

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**Factibilidad de la roca caliza Indidura Calcárea Treviño como removedor de  
Plomo (Pb) en agua potable**

**POR**

**ROSARIO PAOLA BENITEZ REYES**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA**

**OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES**

**TORREÓN, COAHUILA**

**OCTUBRE DE 2015**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Factibilidad de la roca caliza Indidura Calcárea Treviño como  
removedor de Plomo (Pb) en agua potable

POR:

ROSARIO PAOLA BENITEZ REYES

TESIS QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO  
EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

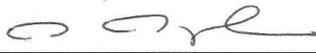
INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

APROBADA POR:

PRESIDENTE:

  
\_\_\_\_\_  
ING. RUBI MUÑOZ SOTO

VOCAL:

  
\_\_\_\_\_  
DR. JOSÉ LUIS REYES CARRILLO

VOCAL:

  
\_\_\_\_\_  
DR. ALFREDO OGAZ

VOCAL SUPLENTE:

  
\_\_\_\_\_  
M.C. MIGUEL ÁNGEL URBIRA MARTÍNEZ

  
\_\_\_\_\_  
M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Octubre de 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Factibilidad de la roca caliza Indidura Calcárea Treviño como  
removedor de Plomo (Pb) en agua potable

POR

ROSARIO PAOLA BENITEZ REYES

TESIS QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR, COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

APROBADA POR:  
COMITÉ PARTICULAR

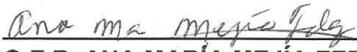
ASESOR PRINCIPAL:

  
\_\_\_\_\_  
ING. RUBI MUÑOZ SOTO

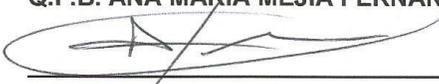
ASESOR

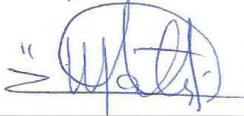
  
\_\_\_\_\_  
DR. JOSÉ LUIS REYES CARRILLO

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
Q.F.B. ANA MARÍA MEJÍA FERNÁNDEZ

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
DR. ALFREDO OGAZ

  
\_\_\_\_\_  
M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Octubre de 2015

## **AGRADECIMIENTOS**

La presente Tesis es un esfuerzo en el cual, directa o indirectamente, participaron varias personas leyendo, opinando, corrigiendo, teniéndome paciencia, dando ánimo, acompañando en los momentos de crisis y en los momentos de felicidad.

A mis asesores

A la M.C Blanca Estela Barajas por haber confiado en el proyecto brindando su apoyo y las facilidades durante los meses de tesis, muchas gracias.

A la ING. Rubí Muñoz Soto por invitarme al proyecto y haber confiado en mi persona, la paciencia y los consejos que siempre tuvo para mí, muchas gracias.

A la ING. Diana Rubio muchas gracias por su apoyo que me brindo al resolver mis dudas en el procedimiento del proyecto.

A Hugo Enrique por su apoyo incondicional y sus consejos durante la elaboración del proyecto de tesis muchas gracias.

## **DEDICATORIA**

A mi Dios Jehová. Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi Padre Raúl Benitez Llamas gracias por tus oportunos consejos, por tus enseñanzas en lo más importante de la vida, porque a tiempo me corregiste con palabras y hechos, con tanto acierto, que ahora no puedo responsabilizarte de mis fracasos, sino de mis logros y de mis éxitos.

A mi Madre María Antonieta Reyes Huizar porque nunca me ha dejado sola, Por haberme apoyado siempre, por sus consejos, sus valores, por la motivación que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su paciencia y amor.

A mis hermanas Isabel, Rossana, Vero, Dulce que siempre han estado a mi lado en las buenas y en las malas motivándome a salir adelante y por lo mucho que las amo.

A Hugo Enrique Hernández López por tu paciencia y preferiste muchas veces sacrificar tu tiempo para que yo pudiera lograr y cumplir mis objetivos. Por todo el amor que me has brindado y las fuerzas y las ganas de seguir adelante con mi proyecto de vida profesional, ahora te puedo decir que esta tesis lleva mucho de ti, gracias por estar a mi lado.

## INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS .....	III
DEDICATORIA .....	II
INDICE GENERAL .....	III
RESUMEN .....	V
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Caleras De La Laguna.....	3
1.2. Carbonato de Calcio.....	3
2. OBJETIVO.....	4
3. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
3.1. Contaminación por Metales Pesados.....	4
3.2. Contaminación Por Plomo (Pb).....	5
3.4. Fuentes de Exposición.....	6
3.5. El Agua y su Importancia .....	7
3.6. Contaminación por el Hombre.....	8
3.7. Se relaciona el Agua de la llave con el exceso de Plomo (Pb).....	8
3.8. Daños en la salud.....	10
3.9. Problemática a nivel mundial.....	12
3.10. Problemática en la región.....	12
Roca caliza <i>Indidura Calcárea Treviño</i> .....	13
4. MATERIALES Y METODO.....	14
4.1. Procedimiento.....	14
4.2. Muestreo de roca caliza <i>Indidura Calcárea Treviño</i> .....	14
4.4 Muestreo de agua.....	15
4.4.1. Preparación de envases.....	16
4.4.2. Toma de Muestra.....	16
5. RESULTADOS .....	18
Pozo 2 .....	21
Pozo 3.....	22
Grafica 1.- Niveles de plomo en los pozos.....	23
RESULTADOS DEL ANALISIS DE LAS MUESTRAS DE AGUA DE POZO PARA EL PLOMO .....	24

Resultados por tiempo de filtrado .....	26
Tiempo de Filtración de 1 hora.....	26
Tiempo de filtración de 3 horas .....	27
Tiempo de filtración de 5 horas.....	28
<b>GRAFICA 2.</b> ....	29
<b>INTERACCIÓN ROCA-AGUA CON RESPECTO AL TIEMPO</b> .....	29
<b>RESULTADOS OBTENIDOS DEL FILTRADO POR DIA</b> .....	30
<b>CUADRO 5</b> .....	30
Primer día de filtrado (Día 1) .....	30
<b>Gráfica 3. DEL CUADRO 5</b> .....	31
<b>CUADRO 6</b> .....	31
Décimo día de filtrado (Día 10) .....	31
<b>Gráfica 4. DEL CUADRO 6</b> .....	32
Día 20 de filtrado (Día 20).....	32
<b>Gráfica 5. CUADRO 7</b> .....	33
Grafica 5.- resultado del día 30 de prueba.....	33
<b>Grafica 7. COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS DURANTE LOS DIFERENTES DIAS DE FILTRADO</b> .....	35
<b>7. CONCLUSIONES</b> .....	37
<b>8. BIBLIOGRAFIA</b> .....	38

## RESUMEN

El mundo en la actualidad afronta una serie de problemas ecológicos, siendo la contaminación uno de los que causan mayor impacto a los diferentes organismos; definiéndose a ésta como el factor que causa la modificación de las características físicas, químicas y biológicas del ambiente. Los altos niveles de concentración de metales pesados en agua utilizada para riego representan un problema importante para la agricultura y la salud humana, así como para la biodiversidad. La problemática de los metales pesados como plomo, níquel, cadmio y manganeso, presentes en el agua residual utilizada para riego, radica principalmente en que pueden ser acumulados en los suelos agrícolas. El plomo se considera el metal de mayor importancia toxicológica. Bajo la forma de diversos compuestos se utiliza en innumerables industrias y actividades, siendo su magnitud exacta todavía desconocida en América. La determinación del elemento plomo es importante en virtud de la influencia que vestigios de este elemento pueden ejercer en la fisiología humana. Las principales fuentes de ingreso del plomo al organismo son el aire inhalado.

**PALABRAS CLAVE: adsorción, problemas ecológicos, inhalar, filtro, contaminación.**

## 1. INTRODUCCIÓN

La calidad del agua para consumo humano es un factor determinante en las condiciones de la salud de las poblaciones, sus características pueden favorecer tanto la prevención como la transmisión de agentes que causan enfermedades, tales como: EDA, hepatitis A, polio y parasitosis por protozoarios y helmintos; entre estas, amebiasis, giardiasis, cryptosporidiasis y helmintiasis (Briñez-A *et al.*, 2012).

El contacto humano con compuestos metálicos se produce a través del agua y los alimentos, normalmente a dosis bajas, pero su toxicidad a lo largo de la historia se ha expresado sobre todo por una exposición profesional en las actividades mineras y, más anecdóticamente, al emplearse con fines homicidas. En la actualidad las fuentes de exposición a estas sustancias se han ampliado mucho en relación con la actividad agrícola e industrial. Un ejemplo de ello es el espectacular aumento de plomo en la atmósfera que ha llevado a la contaminación del hielo de las zonas polares, relacionado con su empleo como antidetonante en las gasolinas (Ferre, 2003).

Los altos niveles de concentración de metales pesados en agua utilizada para riego representan un problema importante para la agricultura y la salud humana, así como para la biodiversidad. La problemática de los metales pesados como plomo, níquel, cadmio y manganeso, presentes en el agua residual utilizada para riego, radica principalmente en que pueden ser acumulados en los suelos agrícolas (Mancilla-Villa *et al.*, 2012).

El mundo en la actualidad afronta una serie de problemas ecológicos, siendo la contaminación uno de los que causan mayor impacto a los diferentes organismos; definiéndose a ésta como el factor que causa la modificación de las características físicas, químicas y biológicas del ambiente (Huaranga-Moreno *et al.*, 2012).

La determinación del elemento plomo es importante en virtud de la influencia que vestigios de este elemento pueden ejercer en la fisiología humana. Las principales fuentes de ingreso del plomo al organismo son el aire inhalado (debido a la emisión producida por algunos motores de combustión interna que utilizan combustibles que contienen componentes orgánicos de plomo como aditivos), los alimentos y el agua de bebida. Una intoxicación crónica de plomo y sus derivados produce el saturnismo. La persona tiene aliento fétido, anemia intensa, alteraciones digestivas y la aparición característica del ribete de Burton, de color gris azulado en el borde de las encías. Son frecuentes las complicaciones cardiovasculares, renales y nerviosas (Pellerano *et al.*, 2005).

El plomo se considera el metal de mayor importancia toxicológica. Bajo la forma de diversos compuestos se utiliza en innumerables industrias y actividades, siendo su magnitud exacta todavía desconocida en América Latina (Martínez-Riera *et al.*, 2001).

El plomo es un metal pesado caracterizado por ocasionar efectos tóxicos sobre el tracto gastrointestinal, sobre el sistema renal y sobre el SNC y periférico, así como interferencias con sistemas enzimáticos implicados en la síntesis del grupo hemo. El plomo tiene la capacidad de bioacumularse por lo que su concentración en plantas y animales se magnifica a lo largo de la cadena alimentaria [1]. El uso y la polución ambiental por plomo han aumentado enormemente en los últimos 50 años como ha quedado de manifiesto en las capas secuenciales de hielo de Groenlandia (Rubio *et al.*, 2004)

### **1.1. Caleras De La Laguna.**

Esta Empresa fue fundada en 1944 por el SR. MANUEL GARCIA PEÑA con el nombre inicial "COMPAÑÍA INDUSTRIAL DE MARMOLES , S.A. ", dedicada a la explotación de piedra caliza y mármol en la Ciudad de Torreón; Fue hasta el 4 de Abril de 1955 cuando se constituye en fabrica de cal adquiriendo el nombre de CALERAS DE LA LAGUNA,S.A. Fue hasta Febrero de 1996 cuando GRUPO NAVOMORA se asocia con GRUPO CALIDRA, Empresa Calera con una Gran Visión y Dinamismo ; Es a partir de esa Sociedad que CALERAS DE LA LAGUNA , S.A. DE C.V. inicia un camino muy interesante de crecimiento y modernización lo que hasta la fecha le ha permitido constituirse como una de las plantas de Cal y sus Derivados más productivas del país sirviendo a Distintos Mercados en toda la Republica Mexicana y presencia en Estados Unidos de Norteamérica , Sudamérica , Asia , Europa y Oceanía.

### **1.2. Carbonato de Calcio.**

El Carbonato de Calcio es un compuesto químico que se encuentra en la naturaleza, formado de rocas sedimentarias y cristalizaciones, por lo general con más del 98.5% de pureza y es obtenido por la extracción, trituración y molienda fina de rocas calizas, (CaCO<sub>3</sub>). El Carbonato de Calcio cuenta con características como: alta pureza, alta blancura, baja abrasividad y buena dispersabilidad. Se utiliza en la industria química para la fabricación de pinturas y adhesivos, en la industria cerámica, farmacéutica y también en la industria agropecuaria se utiliza para alimentación animal como fuente de calcio. En la industria de la medicina como suplemento de calcio, como antiácido y agente adsorbente. Es fundamental materia prima en la producción de vidrio y cemento. También como carga para papel y plásticos para mejorar la velocidad de extrusión y las propiedades mecánicas del plástico (CALASA, 2014).

## **2. OBJETIVO.**

Determinar la factibilidad que presenta la roca caliza Indidura Calcárea Treviño para reducir los niveles de Plomo en el agua potable, por medio de un filtro fabricado a base de esta.

## **3. REVISIÓN DE LITERATURA.**

### **3.1. Contaminación por Metales Pesados.**

Un metal pesado es todo elemento químico metálico que tenga una relativa alta densidad y sea toxico o venenoso al exponerse incluso a muy bajas concentraciones. Algunos ejemplares de metales pesados o algunos metaloides, incluyen el mercurio (Hg), cadmio (Cd), arsénico (As), cromo (Cr), talio (Tl), y plomo (Pb), entre otros (Lucho *et al.*, 2005).

Los metales pesados se han convertido en un tema actual tanto en el campo ambiental como en el de salud pública. Los daños que causan son tan severos y en ocasiones tan ausentes de síntomas, que las autoridades ambientales y de salud de todo el mundo ponen mucha atención en minimizar la exposición de la población, en particular de la población infantil, a estos elementos tóxicos (Valdés-Perezgasga, 1999).

El envenenamiento por metales pesados podría resultar, por ejemplo, de la contaminación del agua potable (tuberías de plomo), las altas concentraciones en el aire cerca de las fuentes de emisión o producto, vía la cadena alimenticia. Los metales pesados pueden incorporarse a un sistema de abastecimiento de agua por medio de residuos industriales que son vertidos sin previos tratamientos, los que

posteriormente se depositan en lagos, ríos y distintos sistemas acuíferos (Prieto-Méndez *et al.*, 2009).

Los metales con estas características son peligrosos por que tienden a bioacumularse en seres vivos y hasta en diferentes cultivos. La bioacumulación significa un aumento en la concentración de un producto químico en un organismo vivo a cierto plazo de tiempo, revisando los niveles concentración del producto en el ambiente (Angelova *et al.*, 2004).

La absorción de metales pesados por las plantas es generalmente el primer paso para la entrada de estos en la cadena alimentaria. La absorción y posterior acumulación depende en primera instancia del movimiento (movilidad de las especies) de los metales desde la solución en el suelo a la raíz de la planta (Prieto-Méndez *et al.*, 2009).

### **3.2. Contaminación Por Plomo (Pb)**

El medio ambiente no es estático, las interacciones entre el aire, la tierra, el agua, los animales, las plantas y los seres humanos son dinámicas, múltiples y continuas; hoy en día sabemos que paradójicamente, debido al mayor desarrollo tecnológico orientado a la satisfacción de nuestras necesidades y al confort, se liberan continuamente al ambiente, un número no calculado de sustancias que contaminan y cuyas concentraciones superan los niveles armónicos naturales (Burger, 1997).

En años recientes ha surgido la contaminación con plomo como una consecuencia no buscada de los cambios que sufre el agua como resultado de los tratamientos que tienen por objeto mejorar su calidad. Dado que el plomo típicamente entra en el agua sólo después de que ésta ha salido de la planta de tratamiento, resulta difícil de monitorear. “Es imposible decir cuán comunes o importantes sean estas exposiciones al plomo y a otros metales porque no se monitorea la contaminación que ocurre dentro del sistema de distribución (Renner, 2010).

### **3.3. Características Del Plomo.**

El plomo (Pb) tiene un peso atómico de 207.2 y está situado en la parte baja de la tabla periódica de los elementos, con el número atómico 82. Como metal presenta un bajo punto de fusión, tiene alta densidad ( $d_4^{20}=11.34$ ). y na excelente maleabilidad, es muy resistente a la corrosión y forma con facilidad aleaciones. Se puede decir que prácticamente todas las sales de plomo inorgánicas son bastante insolubles, con la excepción de las de nitrato y cloruro, que por otra parte son las sales de plomo más toxicas. El plomo también forma compuestos orgánicos estables, siendo el más conocido de ellos sin lugar a dudas el tetraetilo de plomo ( $Pb(C_2H_5)_4$ ), utilizado como antidetonante en combustibles (Ambiente, 2006).

### **3.4. Fuentes de Exposición.**

En el ámbito mundial, se consideran ocho fuentes principales de exposición al plomo entre niños y población en general (no necesariamente en el siguiente orden):

1. Gasolina con plomo
2. Uso de loza de barro vidriada para cocinar, almacenar y servir alimentos
3. Pinturas con plomo
4. Juguetes
5. Alimentos almacenados en latas con soldadura de plomo
6. Agua para beber
7. Cosméticos y medicamentos folklóricos
8. Emisiones industriales.
9. El humo de los cigarros también contiene pequeñas cantidades de plomo.

Además en diversas partes del mundo se ha concebido a la industria casera (talleres) como otra fuente de exposición al plomo en tanto que contamina la vivienda y a sus habitantes. La industria casera basada en la reparación de radiadores, el reciclaje de baterías y la fabricación de cerámica vidriada existe en muchos países en desarrollo, donde se dispone de pocos recursos para prevenir y controlar los riesgos para la salud asociados con la exposición al plomo (Espinal *et al.*, 2007).

### **3.5. El Agua y su Importancia**

El agua es el fundamento de la vida: un recurso crucial para la humanidad y para el resto de los seres vivos. Todos la necesitamos, y no solo para beber. Nuestros ríos y lagos, nuestras aguas costeras, marítimas y subterráneas, constituyen recursos valiosos que es preciso proteger (USMP, 2013).

Las cantidades de agua que se pueden utilizar para el consumo humano cada vez son más bajas hablando tanto de calidad y cantidad. Entonces es así como en términos tanto de gestión de los recursos de agua disponible como de provisión del acceso se está convirtiendo en un gran desafío para las futuras generaciones. El agua es un bien social, un bien ambiental y un bien económico (Rodríguez y Echeverría, 2008).

La calidad del agua para consumo humano es un factor determinante en las condiciones de la salud de las poblaciones, sus características pueden favorecer tanto la prevención como la transmisión de agentes que causan enfermedades, tales como: EDA, hepatitis A, polio y parasitosis por protozoarios y helmintos; entre estas, amebiasis, giardiasis, cryptosporidiasis y helmintiasis. La diferencia entre prevenir o transmitir este tipo de enfermedades de origen hídrico depende de varios factores, los principales son: la calidad y la continuidad del servicio de suministro de agua (Valiente y Mora, 2011).

### **3.6. Contaminación por el Hombre.**

El plomo es obtenido por fundición o refinamiento de minas o reciclamiento de materiales de desecho que lo contengan (Melinda y Valdivia, 2005).

La contaminación proviene de las actividades que realiza el hombre a todo nivel, es múltiple y se presenta en formas muy diversas, con asociaciones y sinergismos difíciles de prever. Las sustancias contaminantes entran al organismo a través del agua, del aire y los alimentos, por inhalación, por contacto o por ingesta. Las fuentes de constituyentes químicos según la Organización Mundial de la Salud (OMS), son de ocurrencia natural o provienen de fuentes industriales y edificaciones humanas (industrias extractivas como minería, manufactura y procesos industriales, alcantarillado, residuos sólidos, escurrientías urbanas, fugas de gasolina), actividades agrícolas (abono, fertilizantes, pesticidas), tratamiento de agua o materiales en contacto con agua potable (coagulantes, subproductos de desinfección, tuberías de PVC, asbesto), pesticidas usados en agua para salud pública (plaguicidas usados en control de vectores), cianobacterias (lagos eutróficos), etc (Chung, 2008).

### **3.7. Se relaciona el Agua de la llave con el exceso de Plomo (Pb).**

Las empresas que prestan el servicio de agua potable son conscientes de la variación que puede sufrir la calidad del agua luego de abandonar la planta de tratamiento, principalmente ocasionado por las condiciones físicas del sistema de distribución debido al tiempo de funcionamiento de la infraestructura y las condiciones de operación (Ríos *et al.*, 2008).

La infraestructura hidráulica de distribución de agua para consumo humano suele sufrir importantes problemas de incrustación o corrosión interna y/o externa (Trujillo *et al.*, 2008).

Uno de los principales problemas que se presentan en las instalaciones hidráulicas es el de la corrosión en los materiales metálicos, produciéndose perforaciones y obstrucciones de las líneas de agua. También, las estructuras de concreto son susceptibles de sufrir agresiones por mecanismos fisicoquímicos y biológicos donde la corrosión es el elemento de ataque destructivo. Todas las aguas son corrosivas en cierto grado. La tendencia corrosiva del agua dependerá de sus características químicas y físicas. También, es importante, la naturaleza del material con el cual el agua entra en contacto. Los inhibidores añadidos al agua pueden proteger un material particular, y ser perjudicial para otros. Las interacciones químicas y físicas entre los materiales de la tubería y el agua pueden causar corrosión. Los desarrollos biológicos en un sistema de distribución también originan corrosión al proveer un ambiente donde pueden ocurrir interacciones físicas y químicas (De Sousa *et al.*, 2010).

En general, el agua para beber brota prácticamente libre de plomo debido a que la mayoría de las aguas de manantial tienen naturalmente niveles muy bajos. El metal se introduce en el agua de la llave cuando ésta pasa por las tuberías de servicio y a través de juntas soldadas con plomo, o cuando permanece junto a accesorios de latón y bronce que lo contienen. En años recientes, los cambios que alteran la química del agua como resultado de su tratamiento han ocasionado que se contamine con plomo, debido a la desestabilización de los sarros minerales con plomo que recubrían las tuberías y a la corrosión de soldaduras, tuberías, grifos y accesorios con plomo (Renner, 2010).

### 3.8. Daños en la salud.

Desde hace décadas se ha detectado que el plomo (Pb), es un elemento tóxico para el ser humano. Éste, es un contaminante potencialmente presente en todos los medios ambientales, con múltiples fuentes de origen y vías de propagación, que contribuyen a la exposición individual. Los niños están expuestos al metal por algunos hábitos de vida o comportamientos tales como: comer tierra o pintura, morder lápices o pasarse por la boca juguetes que puedan contener Pb, ingerir alimentos sin lavarse las manos, y también por algunos medicamentos caseros que contienen este elemento (Espinosa *et al.*, 2008).

Se ha demostrado que niveles séricos entre 5 y 9 µg/dl dan como resultado reducción del coeficiente intelectual, disminución de la agudeza auditiva, retraso del desarrollo psicomotor y disminución del crecimiento, valores entre 10 µg/dl hasta 70 µg/dl producen anemia, disminución del metabolismo de la vitamina D y disminución de la velocidad de conducción nerviosa periférica y niveles superiores a 70 µg/dl producen nefropatía, encefalopatía, coma y la muerte. En los niños produce intoxicación crónica más que intoxicación aguda. Se absorbe más frecuente por vía intestinal, por lo regular a partir de fragmentos de pintura, consumo de agua no tratada o en lugares en donde las tuberías son antiguas (Rodríguez y Espinal, 2008).

La Organización Mundial de la Salud define que el valor de intoxicación para plumbemia es de 15 µg/dl (OMS, 1995).

Por otra parte el Center Of Disease Control marcan que el valor de intoxicación mayor o igual a 10 µg/dl (CDC, 1997).

Otros síntomas de intoxicación por plomo pueden ser: irritabilidad, comportamiento agresivo, disminución del apetito y la energía, sueño insuficiente, dolores de cabeza, estreñimiento y pérdida de destrezas del desarrollo recientemente adquiridas (en

niños pequeños). Investigaciones más recientes han demostrado que el plomo es tóxico, aun a niveles bajos en sangre suficientes como para producir síntomas clínicos asociados a la exposición con el metal. Sobre esta base, personas que están o han estado expuestas de manera permanente a los efectos nocivos del plomo, tales como los trabajadores de las estaciones de servicio y expendios de gasolina, pueden presentar concentraciones de plomo en sangre y orina que ponen en peligro su salud física y mental (Molina *et al.*, 2007).

Los riñones son la vía principal de excreción de plomo, por lo que una exposición aguda a altas dosis produce alteraciones en el funcionamiento de estos órganos (Danza *et al.*, 2001).

Entre la población de mayor riesgo a los productos químico-tóxicos y a los carcinogénicos están los neonatos y los niños menores de 10 años, debido a la extremada susceptibilidad y vulnerabilidad de su organismo, de tal manera que sus características funcionales y estructurales durante ese ciclo vital son diferentes a las de los niños mayores y de los adultos (Jiménez *et al.*, 1999).

Actualmente se considera el aprendizaje como un indicador del estado de salud de los niños y los adolescentes. Las causas que pueden provocar que un niño o adolescente no aprenda de forma adecuada, pueden dividirse para su mejor estudio en factores dependiente del propio niño o adolescente, del entorno social y del ambiente físico, químico y biológico del hogar, de la comunidad y de las instituciones educativas. Se pueden citar otros ejemplos, pero uno de los problemas de salud relacionados con la intoxicación por metales pesados en la infancia más estudiados es la repercusión en el Sistema Nervioso Central producido por la exposición al plomo.<sup>3</sup> Entre los estudios realizados de sustancias peligrosas que contiene plomo la mayoría de los niveles altos que se encuentran en el ambiente se originan de actividades humanas (Mezquía-Valera *et al.*, 2009).

### **3.9. Problemática a nivel mundial.**

En países de Latinoamérica sigue siendo un problema preocupante desde el punto de vista de salud ambiental, debido a que la presencia del plomo y la remoción de sus fuentes representan un elevado costo de saneamiento, imposible de solventar por países en desarrollo (Martínez-Riera *et al.*, 2001).

### **3.10. Problemática en la región.**

La comarca lagunera se encuentra en la parte central de norte de México. Se trata de una importante área de producción de algodón, y otras principales actividades económicas están relacionados con los productos lácteos y operación de la minería. El clima es muy seco, con una precipitación anual de 250 a 350 mm (Rosas *et al.*, 1997).

Es importante recalcar que la empresa Met-Mex Peñoles es solo una compañía del conglomerado Industrias Peñoles que incluye tanto al complejo metalúrgico de Torreón como una docena de minas en operación en todo el país y una división de productos químicos industriales tales como óxidos de magnesio, sulfatos de sodio, cal y óxidos de zinc. El consorcio participa en empresas en Perú, Bolivia y otros países de Latinoamérica. En 1975, los terrenos aledaños a Met-Mex Peñoles, en lo que hoy es la Colonia Luis Echeverría, comenzaron a llenarse de asentamientos irregulares (llamados comúnmente “paracaidistas”). En 1976, antes de dejar la Presidencia de la República, Luis Echeverría Álvarez decidió dar posesión de los terrenos a sus ocupantes. La Empresa se opuso, a sabiendas de que sus procesos podrían llegar a representar un riesgo para la comunidad. Sin embargo, las autoridades estatales, presionadas por intereses políticos y económicos, tuvieron que modificar los usos de suelo y permitir los asentamientos. Hoy en día, la Colonia Luis Echeverría es una de las más populosas de Torreón. La empresa metalúrgica actualmente proporciona empleo directo a 2,158 personas, que se traduce en 12 millones y medio de pesos mensuales en sueldos. Recibe productos y servicios de

970 proveedores y contratistas y consume materia prima procedente de 134 remitentes mineros de diferentes partes del país. Una buena cantidad de las compañías remitentes, proveedoras y contratistas nacieron exclusivamente para satisfacer las necesidades de Met-Mex Peñoles. MMP tiene el primer lugar mundial en la producción de plata y es el primer lugar en Latinoamérica en la producción de oro, plomo y zinc. En México, es el único productor de plomo primario (Valdés-Perezgasga, 1999).

### **Roca caliza Indidura Calcárea Treviño.**

En la actualidad existen diversos materiales utilizados para el tratamiento de aguas para consumo humano siendo los más utilizados para la remoción de metales pesados el carbón activado, membranas y rocas calizas como la roca caliza soyatal que se encuentra en Zimapán Hidalgo (Flores *et al.*, 2009).

En la comarca lagunera se cuenta con recursos naturales, tal es el caso de la roca caliza Indidura Calcárea Treviño. Esta roca cuenta con características similares pero con una pureza mayor al 97 %. La Formación Indidura tiene faunas representativas del Cenomaniano Superior. Al sur y poniente de Torreón, Coah., reportaron la presencia de un conglomerado que sobreyace a la Formación Cuesta del Cura, dando como cierto también el contacto discordante en esa región. La Formación Treviño en el oriente y noreste de la Plataforma de Coahuila es concordante y transicional con la Formación Indidura. En el Pozo Tlahualilo 1 el contacto también es transicional y concordante entre la facies lagunar de la Caliza Treviño y la facies calcáreo-arcillosa con planctónicos de la unidad Baicuco, pero sobre ésta, en ese pozo, existe una arenisca conglomerática que está en la base de la Formación Indidura.

Las investigaciones de este autor nos marca que en la región de Torreón Coahuila es rica en roca Indidura Calcárea Treviño (Eguiluz- De Antuña, 1991).

#### **4. MATERIALES Y METODO.**

El siguiente estudio que se realizó para la determinación de los componentes de la roca se llevó a cabo en el laboratorio de la empresa CALERAS DE LA LAGUNA S.A. de C.V., misma que se encuentra ubicada en la Colonia Vicente Guerrero entre avenida 4 y calle 16 S/N. en la ciudad de Torreón, Coahuila, México. Industria en el cual su giro es dedicado a la fabricación y comercialización de cal y carbonatos en sus distintos productos. El periodo de realización de las pruebas se fue entre los meses de enero a agosto del 2015, con el propósito de comprobar la factibilidad de la roca caliza Indidura calcárea Treviño para adsorber el Plomo que se encuentra en el agua para consumo humano. Se muestrearon 3 pozos escogidos al azar, para así llevar las muestras al laboratorio de MICROMEX S.A. de C.V. ubicado en la ciudad de Gómez Palacio, Durango, mediante el método de Colorimetría (Merck 14833). Para determinar el contenido de Plomo en las muestras.

##### **4.1. Procedimiento.**

Para llevar a cabo los objetivos y metas propuestas se llevaron a cabo las siguientes actividades:

##### **4.2. Muestreo de roca caliza *Indidura Calcárea Treviño***

Se seleccionó la roca de un determinado diámetro con el cual se pudiera trabajar.

Se puso una muestra en el equipo de leco CS230 para determinar los carbonatos de la roca así como los óxidos por los que está compuesta la roca.

Se tamizo la roca hasta llegar al diámetro deseado para así poder realizar las pruebas necesarias.

Se le dio un lavado a la roca y se puso a secar temperatura ambiente para no alterar los componentes de la roca.

Con la muestra de roca, resultado de seguir el procedimiento anterior se procedió a la elaboración del filtro que serviría para el proceso del filtrado del agua.

### **4.3 Elaboración del filtro**

Se agregó 100g. de roca CALIZA INDIDURA CALCAREA TREVIÑO en el tubo de dos y media pulgadas.

Luego se procedió a agregar 1 L de agua

El agua se filtró por una, tres y cinco horas.

Después del filtrado, se depositó en frascos de vidrio con tapa hermética se rotuló para así mandarlo al laboratorio externo para sus análisis.

Así se trabajó durante 30 días, filtrando 1 L. de agua diario, de los cuales para llevar un monitoreo del comportamiento.

Se mandó a analizar las muestras de los días 1, 10, 20, 30.

### **4.4 Muestreo de agua.**

Primeramente se acudió a la oficina de la dependencia de gobierno de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) con el fin de solicitar información sobre los pozos que esa dependencia se reportan con altas concentraciones de metales pesados, todo ello para obtener la ubicación de los pozos con esas características.

De ahí nos dirigimos a las oficinas del Sistema municipal de aguas y saneamiento (SIMAS) para obtener el permiso de poder ir a los pozos indicados para la obtención de las muestras.

Una vez obtenido el permiso se procedió preparar los recipientes para el muestreo del agua.

Los procedimientos de muestreo se llevaron a cabo de acuerdo a la NOM-014-SSA1-1993.

En cuanto al procedimiento para la determinación de la calidad de agua nos apoyamos de la NOM-127-SSA1-1994, en el cual se estableces los parámetros en Límites Máximos Permisibles que el agua de consumo debe contener.

#### **4.4.1. Preparación de envases.**

Los envases fueron lavados perfectamente y enjuagados con agua destilada o desionizada y ya en la toma de muestra se lavaron con el agua de la misma bomba.

#### **4.4.2. Toma de Muestra.**

En bomba de mano o grifo del sistema de distribución o pozo profundo se dejó correr el agua aproximadamente por 3 min o hasta asegurarse que el agua que contenían las tuberías ha sido vaciada totalmente.

El muestreo debe realizarse cuidadosamente, evitando que se contaminen el tapón, boca e interior del envase; se requiere tomar un poco del agua que se va a analizar, se cierra el envase y agitar fuertemente para enjuagar, desechando esa agua; se efectúa esta operación dos o tres veces, procediendo enseguida a tomar la muestra.

En captación de un cuerpo de agua superficial, tanque de almacenamiento, pozo somero o fuente similar, debe manejarse el envase siguiendo las indicaciones dadas por la NOM-127-SSA1-1994, en sus apartados 6.1.2.1, 6.1.2.3, 6.1.3.1 y 6.1.3.2, según sea el caso de donde se va a obtener la muestra.

Se decidió trabajar con la muestra del agua obtenida del pozo 1 H75R ya que es el que más concentración de Plomo arrojó en las muestras.

El proceso consto de tres pruebas cada una con diferente tiempo 1, 3, y 5 horas.

Se agregaron 100ml de agua contaminada con Plomo y se dejó filtrar por la roca durante los tiempos mencionados.

## 5. RESULTADOS

### RESULTADOS CUADRO 1

RESULTADOS DEL ANALISIS DE LAS PROPIEDADES DE LA ROCA CALIZA INDIDURA CALCAREA TREVIÑO, PARA DETERMINAR LA FACTIBILIDAD DEL USO DE LA MISMA EN LA ELABORACIÓN DEL FILTRO

Elemento analizado	Concentración del elemento en mg/Kg
Na <sub>2</sub> O	0.068
MgO	0.381
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.217
CaCO <sub>3</sub>	98.4
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0866
Pb	No se detectó

En el cuadro 1, podemos observar que la roca seleccionada cuenta con una pureza del 98.4 de Carbonato de Calcio, muy por arriba de lo señalado en el artículo en el que se basa este proyecto, el cual menciona que es necesario tener una concentración mínima de 50. También podemos observar que los resultados arrojan que la roca seleccionada no contiene plomo.

**CUADRO 2:****COMPARATIVO DEL ANALISIS DEL AGUA DE LOS POZOS MUESTREADOS EN RELACIÓN A LAS ESPECIFICACIONES DE LA NOM.**

NOM-127-SSA1-1994 Especificaciones de los límites máximos permisibles para el agua de consumo humano y resultados del análisis de los pozos

	NOM-127-SSA1-1994	Pozo 1	Pozo 2	Pozo 3
Tipo de determinación	Limites según NOM	Resultados Expresados en mg/L	Resultados Expresados en mg/L	Resultados Expresados en mg/L
Organismos Coliformes Totales	2 NPM/100 ml	No detectable	No detectable	No detectable
Organismos Coliformes Fecales	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable
Turbiedad	5 UTN	-----	-----	-----
Aluminio (Al)	0.20	0.017	0.015	0.015
Arsénico (As)	0.025	0.13	0.13	0.092
Cobre (Cu)	2.0	0.003	0.003	0.003
Dureza total (CaCO <sub>3</sub> )	500	50	70	70
Fierro (Fe)	0.30	0.015	0.012	0.012
Plomo (Pb)	0.01	0.014	0.012	0.012
Sodio (Na)	200	47.3	54.2	54.2

En el cuadro 2 podemos observar un comparativo de los resultados obtenidos del análisis del agua de los diferentes pozos muestreados en relación a la NOM-127-SSA1-1994 Especificaciones de los límites máximos permisibles para el agua de consumo humano. En el mismo resaltamos las concentraciones de Plomo obtenidas, metal pesado objeto del estudio.

En los cuadros que a continuación se presentan, se pueden observar los resultados del agua de cada pozo analizado en particular.

Pozo 1

Tipo de determinación	Resultados Expresados en mg/L
Organismos Coliformes Totales	no detectable
Organismos Coliformes Fecales	no detectable
Turbiedad	-----
Aluminio (Al)	0.017
Arsénico (As)	0.125
Cobre (Cu)	0.003
Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> )	50
Hierro (Fe)	0.015
Plomo (Pb)	0.014
Sodio (Na)	47.3

El primer pozo muestreado que se encuentra registrado ante CONAGUA como H75R y para la realización del presente trabajo se identifico como POZO 1

## Pozo 2

Tipo de determinación	Resultados Expresados en mg/L
Organismos Coliformes Totales	No detectable
Organismos Coliformes Fecales	No detectable
Turbiedad	
Aluminio (Al)	0.015
Arsénico (As)	0.13
Cobre (Cu)	0.003
Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> )	70
Fierro (Fe)	0.012
Plomo (Pb)	0.012
Sodio (Na)	54.2

Segundo pozo muestreado registrado ante CONAGUA como #75, para efectos del presente trabajo se identifico como POZO 2

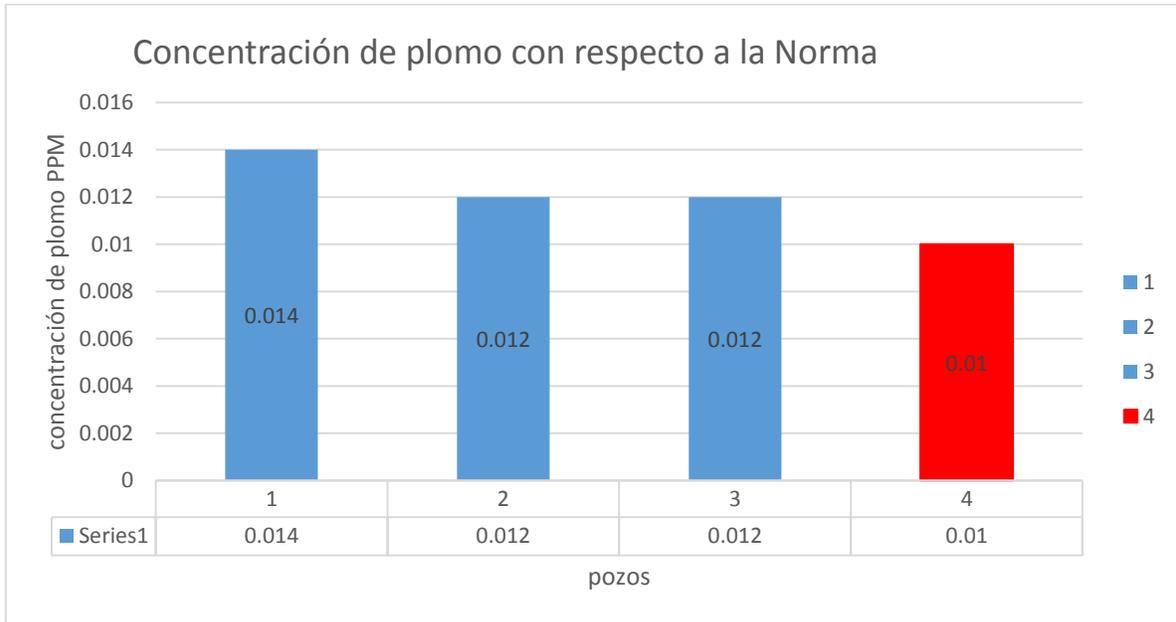
Pozo 3.

Tipo de Determinación	Resultados Expresados en mg/L
Organismos Coliformes totales	no detectable
organismos coliformes fecales	no detectable
Turbiedad	-----
Aluminio (Al)	0.015
Arsénico (As)	0.092
Cobre (Cu)	0.003
Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> )	70
Fierro (Fe)	0.012
Plomo (Pb)	0.012
Sodio (Na)	54.2 mg/L

Tercer pozo muestreado registrado ante CONAGUA como #7, para efectos del presente trabajo fue identificado como POZO 3

## GRÁFICA 1.

### COMPARATIVO DE LA CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN EL AGUA DE POZO ANALIZADA EN RELACIÓN CON LA NOM.



Grafica 1.- Niveles de plomo en los pozos

La barra marcada en color rojo, es el límite máximo permisible según la norma oficial mexicana. Comparando los tres pozos muestreados con respecto a la norma, se puede observar que se supera el límite de concentración de plomo en cada uno de los pozos.

## RESULTADOS DEL ANALISIS DE LAS MUESTRAS DE AGUA DE POZO PARA EL PLOMO

**CUADRO 3:**

	Pozo 1	Pozo 2	Pozo 3	NOM-127-SSA1-1994
Tipo de determinación	Resultados expresados en mg/L			
Plomo (Pb)	0.014	0.012	0.012	0.012

Comparativo de los resultados obtenidos del análisis de agua de los pozos 1, 2 y 3; en relación a las especificaciones dadas por la NOM-127-SSA1-1994. Metal de importancia para el presente estudio Plomo (Pb). Las muestras a analizadas fueron enviadas a MICROMEX.

#### CUADRO 4

RESULTADOS OBTENIDOS EN EL PROCESO DE FILTRADO DEL AGUA DE LOS DIFERENTES POZOS ANALIZADOS (INTERACCION ROCA-AGUA CON RESPECTO AL TIEMPO)

El filtrado se realizó en tres diferentes horario y cuatro diferentes días. Se trabajó solo con la muestra del pozo 1, ya que de acuerdo a los resultados reportados por MICROMEX, este es el pozo que se reporta con más concentración de plomo.

Resultados obtenidos	Hora en que se realizo el filtrado		
	Hora 1	Hora 3	Hora 5
Plomo (Pb)	0.014 mg/L	0.004 mg/L	0.007 mg/L

Se puede observar en los resultados obtenidos al filtrar el agua durante 1 hora, el filtro no se comporto de manera factible ya que no logro adsorber plomo en comparación con el filtrado que se realizó durante tres y 5 horas donde se puede apreciar que hubo gran adsorción del plomo en relación a lo especificado por la NOM. También se puede determinar que el tiempo de filtrado que resultó más favorable fue el de 3 horas ya que en el de 5 horas se observa que se empieza a presentar un proceso de desorción.

## Resultados por tiempo de filtrado

Tiempo de Filtración de 1 hora

Tipo de determinación	Resultados Expresados en mg/L
Organismos Coliformes Totales	No detectable
Organismos Coliformes Fecales	No detectable
Aluminio (Al)	0.017
Arsénico (As)	0.028
Cobre (cu)	0.003
Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> )	50
Hierro (Fe)	0.015
Plomo (Pb)	0.014
Sodio (Na)	47.3

Tiempo de filtración de 3 horas

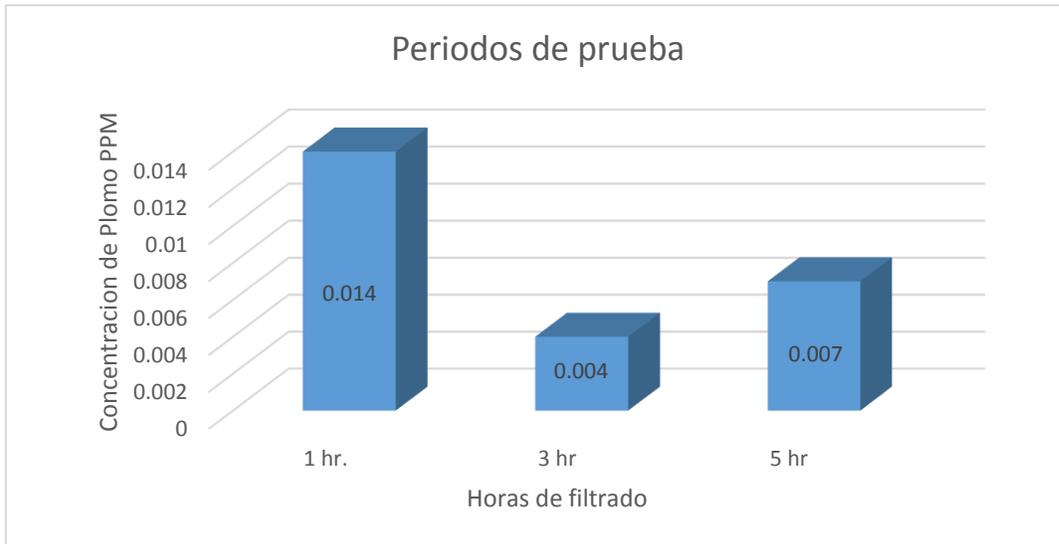
Tipo de determinación	Resultados expresados en mg/L
Organismos Coliformes Totales	no detectable
Organismos Coliformes Fecales	no detectable
Turbiedad	-----
Aluminio (Al)	0.017
Arsénico (As)	0.016
Cobre (Cu)	0.003
Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> )	50
Fierro (Fe)	0.015
Plomo (Pb)	0.014
Sodio (Na)	47.3

Tiempo de filtración de 5 horas.

Tipo de determinación	Resultados expresados en mg/L
Organismos Coliformes Totales	No detectable
Organismos Coliformes Fecales	No detectable
Turbiedad	-----
Aluminio (Al)	0.017
Arsénico (As)	0.022
Cobre (Cu)	0.003
Dureza total (CaCO <sub>3</sub> )	50
Fierro (Fe)	0.015
Plomo (Pb)	0.007
Sodio (Na)	47.3

## GRAFICA 2.

### INTERACCIÓN ROCA-AGUA CON RESPECTO AL TIEMPO



Grafica 2.- De acuerdo a los datos obtenidos en las pruebas se observa que el tiempo 2 de filtrado que consto durante tres horas, fue el más factible en relación a la interacción roca- agua ya que fue el tiempo en el que la roca del filtro adsorbió más cantidad de plomo.

## RESULTADOS OBTENIDOS DEL FILTRADO POR DIA

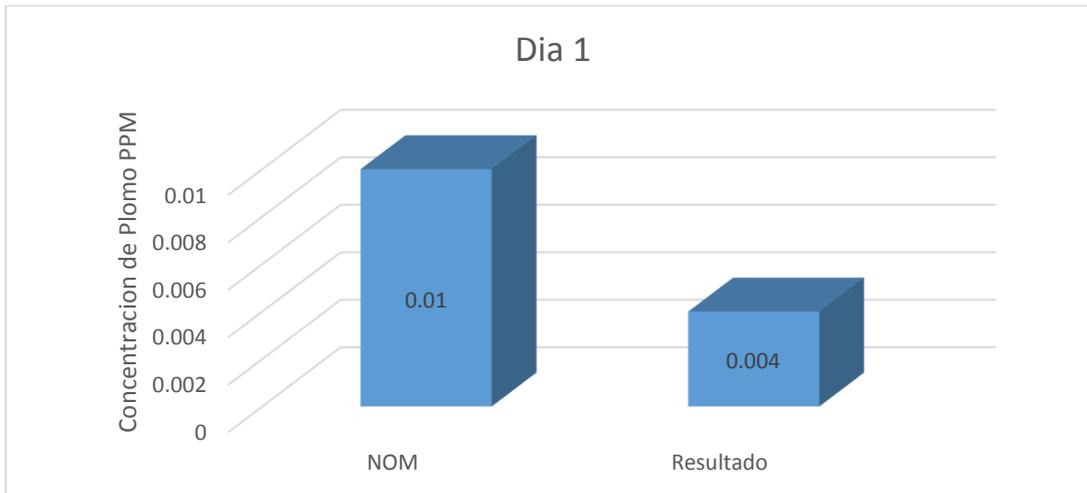
### CUADRO 5

Primer día de filtrado (Día 1)

Tipo de Determinación	Método Usado para la Determinación	Resultado obtenido en mg/L	LMP según la NOM-127-SSA1-1994
Arsénico (As)	Método de la NMX-AA-46	0.009	0.025
Plomo (Pb)	Colorimetría (Merk 14833)	0.004	0.01

En el cuadro podemos observar que el comportamiento del filtro fabricado a base de la roca caliza Indidura Calcárea Treviño, se comportó de manera factible en la adsorción del plomo ya que se logró adsorber el plomo presente en el agua resultando niveles muy por debajo de lo establecido por la NOM-127-SSA1-1994.

### Gráfica 3. DEL CUADRO 5



En la gráfica podemos observar que el proceso de filtrado la roca está trabajando de manera factible, ya que adsorción de plomo es buena, observando buena interacción roca-agua.

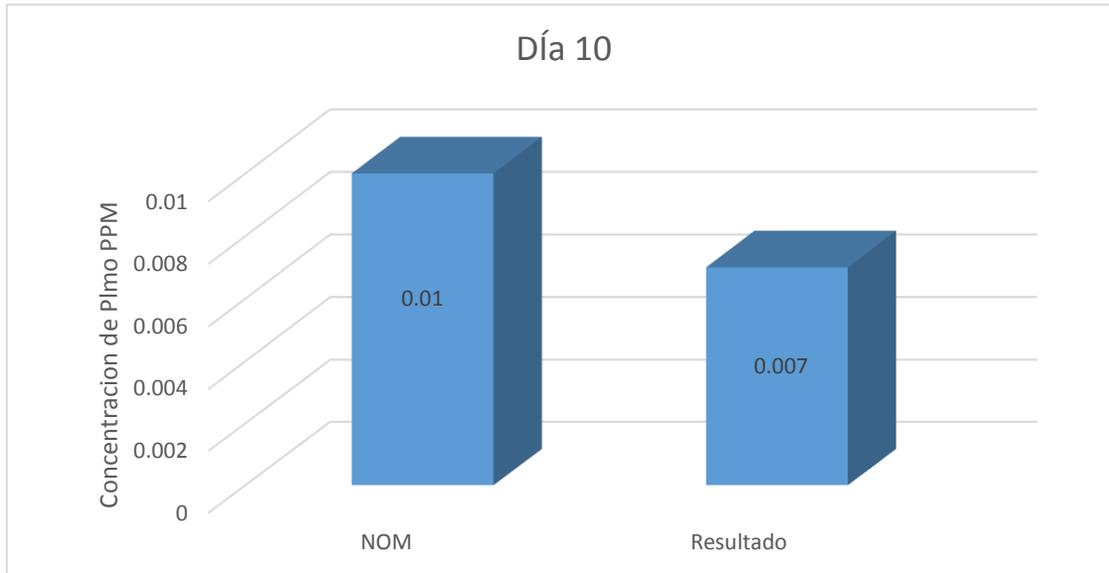
### CUADRO 6

Décimo día de filtrado (Día 10)

Tipo de Determinación	Método Usado para la Determinación	Resultado obtenido en mg/L	LMP según la NOM-127-SSA1-1994
Arsénico (As)	Método de la NMX-AA-46	0.105	0.025
Plomo (Pb)	Colorimetría (Merk 14833)	0.007	0.01

En el cuadro podemos observar que el comportamiento del filtro sigue siendo factible para el día 10 de filtrad. La adsorción del plomo continúa por debajo de lo establecido por la NOM-127-SSA1-1994.

#### Gráfica 4. DEL CUADRO 6



Grafica 4. Resultado del día 10.

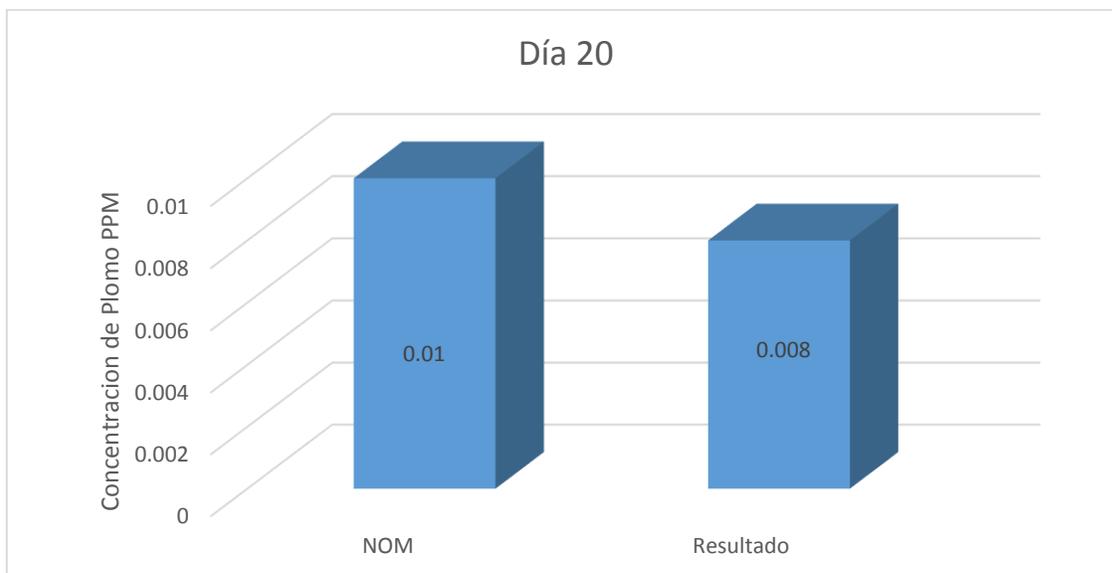
Los valores de adsorción del plomo siguen comportándose de manera favorable ya que siguieron por debajo de lo establecido por la NOM, la interacción que existe entre la interacción roca-agua sigue siendo factible.

#### CUADRO 7

Día 20 de filtrado (Día 20)

Tipo de Determinación	Método Usado para la Determinación	Resultado obtenido en mg/L	LMP según la NOM-127-SSA1-1994
Arsénico (As)	Método de la NMX-AA-46	0.106	0.025
Plomo (Pb)	Colorimetría (Merk 14833)	0.008	0.01

**Gráfica 5. CUADRO 7**



Grafica 5.- resultado del día 30 de prueba.

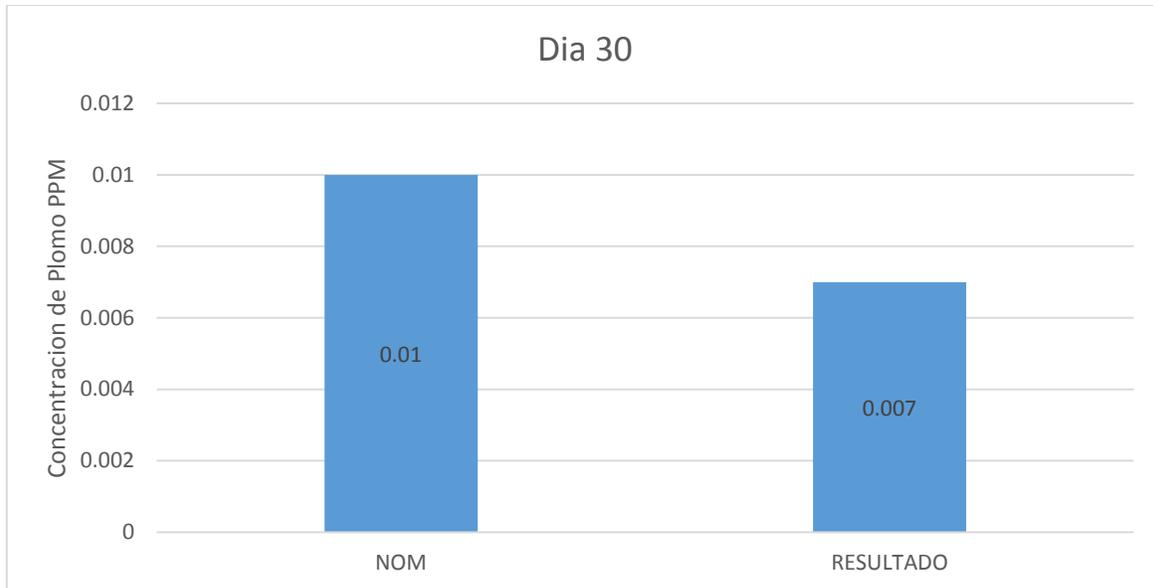
Los valores de adsorción del plomo siguen comportándose de manera favorable ya que siguieron por debajo de lo establecido por la NOM, la interacción que existe entre la interacción roca-agua sigue siendo factible.

**CUADRO 8**

Día 30 de filtrado (Día 30)

Tipo de Determinación	Método Usado para la Determinación	Resultado obtenido en mg/L	LMP según la NOM-127-SSA1-1994
Arsénico (As)	Método de la NMX-AA-46	0.101	0.025
Plomo (Pb)	Colorimetría (Merk 14833)	0.007	0.01

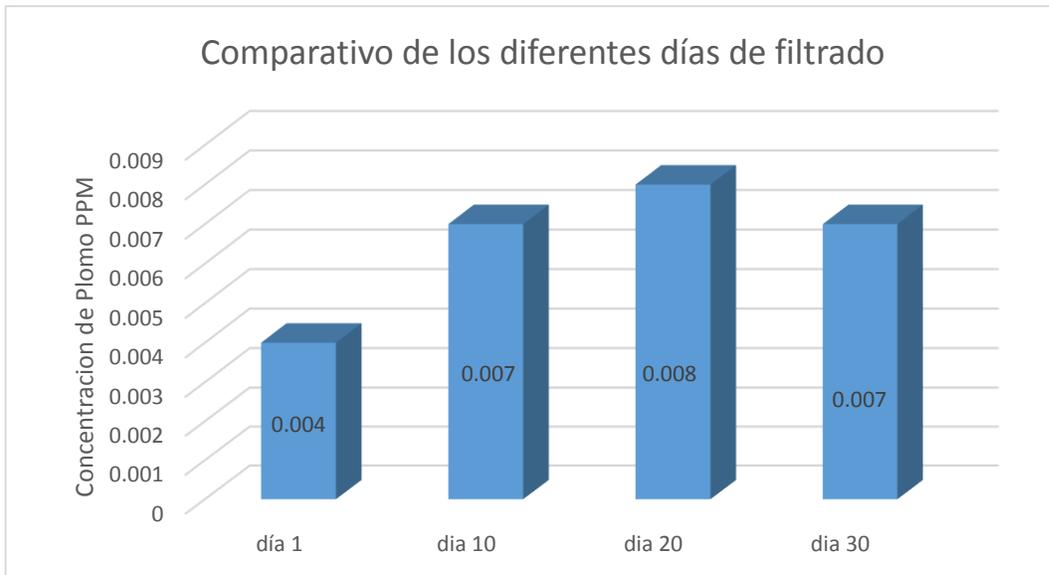
**Gráfica 6. CUADRO 8**



Grafica 5.- resultado día de prueba 30.

La interacción de la roca-agua sigue comportándose de manera favorable, solo que se observa que ya existe una saturación mayor del metal en la roca y aunque los niveles del plomo presente siguen estando por debajo de lo establecido por la NOM, se empieza a presentar el fenómeno de desorción. Situación que da como resultado que los niveles de plomo sean más altos en comparación con los días 1 y 10.

**Grafica 7. COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS DURANTE LOS DIFERENTES DIAS DE FILTRADO**



La grafica 7 muestra la comparación de los resultados obtenidos:

De acuerdo a los resultados obtenidos los diferentes días de filtrado 30, al inicio la reducción de plomo se logra a límites muy por debajo de los establecidos en la Norma Oficial Mexicana. En los siguientes días de filtrado, el comportamiento en la interacción roca-agua presento variaciones, sin embargo podemos observar que los valores siguieron por debajo del límite establecido en la Norma.

## 6. DISCUSIÓN

La comarca lagunera es una zona en donde la agricultura es una de las principales derramas económicas, sin embargo también el sector industrial participa de manera significativa dentro de esa derrama. En la contaminación y daños a la salud por plomo; se tiene como uno de los principales contaminadores a Met-Mex Peñoles, ya que según el Dr. Valdés-Perezgasga en su artículo Valdés-Perezgasga, F. 1999. De ella se deriva la mayor contaminación de plomo; lo que conlleva a unos ciudadanos envenenados con dicho metal según el citado Dr.

La importancia del estudio de los daños ocasionados por este metal radica en que se han relacionado muchas enfermedades actuales adquiridas por el ser humano con el envenenamiento por plomo y se menciona repetidamente que sobre todo las personas más expuestas a este envenenamiento son los niños. Esto por las costumbres que ellos manifiestan como por ejemplo; jugar en el suelo, llevarse los juguetes sucios a la boca, siendo pues los más susceptibles ya que la principal vía de ingestión para este metal es la digestiva.

La mayoría de la población vivimos en el paradigma de que Peñoles es el culpable del envenenamiento por plomo, pero Ríos, J en su artículo, Ríos, J., J. Calderón, F. Echeverría y G. Peñuela 2008. Explican que la contaminación del agua puede también venir por el desgaste de las tuberías al salir del sistema de tratamiento de agua, problema del cual no se tiene control, y por lo que este tipo de estudios resultan muy necesarios.

## 7. CONCLUSIONES

La comarca lagunera es una zona rica en yacimientos de la roca caliza Indidura Calcárea Treviño, misma que por sus características en cuanto a la concentración de  $\text{CaCO}_3$  encontrada en la misma, puede ser factible de usar para la fabricación de filtros; ya que se ha demostrado que este compuesto es indispensable para la adsorción del plomo en la interacción roca- agua. Se necesita poner mucho énfasis en el tratamiento de agua no solo hablando del plomo sino de los demás metales pesados que puedan llegar al ser humano por medio del agua de consumo. Queda claro que las tuberías tienen plomo y la gente se sigue envenenando. Con este estudio se puede comprobar que utilizar la roca caliza Indidura Calcárea Treviño es una muy buena y económica opción para la fabricación de filtros caseros como tratamiento factibles de ser usados en las casas habitación, ya que el presente trabajo nos demostró su factibilidad en la reducción del Plomo en el agua potable. Sin embargo se recomienda darle continuidad a este tipo de trabajos ya que como observamos en los resultados existió una ligera variación en los mismos, que al momento de concluir con el presente, no pudimos determinar el porqué de ese comportamiento. Podemos creer que fue por el tipo adsorción que tuvimos, adsorción química, en la que es muy factible que por cualquier alteración ambiental pueda revertirse la adsorción y pasar a desorción, para seguir estudiando el porqué de esto, recomiendo que se pudiera repetir el estudio con rocas con diferentes concentraciones de carbonato de calcio, así como poder probar también los filtros en presencia de otras variables como la temperatura y no solo el tiempo y días de filtrado.

## 8. BIBLIOGRAFIA.

- Ambiente, M. D. 2006. "Características Del Plomo."
- Angelova, V., R. Ivanova, V. Delibaltova y K. Ivanov 2004. "Bio-Accumulation And Distribution Of Heavy Metals In Fibre Crops (Flax, Cotton And Hemp)." Industrial Crops And Products.
- Briñez-A, K. J., J. C. Guarnizo-G y S. A. Arias-V 2012. "Calidad Del Agua Para Consumo Humano En El Departamento Del Tolima." Revista Facultad Nacional de Salud Pública 30.
- Burger, J. 1997. "Methods For And Approaches To Evaluating Susceptibility Of Ecological Systems To Hazardous Chemicals." Environ Health Perspect.
- CALASA 2014. "(En Línea) Caleras De La Laguna S.A. de C.V." Disponible en (<http://www.calasa.mx/>)(consulta) ( 6 de Febrero del 2015).
- CDC 1997. " (En Línea) Screening Young Children For Lead Poisoning." Disponible En (<http://www.cdc.gov/>)(Consulta) (17 De Marzo 2015) US Department of Health
- Chung, B. 2008. "Control De Los Contaminantes Químicos En El Perú " Rev Peru Med Exp Salud Publica 25.
- Danza, F., D. Danatro, F. Gómez, A. Laborde, B. López, D. Perona, F. Spontó-Tomasina y V. Velásquez 2001. "Contaminación por Plomo " Comisión De Salud Ocupacional, Sindicato Médico Del Uruguay. Uruguay.
- De Sousa, C., A. Correia y M. C. Colmenares 2010. "Corrosión E Incrustaciones En Los Sistemas De Distribución De Agua Potable: Revisión De Las Estrategias De Control " Boletín De Malariología Y Salud Ambiental 2.
- Eguiluz- De Antuña, S. 1991. "Discordancia Cenomaniana Sobre La Plataforma De Coahuila." Bol. Amgp.
- Espinal, E., C. Martínez-Macías, A. H. Melo-Tavárez, Y. Cordero-Reyes y E. J. Herrera 2007. "Niveles De Plomo En Sangre Y Rendimiento Académico Escolares 11- 14 Años La Escuela Primaria República Uruguay." Ciencia Y Sociedad.

- Espinosa, C., D. Nobrega, D. Seijas, A. Sarmiento y E. Medina 2008. "Niveles De Plomo En Sangre Y Factores Ambientales Asociados, En Una Población Infantil Venezolana." Facultad De Ciencias De La Salud 4.
- Ferre, A. 2003. "Intoxicación Por Metales." Unidad de Toxicología Clínica 26.
- Flores, E., A. Armienta, S. Micete y R. M. Valladares 2009. "Tratamiento De Agua Para Consumo Humano Con Alto Contenido De Arsénico: Estudio De Un Caso De Zimapán Hidalgo-México." Información Tecnológica.
- Huaranga-Moreno, F., E. Méndez-García, V. Quilcat-León y F. Huaranga-Arévalo 2012. "Contaminación Por Metales Pesados En La Cuenca Del Río Moche." Scientia Agropecuaria 3.
- Jiménez, C., I. Romieu, E. Palazuelos y I. Muñoz 1999. "Exposición A Plomo En Niños De 6 A 12 Años De Edad." Salud Pública de México.
- Lucho, C. A., M. Álvarez, R. I. Beltrán, F. Prieto y H. A. Poggi 2005. "A Multivariate Analysis Of The Accumulation And Fractionation Of Major And Trace Elements In Agricultural Soils In Hidalgo State, Mexico Irrigated With Raw Wastewater." Environmental International.
- Mancilla-Villa, Ó. R., H. M. Ortega-Escobar, C. Ramirez- Ayala, E. Uscanga-Mortera, R. Ramos-Bello y A. L. Reyes- Ortigoza 2012. "Metales Pesados Totales y Arsénico En El Agua Para Riego De Puebla y Veracruz, México " Revista Internacional de Contaminación Ambiental 28.
- Martínez-Riera, N., R. A. Sant-Yacumo y N. Riera-de Martínez Villa 2001. "Efectos De La Exposición A Bajas Concentraciones De Plomo En Ratones Sobre Diferentes Parametros Bioquímicos " . " Revista De Toxicología 18.
- Melinda, M. y I. Valdivia 2005. "Intoxicación Por Plomo." Rev. Soc. Per. Med. Inter. 18.
- Mezquía-Valera, A., J. Aguilar-Valdés, C. Cumbá-Abreu, Y. González-Sánchez, O. Sardiñas-Peña y L. Acosta-Quintana 2009. "Efectos Del Plomo Sobre El Aprendizaje En Educandos Del Municipio Centro Habana." Revista Cubana De Higiene Y Epidemiología 47.
- Molina, L., M. L. Di Bernardo, C. Rondón, M. García, P. Carrero, J. R. Luna, J. G. Salazar, A. Morales, Y. Hernández y P. Peña 2007. "Determinación Y

- Estandarización De Plomo En Sangre En Operarios De Estaciones De Servicio Del Estado Mérida." Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana.
- NOM-127-SSA1 1994. "Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud Ambiental, Agua Para Uso Y Consumo Humano-Límites Permisibles De Calidad Y Tratamientos A Que Debe Someterse El Agua Para Su Potabilización."
- OMS 1995. "(En Línea) Environmental Health Criteria " Disponible En (<http://www.OMS.COM/>)(Consulta) (17 marzo 2015) INORGANIC LEAD.
- Pellerano, R. G., C. H. Romero, H. A. Acevedo y F. A. Vazquez 2005. "Determinación De Plomo En Aguas Superficiales Por Espectrofotometría En Fase Sólida." " Comunicaciones Científicas y Tecnológicas.
- Prieto-Méndez, J. C., A. D. Román Gutiérrez y F. Prieto García 2009. "Contaminación Y Fitotoxicidad En Plantas Por Metales Pesados Provenientes De Suelos Y Agua ." Tropical And Subtropical Agroecosystems 10.
- Renner, R. 2010. "Algo No Está A Plomo. Cuando El Tratamiento Del Agua Causa Contaminación Con Plomo " Salud Pública de México 52.
- Ríos, J., J. Calderón, F. Echeverría y G. Peñuela 2008. "Diseño De Un Sistema Piloto Para El Estudio De La Corrosión Del Material De Tuberías Y Su Contribución En El Deterioro De La Calidad Del Agua Potable." Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia 43.
- Rodríguez, A. y G. Espinal 2008. "Niveles De Plomo En Sangre Y Factores De Riesgo Asociados En Niños De 2 A 10 Años En El Barrio Villa Francisca, Santo Domingo, República Dominicana." Ciencia Y Sociedad.
- Rodriguez, R. y M. Echeverria 2008. "Reducción De Arsénico En Agua Uso De Un Método Doméstico." EDUTECNE 27.
- Rosas, I., R. Belmon, A. Armienta y A. Baez 1997. "Arsenic Concentrations In Water, Soil, Milk And Forage In Comarca Lagunera, México." Kluwer Academic Publishers.
- Rubio, C., A. J. Gutiérrez, M.-I. R. E., C. Revert, G. Lozano y A. Hardisson 2004. "El Plomo Como Contaminante Alimentario." Revista De Toxicología 21.

- Trujillo, E., V. Martínez y N. Flores 2008. "Ajuste Del Equilibrio Químico Del Agua Potable Con Tendencia Corrosiva Por Dióxido De Carbono." Información Tecnológica 19.
- USMP 2013. " (En Línea) Importancia Del Agua." Disponible En (<http://www.usmp.edu.pe/publicaciones/Consulta>) (17 Marzo 2015) Edu.
- Valdés-Perezgasga, F. 1999. " La Contaminación Por Metales Pesados En Torreon, Coahuila, México." En Defensa del Ambiente, A.C. 1.
- Valiente, C. y D. Mora 2011. "El papel del agua para consumo humano en los brotes de diarrea reportados en el período 1999 - 2001 en Costa Rica." Rev. Costarric. Salud pública 11.