



**Universidad  
Norbert Wiener**

**FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO TOXICOLÓGICO DE  
PLOMO EN AGUA CONSUMIDA POR LOS  
POBLADORES DEL CENTRO POBLADO RURAL  
“GUAYABO”, DISTRITO DE PACHACAMAC. OCTUBRE  
- NOVIEMBRE ,2019.**

Tesis para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico

Presentado por:

**Bach: Ana Isabel Pérez Maraví.**

Asesor:

**Dr. José Antonio Llahuilla Quea.**

Lima – Perú

2021

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico a mi madre Isabel, quien me apoyo incondicionalmente en todo momento y me dio fortaleza para seguir adelante para culminar mi

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco en primer lugar a dios Jehová por iluminarme y cuidarme en mis años de estudio para culminar la carrera

Agradezco a mi asesor de Tesis Dr. José Antonio Llahuilla Quea por su apoyo incondicional para avanzar en mi tesis.

# ÍNDICE GENERAL

	Pg.
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLA	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
- Situación problemática	2
- Marco teórico referencial	3
- Estudios antecedentes	12
-Importancia y justificación de la investigación	17
-Objetivo del estudio	18
-Hipótesis de investigación	18
<b>II. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	19
2.1. Enfoque y diseño	19
2.2. Población, muestra y muestreo(Criterios de inclusión y exclusión)	23
2.3. Variable (s) de estudio	26
2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos	26
2.5. Procedimiento para recolección de datos	25
2.5.1. Autorización y coordinaciones previas para la recolección de datos	25
2.5.2. Aplicación de instrumentos de recolección de datos	25
2.7. Aspectos bioéticos	26
<b>III. RESULTADOS</b>	26
<b>IV. DISCUSIÓN</b>	34
4.1. Discusiones	34
4.2. Conclusiones	36
	iv

4.3. Recomendaciones	38
<b>CITAS Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>39</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>47</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pg.
Tabla 1 Fases de la Evaluación de Riesgo Toxicológico	4
Tabla 2. Secuencia de signos y síntomas asociados a toxicidad del plomo	10
Tabla 3. Límite Máximo Permisible de parámetros químicos inorgánicos de plomo.	11
Tabla 4. Valor Referencial provisional de plomo	11
Tabla 5. Concentración vs Absorbancia	22
Tabla 6. Determinar factor de exposición	22
Tabla 7. Para determinar la dosis de exposición estimada:	22
Tabla 8. Fórmula para hallar el Cociente de peligro (HQ),	23
Tabla 9. Concentración de plomo en el centro poblado rural "Guayabo".	26
Tabla 10: Análisis Estadístico de la concentración de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural "Guayabo"	30
Tabla 11. Comparación de la Media de las concentraciones de plomo según Valor Referencial de la OMS	28
Tabla 12. Comparación de la Media de las concentraciones de plomo según Limite Maximo Permisible del Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano del MINSA	29
Tabla 13. Estadístico de prueba T student de una muestra de la concentración de plomo según valor referencial de la OMS.	31
Tabla 14. Estadístico de prueba T student de una muestra de la concentración de plomo según Límite Máximo Permisible del Reglamento de la Calidad de Agua del MINSA	32
Tabla 15. Resultado del factor de exposición	33
Tabla 16. Resultados de la Dosis de Exposición Estimada.	33
Tabla 17. Resultados de Cociente de Peligrosidad	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pg.
Figura 1. Fuente de contaminación que va parar a los hogares de la población	6
Figura 2. Curva de Calibración	12
Figura 3. Media de la concentración de plomo en agua consumida para pobladores del centro poblado rural “Guayabo”.	29
Figura 4: Comparación de la Media de la concentración de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural “Guayabo” con los valores referenciales de la OMS	30
Figura 5: Comparación de la Media de la concentración de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural “Guayabo” con los Límites Máximos Permisibles del Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano del MINSA.	31

## RESUMEN

El presente trabajo de tesis tuvo como objetivo identificar el riesgo toxicológico de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural "Guayabo", distrito de Pachacamac. Se utilizó el método de la espectrofotometría por absorción atómica para el análisis de agua, y se procedió a desarrollar la metodología de evaluación de riesgos en salud, se obtuvo el promedio de la concentración de plomo que fue de  $0,095 \text{ mg/L} \pm 0.014 \text{ mg/L}$ , con un valor mínimo de  $0.070 \text{ mg/L}$  y el valor máximo es de  $0.113 \text{ mg/L}$ , que superan los Valores Límites Permisibles de la OMS y del Reglamento de Calidad de Agua, luego de las concentraciones se aplicó la Evaluación de Riesgos en Salud calculando la dosis de exposición tanto para adultos que fue de  $0,002714 \text{ mg/kg/L}$  y niños de entre 4 a 8 años que fue de  $0,0095 \text{ mg/Kg/L}$  el factor de exposición que fue de 1 y cociente de peligro que se determinó para adultos es  $0,452$  y para niños  $1,583$ , concluyendo que no existe riesgo toxicológico en adultos, sin embargo en niños sí existe riesgo toxicológico ya que el cociente HQ es mayor a 1.

## ABSTRACT

The aim of this study was to identify the toxicological risk of lead in water consumed by inhabitants of Guayabo's rural town center, Pachacamac district. Water samples were collected and analyzed for lead using atomic absorption spectrophotometry methodology, then health risk Assessment's methodology was developed. The mean concentration of lead in water samples from was 0,095 mg/L  $\pm$ 0.014 mg/L, with a minimum concentration of 0, 70 mg/L and maximum of 0,113 mg/L . Which are above World Health Organization tolerance limit and drinking water quality regulation. Using the information gathered by health risk assessment (HRA) and the lead's concentration obtained, the exposure doses were calculated. The exposure dose for adults was 0,002714 mg/Kg/L and 0,095 mg/Kg/L for children between the ages of 4 and 8. The exposure factor was 1, the hazard quotient (HQ) estimated for adults was 0,452 and 1,583 for children. Conclusion: There is no toxicological risk in adults but there is toxicological risk in children because of their HQ value, which is greater than 1.

## I. INTRODUCCION

A través de la historia la calidad de agua ha significado un factor crucial para la salud humana ya que la presencia de contaminantes químicos que pueden contener productos químicos orgánicos e inorgánicos y metales pesados que vienen de fuentes agrícolas y depósitos urbanos. Uno de los metales pesados más dañinos para la salud de las personas es el plomo por su toxicidad.<sup>1</sup>

Es por ello que este trabajo de investigación llamado identificación del riesgo toxicológico de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural Guayabo, busca identificar el riesgo toxicológico del plomo, primero determinando el promedio de concentración del plomo gracias al método de la espectrofotometría por absorción atómica para el análisis de agua y luego utilizando el método de evaluación de riesgo toxicológico.

La absorción atómica sin llama o flama (horno grafito), una técnica que por fortuna es de gran ayuda para determinar algunos de los metales más contaminantes en el agua como el plomo, cromo y cadmio.<sup>1</sup>

La evaluación de riesgo a la salud humana se caracteriza como una metodología en la que podemos encontrar y explicar secuencialmente como el resultado de las acciones de las personas pueden modificar los niveles de exposición de ellas a determinados factores de riesgo, caracterizando a la par su magnitud y gravedad las consecuencias en salud resultantes de tanta exposición. De tal manera que evaluación de riesgo a la salud Humana se perfila como una en una herramienta necesaria para reducir y minimizar el riesgo a la salud.<sup>2</sup>

La evaluación de riesgo toxicológico nos daría a conocer la probabilidad los efectos adversos en la salud que podrían presentarse después de una exposición a un agente contaminante en este caso el plomo.<sup>3</sup>

La agencia para sustancias tóxicas y registro de enfermedades refiere que la a evaluación toxicológica se fundamenta en la ciencia de la toxicología, que el estudio de los efectos adversos de las sustancias químicas en los organismos vivos.<sup>4</sup>

## - Situación problemática

El agua consumida por los pobladores del centro poblado rural “Guayabo” viene directamente del subsuelo que se encuentra en un pozo construido por ellos mismos hace años, al comienzo recogían el agua directamente del pozo, pero con el pasar de los años se hicieron conexiones para que esta agua llegue a sus hogares.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que el plomo es un metal tóxico que se halla en la corteza terrestre su uso masivo a causado que en muchas partes del mundo se genere una contaminación ambiental esto nos está llevando a un nivel de exposición humana considerable y a problemas graves de salud.<sup>5</sup>

El plomo es una sustancia toxica que ingresa al organismo y se disemina hasta el cerebro, hígado, riñones, dientes y huesos donde se va almacenando con el paso del tiempo. Si el grado de exposición es elevada los niños pequeños, son los más sensibles a los efectos Tóxicos del plomo perjudicando especialmente al desarrollo del cerebro y del sistema nervioso pudiendo generar coma, convulsiones o incluso muerte. Una intoxicación grave puede generar retraso mental y trastornos de comportamiento.<sup>5</sup>

### **Problema general**

¿Existe riesgo toxicológico de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural Guayabo, distrito de Pachacamac?

### **Problemas específicos**

¿Cuál es la concentración de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural Guayabo, distrito de Pachacamac?

¿Existirá riesgo toxicológico al consumir las aguas por los pobladores del centro poblado rural Guayabo, distrito de Pachacamac?

## **- Marco teórico referencial**

### **Riesgo**

#### **Denominación de riesgo**

Una explicación concreta de riesgo tiene que ver con exposición a un peligro. Los efectos adversos de una exposición así dependerán de la dosis, del tiempo y frecuencia de la exposición.<sup>6</sup>

Posibilidad de que ocurra un evento adverso por exposición a un agente químico o la frecuencia esperada de la aparición de un evento dañino por exposición a un agente químico.<sup>7</sup>

#### **Evaluación de riesgo toxicológico**

Es una rama de la toxicología que actúa como instrumento para encontrar efectos adversos en cuanto a la salud humana o el medio ambiente originados por sustancias químicas.<sup>7</sup>

#### **Riesgo toxicológico del plomo.**

El más importante riesgo del plomo es su toxicidad. La intoxicación por plomo ha representado siempre una de las enfermedades profesionales más importantes. Gracias a la prevención médica y técnica se ha podido reducir considerablemente en número de casos referidos y sus manifestaciones clínicas son menos graves.<sup>8</sup>

#### **Procedimiento general para la evaluación de riesgo a la salud (ERS)**

El método más aceptado de la ERS es el presentado por el Consejo Nacional de Investigación (siglas en inglés, NRC) de los Estados Unidos en 1983 en su documento "*Risk Assessment in the Federal Government: Managing the Process*", conformado por cuatro fases.<sup>2</sup>

#### **Pasos para la evaluación de riesgo**

##### **Identificación del peligro**

La identificación del riesgo es el paso en la que se determina si la exposición a un agente en cualquier dosis produciría una elevación en la incidencia de los efectos adversos en la salud.<sup>3</sup>

### **Evaluación de la exposición**

Para que se produzca un riesgo a la salud debe existir toxicidad inherente y exposición a un químico. Los resultados de la evaluación de la exposición son dosis cuantitativas presentadas en la cantidad de químico por unidad de peso corporal por unidad de tiempo (p.ej.mg/kg/día).<sup>3</sup>

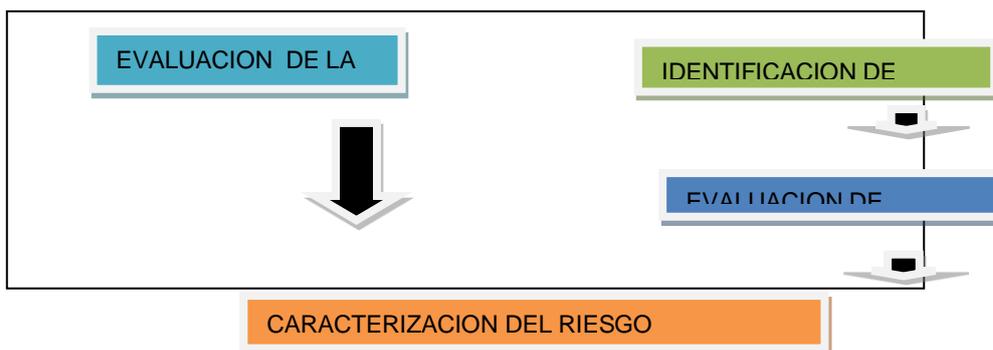
### **Evaluación Dosis-Respuesta**

Tiene como objetivo conseguir una relación matemática entre la cantidad de sustancia toxica del cual el ser humano esta expuesto y el riesgo a desencadenar una reacción negativa a esa dosis.<sup>6</sup>

### **Caracterización del riesgo**

Esta es la última etapa de la evaluación de riesgos aquí se incluye la información sobre la toxicidad adquirida en la evaluación dosis- respuesta y la información obtenida sobre la exposición a la sustancia toxica.<sup>6</sup>

**Tabla 1. Fases de la Evaluación de Riesgo Toxicológico**



**Fuente:** Tomado de Sogorb M. Estévez J. Vilanova E. Casos prácticos de evaluación de riesgo toxicológico y ecotoxicológico.2018.

## **Agua**

El agua compone un recurso natural vital para la vida y debe de estar al alcance de todas las personas de una forma segura y suficiente se debe hacer un gran esfuerzo para lograrlo .<sup>9</sup>

### **Agua subterránea**

El agua subterránea se produce con el agua de precipitación que cae sobre la superficie; una pequeña fracción de esta agua se filtra hasta la zona saturada.<sup>10</sup> Las aguas subterráneas representan la mayor parte del agua dulce del planeta (97%), por lo tanto, se considera como un recurso básico para el ser humano ya se para consumirla, usos domésticos, agricultura y en la industria.<sup>11</sup>

### **Naturaleza y suministro del agua subterránea**

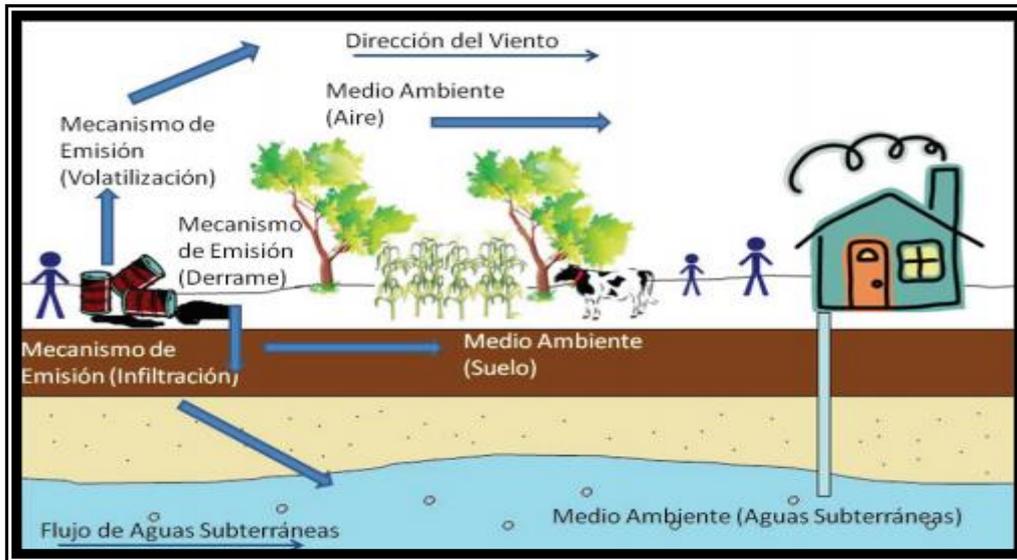
El 99% del agua dulce que se encuentra en el subsuelo de la tierra y la mitad de ella se encuentran a profundidades más de un K ilometro. Agua subterránea es el agua dulce que se encuentra en la zona saturada y se origina en el agua de precipitación que cae encima de la superficie y por ultimo una pequeña fracción de esta agua se filtra hasta la zona saturada.<sup>10</sup>

### **Contaminación del agua subterránea**

Es cuando se produce un cambio en la naturaleza del agua debido a la acción humana, pero cuando es debido a procesos naturales es más adecuado hablar de degradación natural, los procesos de degradación natural se producen mayormente en acuíferos profundos cuando pasa mucho tiempo de residencia en el agua.<sup>11</sup>

Recién en los años ochenta del siglo pasado, fue reconocida como un problema grave la contaminación del agua subterránea por compuestos químicos.<sup>10</sup>

**Figura 1. Fuente de contaminación que va parar a los hogares de la población**



**Fuente:** Martín O, Carroquino M, Ordoñez J, Moya J. La Evaluación de riesgos en salud. Guía metodológica de Evaluación de riesgos en salud por exposición a químicos, 2016

## Plomo

### ¿Qué es el plomo?

El plomo es un metal pesado de baja temperatura de fusión, de color gris – azulado que aparece en la corteza terrestre.<sup>12</sup>

El plomo es un metal toxico; su continuo uso ha originado una profunda contaminación ambiental y el desarrollo de problemas de salud a nivel mundial.<sup>13</sup>

## Toxicocinética del Plomo inorgánico

### Mecanismo de Acción:

## Vías de penetración

- **Vía respiratoria:** Es la vía de entrada principal, el cual ingresa por inhalación de vapores, humos y partículas de plomo. Por vía respiratoria se absorbe entre el 30 y el 50% del plomo inhalado.<sup>14</sup>
- **Vía oral:** Las Partículas de plomo son consumidas a través de las manos, alimentos, bebidas y cigarrillos.
- **Vía cutánea:** la absorción por esta vía es baja.<sup>14</sup>

## Absorción del plomo

La absorción del plomo está sujeta al estado de salud, nutricional y edad de la persona. Mayormente los adultos absorben el 20% de plomo que llegan a ingerir.<sup>15</sup>

Con respecto a los niños mientras más pequeños el intestino absorbe mayor cantidad de plomo de 5 a 10 veces más que en niños y adultos sobre todo cuando su estómago se encuentra vacío. La absorción de plomo en niños es mayor cuando se encuentran con deficiencia de hierro, calcio y zinc. En conjunto estas condiciones propician un riesgo de toxicidad en niños.<sup>15</sup>

## Distribución y almacenamiento en el organismo

El 95% del plomo sanguíneo está unido a los eritrocitos, el segundo compartimiento lo conforman los tejidos blandos (tejido nervioso, riñón, hígado, etc.). El esqueleto contiene (80-90%) de plomo acumulados en el organismo.<sup>1</sup> Es considerable la afinidad del plomo por el tejido óseo.<sup>16</sup>

## Vías de eliminación del plomo absorbido

El plomo absorbido es eliminado primeramente por medio de la orina. Un poco es eliminada por la bilis en las heces.<sup>14 15</sup>

La excreción renal es la de mayor importancia toxicológica debido a que se realiza por filtración glomerular.<sup>16</sup>

Las demás vías de eliminación son la saliva, el sudor, las faneras y la leche.<sup>14</sup>

## Almacenamiento del plomo en el organismo

El plomo que no es excretado se queda en el cuerpo por bastante tiempo y se intercambia entre tres compartimientos sangre, hueso y dientes que comprenden

casi en su totalidad de plomo y además en otros tejidos como el hígado, riñones, pulmones, cerebro, bazo, músculos y corazón.<sup>15</sup>

En los adultos los huesos y dientes comprenden el 94% y en los niños el 73% de total acumulado de plomo en el cuerpo. A diferencia con los adultos los niños absorben mas plomo cuando lo ingieren.<sup>15</sup>

En los niños el plomo normalmente se acumula en el hueso trabecular. Al parecer existen dos compartimientos fisiológicos en los huesos: el compartimiento inerte es el que almacena plomo en varias décadas y el compartimiento lábil que intercambia sencillamente su contenido de plomo con la sangre. El desplazamiento del compartimiento inerte a la sangre crece cuando hay situaciones de falta de calcio en el caso de embarazo, lactancia y menopausia, situaciones de estrés, enfermedades crónicas, hipertiroidismo, enfermedades renales, fracturas y edad avanzada.<sup>15</sup>

Para desarrollar una intoxicación por plomo no es preciso una exposición aguda importante. El organismo almacena este metal a lo largo de toda su vida y después lo libera lentamente.<sup>17</sup>

Este elemento inerte se mantiene como una fuente interna de plomo que lograría causar niveles altos de plomo en sangre. El nivel alto de plomo en sangre es cuando existe exposición actual con contribución interna de exposiciones anteriores y podría causar síntomas de toxicidad.<sup>15</sup>

### **Efectos del plomo en la salud**

El plomo daña al conjunto de órganos y sistemas del cuerpo humano. El nivel sanguíneo del plomo materno acentúa el riesgo fetal y de alteraciones neurológicas en los neonatos. <sup>15</sup>

La intoxicación aguda con plomo en los humanos desencadena una disfunción grave a los riñones, el sistema reproductor, el hígado, el cerebro y el sistema nervioso central, llegando a veces hasta la muerte.<sup>1</sup>

Los que se encuentran en gran riesgo a la toxicidad del plomo, son los niños quienes pueden presentar consecuencias graves sobre todo en el desarrollo del cerebro y del sistema nervioso. Los embarazos con niveles altos de plomo en la sangre pueden desencadenar en partos prematuros, abortos prematuros y muertes fetales y neonatos con bajo peso al nacer.<sup>5</sup>

### **Efectos neurológicos**

En los niños la exposición aguda a grandes dosis de plomo podría desencadenar encefalopatía, presentándose ataxia, convulsiones, hiperirritabilidad, estupor, coma y muerte.

Los adultos expuestos pueden presentar las mismas complicaciones que los niños, pero a estratos más altos de plomo en sangre un ejemplo de ello es que la encefalopatía puede presentarse con 460 ug /dL. Los síntomas iniciales de la encefalopatía incorporan somnolencia, irritabilidad, decrecimiento de atención y memoria que pueden aparecer con niveles bajos de sangre. Hay otros síntomas que podrían aparecer a depresión, cefaleas, cambios del estado de ánimo, dolores de cabeza, mareos, fatiga, impotencia, irritabilidad, letargia, nerviosidad, malestar general, parestesias y debilidad. También, se describe problemas de equilibrio postural y alteraciones de los nervios periféricos. Personas expuestas a niveles elevados de plomo presentan parálisis facial a raíz del descenso de la conducción del nervio y debilidad muscular.<sup>15</sup>

### **Efectos renales**

En una exposición severa al plomo por un tiempo cortó puede asociar con cambios reversibles de la función tubular proximal, glicosuria, aminoaciduria, hiperfosfaturia. Por otro lado, en exposiciones seguidas puede causar nefropatía crónica, que es generalmente Irreversible.

El efecto del plomo en niños puede reducir la función renal o al desencadenamiento de la fase crónica. La exposición al plomo también podría producir hipertensión arterial de origen renal, la excreción de acido úrico baja lo que origina hiperucemia y síntomas de gota.<sup>15</sup>

### **Anemia**

El plomo puede causar dos tipos de anemia en las personas. Una exposición severa aguda podría provocar una anemia hemolítica, La anemia se presenta cuando la exposición el plomo es muy alto y toxica. La anemia es hipocromía y normocitica o microcitica asociada a reticulocitis.<sup>15</sup>

### **Efectos cardiovasculares**

La exposición al plomo puede ser otro factor que contribuye a la hipertensión generalmente a exposiciones altas aumentan el riesgo a hipertensión y enfermedades cerebro vasculares. <sup>15</sup>

### **Sistema reproductor**

La exposición al plomo causa descenso de la cuenta total e incremento del tamaño de espermatozoides anormales. En el tiempo de embarazo, el plomo ingresa libremente al compartimiento fetal lo que afecta la viabilidad fetal y el desarrollo del niño durante la vida extrauterina. <sup>15</sup>

Se han reportado casos de impotencia en personas del sexo masculino y en las personas del sexo femenino que tienen contacto con el plomo revelan un alto índice de esterilidad y abortos. <sup>18</sup>

### **Alteraciones digestivas**

Se pueden presentar en forma de un cuadro abdominal agudo (cólico seco), con dolores intensos y difusos, vómitos y constipación. A la vez se han reportado casos de hepatitis toxica. <sup>18</sup>

**Tabla 2. Secuencia de signos y síntomas asociados a toxicidad del plomo**

<b>Toxicidad leve</b>	<b>Toxicidad moderada</b>	<b>Toxicidad Grave</b>
<b>mialgia o parestesia</b>	Artralgia	Parálisis
<b>Fatiga leve</b>	Fatiga general	Encefalopatía que puede producir convulsiones, coma y muerte.
<b>Irritabilidad</b>	Dificultad para concentrarse	rivete azul en las encías
<b>Letargo</b>	Agotamiento muscular	Cólicos grave
<b>Molestias abdominales</b>	Temblor	
	Cefalea	
	Vómitos	

**Fuente:** Nordberg G. Capitulo 63 Metales: Propiedades químicas y toxicidad. En: Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo.2012.

### **Reglamento de la calidad de agua para consumo humano**

En este reglamento se puede apreciar que, a través de sus 10 títulos, 81 artículos, 12 disposiciones complementaria, finales y 5 anexos. Nos muestra normas establecidas sobre la gestión de la calidad de agua para que sea apta

para consumo de las personas asegurando su incapacidad de generar daños a la salud y a la vez salvaguardando e incentivando la salud de las personas y evitar futuras enfermedades tanto para niños, adultos y ancianos.<sup>19</sup>

**Tabla 3. Límite Máximo Permisible de parámetro químico inorgánico de plomo según el MINSA.**

Parámetro Inorgánico	Unidad de medida	Límite Máximo Permisible
Plomo	mg Pb L <sup>-1</sup>	0,010

Fuente: Ministerio de Salud. Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano, 2011.

### Guías para la calidad de agua de consumo humano

La Organización Mundial de la Salud (OMS), publicó cuatro ediciones de las *guías para la calidad del agua potable* en las siguientes fechas 1983, 1984, 1993, 1997, 2004, 2007 y 2011. Como continuadoras de las Normas internacionales para el agua potable, de la OMS, que fueron publicadas en 1958, 1963, 1971.

Esta publicación de las guías engloba la cuarta edición publicada en 2011 abarca la primera adenda de la cuarta edición, publicado en el 2016. Esta versión reemplaza las ediciones anteriores de las Guías y las Normas internacionales previas.

El objetivo principal de las guías es velar la salud de las personas asociada a la calidad de agua potable.<sup>9</sup>

**Tabla 4. Valor Referencial provisional de plomo según la OMS**

<b>Valor referencial provisional</b>	<b>0.01mg/L (10 µg /L)</b> <b>El valor de la referencia se designa como provisional sobre la base de la eficacia del tratamiento y la capacidad analítica.</b>
--------------------------------------	---

**Fuente:** Organización Mundial de la Salud. Guías para la calidad del agua de consumo humano.2018. [Internet]. Ginebra: OMS; 2018

## - Estudios antecedentes

### Antecedentes internacionales

**Robles C, Chávez D, Gonzales J. (2016),** llevaron a cabo un estudio titulado “Evaluación de la contaminación del agua subterránea por metales pesados en un acuífero somero de la zona de riego de la localidad de Zoquite Guadalupe en Zacatecas”. **Objetivo:** Estimar las concentraciones de los contaminantes metálicos (Fe, Hg, Pb, Zn) en aguas subterráneas poco profundas. **Método:** Se utilizó la espectrometría de absorción atómica para determinar las concentraciones de Fe, Pb, Zn y para determinar el Hg se analizó a través del generador de vapor de flujo continuo. **Resultados:** se observó en el plomo y mercurio no presentaron ningún valor encontrado por el equipo, para el hierro se obtuvo un valor mínimo de 0.0008mg/L y un máximo de 0.0046 mg/L, el Zinc obtuvo un valor mínimo de 0.0053 y máximo de 1.551 mg/L. Los resultados que se obtuvieron cumplen con la normativa mexicana de salud ambiental, agua para consumo humano (NOM -127-SAA1-1994). **Conclusión:** Las concentraciones de Fe y Zn en gran parte de las 58 muestras de aguas subterráneas fueron por debajo de las normas de agua potable y de acuerdo con estos criterios son aceptables, en lo referente al Pb y Hg sus concentraciones no fueron detectadas por el equipo utilizado.<sup>20</sup>

**Tello M. (2015),** ejecutó la tesis “Evaluación del Riesgo Toxicológico de plomo y cadmio en suelos del entorno del Parque Industrial de la ciudad de la Cuenca”. **Objetivo:** Evaluar el riesgo toxicológico de plomo y cadmio en suelos, del entorno del Parque Industrial de la Ciudad de Cuenca. **Método:** se utilizó el método de recolección de datos: la encuesta y para la determinación de plomo y cadmio en

suelos se aplica el método de espectrofotometría por absorción atómica. **Resultados:** Las concentraciones de plomo de Uncovia fue de 78,224mg/kg y de Calderón fue de 37.556 mg/kg. Las concentraciones de cadmio de Uncovia 0,76 mg/kg y de Calderón fue de 0,52mg/kg. **Conclusiones:** Los valores promedio obtenidos de los metales pesados pasaron ligeramente los límites permisibles según norma nacional del ministerio de ambiente del Ecuador. Para la evaluación de riesgo todos los datos demuestran riesgo toxicológico mínimo para niños sobre todo en referencias a presencia de plomo.<sup>21</sup>

**Jurgens B, Parkhurst D, Belitz K. (2019), realizarón** un estudio titulado “Evaluación del potencial de solubilidad del plomo de aguas subterráneas sin tratar de Estados Unidos”. **Objetivo:** Evaluar el potencial de solubilidad de plomo en aguas subterráneas sin tratar en Estados Unidos. **Método:** se utilizó la técnica del balance iónico o condición de electro neutralidad. **Resultados:** Menos del 1% de las más de 8,300 muestras de agua subterráneas no tratadas estudiadas contenían plomo disuelto a una concentración mayor que las permitidas por la EPA de 15 microgramos por litro. **Conclusión:** menos del 1% de las muestras tratadas no son aptas para el consumo humano.<sup>22</sup>

**Gonzales B. (2016), llevó** a cabo la tesis titulada “Determinación de arsénico y plomo en agua de pozos y estimación de riesgo en salud en una población del municipio de San Diego de la Unión Guanajuato”. **Objetivo:** Estimar el riesgo a la salud en la población de San Diego de la Unión mediante los límites establecidos en la NOM-127-SSA1-1994 y OMS, en agua de pozos para consumo debido a una alta exposición de As y Pb. **Método:** Espectrometría de sector magnético con fuente de plasma acoplado inductivamente (ICP-SFMS). **Resultados:** en cuanto al arsénico su concentración supera el 23% del límite tolerable ordenado por la NOM 127-SSA1-1994, EL 86% excede el límite aceptable de la OMS. Los rangos de la ingesta crónica diaria (CDI) fueron desde 0,0001 hasta 0,0023 mg /kg/día. El índice de peligro (HQ), señalo que el 82% de los pozos expone un riesgo a la salud. En cuanto al plomo, todos los pozos exceden los límites permisibles de la norma NOM 127-SSA1-1994 Y OMS. **Conclusiones:** Se hallaron altas concentraciones de plomo y arsénico en el agua de pozo para consumo humano y la población desconoce el riesgo al que esta expuesta.<sup>23</sup>

**González V, Valle S, Nirchio M, Olivero J, Tejeda L, Valdelamar J, et. (2018)**, presentaron el estudio “Evaluación del riesgo de contaminación por metales pesados (Hg y Pb) en sedimentos marinos del Estero Huayla, Puerto Bolívar, Ecuador”. **Objetivo:** Evaluar el riesgo de contaminación por metales pesados (Hg y Pb) en sedimentos marinos del Estero Huayla. **Método:** Espectrofotometría de absorción atómica con nebulización de llama y con la generación de hidruros con atomización en celda de cuarzo. **Resultados:** se probó que la concentración de mercurio fue alta en todas las estaciones con un mínimo de 0.89 y un máximo de 5,79µg/g, en cuanto al plomo se obtuvieron valores entre 0.04 y 0.09µg/g. en lo que respecta al riesgo toxicológico los valores de mercurio y plomo excedieron el valor límite CEL y algunos valores de mercurio también excedieron el valor CEP señalando que el mercurio más que el plomo indica un riesgo toxicológico para la biota en los sedimentos del estero Huayla. **Conclusiones:** El uso de indicadores de riesgo ambiental y toxicológico nos dio a conocer que el Estero está poco afectado por plomo, pero en gran medida contaminado por mercurio. Debido al alto riesgo que hay en la población se deben tomar medidas urgentes para remediar la situación.<sup>24</sup>

### **Antecedentes nacionales**

**Carmona K. (2017)**, ejecutó la tesis titulada “Determinación de plomo y dureza cálcica en agua para el consumo humano en Caja de agua del distrito de San Juan de Lurigancho -2017”. **Objetivo:** fue determinar la presencia de plomo y dureza cálcica en el agua subterránea que era fuente de consumo de los pobladores de este lugar. **Método:** mediante el método espectrofotometría de absorción atómica. **Resultados:** contrastando con el Reglamento de calidad de agua para consumo humano, Ministerio de Salud. Perú; el 19% de las muestras examinadas sobrepasan el tope máximo permitido para el plomo que es 0,01mg Pb/L y el 28,57% de las muestras examinadas sobrepasan el tope máximo permitido para la dureza cálcica (500mg CaCO<sub>3</sub>/L). **Conclusiones:** por lo tanto, las muestras analizadas de agua no son consideradas aptas para consumo humano.<sup>25</sup>

**Ynocente C, Olortegui D. (2017)**, ejecutó la tesis titulada “Evaluación del riesgo toxicológico en personas expuestas a suelos con plomo (Pb) y cadmio (Cd) en

los alrededores del Parque Industrial Infantas en Lima Perú -2018”. **Objetivo:** fue evaluar el riesgo toxicológico en personas expuestas a suelos con plomo (Pb) y cadmio (Cd) en los alrededores del Parque industrial Infantas en Lima. **Método:** mediante el método espectrofotometría de absorción atómica y técnica de recolección de datos mediante la encuesta. **Resultados:** las concentraciones de plomo determinadas en las muestras de suelo corresponden a 66.97 mg/Kg (Comas) y 51.43 mg/Kg (Los olivos). Estos valores están dentro de los estándares de calidad ambiental y el valor planteado por la EPA. Las concentraciones de cadmio determinadas en las muestras de suelo corresponden a 0.86 mg/Kg (Comas) y 0.73 mg/Kg (Los olivos). Estos valores están dentro de los estándares de calidad ambiental y el valor planteado por la ASTDR. **Conclusiones:** por lo tanto, las muestras analizadas de agua son consideradas aptas para consumo el humano.<sup>26</sup>

**Afán K, Flores V. (2018)**, presentó la tesis titulada “Determinación por absorción atómica de plomo y arsénico en agua potable de viviendas del distrito de Hualgayoc, Cajamarca –Octubre 2017”. **Objetivo:** Determinar las concentraciones de Arsénico y Plomo en el agua. **Método:** el método analítico que se empleo fue Espectrofotometría de Absorción atómica con Horno de Grafito. **Resultados:** El 27% de las muestras estudiadas de agua potable sobrepasan el tope máximo permitido de la concentración de arsénico según la DIGESA. Igualmente, el 100% de las muestras estudiadas de agua potable sobrepasan el tope máximo permitido de la concentración de plomo según la DIGESA **Conclusiones:** Por ello las muestras analizadas de agua no son consideradas aptas para el consumo humano.<sup>27</sup>

**LLahuilla J. (2017)**, llevó a cabo la tesis. “Evaluación de la concentración de plomo y cadmio en lápices para niñas, expendidos en el cercado de lima- 2017”. **Objetivo:** Evaluar la concentración de plomo y cadmio en lápices para niñas. **Método:** Se empleo el método de espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito. **Resultados:** se demostró la presencia de plomo y cadmio en los lápices labiales para niñas y de las 5 marcas comerciales de lápices labiales evaluados el 45% muestran concentraciones de plomo en un rango entre 0.84 a 18.57ppm, las concentraciones promedio de plomo de producto nacional son de 0.75 ppm y los productos extranjeros presentan un promedio de 0.2-6 a 69ppm. Las concentraciones de cadmio de la marca nacional presentan un promedio de

0.08ppm que es menor en relación a los extranjeros 0.1-0.4 ppm. **Conclusión:** se encontró las concentraciones de plomo en 20 muestras de lápices labiales para niñas de los cuales obtuvieron valores promedio de 2.609 ppm, resultando las concentraciones máximas halladas 18.57ppm y la concentración mínima 0.84ppm. Se determino las concentraciones de cadmio en 20 muestras de lápices labiales para niñas la que tuvo concentración promedio fue de 0.2108 ppm, también hallándose la concentración máxima 1.025 ppm y la concentración mínima 0.017 ppm.<sup>28</sup>

**Meza M. (2018)**, presentó la tesis “Determinación de plomo y arsénico por absorción atómica en aguas del río para consumo humano provenientes de caños y reservorio en el anexo de Huancapuquio, distrito de Chocos, provincia de Yauyos.2017”. **Objetivo:** determinar los niveles de plomo y arsénico por el método de absorción atómica en aguas del río para consumo de los pobladores de estas zonas, para indicar si superan los Límites Máximos Permisibles, dados por la OMS y la NTP. **Método:** Espectrofotometría por absorción atómica. **Resultados:** se determino la concentración de plomo y arsénico en agua de consumo de los pobladores de esta zona que la concentración media de valores de plomo provenientes de los caños de las calles es de 11.8 µgPb/L. La concentración promedio de valores de plomo provenientes el agua del reservorio central es de 9.88 µgPb/L. La concentración media de valores de arsénico provenientes de los caños de las calles es de 3.39 µgAs/L. La concentración media de valores de arsénico provenientes el agua del reservorio central es de 5.57 µgAs/L. **Conclusión:** La concentración promedio de plomo para consumo humano exceden los límites permisibles que da la OMS. En los caños situados en las calles con un 40% de las muestras y los del reservorio central con un 50% de las muestras. La concentración promedio de arsénico para consumo humano exceden los límites permisibles que da la OMS. En los caños situados en las calles con un 5% de las muestras y los del reservorio central con un 10% de las muestras.<sup>29</sup>

### **-Importancia y justificación de la investigación**

En este trabajo de investigación se evalúa el riesgo toxicológico de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural el Guayabo, distrito de Pachacamac durante el periodo de octubre y noviembre del 2019.

Esta tesis aporta en conocer si existe riesgo toxicológico en tal medida que pueda dañar la salud de las personas y así proponer medidas y estrategias como fomentar la capacitación constante de la población

Es importante que los pobladores sepan sobre los riesgos a su salud que causa el prolongado consumo de agua en altas concentraciones de plomo pues ocasiona varios problemas de salud graves a los adultos sobre todo en los niños y mujeres embarazadas .<sup>5</sup>

### **En cuanto a la justificación de este estudio:**

**El valor teórico**, este estudio se realiza con el propósito de contribuir a la información ya existente sobre temas de intoxicación de plomo en este caso la presencia de riesgo toxicológico de plomo en agua de consumo humano a una medida de concentración alta que pueda dañar la salud de las personas.

**El valor práctico**, esta tesis se realiza por la necesidad de mejorar la calidad de vida de los pobladores en cuanto a su constante riesgo al tomar de estas aguas es por ello que el mejor camino a realizar y un factor clave es elaborar un plan de prevención dentro del centro poblado para reducir futuros riesgos toxicológico de plomo al consumir aguas de pozo no tratada.

**El valor metodológico**, en esta investigación se utilizó la metodología de Evaluación de riesgo, utilizando la Guía de Evaluación de riesgos por la Autoridad Europea de Salud Alimentaria .<sup>30</sup>

También se empleó el método de espectrofotometría de absorción atómica con horno grafito que permitiría determinar la presencia y concentración de plomo en agua de pozo para consumo humano.<sup>1</sup>

### **-Objetivo del estudio**

#### **Objetivo General**

- Identificar la concentración y el riesgo toxicológico de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural el Guayabo, distrito de Pachacamac

#### **Objetivo Específico**

1. Determinar las concentraciones de plomo en el agua consumida por los pobladores del centro poblado rural Guayabo , distrito de Pachacamac

2. Caracterizar el riesgo toxicológico de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural Guayabo

### **-Hipótesis de investigación**

#### **Hipótesis General**

- **Hi:** Existe riesgo toxicológico y alta concentración de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural “Guayabo”, distrito de Pachacamac

- **Ho:** No existe riesgo toxicológico y alta concentración de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural Guayabo, distrito de Pachacamac

#### **- Hipótesis específicos**

##### **Hipótesis específico 1**

- **Hi:** Existe alta concentración de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural Guayabo, distrito de Pachacamac

- **Ho:** No existe alta concentración de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural Guayabo, distrito de Pachacamac

##### **Hipótesis específico 2**

- **Hi:** Existe riesgo toxicológico en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural Guayabo, distrito de Pachacamac

- **Ho:** No Existe riesgo toxicológico en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural Guayabo, distrito de Pachacamac

## **II. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Enfoque y diseño**

La presente investigación aplica la metodología empleada de acuerdo a su enfoque y diseño. Es de enfoque cuantitativo porque va usar la recolección de los datos lo que se fundamenta en la medición, se miden las variables o conceptos contenidos, la hipótesis y se deben analizar con métodos estadísticos. Su diseño es de tipo no experimental podría definirse como la investigación que no requiere manipulación de variables en vez se observan fenómenos que se puedan presentar espontáneamente y así analizarlos. A su vez es Transversal-descriptivo es cuando se reúnen los datos en un solo momento o tiempo, su objetivo es describir variables y analizar lo que ocurre y su interrelación en un tiempo dado, además al ser descriptiva solo quiere medir y buscar información de forma independiente o conjunta acerca de los conceptos o las variables a las que se refiere.<sup>31</sup>

### **Metodología para la determinación de concentración de plomo**

Para la determinación de la concentración de plomo se utilizó el método de espectrofotometría de absorción atómica con horno grafito.

### **Fundamento del método**

El inicio del método se basa en la absorción de la luz por parte de un elemento en estado atómico. La longitud de la onda a la cual la luz es absorbida es propia de cada elemento presente.<sup>32</sup>

La Absorbancia (A) se define como el logaritmo de (100%T) y la relación entre A y la concentración (C) de la sustancia absorbente, viene dada por la Ley de Lambert -Beer,

$$A = abC$$

Donde a es la absorptividad o Absorbancia que es un parámetro dependiente de la longitud de onda. B es la longitud de onda y C es la concentración .<sup>1</sup>

### **Análisis de las muestras de aguas**

### **Equipo materiales y reactivos:**

## **Equipo**

- Equipo de absorción atómica Analytik Jena AG NovAA 300 con Horno grafito.
- Micro pipeta digital de 5000  $\mu\text{L}$
- Estufa eléctrica

## **Materiales**

- 25 frascos de policarbonato de 1 litro
- Vasos de precipita 250 ml Tolerancia + - 2ml
- Bagueta
- Tubos de ensayo 20ml
- Puntas de 5 ml para micro pipeta
- Probeta de clase A de 250ml Tolerancia + -2ml
- Probeta de clase A de 25ml Tolerancia + -0.25ml
- Embudos pequeños
- Papel filtro

## **Reactivos:**

- Plomo: Solución Patrón : Laboratorio Merck KGaA: Lote: HC72674776
- Acido clorhídrico al 50%: Laboratorio Merck KGaA: Lote: UN 1890

## **Procedimiento**

- Primero se seca la muestra en la estufa eléctrica
- Luego se extrae el plomo con acido clorhídrico al 50%
- Luego se filtra

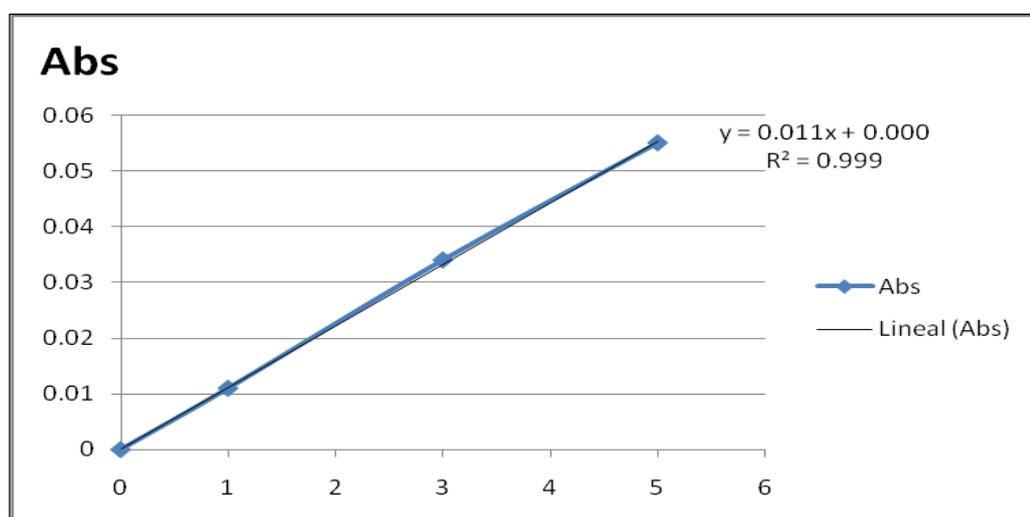
- Finalmente se realiza la lectura en el equipo de absorción atómica

### Obtención de la curva de Calibración

Se usaran los estándares de calibración de 0 µg/L, 1 µg/L, 3 µg/L, 5 µg/L

**Tabla. 5. Concentración vs Absorbancia**

Concentración de plomo (ug/L)	Absorbancia (nm)
0	0
1	0.011
3	0.034
5	0.055



**Figura 2. Curva de Calibración**

### Metodología para la Evaluación de riesgo

Aparece como una herramienta beneficiosa para predecir y explicar los eventos resultantes a través de las acciones de las personas. Esta herramienta nos ayuda a predecir exposiciones altas y calcular el riesgo de un contaminante ya existente en una población.<sup>30</sup> En este estudio utilizaremos la metodología para la evaluación de riesgos de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria, (ERSA).

## Identificación de peligro

En este estudio la concentración media hallada de 0,095mg/L, de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural el Guayabo representa una identificación de peligro podemos proseguir con nuestro estudio.

## Evaluación de la exposición:

Aquí se halló el factor de la exposición y la dosis de exposición.

### Tabla 6. Determinar factor de exposición

$$FE = \frac{\text{\# de días por exposición por año} \times \text{\# de años}}{\text{por exposición}}$$

**Fuente:** Martin O, Carroquino M, Ordoñez J, Moya J. La Evaluación de riesgos en salud. Guía metodológica de Evaluación de riesgos en salud por exposición a químicos, 2016.

### Tabla 7. Para determinar la dosis de exposición estimada:

$$DEE = \frac{\text{Concentración} \times \text{Tasa de ingesta} \times \text{FE}}{\text{PC}}$$

**Fuente:** Martin O, Carroquino M, Ordoñez J, Moya J. La Evaluación de riesgos en salud. Guía metodológica de Evaluación de riesgos en salud por exposición a químicos, 2016

C= concentración media en el agua

TC= Tasa de ingesta diaria de agua por adultos

FE= Factor de exposición

PC= Peso corporal

## Caracterización de riesgo para efecto no cáncer

El riesgo no carcinógeno se caracteriza calculando el cociente entre la dosis de exposición estimada (DEE) y la dosis del UMBRAL que también recibe otros nombres como RfD, IDA, etc.<sup>30</sup>

**Tabla 8. Fórmula para hallar el Cociente de peligro (HQ), se puede calcular con la siguiente ecuación:**

$$\text{Cociente de peligro (HQ)} = \frac{\text{DEE}}{\text{RfD}}$$

**Fuente:** Martin O, Carroquino M, Ordoñez J, Moya J. La Evaluación de riesgos en salud. Guía metodológica de Evaluación de riesgos en salud por exposición a químicos, 2016

Cuando el cociente HQ es menor a 1, se puede asegurar que no hay probabilidad de que se presenten efectos adversos y el riesgo puede considerarse relevante. En el caso de que el cociente HQ sea mayor 1 por consiguiente se supera el umbral de exposición existe la probabilidad de que se presenten efectos adversos.<sup>30</sup>

## **2.2. Población, muestra y muestreo (Criterios de inclusión y exclusión)**

### **2.2.1. Población y Muestra**

La población está conformada por 2800 habitantes del centro poblado rural el Guayabo en donde se llevo a cabo la recolección de datos de manera aleatoria en los meses de octubre y setiembre del 2019.

### **2.2.2. Tamaño de la muestra**

Calculo del tamaño muestral en una población finita se realizo con la siguiente formula estadística según Pérez C (2010).<sup>33</sup>

$$n = \frac{N * z^2 * p * q}{N * e^2 + z^2 * p * q}$$

**Donde:**

n: muestra calculada

N: población 2800

Z: 1.96 al 95% de confianza

p: 0,99<sup>14</sup>

q: (1-99): 0,01

d: (0,036): Máximo error, precisión deseada

Remplazando en la siguiente formula

$$n = \frac{2800 \times 0.99 \times 0.01 \times 1.96^2}{2799(0.036)^2 + 0.99 \times 0.01 \times 1.96^2} = 25$$

Se seleccionó 25 muestras de agua subterránea para consumo humano

### **2.2.3. Criterios de inclusión y exclusión**

#### **2.2.3.1. Criterios de inclusión**

- Que la muestra sea tomada dentro del centro poblado
- Que los pobladores estén de acuerdo para obtener la muestra
- Que la muestra sea tomada por las mañanas
- Que los pobladores se encuentren en casa para facilitar la muestra

#### **2.2.3.2. Criterios de exclusión**

- Que la muestra no sea tomada dentro del poblado
- Que los pobladores no estén de acuerdo para obtener la muestra
- Que la muestra sea tomada en las tardes o noche

- Que los pobladores no se encuentren en casa para facilitar la muestra.

### **2.3. Variable (s) de estudio**

#### **Variable independiente**

- Concentración de plomo

#### **Variable dependiente**

- Riesgo toxicológico a los pobladores

### **2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos**

Se utilizó la técnica de espectrofotometría de absorción atómica para lograr el objetivo de estudio y como instrumento se utilizó el espectrofotómetro de absorción atómica.

### **2.5. Procedimiento para recolección de datos**

Los datos obtenidos en las fichas fueron codificados y se ingresaron a una base de datos en Microsoft Excel 2010, estos datos pasaron por una auditoría de calidad en donde se verificarán que los datos ingresados sean los correspondientes a las fichas.

#### **2.5.1. Autorización y coordinaciones previas para la recolección de datos**

Se coordinó y dieron autorización, la Universidad Nacional Agraria de la Molina para realizar el análisis de las muestras.

#### **2.5.2. Aplicación de instrumentos de recolección de datos**

La recolección de datos se realizó de forma retrospectiva durante el periodo Octubre – Noviembre del 2019 en las cuales se analizaron 25 muestras de agua, utilizando un instrumento confiable que es el espectrofotómetro de absorción atómica.

## 2.6 Métodos de análisis estadísticos

Para el procesamiento y análisis estadístico de los datos se utilizaron las técnicas estadísticas de posición (media , mediana) y medidas de dispersión (desviación estándar máximo y mínimo) Para realizar pruebas de comparación se aplicó la prueba T student para una muestra al con la finalidad de comprobar la hipótesis en investigación, es decir las comparaciones de la concentración de plomo con los valores referenciales de la OMS y MINSA se consideraron significativas si la posibilidad de equivocarse fue de menos al 5% ( $P < 0.05$ ), para ello se utilizó SPSS versión 22.0 (Statistical Program for Social Sciences).

## 2.7. Aspectos bioéticos

El presente estudio aplicó los principios básicos de la ética que son cuatro: el respeto por las personas, la beneficencia, la no maleficencia y la justicia.<sup>34</sup>

Al realizar las actividades para cumplir con el presente estudio se informó a beneficio de la población las conclusiones y resultados sobre el riesgo toxicológico de plomo en agua de pozo de su centro poblado rural El Guayabo.

## III. RESULTADOS

### Determinación de concentración de plomo

Tabla 9. Concentración de plomo en el centro poblado rural “Guayabo”.

MUESTRA	PROCEDENCIA	[ ] DE PLOMO mg Pb/L	V.r de OMS mg Pb/L	V.m.p Minsa
1	Mz. C, Lote 9, Av. Los Incas	0.072	0.01	0.01
2	Mz.B, Lote 2, Av. Los Incas	0.07	0.01	0.01
3	Mz.L, Lote 4, Av. Los Incas	0.074	0.01	0.01
4	Mz.D, Lote 8, Av. Los Incas	0.076	0.01	0.01
5	Mz.E, Lote 1, Av. Los Incas	0.076	0.01	0.01

6	Mz. P, Lote 1, Av. Los Amancaes	0.082	0.01	0.01
7	: Mz. K, Lote 10, Av. Los Amancaes	0.084	0.01	0.01
8	Mz. K, Lote 9, Av. Los Amancaes,	0.086	0.01	0.01
9	Mz. O, Lote 6, Av. Los Amancaes	0.09	0.01	0.01
10	Mz. O, Lote 3, Av. Los Amancaes	0.095	0.01	0.01
11	Mz. Ñ, Lote 4, Av. Los Amancaes	0.095	0.01	0.01
12	Mz. V, Lote 1, Av. Lima	0.098	0.01	0.01
13	Mz. W, Lote 2, Av. Lima	0.098	0.01	0.01
14	Mz. T, Lote 8, Av. Lima	0.099	0.01	0.01
15	Mz. T, Lote 6, Av. Lima	0.102	0.01	0.01
16	Mz. X, Lote 13, Calle 2	0.103	0.01	0.01
17	Mz. Ñ, Lote 7, Calle 2	0.105	0.01	0.01
18	Mz. N, Lote 2, Av. San Juan	0.105	0.01	0.01
19	Mz. Ñ, Lote 8, Av. San Juan	0.105	0.01	0.01
20	Mz. S, Lote 1, Av. San Juan	0.108	0.01	0.01
21	Mz. S, Lote 8, Av. San Juan	0.108	0.01	0.01
22	Mz. N, Lote 6, Av. San Juan	0.111	0.01	0.01
23	: Mz. 6, Lote 1, Calle Javier Caceres	0.113	0.01	0.01
24	Mz. 6, Lote 13, Calle Javier Caceres,	0.112	0.01	0.01
25	Mz. Z, Lote 14, Av. 22 de diciembre	0.111	0.01	0.01

**Fuente:** Elaboración propia

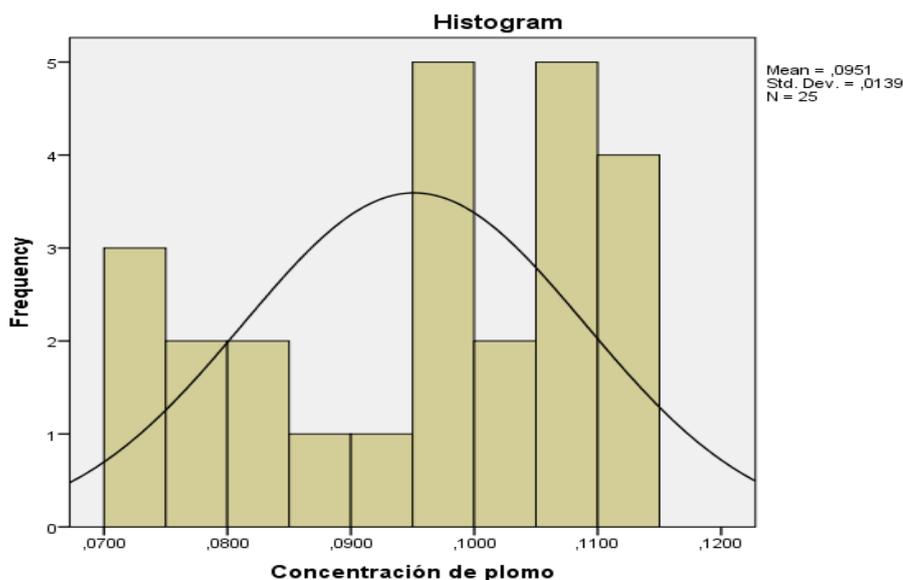
## Objetivo 1

**Tabla 10: Análisis Estadístico de la concentración de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural “Guayabo”.**

	Valor
<b>N</b>	25 mg/L
<b>Media</b>	.095 mg/L
<b>Mediana</b>	.098 mg/L
<b>Desviación estándar</b>	.014 mg/L
<b>Mínimo</b>	.070 mg/L

<b>Máximo</b>	.113 mg/L
---------------	-----------

**En la tabla 10:** se observa que la media de la concentración de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural Guayabo, es 0,095 mg/L, el 50% del total de datos tienen valores menores o iguales a .098 mg/L, los datos se desvían con respecto a la media .014 mg/L, el valor mínimo es de .070 mg/L y el valor máximo es de .113 mg/L

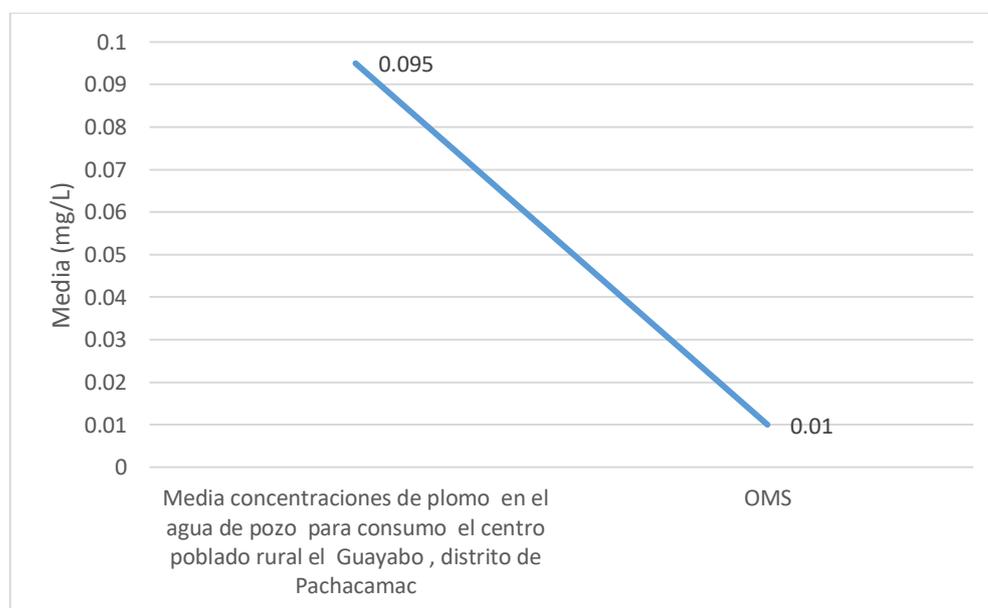


**Figura 3 . Media de la concentración de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural Guayabo.**

**Tabla 11. Comparación de Media de las concentraciones de plomo según valores referenciales de la OMS, en el agua consumida por los pobladores del centro poblado rural el Guayabo, distrito de Pachacamac según valor referencial**

	Valor
<b>N</b>	25
<b>Media</b>	.095 mg/L
<b>Valor referencial OMS</b>	0.01 mg/L

**De la tabla 11:** se observa que la media de la concentración de plomo es 0,095 mg/L, y el valor referencial según el OMS es 0.01 mg/L

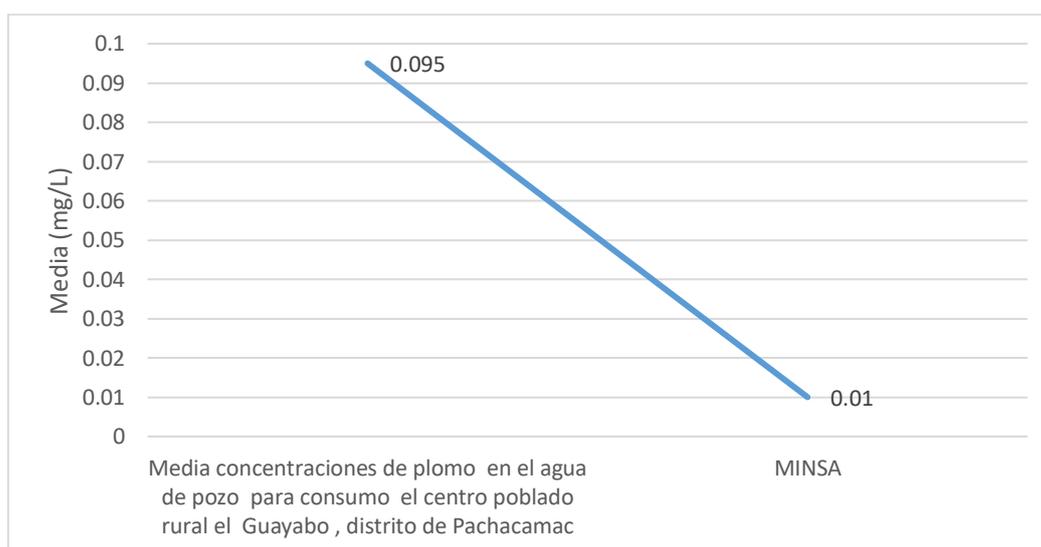


**Figura 4: Comparación de la Media de la concentración de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural Guayabo con los valores referenciales de la OMS**

**Tabla 12. Comparación de la Media de las concentraciones de plomo según valor referenciales del Reglamento de la Calidad de agua por MINSA en el agua consumida por los pobladores del centro poblado rural Guayabo, distrito de Pachacamac**

	Valor
<b>N</b>	25
<b>Media</b>	.095 mg/L
<b>Valor referencial MINSA</b>	0.01 mg/L

**De la tabla 12.** Se observa que la media de la concentración de plomo es 0,095 mg/L, y el valor referencial según el MINSA es 0.01 mg/L



**Figura 5: Comparación de la Media de la concentración de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural Guayabo con los Valores Límites Máximos Permisibles del Reglamento de la Calidad de Agua en el MINSA.**

### Contrastación de hipótesis estadística

#### Hipótesis 1

**Prueba T student de la concentración de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural “Guayabo”, según OMS**

-Hi: La media de la concentración de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural Guayabo, distrito de Pachacamac es mayor respecto al valor referencial de la OMS

Hi:  $\mu > 0,01$

- Ho: La media de la concentración de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural Guayabo, distrito de Pachacamac es menor o igual respecto al valor referencial de la OMS

Hi:  $\mu \leq 0,01$

Nivel de significación 0.05

**Tabla 13. Estadístico de prueba T student de una muestra de la concentración de plomo según valor referencial de la OMS.**

	$\mu_{oms} = 0.01$					
	T	Grados de libertad	P	Diferencia de medias	Intervalo de confianza al 95%	
Concentración de plomo					mínima	Máximo
	30.67	24.00	0.00	0.09	0.08	0.09

Regla de decisión rechazar Ho si  $p < 0.05$

**Conclusión:** Dado que  $p = 0,000 < 0,05$  entonces rechazar Ho es por lo tanto aceptar H1, es decir La media de la concentración de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural Guayabo, distrito de Pachacamac es mayor respecto al valor referencial de la OMS.

**Prueba T student de la concentración de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural “Guayabo”, según el MINSA.**

-Hi: La media de la concentración de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural Guayabo, distrito de Pachacamac es mayor respecto al valor referencial del MINSA

Hi:  $\mu > 0,01$

Ho: La media de la concentración de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural Guayabo, distrito de Pachacamac con es menor o igual respecto al valor referencial del MINSA

- Hi:  $\mu \leq 0,01$

Nivel de significación 0.05

**Tabla 14. Estadístico de prueba T student de una muestra de la concentración de plomo según valor referencial de la MINSA**

	$\mu_{\text{MINSA}} = 0.01$					
	T	Grados de libertad	P	Diferencia de medias	Intervalo de confianza al 95%	
Concentración de plomo					mínima	Máximo
		30.67	24.00	0.00	0.09	0.08

Regla de decisión rechazar Ho si  $p < 0.05$

**Conclusión:** Dado que  $p = 0,000 < 0,05$  entonces rechazar Ho es por lo tanto aceptar H1, es decir La media de la concentración de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural Guayabo, distrito de Pachacamac es mayor respecto al valor referencial del MINSA.

## Objetivo 2

### Evaluación de riesgo a la salud

### Evaluación de la exposición:

### Factor de exposición

Para esta ecuación se calcula multiplicando el número de días de exposición al año por el número de años de exposición y se divide por el número de años de exposición.<sup>39</sup>

**Tabla 15. Resultado del factor de exposición**

$$FE = \frac{360 \times 70}{360 \times 70} = 1$$

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 16. Resultados de la Dosis de Exposición estimada.**

**En adultos**

$$DEE: \frac{0.095 \text{ mg/L} \times 2 \text{ L} \times 1}{70.00 \text{ kg}} = 0,002714 \text{ mg/kg/L}$$

**En niños entre 4 a 8 años.**<sup>37</sup>

### **Cociente de Peligrosidad**

**Fuente:** Elaboración propia

### **Hipótesis de investigación 2**

#### **Cociente de Peligro**

Se calcula dividiendo la dosis de exposición estimada sobre la dosis de referencia del plomo que es 0.006 mg/Kg/día según la FDA (1997).

**Tabla 17. Resultados de Cociente de Peligrosidad**

En los adultos:
Cociente de peligro (HQ) = $\frac{0,002714 \text{ mg/kg/L}}{0,006 \text{ mg/kg/día}} = 0,452$
En los niños

**Fuente:** Elaboración propia

Dado que el cociente HQ es menor a 1 en adultos, se puede asegurar que no hay probabilidad de que se presenten efectos adversos y el riesgo puede considerarse relevante. En el caso de los niños que el cociente HQ es mayor a 1 por consiguiente se supera el umbral de exposición existe la probabilidad de que se presenten efectos adversos.

## **IV. DISCUSION**

### **4.1. Discusiones**

En cuanto a la concentración de plomo, se observa en la **tabla numero 7**, a través del análisis estadístico en esta tesis Evaluación de riesgo toxicológico de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural “Guayabo”, en la que se obtuvo una concentración promedio de plomo en agua de es 0,095 mg/L, con un valor mínimo de 0.070 mg/L y el valor máximo es de 0.113 mg/L, que superan los valores límites permitidos tanto como la Organización Mundial de la Salud que tiene como valor referencial del plomo 0,01 mg/L y para el MINSA a través de su Reglamento de la calidad de agua para consumo humano cuyo límite máximo permisible de parámetro para el plomo es de  $> 0,010 \text{ mg Pb L}^{-1}$  equivalente a 0,01 mg/L ,concordando con la Tesis de Afan y Flores.(2018) que obtuvieron un promedio de 0,0564 mg/L con un valor mínimo de 0,0336 mg/L y el valor máximo de 0,0791 mg/L, valores que sobrepasaron los límites permisibles dados por la DIGESA (0,010 mg/L).<sup>33</sup>

En cuanto a la concentración promedio de plomo en la **tabla número 9** a través del análisis estadístico en esta tesis Evaluación de riesgo toxicológico de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural “Guayabo” se obtuvo una concentración promedio de plomo en agua de 0,095 mg/L que sobrepasa los Valores Límites Permisibles por el MINSA con su Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano cuyo Límite Máximo Permisible de parámetro para el plomo es de  $> 0,010 \text{ mg Pb L}^{-1}$  equivalente a 0,01 mg/L ,comparrando con la Tesis de Carmona (2018) quien obtuvo una concentración promedio de plomo de 0,0046 mg/L ,no superando los Valores Límites Permisibles dados por el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano que busca garantizar la calidad de agua para consumo y evitar futuras enfermedades en adultos y sobre todo en niños.<sup>31</sup>

En lo que respecta a dosis de exposición hallada **observamos en la tabla numero 12**, ya calculando la dosis de exposición obtuvimos como resultados 0,002714mg/kg/L en adultos y 0,0095 mg/Kg/L en niños al ver el resultado para niños se puede estimar que ellos estarían más expuestos a presentar efectos adversos, coincidiendo con González (2016) quien en la tesis determinación de arsénico y plomo en agua de pozos y estimación de riesgo a la salud en una

población del municipio de Guanajuato realizó el cálculo de dosis de exposición en donde el plomo obtuvo un valor mínimo de 0,0012 mg/Kg/día y la mayor fue de 0,0174 mg/Kg/día, quiere decir que el plomo tiene un índice de peligro alto lo que significaría un riesgo para la salud, también en la tesis de Ynocente (2018) ,Evaluación de riesgo toxicológico en personas expuestas a suelos con plomo y Cadmio en los alrededores del parque nacional Infantas en Lima-Perú en cuanto a los resultados de plomo en suelo se calculo el valor de 0,000036 mg/Kg/día en adultos y 0,00062996 mg/kg/día en niños evidenciando que los niños están más expuestos a una mayor dosis de exposición con los efectos adversos que mas afectarían su salud.<sup>29 31</sup>

## **4.2. Conclusiones**

- ❖ Existe riesgo toxicológico y alta concentración de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural “Guayabo”, distrito de Pachacamac

- ❖ La concentración de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural “Guayabo”, distrito de Pachacamac oscila entre 0.070mg/L y 0.113mg/L. siendo la media de 0,095 mg/L  $\pm$ 0.014 mg/L.
- ❖ Existe riesgo toxicológico en niños ya que el cociente de peligro es 1,583 (HQ> 1), al consumir el agua del centro poblado rural Guayabo.

#### **4.3. Recomendaciones**

- ❖ Seguir realizando mas estudios de investigación acerca de metales pesados en pueblos de todo el Perú, incluyendo muestras de plomo en sangre.
- ❖ Realizar más estudios utilizando la metodología de evaluación de riesgos a la salud acerca de otros metales pesados que estuvieran contaminando

el medio ambiente como en el agua, aire, suelo y que probablemente estarían causando un riesgo a la salud.

- ❖ Hacer un seguimiento a los pobladores de este lugar sobre todo a los niños para saber si se presentan efectos adversos en su salud en el futuro
- ❖ Realizar charlas dinámicas, informativas y participativas

## **CITAS Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Manahan E .Introducción a la química ambiental. [internet]. Mexico,D.F. Editorial Reverte.2007 [Citado 19 de Julio 2019].Disponible <http://blog.utp.edu.co/lilianabueno/files/2015/08/Introduccion-a-la-Quimica-Ambiental-S.-E.-Manahan2.pdf>
2. Martin O, Carroquino M, Ordoñez J, Moya J. La Evaluación de riesgos en salud. Guía metodológica de Evaluación de riesgos en salud por exposición a químicos, 2016 [Internet]. Madrid: Sociedad Española de sanidad ambiental y

Escuela Andaluza de Salud pública; 2016 [citado el 11 de mayo de 2020]. Disponible en: [https://www.diba.cat/documents/467843/96195101/Evaluacion\\_riesgos\\_salud\\_Guia\\_metodologica.pdf/37481f80-8641-4a42-a647-eb7f24808d33](https://www.diba.cat/documents/467843/96195101/Evaluacion_riesgos_salud_Guia_metodologica.pdf/37481f80-8641-4a42-a647-eb7f24808d33)

3. DiBartolomeis M. Evaluación del riesgo a la salud. En: Martínez M. Diagnostico y tratamiento en medicina laboral y ambiental. México D.F. Editorial El manual moderno, S.A. DE C.V.2007.p.836
4. Agencia de sustancias toxicas y el Registro de Enfermedades. Evaluación toxicológica. [Internet].Lima: ATSDR; 2008. [citado el 20 de enero del 2020]. Disponible en : [https://www.atsdr.cdc.gov/es/training/pha\\_professional2/module3/sv2.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/training/pha_professional2/module3/sv2.html)
5. Organización mundial de salud.[Internet].Ginebra: OMS;2019 [Citado el 25 de Marzo 2019].Disponible en <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>
6. Ize-Lema I .Evaluación del riesgo por sustancias toxicas Mexico: Gaceta Ecológica. Instituto nacional de Ecología [Internet].2003.[Citado 17 de Enero 2019]; 69:pp. 45-56Disponible <https://www.redalyc.org/pdf/539/53906903.pdf>
7. Sogorb M. Estévez J. Vilanova E. Casos prácticos de evaluación de riesgo toxicológico y ecotoxicológico. [Internet].Departamento de Biología Aplicada. Área de toxicología. Universidad Miguel Hernández de Elche; 2018 [citado el 04 de setiembre de 2020]. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=QihyDwAAQBAJ&pg=PP8&lpg=PP8&dq=riesgo+toxicologico+de+plomo+en+agua&source=bl&ots=bWTRQGmDn5&sig=ACfU3U3s9b3ndCsNbKdQ-vxPKp4UhSKrkw&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi9u\\_jpjpLrAhXYCrkGHabTCjoQ6AEwC3oECAkQAQ#v=onepage&q=riesgo%20toxicologico%20de%20plomo%20en%20agua&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=QihyDwAAQBAJ&pg=PP8&lpg=PP8&dq=riesgo+toxicologico+de+plomo+en+agua&source=bl&ots=bWTRQGmDn5&sig=ACfU3U3s9b3ndCsNbKdQ-vxPKp4UhSKrkw&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi9u_jpjpLrAhXYCrkGHabTCjoQ6AEwC3oECAkQAQ#v=onepage&q=riesgo%20toxicologico%20de%20plomo%20en%20agua&f=false)

8. Nordberg G. Capitulo 63 Metales: Propiedades químicas y toxicidad. En: Nordberg G. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. [Internet]. Instituto Nacional de Seguridad e higiene en el trabajo; 2012. [citado el 03 de setiembre de 2020]. p.63(39-44). disponible en : <https://www.insst.es/documents/94886/162520/Cap%C3%ADtulo+63.+Metales+propiedades+qu%C3%ADmicas+y+toxicidad>
9. Organización mundial de la salud. Guías para la calidad del agua de consumo humano. 2018. [Internet]. Ginebra: OMS; 2018 [Citado el 1 de setiembre del 2020]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1>
10. Baird C, Cann M. La Contaminación y la purificación del agua. En: Baird C, Cann M. Química Ambiental. Barcelona. Editorial Reverte. 2014. p.455-518
11. Lamban Jiménez L. Aguas Subterráneas Madrid: Instituto Geológico y minero de España. Los libros de la Catarata; 2013.
12. Agencia de sustancias tóxicas y el Registro de Enfermedades .Resumen de salud pública de plomo. [Internet]. Atlanta: ATSDR; 2007 [Citado el 12 de Enero 2020]. Disponible en [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs13.pdf](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs13.pdf)
13. Organización mundial de la salud. Herramientas de Evaluación de riesgos para la salud humana de la OMS: Programas Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas. 2019. [Internet]. Ginebra: OMS; 2019 [citado el 16 de Setiembre del 2020]. Disponible en : [https://www.who.int/ipcs/assessment/public\\_health/lead/es/](https://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/lead/es/)
14. Padilla.A, Rodríguez.N, Martínez.A. Protocolos de vigilancia sanitaria: Plomo. Comisión de Salud pública. 1999. [Citado el 31 de Julio 2019]. Disponible <https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/plomo.pdf>

15. Poma P. Revisión: Intoxicación de plomo en humanos. An Fac Med. [Internet]. 2008 [citado el 22 de agosto de 2020]; 69(2):pp.120-126. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/afm/v69n2/a11v69n2.pdf>
16. Ramírez A. El cuadro clínico de la intoxicación ocupacional por plomo. An Fac Med [Internet]. 2005 [Citado el 1 de julio de 2020]; 66(1):p.57-70. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/afm/v66n1/a09v66n1.pdf>
17. Nordberg G. Metales: Propiedades Químicas y Toxicidad. En: Stellman J. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo [Internet]. Tomo II .Ginebra. Chantal Dufresne, Ba.1998. [Citado el 15 de junio de 2020].p.63.1 - 63.5. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/162520/Cap%C3%ADtulo+63.+Metales+propiedades+qu%C3%ADmicas+y+toxicidad>
18. Moran I, Baldira J, Marruecos L, Nogue A. Toxicología clínica. [Internet]. Difusión jurídica y temas de actualidad.2011.[citado el 01 de setiembre del 2020].Disponible en: [http://www.fetoc.es/asistencia/Toxicologia\\_clinica\\_libro.pdf](http://www.fetoc.es/asistencia/Toxicologia_clinica_libro.pdf)
19. Ministerio de salud .Reglamento de la calidad de agua para consumo humano, 2011. [Internet]. Lima: Dirección General de Salud ambiental, MINSA; 2011. [Citado el 30 de agosto de 2020].Disponible en: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento\\_Calidad\\_Agua.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf)
20. Robles C, Chávez D, Gonzales J. Evaluación de la contaminación del agua subterránea por metales pesados en un acuífero somero. Revista de simulación y laboratorio. [internet]. 2016.Vol 3.Nº6. [Citado el 25 de Julio 2019].Disponible en: [http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Simulacion\\_](http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Simulacion_)

y\_Laboratorio/vol3num6/Revista\_de\_Simulacion\_y\_Laboratorio\_V3\_N6\_3.pdf

21. Tello Atiencia M. Evaluación del Riesgo Toxicológico de plomo y cadmio en suelos del entorno del Parque Industrial de la ciudad de la Cuenca. [Tesis].Cuenca: Facultad de ciencias químicas. Universidad Estatal de Cuenca; 2015. Disponible en:  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/22973/1/TESIS%20TOXICOLOG%20C3%83%2012.pdf>
22. Jurgens B, Parkhurst D, Belitz K. Evaluación del potencial de solubilidad de plomo en aguas no tratadas de Estados Unidos. Environ S T. Estados Unidos.2019.[Citado 17 de Enero 2019].Disponible <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.est.8b04475>
23. Gonzales Rodríguez B. Determinación de arsénico y plomo en agua de Pozos y estimación de riesgo en salud en una población del municipio de San Diego de la Unión Guanajuato [tesis].San Luis de Potosí: Facultad de Enfermería y nutrición. Universidad Autónoma de San Luis de Potosí; 2016.Disponible en:  
[https://ninive.uaslp.mx/xmlui/bitstream/handle/i/4109/GRB\\_MSP\\_2016.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://ninive.uaslp.mx/xmlui/bitstream/handle/i/4109/GRB_MSP_2016.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
24. González V, Valle S, Nirchio M, Olivero J, Tejeda L, Valdelamar J, et. Evaluación del riesgo de contaminación por metales pesados (Hg y Pb) en sedimentos marinos del Estero Huayla, Puerto Bolívar, Ecuador. Rev. del instituto de investigación FIGMMG Y UNMSM.[Internet].2018.[citado el 15 de agosto de 2018];21(41):75-82.Disponible en :  
[file:///C:/Users/Ana/Downloads/14995-Texto%20del%20art%C3%ADculo-51540-3-10-20180808%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Ana/Downloads/14995-Texto%20del%20art%C3%ADculo-51540-3-10-20180808%20(1).pdf)
25. Carmona Castillo K. Determinación de plomo y Dureza cálcica en agua para el consumo humano de Caja de Agua –San Juan de Lurigancho; [Tesis de Licenciatura] .Lima: Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad

Privada Norbert Wiener, 2018.[Citado 28 de Marzo 2019].Disponible <http://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/123456789/1657>

26. Ynocente La Valle C, Olórtegui Cristóbal D. Evaluación de Riesgo Toxicológico en personas expuestas a suelos con plomo (Pb) y Cadmio (Cd) en los alrededores del Parque Industrial Infantas en Lima- Perú; [Tesis de segunda especialidad].Lima, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad nacional Mayor de San marcos; 2018 [Citado 07 diciembre 2019].Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/10050>
27. Afan K, Flores V. Determinación por absorción atómica de plomo y arsénico en agua potable de viviendas del distrito Hualgayoc, Cajamarca; [Tesis de Licenciatura]. Lima: Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Privada" Norbert Wiener"; 2018 [Citado 30 de Marzo2019]. Disponible <http://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/123456789/1854>
28. LLahuilla Quea J. Evaluación de la concentración de plomo y cadmio en lápices para niñas, expendidos en el mercado de lima. [Tesis de segunda especialidad]. Lima: Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2017.Disponible en: [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/6744/LLahuilla\\_qj.pdf?sequence=2&isAllowed=y](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/6744/LLahuilla_qj.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
29. Meza Poma M. Determinación de plomo y arsénico por absorción atómica en aguas de rio para consumo humano provenientes de caños y reservorio en el anexo de Huancapuquio, distrito de Chocos provincia de Yauyos.2017.[Tesis de Licenciatura ]. Lima: Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad privada Norbert Wiener.2018.Disponible en: <http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1789/TITULO%20%20Meza%20Poma%2c%20Milagros%20Zenobia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
30. Martin-Olmedo P, Carroquino-Saltó MJ, Ordoñez-Iriarte JM, Moya J. La Evaluación de Riesgos en Salud. Guía Metodología. Aplicaciones prácticas de la metodología de Evaluación de riesgos en salud por exposición a

químicos [Internet]. Madrid. Sociedad Española de Sanidad Ambiental y Escuela Andaluza de Salud Pública. Serie “*De aeribus, aquis et locis*” n° 3. 2016. [citado el 01 de julio de 2020]. Disponible en: [file:///C:/Users/Ana/Downloads/LAEVALUACIONDERIESGOSENSALUD.Fin%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Ana/Downloads/LAEVALUACIONDERIESGOSENSALUD.Fin%20(1).pdf)

31. Hernández R, Fernández C, Baptista M. Metodología de la investigación [Internet]. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES S.A.DE C.V; 2014 [citado el 07 de setiembre de 2020]. Disponible en: [https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia\\_de\\_la\\_investigacion\\_-\\_roberto\\_hernandez\\_sampieri.pdf](https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf)
32. Mañay N, Clavijo G, Díaz L. Metodologías Analíticas para la determinación y especiación de Arsénico en aguas y suelos [Internet]. M.I.Litter, M.I.Armienta, M.I.Farías, ed; 2009 [ citado el 30 de junio de 2020]. Disponible en: <http://riqim.fq.edu.uy/archive/files/02ba23e6cc083af03bfc55ac63a98a0c.pdf>
33. Pérez C. Técnicas de muestreo [Internet].Ibergarceta Publicaciones; 2010 [citado el 09 de agosto de 2019]. Disponible en: <https://es.pdfdrive.com/t%C3%A9cnicas-de-muestreo-estad%C3%ADstico-e158133081.html>
34. Piscoya J.Principios éticos de la investigación biomédica. Rev Soc Peru. Med Interna. [Internet]. 2018 [citado el 29 de julio de 2020]; 31(4): 159-164. Disponible en: <http://revistamedicinainterna.net/index.php/spmi/article/view/10/>



## **ANEXOS**

## ANEXO A MATRIZ DE CONSISTENCIA

Planteamiento de Problema	Objetivos	Hipótesis	Justificación	Variables	Tipos de variables	Metodología
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿Existe riesgo toxicológico de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural “Guayabo”, distrito de Pachacamac?</p> <p><b>Problemas específicos</b></p> <p>¿Cuál es la concentración de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural “Guayabo”, distrito de Pachacamac.?</p> <p>¿Cuál es la caracterización del riesgo toxicológico de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural “Guayabo”, distrito de Pachacamac.?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Evaluar el riesgo toxicológico de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural “Guayabo”, distrito de Pachacamac</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>Determinar la concentración de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural “Guayabo”, distrito de Pachacamac</p> <p>Caracterizar el riesgo toxicológico de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural “Guayabo”, distrito de Pachacamac.</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p><b>Hipótesis de Investigación (H<sub>1</sub>)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Existe riesgo toxicológico y alta concentración de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural “Guayabo”, distrito de Pachacamac</li> </ul> <p><b>Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No Existe riesgo toxicológico y alta concentración de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural Guayabo, distrito de Pachacamac</li> </ul> <p><b>Hipótesis específicos</b></p> <p><b>Hipótesis específicos 1</b></p> <p><b>Hipótesis de Investigación (H<sub>1</sub>)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Existe alta concentración de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural Guayabo, distrito de Pachacamac</li> </ul> <p><b>Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>)</b></p>	<p>El consumo de agua en altas concentraciones de plomo causa varios problemas de salud graves sobre todo en los niños, al cerebro y al sistema nervioso .<sup>3</sup></p> <p>Esta tesis aporta en conocer si existe riesgo toxicológico en tal medida que pueda dañar la salud de las personas y así proponer medidas y estrategias como fomentar</p>	<p><b>Variables Dependiente</b></p> <p>Riesgo toxicológico</p> <p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Concentración de plomo</p>	<p>cuantitativa</p> <p>nominal</p>	<p>Se utilizó el método de Evaluación de riesgos</p> <p>Se utilizó el método de espectrofotometría de absorción atómica con horno grafito.</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- No existe alta concentración de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural Guayabo, distrito de Pachacamac</li> </ul> <p><b>Hipótesis específicos 2</b></p> <p><b>Hipótesis de Investigación (H<sub>1</sub>)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Existe riesgo toxicológico de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural Guayabo, distrito de Pachacamac</li> </ul> <p><b>Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Existe riesgo toxicológico de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural Guayabo, distrito de Pachacamac</li> </ul>	la capacitación constante de la población			
--	--	---	---	--	--	--



**ANEXO C.**

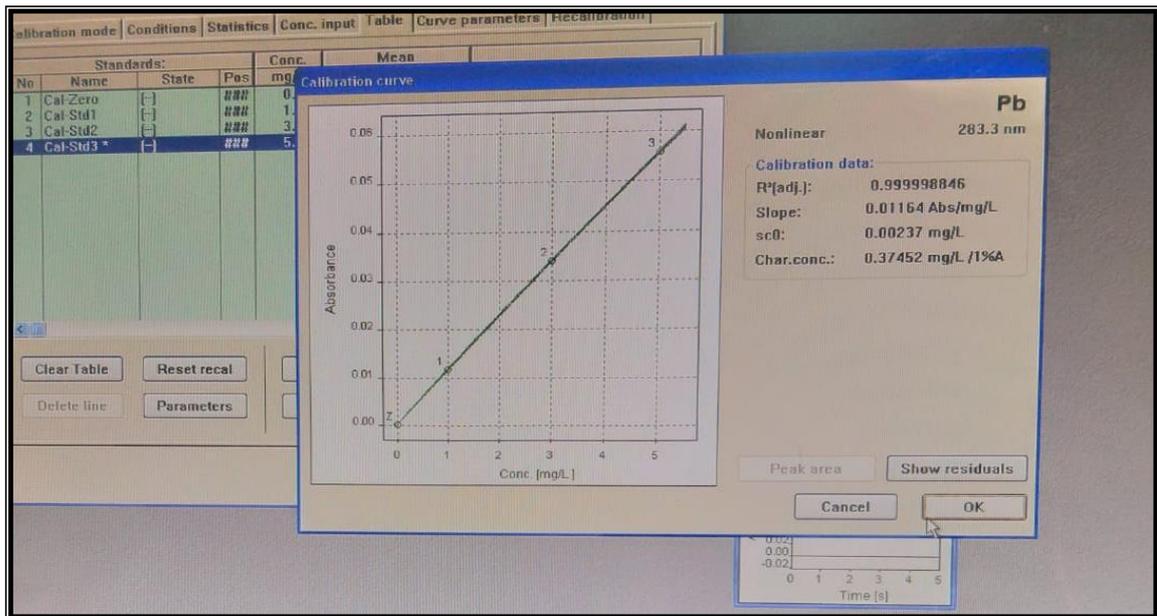
**Imágenes de la entrada al Centro Poblado Rural “Guayabo”.**



**Recolectando la muestra de agua en las viviendas en el Centro Poblado Rural “Guayabo”.**

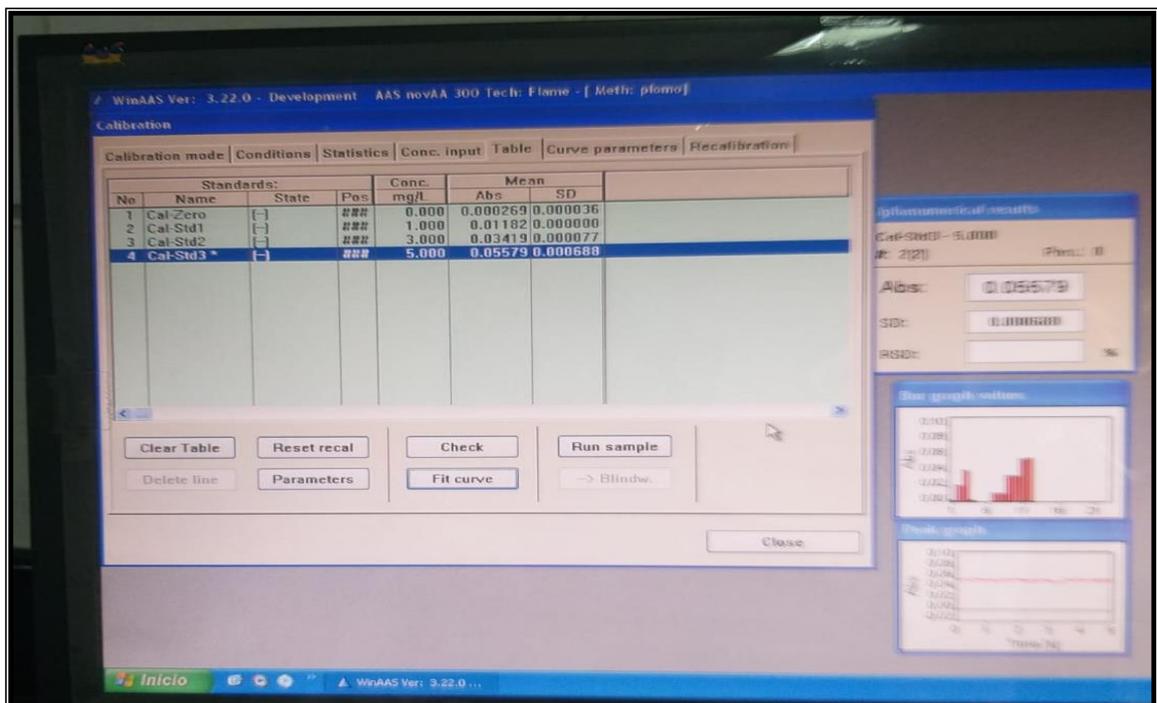


**Curva de Calibración para el plomo**



**Fuente:** Laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

### Lectura de Absorbancias para determinar plomo



**Fuente:** Laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego de la Universidad Nacional Agraria La Molina

**En el laboratorio con el Espectrofotómetro de absorción Atómico**

**Fuente:** Laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego de la Universidad Nacional Agraria La Molina



**En el Puesto de Salud Guayabo con la Dra. María Paula Cateriano.**



## ANEXO D. Puntos de muestreo



Fuente:  
Mapa  
Satelital El  
Guayabo-  
Pachacamac

# ANEXO E. Resultados emitidos por la Universidad Nacional Agraria La Molina



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH**  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe



Nº 004723

## ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA

Código Lab. N° 4495

**SOLICITANTE** : ANA ISABEL PERÉZ MARAVÍ  
**PROYECTO** : PLOMO EN AGUA DE POZO PARA EL CONSUMO DE POBLADORES DEL CENTRO POBLADO RURAL EL GUAYABO, DISTRITO DE PACHACAMAC. OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019  
**PROCEDENCIA** : Mz. C, Lote 9, Av. Los Incas, Centro Poblado Rural - El Guayabo - Pachacamac  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 18 de noviembre de 2019

N° LABORATORIO	4723
N° DE CAMPO	M - 1
Plomo mg/L	0.072

Eusebio Ingot Blanco, PhD.  
JEFE DE LABORATORIO





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH**  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe



**Nº 004724**

**ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO  
DE AGUA**

Código Lab. N° 4496

**SOLICITANTE** : ANA ISABEL PERÉZ MARAVÍ  
**PROYECTO** : PLOMO EN AGUA DE POZO PARA EL CONSUMO DE POBLADORES DEL CENTRO POBLADO RURAL EL GUAYABO, DISTRITO DE PACHACAMAC. OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019  
**PROCEDENCIA** : Mz.B, Lote 2, Av. Los Incas, Centro Poblado Rural - El Guayabo - Pachacamac  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 18 de noviembre de 2019

N° LABORATORIO	4724
N° DE CAMPO	M - 2
Plomo mg/L	0.070

Eusebio Ingol Blanco, PhD.  
JEFE DE LABORATORIO





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH**  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**

Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe



**Nº 004725**

**ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO**  
**DE AGUA**

Código Lab. N° 4497

**SOLICITANTE** : ANA ISABEL PERÉZ MARAVÍ  
**PROYECTO** : PLOMO EN AGUA DE POZO PARA EL CONSUMO DE POBLADORES DEL CENTRO POBLADO RURAL EL GUAYABO, DISTRITO DE PACHACAMAC. OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019  
**PROCEDENCIA** : Mz.L. Lote 4, Av. Los Incas, Centro Poblado Rural - El Guayabo - Pachacamac  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 18 de noviembre de 2019

N° LABORATORIO	4725
N° DE CAMPO	M - 3
Plomo mg/L	0.074

Eusebio Ingoi Blanco, PhD.  
JEFE DE LABORATORIO





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH**  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe



**Nº 004726**

## ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA

Código Lab. N° 4498

**SOLICITANTE** : ANA ISABEL PERÉZ MARAVÍ  
**PROYECTO** : PLOMO EN AGUA DE POZO PARA EL CONSUMO DE POBLADORES DEL CENTRO POBLADO RURAL EL GUAYABO, DISTRITO DE PACHACAMAC. OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019  
**PROCEDENCIA** : Mz.D, Lote 8, Av. Los Incas, Centro Poblado Rural - El Guayabo - Pachacamac  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 18 de noviembre de 2019

N° LABORATORIO	4726
N° DE CAMPO	M - 4
Plomo mg/L	0.076

Eusebio Ingol Blanco, PhD.  
JEFE DE LABORATORIO





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH**

**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**

Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe



**Nº 004727**

## ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA

Código Lab. N° 4499

**SOLICITANTE** : ANA ISABEL PERÉZ MARAVÍ  
**PROYECTO** : PLOMO EN AGUA DE POZO PARA EL CONSUMO DE POBLADORES DEL CENTRO POBLADO RURAL EL GUAYABO, DISTRITO DE PACHACAMAC, OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019  
**PROCEDENCIA** : Mz.E, Lote 1, Av. Los Incas, Centro Poblado Rural - El Guayabo - Pachacamac  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 18 de noviembre de 2019

N° LABORATORIO	4727
N° DE CAMPO	M - 5
Plomo mg/L	0.076

Eusebio Ingo Blanco, PhD.  
JEFE DE LABORATORIO





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH**  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe



**Nº 004728**

## ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA

Código Lab. N° 4500

**SOLICITANTE** : ANA ISABEL PERÉZ MARAVÍ  
**PROYECTO** : PLOMO EN AGUA DE POZO PARA EL CONSUMO DE POBLADORES DEL CENTRO POBLADO RURAL EL GUAYABO, DISTRITO DE PACHACAMAC. OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019  
**PROCEDENCIA** : Mz. P, Lote 1, Av. Los Amancaes, Centro Poblado Rural - El Guayabo - Pachacamac  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 18 de noviembre de 2019

N° LABORATORIO	4728
N° DE CAMPO	M - 6
Plomo mg/L	0.082

Eusebio Ingo Blanco, PhD.  
JEFE DE LABORATORIO





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
 Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe



**Nº 004729**

**ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO  
 DE AGUA**

Código Lab. N° 4501

**SOLICITANTE** : ANA ISABEL PERÉZ MARAVÍ  
**PROYECTO** : PLOMO EN AGUA DE POZO PARA EL CONSUMO DE POBLADORES DEL CENTRO POBLADO RURAL EL GUAYABO, DISTRITO DE PACHACAMAC. OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019  
**PROCEDENCIA** : Mz. K, Lote 10, Av. Los Amancaes, Centro Poblado Rural - El Guayabo - Pachacamac  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 18 de noviembre de 2019

N° LABORATORIO	4729
N° DE CAMPO	M - 7
Plomo mg/L	0.084

Eusebio Ingol Blanco, PhD.  
 JEFE DE LABORATORIO





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH**  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe



**Nº 004730**

## ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA

Código Lab. N° 4502

**SOLICITANTE** : ANA ISABEL PERÉZ MARAVÍ  
**PROYECTO** : PLOMO EN AGUA DE POZO PARA EL CONSUMO DE POBLADORES DEL CENTRO POBLADO RURAL EL GUAYABO, DISTRITO DE PACHACAMAC, OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019  
**PROCEDENCIA** : Mz. K, Lote 9, Av. Los Amancaes, Centro Poblado Rural - El Guayabo - Pachacamac  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 18 de noviembre de 2019

Nº LABORATORIO	4730
Nº DE CAMPO	M - 8
Plomo mg/L	0.086

Eusebio Ingo Blanco, PhD.  
JEFE DE LABORATORIO





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH**  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**

Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe



**Nº 004731**

**ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO  
DE AGUA**

Código Lab. N° 4503

**SOLICITANTE** : ANA ISABEL PERÉZ MARAVÍ  
**PROYECTO** : PLOMO EN AGUA DE POZO PARA EL CONSUMO DE POBLADORES DEL CENTRO POBLADO RURAL EL GUAYABO, DISTRITO DE PACHACAMAC, OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019  
**PROCEDENCIA** : Mz. O. Lote 6, Av. Los Amancaes, Centro Poblado Rural - El Guayabo - Pachacamac  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 18 de noviembre de 2019

N° LABORATORIO	4731
N° DE CAMPO	M - 9
Plomo mg/L	0.090

Eusebio Ingol Blanco, PhD.  
JEFE DE LABORATORIO





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH**  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe



**Nº 004732**

## ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA

Código Lab. N° 4504

**SOLICITANTE** : ANA ISABEL PERÉZ MARAVÍ  
**PROYECTO** : PLOMO EN AGUA DE POZO PARA EL CONSUMO DE POBLADORES DEL CENTRO POBLADO RURAL EL GUAYABO, DISTRITO DE PACHACAMAC, OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019  
**PROCEDENCIA** : Mz. O, Lote 3, Av. Los Amancaes, Centro Poblado Rural - El Guayabo - Pachacamac  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 18 de noviembre de 2019

N° LABORATORIO	4732
N° DE CAMPO	M - 10
Plomo mg/L	0.095

Eusebio Ingol Blanco, PhD.  
JEFE DE LABORATORIO





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH**  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fla@lamolina.edu.pe



**Nº 004733**

## ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA

Código Lab. N° 4505

**SOLICITANTE** : ANA ISABEL PERÉZ MARAVÍ  
**PROYECTO** : PLOMO EN AGUA DE POZO PARA EL CONSUMO DE POBLADORES DEL CENTRO POBLADO RURAL EL GUAYABO, DISTRITO DE PACHACAMAC, OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019  
**PROCEDENCIA** : Mz. N, Lote 4, Av. Los Amancaes, Centro Poblado Rural - El Guayabo - Pachacamac  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 18 de noviembre de 2019

N° LABORATORIO	4733
N° DE CAMPO	M - 11
Plomo mg/L	0.095

Eusebio Ingo Blanco, PhD.  
JEFE DE LABORATORIO





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
 LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO  
 Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe



**Nº 004734**

**ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO  
 DE AGUA**

Código Lab. N° 4506

**SOLICITANTE** : ANA ISABEL PERÉZ MARAVÍ  
**PROYECTO** : PLOMO EN AGUA DE POZO PARA EL CONSUMO DE POBLADORES DEL CENTRO POBLADO RURAL EL GUAYABO, DISTRITO DE PACHACAMAC, OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019  
**PROCEDENCIA** : Mz. V, Lote 1, Av. Lima, Centro Poblado Rural - El Guayabo - Pachacamac  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 18 de noviembre de 2019

N° LABORATORIO	4734
N° DE CAMPO	M - 12
Plomo mg/L	0.098

Eusebio Ingol Blanco, PhD.  
 JEFE DE LABORATORIO





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
 LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO  
 Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fla@lamolina.edu.pe



**Nº 004735**

**ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO  
 DE AGUA**

Código Lab. N° 4507

**SOLICITANTE** : ANA ISABEL PERÉZ MARAVÍ  
**PROYECTO** : PLOMO EN AGUA DE POZO PARA EL CONSUMO DE POBLADORES DEL CENTRO POBLADO RURAL EL GUAYABO, DISTRITO DE PACHACAMAC, OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019  
**PROCEDENCIA** : Mz. W, Lote 2, Av. Lima, Centro Poblado Rural - El Guayabo - Pachacamac  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 18 de noviembre de 2019

N° LABORATORIO	4735
N° DE CAMPO	M - 13
Plomo mg/L	0.098

Eusebio Ingol Blanco, PhD.  
 JEFE DE LABORATORIO





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
 Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe



**Nº 004736**

**ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO  
 DE AGUA**

Código Lab. N° 4508

**SOLICITANTE** : ANA ISABEL PERÉZ MARAVÍ  
**PROYECTO** : PLOMO EN AGUA DE POZO PARA EL CONSUMO DE POBLADORES DEL CENTRO POBLADO RURAL EL GUAYABO, DISTRITO DE PACHACAMAC, OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019  
**PROCEDENCIA** : Mz. T, Loté 8, Av. Lima, Centro Poblado Rural - El Guayabo - Pachacamac  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 18 de noviembre de 2019

N° LABORATORIO	4736
N° DE CAMPO	M - 14
Plomo mg/L	0.099

Eusebio Ingol Blanco, PhD.  
 JEFE DE LABORATORIO





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH**  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe



**Nº 004737**

## ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA

Código Lab. N° 4509

**SOLICITANTE** : ANA ISABEL PERÉZ MARAVÍ  
**PROYECTO** : PLOMO EN AGUA DE POZO PARA EL CONSUMO DE POBLADORES DEL CENTRO POBLADO RURAL EL GUAYABO, DISTRITO DE PACHACAMAC, OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019  
**PROCEDENCIA** : Mz. T, Lote 6, Av. Lima, Centro Poblado Rural - El Guayabo - Pachacamac  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 18 de noviembre de 2019

N° LABORATORIO	4737
N° DE CAMPO	M - 15
Plomo mg/L	0.102

Eusebio Ingol Blanco, PhD.  
JEFE DE LABORATORIO





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
 Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe



**Nº 004738**

**ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO  
 DE AGUA**

Código Lab. N° 4510

**SOLICITANTE** : ANA ISABEL PERÉZ MARAVÍ  
**PROYECTO** : PLOMO EN AGUA DE POZO PARA EL CONSUMO DE POBLADORES DEL CENTRO POBLADO RURAL EL GUAYABO, DISTRITO DE PACHACAMAC, OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019  
**PROCEDENCIA** : Mz. X, Lote 13, Calle 2, Centro Poblado Rural - El Guayabo - Pachacamac  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 18 de noviembre de 2019

N° LABORATORIO	4738
N° DE CAMPO	M - 16
Plomo mg/L	0.103

Eusebio Ingol Blanco, PhD.  
 JEFE DE LABORATORIO





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH**  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe



**Nº 004739**

## ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA

Código Lab. N° 4511

**SOLICITANTE** : ANA ISABEL PERÉZ MARAVÍ  
**PROYECTO** : PLOMO EN AGUA DE POZO PARA EL CONSUMO DE POBLADORES DEL CENTRO POBLADO RURAL EL GUAYABO, DISTRITO DE PACHACAMAC, OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019  
**PROCEDENCIA** : Mz. Ñ, Lote 7, Calle 2, Centro Poblado Rural - El Guayabo - Pachacamac  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 18 de noviembre de 2019

N° LABORATORIO	4739
N° DE CAMPO	M - 17
Plomo mg/L	0.105

Eusebio Ingo Blanco, PhD.  
JEFE DE LABORATORIO





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH**  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe



Nº 004740

## ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA

Código Lab. N° 4512

**SOLICITANTE** : ANA ISABEL PERÉZ MARAVÍ  
**PROYECTO** : PLOMO EN AGUA DE POZO PARA EL CONSUMO DE POBLADORES DEL CENTRO POBLADO RURAL EL GUAYABO, DISTRITO DE PACHACAMAC, OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019  
**PROCEDENCIA** : Mz. N, Lote 2, Av. San Juan, Centro Poblado Rural - El Guayabo - Pachacamac  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 18 de noviembre de 2019

N° LABORATORIO	4740
N° DE CAMPO	M - 18
Plomo mg/L	0.105

Eusebio Ingol Blanco, PhD.  
JEFE DE LABORATORIO





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
 LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO  
 Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fla@lamolina.edu.pe



**Nº 004741**

**ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO  
 DE AGUA**

Código Lab. N° 4513

**SOLICITANTE** : ANA ISABEL PERÉZ MARAVÍ  
**PROYECTO** : PLOMO EN AGUA DE POZO PARA EL CONSUMO DE POBLADORES DEL CENTRO POBLADO RURAL EL GUAYABO, DISTRITO DE PACHACAMAC, OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019  
**PROCEDENCIA** : Mz. Ñ, Lote 8, Av. San Juan, Centro Poblado Rural - El Guayabo - Pachacamac  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 18 de noviembre de 2019

N° LABORATORIO	4741
N° DE CAMPO	M - 19
Plomo mg/L	0.105

Eusebio Ingo Blanco, PhD.  
 JEFE DE LABORATORIO





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH**  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fla@lamolina.edu.pe



**Nº 004742**

## ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA

Código Lab. N° 4514

**SOLICITANTE** : ANA ISABEL PERÉZ MARAVÍ  
**PROYECTO** : PLOMO EN AGUA DE POZO PARA EL CONSUMO DE POBLADORES DEL CENTRO POBLADO RURAL EL GUAYABO, DISTRITO DE PACHACAMAC, OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019  
**PROCEDENCIA** : Mz. S, Lote 1, Av. San Juan, Centro Poblado Rural - El Guayabo - Pachacamac  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 18 de noviembre de 2019

N° LABORATORIO	4742
N° DE CAMPO	M - 20
Plomo mg/L	0.108
Dureza Calcica mg CaCO <sub>3</sub> /L	378.87

Eusebio Ingo Blanco, PhD.  
JEFE DE LABORATORIO





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH**  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe



**Nº 004743**

## ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA

Código Lab. N° 4515

**SOLICITANTE** : ANA ISABEL PERÉZ MARAVÍ  
**PROYECTO** : PLOMO EN AGUA DE POZO PARA EL CONSUMO DE POBLADORES DEL CENTRO POBLADO RURAL EL GUAYABO, DISTRITO DE PACHACAMAC, OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019  
**PROCEDENCIA** : Mz. S, Lote 8, Av. San Juan, Centro Poblado Rural - El Guayabo - Pachacamac  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 18 de noviembre de 2019

N° LABORATORIO	4743
N° DE CAMPO	M - 21
Plomo mg/L	0.108

Eusebio Ingol Blanco, PhD.  
JEFE DE LABORATORIO





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH**  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe



**Nº 004744**

## ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA

Código Lab. N° 4516

**SOLICITANTE** : ANA ISABEL PERÉZ MARAVÍ  
**PROYECTO** : PLOMO EN AGUA DE POZO PARA EL CONSUMO DE POBLADORES DEL CENTRO POBLADO RURAL EL GUAYABO, DISTRITO DE PACHACAMAC, OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019  
**PROCEDENCIA** : Mz. N, Lote 6, Av. San Juan, Centro Poblado Rural - El Guayabo - Pachacamac  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 18 de noviembre de 2019

N° LABORATORIO	4744
N° DE CAMPO	M - 22
Plomo mg/L	0.111

Eusebio Ingol Blanco, PhD.  
JEFE DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH**  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fla@lamolina.edu.pe



**Nº 004745**

## ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA

Código Lab. N° 4517

**SOLICITANTE** : ANA ISABEL PERÉZ MARAVÍ  
**PROYECTO** : PLOMO EN AGUA DE POZO PARA EL CONSUMO DE POBLADORES DEL CENTRO POBLADO RURAL EL GUAYABO, DISTRITO DE PACHACAMAC. OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019  
**PROCEDENCIA** : Mz. 6, Lote 1, Calle Javier Caceres, Centro Poblado Rural - El Guayabo - Pachacamac  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 18 de noviembre de 2019

N° LABORATORIO	4745
N° DE CAMPO	M - 23
Plomo mg/L	0.113

Eusebio Ingo Blanco, PhD.  
JEFE DE LABORATORIO





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
 Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fla@lamolina.edu.pe



**Nº 004746**

**ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO  
 DE AGUA**

Código Lab. N° 4518

**SOLICITANTE** : ANA ISABEL PERÉZ MARAVÍ  
**PROYECTO** : PLOMO EN AGUA DE POZO PARA EL CONSUMO DE POBLADORES DEL CENTRO POBLADO RURAL EL GUAYABO, DISTRITO DE PACHACAMAC. OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019  
**PROCEDENCIA** : Mz. 6, Lote 13, Calle Javier Caceres, Centro Poblado Rural - El Guayabo - Pachacamac  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 18 de noviembre de 2019

Nº LABORATORIO	4746
Nº DE CAMPO	M - 24
Plomo mg/L	0.112

Eusebio Ingol Blanco, PhD.  
 JEFE DE LABORATORIO





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH**  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe



**Nº 004747**

## ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA

Código Lab. N° 4519

**SOLICITANTE** : ANA ISABEL PERÉZ MARAVÍ  
**PROYECTO** : PLOMO EN AGUA DE POZO PARA EL CONSUMO DE POBLADORES DEL CENTRO POBLADO RURAL EL GUAYABO, DISTRITO DE PACHACAMAC, OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019  
**PROCEDENCIA** : Mz. Z, Lote 14, Av. 22 de diciembre, Centro Poblado Rural - El Guayabo - Pachacamac  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 18 de noviembre de 2019

N° LABORATORIO	4747
N° DE CAMPO	M - 25
Plomo mg/L	0.111

Eusebio Ingol Blanco, PhD.  
JEFE DE LABORATORIO

