menor a 0,0180 mg/litro. Comparándolo con los Estándares de Calidad Ambiental para Aguas (ECA), y con los Límites Máximos Permisibles (LMP) estos valores resulto que es menor para los parámetros de ECA – LMP para agua de riego.

Continuación en el cuadro N.º 5. Se detalla la comparación con los LMP.



IV. DISCUSIÓN

4.1. DISCUSIÓN DE RESULTADO

- Los resultados de los metales pesados analizados en la presente investigación, como el arsénico, varían según el punto de muestreo, pero cabe resaltar que en ninguna de las nueve muestras analizadas supera los estándares de calidad (ECA) ni los Límites Máximos Permisibles (LMP)
- Las concentraciones del metal pesado “cromo”, varían según los puntos de muestreo encontrados en las nueve muestras analizadas del agua de riego de la zona de Huachipa de los distritos de San Juan de Lurigancho - Chosica, estos resultados están todas por debajo de los estándares de calidad (ECA) y de los LMP.
- Debido a que los resultados obtenidos en el presente estudio están por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), para Agua de riego según Decreto Supremo N° 004–2017 – MINAM y los Límites Máximos Permisibles (LMP) según Decreto Supremo N° 031–2010–SA–MINSa, los agricultores de la zona de Huachipa pueden estar seguros que sus hortalizas están libres de contaminación, mediante las aguas de riego, ya que el nivel de toxicidad es mínima, por ende la población que consume dichos alimentos no tiene un alto riesgo de intoxicación por arsénico y cromo.
- Cabe resaltar que existe la probabilidad de la acumulación de metales pesados del suelo agrícola según

4.2. CONCLUSIONES

- Los valores obtenidos según los análisis realizados a los metales pesados en el Laboratorio Servicio Analíticos Generales SAC. Fueron de gran valor informativo lo cual nos permite hacer las comparaciones con las normas legales que establecen los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y los Límites Máximos Permisibles (LMP).

- Los valores obtenidos de la concentración de metales pesados como arsénico y cromo en las aguas de riego de la zona de Huachipa, se encuentran por debajo de los estándares de calidad ambiental (ECA) para agua, establecidos por el D.S. N° 004-2017 – MINAM.

- Los valores obtenidos de la concentración de metales pesados como arsénico y cromo en las aguas de riego de la zona de Huachipa de los distritos de San Juan de Lurigancho – Chosica, se encuentran por debajo de los Límites Máximos Permisibles, establecidos por el D.S. N° 031-2010 – MINSA. Podemos afirmar que no existe contaminación alguna en ninguna de las muestras tomadas.

4.3. RECOMENDACIONES

- Realizar dicha investigación en diferentes estaciones del año para poder comparar y analizar si los niveles de toxicidad o varían en alguna estación llega a superar los LMP.

- Extender dicha investigación y poder analizar el nivel de concentración de metales pesados en las hortalizas, las cuales son regadas con dichas aguas contaminadas, y a lo largo del tiempo pueden llevar a tener consecuencias en la salud del ser humano, con esta investigación podemos prevenir problemas de la salud en un futuro.

- Concientizar a la población y dueños de las empresas a que el agua es una sustancia fundamental para la vida del hombre, la naturaleza, los animales y si estas son contaminadas, podemos perder muchos recursos e incluso provocar epidemias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mundo BN. BBC News Mundo. [Online]; 2018. Acceso 25 de Enero de 2021. Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-45755145>.
2. Falla JC. Causas y consecuencias de la minería informal, ilegal, artesanal, el rol de los gobiernos regionales y alternativas de solución. Foro virtual - Red participa Perú. 2013; 2(1).
3. Tarabochia ML. Mongabay Latam. [Online].; 2016. Acceso 30 de Enero de 2021. Disponible en: <https://es.mongabay.com/2016/10/rios-hidroelectricas-mineria-petroleo-mongabay/#:~:text=El%2070%20%25%20de%20los%20r%C3%ADos%20peruanos%20no%20puede%20ser%20desviado,Luis%20Mena%20a%20Mongabay%20Latam>.
4. Castro M. Riesgos para la salud por contaminación del agua de consumo. Estrategia para abordar la solución del problema de minimización de los riesgos para la salud por el consumo de agua con metales pesados y arsénico. 2016;; p. 5.
5. Josec AHC. Efectos tóxicos de los metales pesados sobre la flora, fauna y la salud humana en el Perú. Tesis. Puno: Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
6. Rebaza V, Alfaro S. Ambiente marino costero de La Libertad Perú en Junio 2016. Informe. La Libertad: Instituto del mar del Perú, La Libertad.
7. SPDA Actualidad ambiental. Huachipa: paraíso perdido. [Online]; 2008. Acceso 15 de Febrero de 2021. Disponible en: <https://www.actualidadambiental.pe/huachipa-paraiso-perdido/>.
8. Ruiz Portocarrero R. Presupuesto institucional de apertura año fiscal 2017. Presupuesto. Lima: Municipalidad del centro poblado de Santa María de Huachipa, Lima.

9. Quispe Cordova BJ. Gestión Ambiental y efluentes domésticos del río Huaycoloro, Estación de muestreo E-17, Santa María de Huachipa , 2017. Tesis de maestría. Lima: Universidad César Vallejo, Lima.
10. ATSDR Agencia para las sustancias tóxicas y el registro de enfermedades. La toxicidad del arsénico. [Online]; 2009. Acceso 15 de febrerode 2021. Disponible en: https://www.atsdr.cdc.gov/es/csem/arsenic/cambios_patogenicos.html#:~:text=El%20ars%C3%A9nico%20es%20una%20peque%C3%B1a,directamente%20con%20la%20respiraci%C3%B3n%20celular.
11. Organización Mundial de la Salud. Guías para la calidad del agua de consumo humano. [Online]; 2011. Acceso 5 de Enero de 2021. Disponible en: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1.](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1)
12. Bianchini F, Grassi L. Análisis ambiental de la calidad de los recursos hídricos en la zona minera de Cerro de Pasco. Perú. Estudio científico. Cerro de Pasco: Source International de Italia, Municipalidad Distrital de Simón Bolívar, Centro Labor, Cerro de Pasco.
13. Lillo J. Impactos de la minería en el medio natural..
14. Palacios L. DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE PLOMO EN PESCADO FRESCO COMERCIALIZADO EN LOS PRINCIPALES MERCADOS DE SAN JUAN DEL LURIGANCHO, LIMA. MAYO A JUNIO DEL 2020 [Tesis] , editor. [Lima]: Universidad Maria Auxiliadora; 2021.
15. Garcia C. Metales pesados y sus implicaciones en la calidad de suelo. [Online].; 2012. Acceso 25 de enero de 2021. Disponible en: [https://digital.csic.es/handle/10261/55.](https://digital.csic.es/handle/10261/55)
16. Vargas D. Metales pesados en suelos cultivados con riego y sin riego en la comunidad de Ñaupapampa del distrito de Asillo - Puno Tesis , editor. Puno: Univerdad nacional del Altiplano; 2017.

17. Torres Quispe NE. Evaluación de la concentración de metales pesados como As, Cu, Cd, Hg y Pb en el botadero de Cancharani de la ciudad de Puno. Tesis. Puno: Universidad del Altiplano, Puno.
18. Lazo Cuentas EA. Evaluación de la contaminación ambiental generada por efluentes industriales en el proceso productivo de una curtiembre de mediana capacidad del parque industrial del río seco - Arequipa. Tesis. Arequipa: Universidad nacional de San Agustín Arequipa, Arequipa.
19. Rodriguez S. BIOACUMULACIÓN DE METALES PESADOS EN SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS (CYPERACEAE) DE LAS ÁREAS BENTÓNICAS EN DOS ESTACIONES CLIMÁTICAS: EL CASO DE ESTUDIO DEL LAGO SAN PABLO [Tesis] , editor. [Imbabura]: Universidad de Sevilla; 2018.
20. Castro R. Contaminacion por metales pesados Cadmio y Plomo en agua, sedimento y Mejillon Mytella guyanensis en los puentes 5 de junio y Perimetral [tesis] , editor. [Guayaquil]: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES escuela de Biologia ; 2017.
21. Mora J. EVALUACIÓN DE FITOTECNOLOGÍAS para la extracción de metales pesados en el cauce del rio Guadalentin, Lorca [Tesis] , editor. [Cartagena]: Universidad Politécnica de Cartagena ; 2018.
22. Sanchez Sanchez MA. Descontaminación del Río Rimac. Tesis. Lima: Universidad Nacional Federico Villareal, Lima.
23. Reyes , Vergara I, Torres O, Diaz M, Gonzales E. Contaminacion por metales pesados: Implicaciones en salud, Ambiente y seguridad alimentaria. Ingeniería, Investigación y Desarrollo. 2016; 16(2).
24. Londoño Franco LF, Londoño Muñoz PT, Muñoz Garcia G. Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 2016; 14(2).
25. Becerra Aguilar E. Analisis del grado de contaminacion por metales pesados en sedimentos de ecosistemas acuaticos. Tesis. Cajamarca: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería.

26. Pabon S, Benitez R, Sarria Villa A, Gallo J. Contaminación del agua por metales pesados, métodos de análisis y tecnologías de remoción. Una revisión. Entre Ciencia e Ingeniería. 2020; 14(27).
27. Chavez M. Evaluación de dos técnicas analíticas para la especiación de arsénico en aguas superficiales del sur del Perú. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública. 2009.
28. García Parra L. Los Oligoelementos y su aplicación terapéutica; 1986.
29. Ringuelet J VS. Productos naturales vegetales. [Online].; 2013. Acceso 29 de marzo de 2021. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/15784539.pdf>.
30. Dirección general de salud ambiental - DIGESA. Digesa. [Online].; 2007. Acceso 29 de marzo de 2021. Disponible en: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/PROTOCOLO-MONITOREO-CALIDAD-RECURSOS-HIDRICOS-SUPERFICIALES-\(CONTINENTALES\).pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/PROTOCOLO-MONITOREO-CALIDAD-RECURSOS-HIDRICOS-SUPERFICIALES-(CONTINENTALES).pdf).
31. Cieza Ruiz R. Concentración de metales pesados específicos en el agua para consumo humano del área urbana del distrito de Hualgayoc. Tesis. Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo, Lambayeque.

ANEXOS

Autor (es): Espinoza Días, Diana Carolina / Paucar Falcón, Jorge Luis.
TEMA: EVALUACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE ARSÉNICO Y CROMO POR ESPECTROMETRÍA DE MASAS (ICP-MS) EN LAS AGUAS DE RIEGO DE HUACHIPA

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variables y dimensiones	Metodología
¿Cuál es la concentración de Arsénico y Cromo en las aguas de riego de Huachipa?	Determinar Cuál es la concentración de Arsénico y Cromo en las aguas de riego de Huachipa.	Las concentraciones de arsénico y cromo por Espectrometría de Masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) en las aguas de riego en la zona de Huachipa del distrito de Lurigancho - Chosica sobrepasan los límites máximos permisibles.	<ul style="list-style-type: none"> Concentraciones de metales pesados en agua de Riego para suelos agrícolas de tallo corto. Las aguas de riego en la zona de Huachipa, concentración de metales pesados (As y Cr) provenientes de las actividades de Fábricas e Industrias 	Población: Muestra de Aguas de riego contaminada. Muestra: 9 muestras de agua de riego contaminada. Técnicas de recopilación de información: Fichas de Observación Método: Espectroscopia de masas acoplada inductivamente a plasma (ICP-MS)
Problemas específicos	Objetivos específicos		Diseño de la Investigación	
<ol style="list-style-type: none"> Evaluar la concentración de arsénico en las aguas de riego en la zona de Huachipa si sobrepasan los límites máximos permisibles de los estándares nacionales de calidad ambiental Determinar la concentración de cromo en las aguas de riego en la zona de Huachipa si sobrepasan los límites máximos permisibles de los estándares nacionales de calidad ambiental 	<ol style="list-style-type: none"> Determinar las concentraciones de Arsénico por Espectrometría de Masas (ICP-MS) en las aguas de riego de Huachipa. Determinar las concentraciones Cromo por Espectrometría de Masas (ICP-MS) en las aguas de riego de Huachipa. 		Descriptiva Tipo: Estructurada No participante Colectivo	

Anexo B: Ficha de recolección de datos



CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - DE AGUAS Y SUELOS

FR - 005
Versión: 06
F.E: 11/2019
Página.....de

Cliente: Espinoza Díaz Diana Carolina **Contacto:** 962787598 **E-mail:** sir.wi.evi@gmail.com **Telef.(s)** _____
Lugar: HUACHIPA **Empresa:** _____ **Planta:** _____ **Proyecto:** INVESTIGACION
Carta/Cotización: 2021 - 03V3 - 64 - 1 MUESTREADO POR SAG MUESTREADO POR CLIENTE

PUNTO DE MUESTREO ó CÓDIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		TIPO DE MATRIZ	PARAMETROS IN SITU		ANÁLISIS DE LABORATORIO												N° Informe:	
	FECHA	HORA																CÓDIGO DE LABORATORIO	DATOS ADICIONALES
Aqua 1	12/04/21	11:06am	Agua sup																
Aqua 2	12/04/21	11:10am	Agua sup																
Aqua 3	12/04/21	11:15am	Agua sup																
Aqua 4	12/04/21	11:22am	Agua sup																
Aqua 5	12/04/21	11:29am	Agua sup																
Aqua 6	12/04/21	11:40am	Agua sup																
Aqua 7	12/04/21	11:45am	Agua sup																
Aqua 8	12/04/21	11:50am	Agua sup																
Aqua 9	12/04/21	11:55am	Agua sup																

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES
RECIBIDO
12 ABR 2021
 RECEPCIÓN DE MUESTRAS
 SAG

Observaciones de Muestreo: _____

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del muestreo: DIANA ESPINOZA | JORGE PAUCAR Firma(s): [Firma] Recibido en laboratorio: [Firma]
 Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable o Supervisor en campo: _____ Firma(s): _____ Día/Hora: 13:15.

Anexo C: Operacionalización de la variable o variables

Cuadro N.º 6: Operacionalización de Variables e Indicadores

Variable Independiente	Indicadores	Variable Dependiente	Indicadores	Método
Concentraciones de metales pesados en agua de Riego para suelos agrícolas de tallo corto	Concentración de metales pesados de arsénico. Concentración de metales pesados de cromo.	Las aguas de riego en la zona de Huachipa Concentración de metales pesados (As y Cr) provenientes de las actividades de Fábricas e Industrias Cantidad de sólidos en el líquido	Concentraciones de Arsénico. Concentraciones de Cromo	Espectroscopia de masas acoplada inductivamente a plasma (ICP-MS) Observación

Anexo D: Evidencias de trabajo de campo.



Figura N° 4: Muestra N° 1 Riego de agua por bombas.
Fuente: "Elaboración propia"



Figura N° 3: Muestra N° 2 Uso del agua directo
Fuente: "Elaboración propia"



Figura N° 5: Muestra N° 3 alcantarillado
Fuente: "Elaboración propia"



Figura N° 6: Muestra N° 4 alcantarillado Vecinal
Fuente: "Elaboración propia"



Figura N° 7: Muestra N° 5 alcantarillado
Fuente: "Elaboración propia"

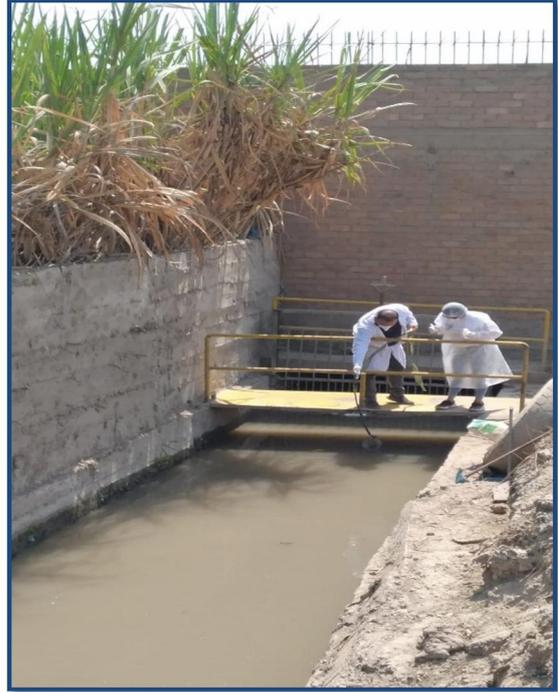


Figura N° 8: Muestra N° 6 alcantarillado
Fuente: "Elaboración propia"



Figura N° 9: Muestra N° 7 alcantarillado
Fuente: "Elaboración propia"



Figura N° 10: Muestra N° 8 alcantarillado
Fuente: "Elaboración propia"



Figura N° 11: Muestra N° 9 alcantarillado
Fuente: "Elaboración propia"

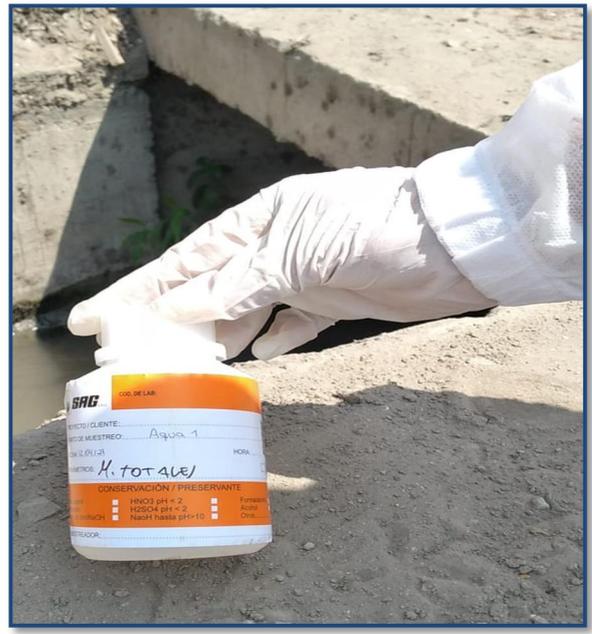


Figura N° 12: Frascos debidamente rotulados
Fuente: "Elaboración propia"



Figura N° 14: Frascos conteniendo preservante HNO₃
Fuente: "Elaboración propia"



Figura N° 13: Transporte de las muestras hacia el laboratorio "Servicio Analíticos Generales SAC".
Fuente: "Elaboración propia"

Anexo E: Evidencias de contaminación



Figura N° 15: Cadáver de un perro ubicado en la alcantarilla
Fuente: "Elaboración propia"



Figura N° 16: Contaminación del suelo y su alteración
Fuente: "Elaboración propia"



Figura N° 17: Desperdicios domésticos arrojados al alcantarillado
Fuente: "Elaboración propia"

Anexo F: Evidencias de la entrega de las muestras al laboratorio “Servicios Analíticos Generales SAC”.



Figura N° 18: Área de Recepción de muestras del Laboratorio Servicios Analítico Generales SAC.
Fuente: “Elaboración propia”



Figura N° 19: Recepción de las muestras por el encargado del laboratorio
Fuente: “Elaboración propia”



Figura N° 20: Conservación de las muestras para luego ser analizados.
Fuente: “Elaboración propia”

Anexo G: Reporte de los puntos de recolección de muestras y sus ubicaciones.

Cuadro N.º 7: Ubicación de los puntos de la recolección de las muestras.

Fuente: "Elaboración propia"

N.º de Muestra	Latitud	Longitud	Altitud	UTM Geo Map - GPS
1	S 11°59'53.67984"	W 76°54'25.7562"	344 m a.s.l	https://maps.google.com/?q=-11.9982444,-76.9071545
2	S 11°59'57.56424"	W 76°54'24.67908"	344 m a.s.l	https://maps.google.com/?q=-11.9993234,-76.9068553
3	S 12°0'17.64"	W 76°54'14.54292"	344 m a.s.l	https://maps.google.com/?q=-12.0049,-76.9040397
4	S 12°0'18.79956"	W 76°54'14.16132"	345 m a.s.l	https://maps.google.com/?q=-12.0052221,-76.9039337
5	S 12°0'28.20744"	W 76°54'18.56592"	344 m a.s.l	https://maps.google.com/?q=-12.0078354,-76.9051572
6	S 12°0'30.11292"	W 76°54'19.74096"	406 m a.s.l	https://maps.google.com/?q=-12.0083647,-76.9054836
7	S 12°0'34.98228"	W 76°54'18.03348"	407 m a.s.l	https://maps.google.com/?q=-12.0097173,-76.9050093
8	S 12°0'28.20744"	W 76°54'18.56592"	344 m a.s.l	https://maps.google.com/?q=-12.0078354,-76.9051572
9	S 11°59'57.56424"	W 76°54'24.67908"	344 m a.s.l	https://maps.google.com/?q=-11.9993234,-76.9068553

Calle: Avenida Cajamarquilla

Código postal, Ciudad: 15461 Lurigancho-Chosica

Estado: Municipalidad Metropolitana de Lima

País: Perú

Anexo H: otorgamiento de certificado de acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL al laboratorio “Servicios Analíticos Generales SAC”.



Anexo I: Licencia de funcionamiento emitido por la Municipalidad Metropolitana de Lima.

  N. 0013731

Municipalidad Metropolitana de Lima
Gerencia de Desarrollo Empresarial
(AHORA GERENCIA DE DESARROLLO ECONOMICO ORD 1751-MML)

Expediente N° : 0000029958-2016
Resolución N° : 0000000048 - 16 - SISLIC - GDE
Autorización N° : 0000000033

Habiéndose cumplido con presentar los requisitos establecidos en la Ley Marco de Licencia de Funcionamiento, N° 28976 y compilados en el Texto Único de Procedimientos Administrativos – TUPA de esta corporación edil, se otorga:

**LICENCIA DE FUNCIONAMIENTO
INDETERMINADA**

A favor de : **SERVICIOS ANALITICOS GENERALES SAC**

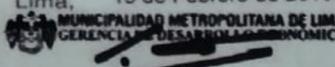
R.U.C. : 20514746355 Área : 472.15 m2

Ubicado en : **AV. NACIONES UNIDAS 1565 URB. CHACRA RIOS NORTE**

Zonificación : CZ

Giro(s) :
K742207-ENSAYOS PARA DETERMINAR SU COMPOS.Y PUREZA DE MINERAL.
Se reconocidos tener presente la vigencia de la Ley General del Ambiente (Ley N° 29611), Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (Ley N° 28046) y su reglamento.
K742203-ENSAYOS DE CALIFICACION Y FIABILIDAD
K741109-PRESTACION DE CONSULTORIA Y ASESORAMIENTO EN GENERAL
MANTENER las condiciones de seguridad óptimas del local comercial, contando con Certificado de Seguridad en edificaciones vigente. (No incluir áreas de la vía pública).

La Municipalidad está facultada para realizar labores de fiscalización de las actividades económicas autorizadas, con el fin de verificar el cumplimiento de las obligaciones de los titulares de las licencias de funcionamiento conforme a ley, pudiendo imponer las sanciones a que hubiera lugar en el caso de incumplimiento.

Lima, 15 de Febrero de 2016

MUNICIPALIDAD METROPOLITANA DE LIMA
GERENCIA DE DESARROLLO ECONOMICO
LUIS GAVOSO REUSEN
GERENTE



ESTE CERTIFICADO DEBE EXHIBIRSE OBLIGATORIAMENTE EN LUGAR VISIBLE

Anexo J: Mapa de ubicación del distrito de San Juan de Lurigancho – Chosica.



Figura N° 21: Ubicación del distrito de San Juan de Lurigancho - Chosica
Fuente: "www.map-peru.com/es/mapas/ficha-distrito-de Lurigancho"

Anexo K: Normativa Principal de Calidad de agua en el Perú

Cuadro N.º 8: Normativa Principal de Calidad de agua en el Perú		
Fuente: "Elaboración propia"		
Constitución Política del Perú	1993	Carta Magna
LEY N° 26821	25/06/1997	Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales
LEY N° 26842	20/07/1997	Ley General de Salud
LEY N° 28611	23/06/2005	Ley General del Ambiente
LEY N° 27314	10/07/2000	Ley General de Residuos Sólidos
DL N° 1013	14/05/2008	Creación, organización y funciones del Ministerio del Ambiente
LEY N° 29338	30/03/2009	Ley de Recursos Hídricos que deroga el D.L. N° 17752 (Ley General de Aguas)
LEY N° 26338	27/07/1994	Ley General de Servicios de Saneamiento
LEY N° 30045	18/06/2013	Ley de Modernización de los Servicios de Saneamiento
DS N° 023-2005-VIVIENDA	01/12/2005	Texto Único Ordenado del Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento, Ley N°26338
DS N° 002-2008-MINAM	31/07/2008	Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.
DS N° 005-2011-AG	08/06/2011	Dicta disposiciones que regula el reúso de aguas residuales tratadas
DS N° 001-2010-AG	23/03/2010	Aprueba el Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos
DS N° 003-2010-MINAM	16/03/2010	Aprueba los LMP para efluentes de planta de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales (PTAR)
DS N° 023-2009-MINAM	18/12/2009	Aprueba las disposiciones para la implementación de los estándares nacionales de calidad ambiental para agua
DS N° 021-2008-AG	25/09/2008	Aprueba el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1081 que crea el Sistema Nacional de Recursos Hídricos
DS N° 057-2004-PCM	22/07/2004	Aprueba el Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos
DL N° 1147	10/12/2012	Regula el fortalecimiento de las Fuerzas Armadas en la competencia de la Autoridad Marítima Nacional – Dirección General de Capitanías y Guardacostas
Resolución Jefatural N° 202- 2010-ANA	22/03/2010	Clasificación de los cuerpos de agua superficiales
Resolución Jefatural N° 224- 2013-ANA	17/06/2013	Aprueba el nuevo reglamento para el otorgamiento de autorizaciones de vertimiento y reúso de agua residuales tratadas
Resolución Jefatural N° 182- 2011-ANA	06/04/2011	Aprueba el Protocola Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Aguas Superficiales
Resolución Jefatural N° 202- 2010-ANA	27/03/2010	Aprueba la clasificación de cuerpos de agua superficiales y marino-costeros
Resolución Jefatural N° 274- 2010-ANA	30/04/2010	Dicta medidas que permitan la implementación del programa de adecuación de vertimiento y reúso de agua residual - PAVER

Anexo L: Abreviaturas y significados

Cuadro N.º 9: Abreviaturas Significado	
Fuente: "Elaboración propia"	
ECA	Estándares de calidad ambiental
LMP	Límites máximos permisibles
OMS	Organización mundial de la salud
MINAM	Ministerio nacional del medio ambiente
DS	Decreto supremo
DIGESA	Dirección general de salud ambiental
MINSA	Ministerio nacional de la salud
ICP MS	Espectrometría de masa por plasma acoplado inductivamente
ANA	Autoridad Nacional del agua
EPA	Agencia de Protección Ambiental
UE	Comunidad europea
As	Arsénico
Cr	Cromo
Hg	Mercurio
Zn	Zinc
Pb	Plomo
mg	Miligramos
Kg	Kilogramo
L	Litros
PPM	Partes por millón
ppb	Parte por billón
mHz	Megahertz
CE	Conductividad eléctrica
TDS	Sólidos disueltos totales

Anexo M: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.

Cuadro N.º 10: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo. Fuente: "D. S. N.º 011-2017-MINAM"				
Parámetros en mg/kg PS(2)	Usos del Suelo(1)			Métodos de ensayo (7) y (8)
	Suelo Agrícola (3)	Suelo Residencial / Parques (4)	Suelo Comercial (5) / Industrial / Extractivo (6)	
INORGÁNICOS				
Arsénico	50	50	140	EPA 3050 EPA 3051
Bario total (15)	750	500	2000	EPA 3050 EPA 3051
Cadmio	1.4	10	22	EPA 3050 EPA 3051
Cromo total	**	400	1000	EPA 3050 EPA 3051
Cromo VI	0.4	0.4	1.4	EPA 3060/EPA 7199 o DIN EN 15192(16)
Mercurio	6.6	6.6	24	EPA 7471 EPA 6020 o 200.8
Plomo	70	140	800	800 EPA 3050 EPA 3051
Cianuro libre	0.9	0.9	8	EPA 9013 SEMWW- AWWA- WEF 4500 CN F o ASTM D7237 y/o ISO 17690:2015

Anexo N: Informe de ensayo emitido a los doce días después de las entregas de muestras por el laboratorio “Servicios Analíticos Generales SAC”

**INFORME DE ENSAYO Nº 151651 - 2021
CON VALOR OFICIAL**

RAZÓN SOCIAL : DIANA CAROLINA ESPINOZA DIAZ
DOMICILIO LEGAL : SANTA MARIA DE HUACHIPA LURIGANCHO- CHOSICA 15457 - LURIGANCHO -LIMA - LIMA
SOLICITADO POR : DIANA CAROLINA, ESPINOZA DÍAZ Y JORGE LUIS PAUCAR FALCÓN
REFERENCIA : PROYECTO DE INVESTIGACION
PROCEDENCIA : HUACHIPA
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA : 2021-04-12
FECHA(S) DE ANÁLISIS : 2021-04-12 AL 2021-04-14
FECHA(S) DE MUESTREO : 2021-04-12
MUESTREADO POR : EL CLIENTE
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	Unidades
METALES TOTALES por ICP-MS: Plata, Aluminio, Arsénico, Bario, Berilio, Cadmio, Cobalto, Cromo, Cobre, Mercurio, Manganeso, Molibdeno, Níquel, Plomo, Antimonio, Selenio, Talio, Torio, Uranio, Vanadio, Zinc.	EPA Method 200.8 Revision 5.4 (1994). Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.	mg/L
METALES TOTALES por ICP-MS: Litio, Bismuto, Boro, Sodio, Magnesio, Silicio, Sílice, Silicato, Fósforo, Potasio, Calcio, Titanio, Hierro, Galio, Germanio, Rubidio, Estroncio, Zirconio, Niobio, indio, Estaño, Cesio, Lantano, Cerio, Terbio, Lutecio, Tantalio, Wolframio	EPA Method 200.8, Revisión 5.4. 1994. Validado (Aplicado fuera del alcance), 2019. Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.	mg/L

INFORME POR PORDADOR

INFORME DE ENSAYO Nº 151651 - 2021 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado			Agua superficial	Agua superficial	Agua superficial	Agua superficial
Matriz analizada			Agua natural	Agua natural	Agua natural	Agua natural
Fecha de muestreo			2021-04-12	2021-04-12	2021-04-12	2021-04-12
Hora de inicio de muestreo (h)			11:06	11:10	11:15	11:22
Condiciones de la muestra			Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada
Código del Cliente			Aqua 1	Aqua 2	Aqua 3	Aqua 4
Código del Laboratorio			21040688	21040689	21040690	21040691
Ensayo	L.D.M.	unidades	Resultados			
Metales totales						
Litio (Li)	0.00005	mg/L	0.05277	0.05104	0.04859	0.00041
Berilio (Be)	0.00001	mg/L	0.00002	0.00011	0.00008	0.00001
Boro (B)	0.0002	mg/L	0.1557	0.1538	0.1403	0.0067
Sodio (Na)	0.004	mg/L	44.402	32.754	29.546	0.310
Magnesio (Mg)	0.004	mg/L	5.994	5.870	5.634	0.071
Aluminio (Al)	0.004	mg/L	1.024	1.238	1.157	<0.004
Silicio (Si)	0.004	mg/L	6.733	7.149	6.903	0.210
Silice (SiO ₂)	0.009	mg/L	14.410	15.299	14.772	0.449
Silicato (SiO ₃)	0.01	mg/L	18.25	19.37	18.71	0.57
Fosforo (P)	0.004	mg/L	0.872	0.825	0.521	<0.004
Potasio (K)	0.007	mg/L	3.975	3.290	2.854	0.020
Calcio (Ca)	0.004	mg/L	59.695	53.693	51.081	0.310
Titanio (Ti)	0.00005	mg/L	0.02983	0.03248	0.03403	<0.00005
Vanadio (V)	0.00006	mg/L	0.00332	0.00352	0.00327	<0.00006
Cromo (Cr)	0.0002	mg/L	0.0084	0.0098	0.0084	<0.0002
Manganeso (Mn)	0.00001	mg/L	0.16376	0.18155	0.16920	0.00217
Hierro (Fe)	0.00005	mg/L	1.49305	1.70644	1.53402	0.10419
Cobalto (Co)	0.000005	mg/L	0.001183	0.001298	0.001202	0.000010
Niquel (Ni)	0.00003	mg/L	0.00100	0.00090	0.00078	<0.00003
Cobre (Cu)	0.0002	mg/L	0.0283	0.0314	0.0291	<0.0002
Zinc (Zn)	0.00004	mg/L	0.22573	0.28259	0.26590	0.00263
Galio (Ga)	0.00003	mg/L	0.00034	0.00044	0.00040	<0.00003
Germanio (Ge)	0.00002	mg/L	0.00014	0.00017	0.00013	<0.00002
Arsenico (As)	0.00001	mg/L	0.01741	0.02079	0.01987	0.00019
Selenio (Se)	0.0002	mg/L	0.0005	0.0004	0.0003	2.3692
Rubidio (Rb)	0.00002	mg/L	0.01407	0.01295	0.01185	0.00012
Estroncio (Sr)	0.00001	mg/L	0.61545	0.57978	0.55643	0.00735
Zirconio (Zr)	0.00001	mg/L	0.00032	0.00036	0.00020	<0.00001
Niobio (Nb)	0.00002	mg/L	0.00034	0.00029	0.00022	0.00005
Molibdeno (Mo)	0.00005	mg/L	0.00376	0.00359	0.00347	0.00013
Plata (Ag)	0.00003	mg/L	<0.00003	0.00004	0.00005	<0.00003
Cadmio (Cd)	0.00002	mg/L	0.00127	0.00154	0.00150	<0.00002
Indio (In)	0.00002	mg/L	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002
Estaño (Sn)	0.0004	mg/L	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
Antimonio (Sb)	0.0002	mg/L	0.0032	0.0033	0.0032	<0.0002
Cesio (Cs)	0.00002	mg/L	0.00548	0.00555	0.00522	0.00002
Bario (Ba)	0.00002	mg/L	0.06071	0.05885	0.05247	0.00029
Lantano (La)	0.000002	mg/L	0.000918	0.001136	0.001056	0.000007
Cerio (Ce)	0.000004	mg/L	0.001890	0.002687	0.002374	0.000012
Terbio (Tb)	0.00001	mg/L	0.00003	0.00004	0.00003	<0.00001
Lutecio (Lu)	0.000001	mg/L	0.000013	0.000013	0.000013	0.000001
Tantalio (Ta)	0.00002	mg/L	0.00008	0.00006	0.00005	<0.00002
Wolframio (W)/ Tungsteno	0.00001	mg/L	0.00097	0.00089	0.00080	0.00188
Mercurio (Hg)	0.00002	mg/L	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002
Talio (Tl)	0.00002	mg/L	0.00013	0.00010	0.00009	<0.00002
Plomo (Pb)	0.0001	mg/L	0.0140	0.0205	0.0170	<0.0001
Bismuto (Bi)	0.000006	mg/L	0.000113	0.000112	0.000104	<0.000006
Torio (Th)	0.000005	mg/L	0.000416	0.000424	0.000254	<0.000005
Uranio (U)	0.000002	mg/L	0.000583	0.000523	0.000505	0.000003

L.D.M.: límite de detección del método.

INFORME DE ENSAYO N° 151651 - 2021 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado		Agua superficial	Agua superficial	Agua superficial	Agua superficial	
Matriz analizada		Agua natural	Agua natural	Agua natural	Agua natural	
Fecha de muestreo		2021-04-12	2021-04-12	2021-04-12	2021-04-12	
Hora de inicio de muestreo (h)		11:29	11:40	11:45	11:50	
Condiciones de la muestra		Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada	
Código del Cliente		Aqua 5	Aqua 6	Aqua 7	Aqua 8	
Código del Laboratorio		21040692	21040693	21040694	21040695	
Ensayo	L.D.M.	unidades	Resultados			
Metales totales						
Litio (Li)	0.00005	mg/L	0.04951	0.05075	0.05090	0.04736
Berilio (Be)	0.00001	mg/L	0.00012	0.00009	0.00008	0.00005
Boro (B)	0.0002	mg/L	0.1479	0.1509	0.1441	0.1379
Sodio (Na)	0.004	mg/L	38.082	33.344	32.766	25.124
Magnesio (Mg)	0.004	mg/L	5.582	5.666	6.022	5.490
Aluminio (Al)	0.004	mg/L	1.249	1.269	1.505	1.437
Silicio (Si)	0.004	mg/L	7.080	7.287	7.517	7.120
Silice (SiO ₂)	0.009	mg/L	15.152	15.594	16.087	15.237
Silicato (SiO ₃)	0.01	mg/L	19.19	19.75	20.37	19.30
Fosforo (P)	0.004	mg/L	0.523	0.701	0.958	0.541
Potasio (K)	0.007	mg/L	2.418	2.672	2.431	2.341
Calcio (Ca)	0.004	mg/L	47.005	52.372	54.703	55.301
Titanio (Ti)	0.00005	mg/L	0.03053	0.03297	0.03791	0.03288
Vanadio (V)	0.00006	mg/L	0.00333	0.00354	0.00413	0.00396
Cromo (Cr)	0.0002	mg/L	0.0078	0.0106	0.0117	0.0083
Manganeso (Mn)	0.00001	mg/L	0.16785	0.16718	0.18519	0.23103
Hierro (Fe)	0.00005	mg/L	1.55858	1.72170	2.03951	2.03050
Cobalto (Co)	0.000005	mg/L	0.001282	0.001297	0.001505	0.001753
Niquel (Ni)	0.00003	mg/L	0.00077	0.00080	0.00101	0.00120
Cobre (Cu)	0.0002	mg/L	0.0304	0.0264	0.0302	0.0259
Zinc (Zn)	0.00004	mg/L	0.28572	0.27462	0.32604	0.43215
Galio (Ga)	0.00003	mg/L	0.00044	0.00044	0.00054	0.00050
Germanio (Ge)	0.00002	mg/L	0.00015	0.00017	0.00020	0.00021
Arsenico (As)	0.00001	mg/L	0.02083	0.02032	0.02265	0.02690
Selenio (Se)	0.0002	mg/L	0.0003	0.0003	0.0003	0.0004
Rubidio (Rb)	0.00002	mg/L	0.01118	0.01186	0.01169	0.01131
Estroncio (Sr)	0.00001	mg/L	0.52834	0.55644	0.55542	0.55907
Zirconio (Zr)	0.00001	mg/L	0.00025	0.00025	0.00033	0.00047
Niobio (Nb)	0.00002	mg/L	0.00027	0.00021	0.00029	0.00055
Molibdeno (Mo)	0.00005	mg/L	0.00333	0.00328	0.00318	0.00260
Plata (Ag)	0.00003	mg/L	0.00008	<0.00003	<0.00003	0.00159
Cadmio (Cd)	0.00002	mg/L	0.00155	0.00147	0.00172	0.00227
Indio (In)	0.00002	mg/L	<0.00002	<0.00002	<0.00002	0.00004
Estaño (Sn)	0.0004	mg/L	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
Antimonio (Sb)	0.0002	mg/L	0.0030	0.0024	0.0027	0.0026
Cesio (Cs)	0.00002	mg/L	0.00559	0.00563	0.00580	0.00563
Bario (Ba)	0.00002	mg/L	0.05258	0.05697	0.05810	0.06123
Lantano (La)	0.000002	mg/L	0.001110	0.001104	0.001404	0.001746
Cerio (Ce)	0.000004	mg/L	0.002555	0.002550	0.003218	0.003986
Terbio (Tb)	0.00001	mg/L	0.00004	0.00004	0.00005	0.00008
Lutecio (Lu)	0.000001	mg/L	0.000012	0.000011	0.000014	0.000036
Tantalio (Ta)	0.00002	mg/L	0.00005	0.00005	0.00008	0.00009
Wolframio (W)/ Tungsteno	0.00001	mg/L	0.00077	0.00087	0.00087	0.00073
Mercurio (Hg)	0.00002	mg/L	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002
Talio (Tl)	0.00002	mg/L	0.00008	0.00008	0.00008	0.00054
Plomo (Pb)	0.0001	mg/L	0.0182	0.0182	0.0230	0.0261
Bismuto (Bi)	0.000006	mg/L	0.000109	0.000089	0.000105	0.000593
Torio (Th)	0.000005	mg/L	0.000289	0.000302	0.000283	0.000907
Uranio (U)	0.000002	mg/L	0.000483	0.000532	0.000529	0.000532

L.D.M.: límite de detección del método.

INFORME DE ENSAYO N° 151651 - 2021 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado		Agua superficial	
Matriz analizada		Agua natural	
Fecha de muestreo		2021-04-12	
Hora de inicio de muestreo (h)		11:55	
Condiciones de la muestra		Refrigerada/ Preservada	
Código del Cliente		Aqua 9	
Código del Laboratorio		21040696	
Ensayo	L.D.M.	unidades	Resultados
Metales totales			
Litio (Li)	0.00005	mg/L	0.04755
Berilio (Be)	0.00001	mg/L	0.00009
Boro (B)	0.0002	mg/L	0.1463
Sodio (Na)	0.004	mg/L	121.065
Magnesio (Mg)	0.004	mg/L	6.061
Aluminio (Al)	0.004	mg/L	1.421
Silicio (Si)	0.004	mg/L	7.288
Silice (SiO ₂)	0.009	mg/L	15.596
Silicato (SiO ₂)	0.01	mg/L	19.75
Fosforo (P)	0.004	mg/L	0.599
Potasio (K)	0.007	mg/L	2.883
Calcio (Ca)	0.004	mg/L	53.410
Titanio (Ti)	0.00005	mg/L	0.03512
Vanadio (V)	0.00006	mg/L	0.00411
Cromo (Cr)	0.0002	mg/L	0.0180
Manganeso (Mn)	0.00001	mg/L	0.17302
Hierro (Fe)	0.00005	mg/L	1.34175
Cobalto (Co)	0.000005	mg/L	0.001462
Niquel (Ni)	0.00003	mg/L	0.00099
Cobre (Cu)	0.0002	mg/L	0.0328
Zinc (Zn)	0.00004	mg/L	0.31088
Galio (Ga)	0.00003	mg/L	0.00050
Germanio (Ge)	0.00002	mg/L	0.00019
Arsenico (As)	0.00001	mg/L	0.02301
Selenio (Se)	0.0002	mg/L	0.0003
Rubidio (Rb)	0.00002	mg/L	0.01295
Estroncio (Sr)	0.00001	mg/L	0.56190
Zirconio (Zr)	0.00001	mg/L	0.00044
Niobio (Nb)	0.00002	mg/L	0.00043
Molibdeno (Mo)	0.00005	mg/L	0.00337
Plata (Ag)	0.00003	mg/L	0.00092
Cadmio (Cd)	0.00002	mg/L	0.00168
Indio (In)	0.00002	mg/L	<0.00002
Estaño (Sn)	0.0004	mg/L	<0.0004
Antimonio (Sb)	0.0002	mg/L	0.0028
Cesio (Cs)	0.00002	mg/L	0.00654
Bario (Ba)	0.00002	mg/L	0.06120
Lantano (La)	0.000002	mg/L	0.001255
Cerio (Ce)	0.000004	mg/L	0.002843
Terbio (Tb)	0.00001	mg/L	0.00005
Lutecio (Lu)	0.000001	mg/L	0.000019
Tantalio (Ta)	0.00002	mg/L	0.00006
Wolframio (W)/ Tungsteno	0.00001	mg/L	0.00087
Mercurio (Hg)	0.00002	mg/L	<0.00002
Talio (Tl)	0.00002	mg/L	0.00032
Plomo (Pb)	0.0001	mg/L	0.0209
Bismuto (Bi)	0.000006	mg/L	0.000343
Torio (Th)	0.000005	mg/L	0.000868
Uranio (U)	0.000002	mg/L	0.000575

L.D.M.: Límite de detección del método.

Lima, 23 de Abril del 2021.

Anexo O: Informe Oficial emitido por el laboratorio "Servicios Analíticos Generales SAC"



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTRO TL - 829



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 151651 - 2021 CON VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL : DIANA CAROLINA ESPINOZA DÍAZ
DOMICILIO LEGAL : SANTA MARÍA DE HUACHIPA LURIGANCHO- CHOSICA 15457 - LURIGANCHO - LIMA - LIMA
SOLICITADO POR : DIANA CAROLINA, ESPINOZA DÍAZ Y JORGE LUIS PAUCAR FALCÓN
REFERENCIA : PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PROCEDENCIA : HUACHIPA
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA : 2021-04-12
FECHA(S) DE ANÁLISIS : 2021-04-12 AL 2021-04-14
FECHA(S) DE MUESTREO : 2021-04-12
MUESTREO POR : EL CLIENTE
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	Unidades
METALES TOTALES por ICP-MS: Plata, Aluminio, Arsénico, Bario, Berilio, Cadmio, Cobalto, Cromo, Cobre, Mercurio, Manganeso, Molibdeno, Níquel, Plomo, Antimonio, Selenio, Talio, Torio, Uranio, Vanadio, Zinc.	EPA Method 200.8 Revision 5.4 (1994). Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.	mg/L
METALES TOTALES por ICP-MS: Litio, Bismuto, Boro, Sodio, Magnesio, Silicio, Silíce, Silicato, Fósforo, Potasio, Calcio, Titanio, Hierro, Galio, Germanio, Rubidio, Estroncio, Zirconio, Niobio, Indio, Estaño, Cesio, Lantano, Cerio, Terbio, Lutecio, Tantalio, Wolframio	EPA Method 200.8, Revisión 5.4, 1994. Validado (Aplicado fuera del alcance), 2019. Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.	mg/L

Ing. Maritza Tello Paucar
Director Técnico
C.I.P. N° 219624
Servicios Analíticos Generales S.A.C.

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTRO TL - 829



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 151651 - 2021 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado		Agua superficial	Agua superficial	Agua superficial	Agua superficial	
Matriz analizada		Agua natural	Agua natural	Agua natural	Agua natural	
Fecha de muestreo		2021-04-12	2021-04-12	2021-04-12	2021-04-12	
Hora de inicio de muestreo (h)		11:06	11:10	11:15	11:22	
Condiciones de la muestra		Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada	
Código del Cliente		Aqua 1	Aqua 2	Aqua 3	Aqua 4	
Código del Laboratorio		21040688	21040689	21040690	21040691	
Ensayo	L.D.M.	unidades		Resultados		
Metales totales						
Litio (Li)	0.00005	mg/L	0.05277	0.05104	0.04859	0.00041
Berilio (Be)	0.00001	mg/L	0.00002	0.00011	0.00008	0.00001
Boro (B)	0.0002	mg/L	0.1557	0.1538	0.1403	0.0067
Sodio (Na)	0.004	mg/L	44.402	32.754	29.546	0.310
Magnesio (Mg)	0.004	mg/L	5.994	5.870	5.634	0.071
Aluminio (Al)	0.004	mg/L	1.024	1.238	1.157	<0.004
Silicio (Si)	0.004	mg/L	6.733	7.149	6.903	0.210
Silice (SiO ₂)	0.009	mg/L	14.410	15.299	14.772	0.449
Silicato (SiO ₂)	0.01	mg/L	18.25	19.37	18.71	0.57
Fosforo (P)	0.004	mg/L	0.872	0.825	0.521	<0.004
Potasio (K)	0.007	mg/L	3.975	3.290	2.854	0.020
Calcio (Ca)	0.004	mg/L	59.695	53.693	51.081	0.310
Titanio (Ti)	0.00005	mg/L	0.02983	0.03248	0.03403	<0.00005
Vanadio (V)	0.00006	mg/L	0.00332	0.00352	0.00327	<0.00006
Cromo (Cr)	0.0002	mg/L	0.0084	0.0098	0.0084	<0.0002
Manganeso (Mn)	0.00001	mg/L	0.16376	0.18155	0.16920	0.00217
Hierro (Fe)	0.00005	mg/L	1.49305	1.70644	1.53402	0.10419
Cobalto (Co)	0.000005	mg/L	0.001183	0.001298	0.001202	0.00010
Niquel (Ni)	0.00003	mg/L	0.00100	0.00090	0.00078	<0.00003
Cobre (Cu)	0.0002	mg/L	0.0283	0.0314	0.0291	<0.0002
Zinc (Zn)	0.00004	mg/L	0.22573	0.28259	0.26590	0.00263
Galio (Ga)	0.00003	mg/L	0.00034	0.00044	0.00040	<0.00003
Germanio (Ge)	0.00002	mg/L	0.00014	0.00017	0.00013	<0.00002
Arsenico (As)	0.00001	mg/L	0.01741	0.02079	0.01987	0.00019
Selenio (Se)	0.0002	mg/L	0.0005	0.0004	0.0003	2.3692
Rubidio (Rb)	0.00002	mg/L	0.01407	0.01295	0.01185	0.00012
Estroncio (Sr)	0.00001	mg/L	0.61545	0.57978	0.55643	0.00735
Zirconio (Zr)	0.00001	mg/L	0.00032	0.00036	0.00020	<0.00001
Niobio (Nb)	0.00002	mg/L	0.00034	0.00029	0.00022	0.00005
Molibdeno (Mo)	0.00005	mg/L	0.00376	0.00359	0.00347	0.00013
Plata (Ag)	0.00003	mg/L	<0.00003	0.00004	0.00005	<0.00003
Cadmio (Cd)	0.00002	mg/L	0.00127	0.00154	0.00150	<0.00002
Indio (In)	0.00002	mg/L	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002
Estaño (Sn)	0.0004	mg/L	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
Antimonio (Sb)	0.0002	mg/L	0.0032	0.0033	0.0032	<0.0002
Cesio (Cs)	0.00002	mg/L	0.00548	0.00555	0.00522	0.00002
Bario (Ba)	0.00002	mg/L	0.06071	0.05885	0.05247	0.00029
Lantano (La)	0.000002	mg/L	0.000918	0.001136	0.001056	0.00007
Cerio (Ce)	0.000004	mg/L	0.001890	0.002687	0.002374	0.00012
Terbio (Tb)	0.00001	mg/L	0.00003	0.00004	0.00003	<0.00001
Lutecio (Lu)	0.000001	mg/L	0.000013	0.000013	0.000013	0.00001
Tantalio (Ta)	0.00002	mg/L	0.00008	0.00006	0.00005	<0.00002
Wolframio (W)/ Tungsteno	0.00001	mg/L	0.00097	0.00089	0.00080	0.00188
Mercurio (Hg)	0.00002	mg/L	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002
Talio (Tl)	0.00002	mg/L	0.00013	0.00010	0.00009	<0.00002
Plomo (Pb)	0.0001	mg/L	0.0140	0.0205	0.0170	<0.0001
Bismuto (Bi)	0.000006	mg/L	0.000113	0.000112	0.000104	<0.000006
Torio (Th)	0.000005	mg/L	0.000416	0.000424	0.000254	<0.000005
Uranio (U)	0.000002	mg/L	0.000583	0.000523	0.000505	0.000003

L.D.M.: límite de detección del método.

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de preservabilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com



SAG

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO INTERNATIONAL ACCREDITATION SERVICE, INC. - IAS CON REGISTRO TL - 829



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE - 047



Registro N° LE - 047

INFORME DE ENSAYO N° 151651 - 2021 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Table with columns: Producto declarado, Matriz analizada, Fecha de muestreo, Hora de inicio de muestreo (h), Condiciones de la muestra, Código del Cliente, Código del Laboratorio, Ensayo, L.D.M., unidades, Resultados. Rows include various metals like Litio (Li), Berilio (Be), Boro (B), Sodio (Na), Magnésio (Mg), Aluminio (Al), Silicio (Si), Silice (SiO2), Silicato (SiO3), Fosforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Titanio (Ti), Vanadio (V), Cromo (Cr), Manganeseo (Mn), Hierro (Fe), Cobalto (Co), Niquel (Ni), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Galio (Ga), Germanio (Ge), Arsenico (As), Selenio (Se), Rubidio (Rb), Estroncio (Sr), Zirconio (Zr), Niobio (Nb), Molibdeno (Mo), Plata (Ag), Cadmio (Cd), Indio (In), Estaño (Sn), Antimonio (Sb), Cesio (Cs), Bario (Ba), Lantano (La), Cerio (Ce), Terbio (Tb), Lutecio (Lu), Tantalio (Ta), Wolframio (W)/ Tungsteno, Mercurio (Hg), Talio (Tl), Plomo (Pb), Bismuto (Bi), Torio (Th), Uranio (U).

L.D.M.: límite de detección del método.

Cod. FI 004/versión 02/ F.E.: 09/2020

EXPERTS WORKING FOR YOU

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de preceptibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTRO TL - 829



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



**INFORME DE ENSAYO N° 151651 - 2021
CON VALOR OFICIAL**

II. RESULTADOS:

Producto declarado		Agua superficial	
Matriz analizada		Agua natural	
Fecha de muestreo		2021-04-12	
Hora de inicio de muestreo (h)		11:55	
Condiciones de la muestra		Refrigerada/ Preservada	
Código del Cliente		Agua 9	
Código del Laboratorio		210-0696	
Ensayo	L.D.M.	unidades	Resultados
Metales totales			
Litio (Li)	0.00005	mg/L	0.04755
Berilio (Be)	0.00001	mg/L	0.00009
Boro (B)	0.0002	mg/L	0.1463
Sodio (Na)	0.004	mg/L	121.065
Magnesio (Mg)	0.004	mg/L	6.061
Aluminio (Al)	0.004	mg/L	1.421
Silicio (Si)	0.004	mg/L	7.288
Sílice (SiO ₂)	0.009	mg/L	15.596
Silicato (SiO ₃)	0.01	mg/L	19.75
Fosforo (P)	0.004	mg/L	0.599
Potasio (K)	0.007	mg/L	2.883
Calcio (Ca)	0.004	mg/L	53.410
Titanio (Ti)	0.00005	mg/L	0.03512
Vanadio (V)	0.00006	mg/L	0.00411
Cromo (Cr)	0.0002	mg/L	0.0180
Manganeso (Mn)	0.00001	mg/L	0.17302
Hierro (Fe)	0.00005	mg/L	1.84175
Cobalto (Co)	0.000005	mg/L	0.001462
Níquel (Ni)	0.00003	mg/L	0.00099
Cobre (Cu)	0.0002	mg/L	0.0328
Zinc (Zn)	0.00004	mg/L	0.31088
Galio (Ga)	0.00003	mg/L	0.00050
Germanio (Ge)	0.00002	mg/L	0.00019
Arsenico (As)	0.00001	mg/L	0.02301
Selenio (Se)	0.0002	mg/L	0.0003
Rubidio (Rb)	0.00002	mg/L	0.01295
Estroncio (Sr)	0.00001	mg/L	0.56190
Zirconio (Zr)	0.00001	mg/L	0.00044
Niobio (Nb)	0.00002	mg/L	0.00043
Molibdeno (Mo)	0.00005	mg/L	0.00337
Plata (Ag)	0.00003	mg/L	0.00092
Cadmio (Cd)	0.00002	mg/L	0.00168
Indio (In)	0.00002	mg/L	<0.00002
Estaño (Sn)	0.0004	mg/L	<0.0004
Antimonio (Sb)	0.0002	mg/L	0.0028
Cesio (Cs)	0.00002	mg/L	0.00654
Bario (Ba)	0.00002	mg/L	0.06120
Lantano (La)	0.000062	mg/L	0.001255
Cerio (Ce)	0.000004	mg/L	0.002843
Terbio (Tb)	0.00001	mg/L	0.00005
Lutecio (Lu)	0.000001	mg/L	0.000019
Tantalio (Ta)	0.00002	mg/L	0.00006
Wolframio (W)/ Tungsteno	0.00001	mg/L	0.00087
Mercurio (Hg)	0.00002	mg/L	<0.00002
Talio (Tl)	0.00002	mg/L	0.00032
Plomo (Pb)	0.0001	mg/L	0.0209
Bismuto (Bi)	0.000006	mg/L	0.000343
Torio (Th)	0.000005	mg/L	0.000868
Uranio (U)	0.000002	mg/L	0.000575

L.D.M.: Límite de detección del método.

Lima, 23 de Abril del 2021.

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

OBSERVACIONES: • Esta prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com