



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES**  
**ESCUELA DE POSGRADO**

**TESIS DE DOCTOR EN CIENCIAS**  
**CON MENCIÓN EN: CIENCIAS AMBIENTALES**

**“ESTUDIO DE LA CONCENTRACIÓN DEL PLOMO EN EL  
AGUA DEL RÍO TUMBES PERÍODO 2012 – 2015 COMO  
CAUSA DE LA MINERÍA AURIFERA Y SU RELACIÓN CON  
LA SALUD DE LOS POBLADORES DEL CASERÍO DE RICA  
PLAYA – TUMBES - 2016”.**

**AUTOR**

**LUIS ENRIQUE GAVILANEZ GARCÍA**

**TUMBES – PERÚ**

**2016**





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES**  
**ESCUELA DE POSGRADO**

**TESIS DE DOCTOR EN CIENCIAS**  
**CON MENCIÓN EN: CIENCIAS AMBIENTALES**

**“ESTUDIO DE LA CONCENTRACIÓN DEL PLOMO EN EL  
AGUA DEL RÍO TUMBES PERÍODO 2012 – 2015 COMO  
CAUSA DE LA MINERÍA AURIFERA Y SU RELACIÓN CON  
LA SALUD DE LOS POBLADORES DEL CASERÍO DE RICA  
PLAYA – TUMBES - 2016”.**

**AUTOR**

**LUIS ENRIQUE GAVILANEZ GARCÍA**

**TUMBES – PERÚ**

**2016**

## DECLARACION DE ORIGINALIDAD

Yo Luis Enrique Gavilánez García declaro que los resultados reportados en esta tesis, son producto de mi trabajo con el apoyo permitido de terceros en cuanto a su concepción y análisis. Asimismo declaro que hasta donde yo sé no contiene material previamente publicado o escrito por otra persona excepto donde se reconoce como tal a través de citas y con propósitos exclusivos de ilustración o comparación. En este sentido, afirmo que cualquier información presentada sin citar a un tercero es de mi propia autoría. Declaro finalmente, que la redacción de esta tesis es producto de mi propio trabajo con la dirección y apoyo de mis asesores de tesis y mi jurado calificador, en cuanto a la concepción y al estilo de presentación o a la expresión escrita.

---

Luis Enrique Gavilánez García



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

## ESCUELA DE POSGRADO

### ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

En Tumbes, a los seis días del mes de octubre del año dos mil dieciséis, a las 11:20 horas, en AUDITORIO DE LA ESCUELA POSGRADO, se reunieron los miembros del Jurado designados con Resolución Directoral N° 078-2016/UNT-EPG-D, Dr. VICTOR BENJAMIN CARRIL FERNANDEZ - Presidente; Dr. LEOCADIO MALCA ACUÑA Secretario; Dr. LUIS FERNANDO FERNANDEZ NEYRA, Dr. MIGUEL ANTONIO PUESCAS CHULLY y Dr. FRANCISCO ALBURQUEQUE VIERA – Miembros; y con Resolución Directoral N° 0166-2016/UNT-EPG-D se fijó la fecha de sustentación y defensa de la tesis doctoral: ESTUDIO DE LA CONCENTRACION DEL PLOMO EN EL AGUA DEL RIO TUMBES PERIODO 2012-2015, COMO CAUSA DE LA MINERIA AURIFERA Y SU RELACION CON LA SALUD DE LOS POBLADORES DEL CASERIO RICA PLAYA – TUMBES 2016; presentado por el egresado del Programa de Doctorado en Ciencias Ambientales LUIS ENRIQUE GAVILANEZ GARCIA, asesorado por el Dr. NAPOLEON PUÑO LECARNAQUE.

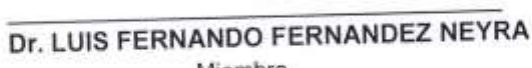
Concluida la exposición y sustentación, absueltas las preguntas y efectuadas las observaciones, lo declaran: APROBADO, SOBRESALIENTE, dando cumplimiento al Art. 29° del Reglamento de Investigación con fines de Graduación en la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes.

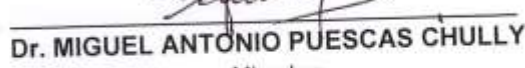
Siendo las 12:20 horas, se dio por concluido el acto académico, y dando conformidad se procedió a firmar la presente acta en presencia del público.

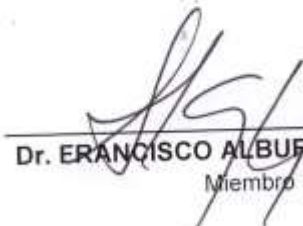
Tumbes, 06 de octubre de 2016

  
 Dr. VICTOR BENJAMIN CARRIL FERNANDEZ  
 Presidente

  
 Dr. LEOCADIO MALCA ACUÑA  
 Secretario

  
 Dr. LUIS FERNANDO FERNANDEZ NEYRA  
 Miembro

  
 Dr. MIGUEL ANTONIO PUESCAS CHULLY  
 Miembro

  
 Dr. FRANCISCO ALBURQUEQUE VIERA  
 Miembro

C.c. Jurado de Proyecto de Tesis (5), Asesor (1), sustentante (1), UI (2)

## RESPONSABLES

Luis Enrique Gavilánez García

---

EJECUTOR

Dr. Napoleón Puño Lecarnaqué

---

ASESOR

**JURADO DICTAMINADOR**

Dr. Víctor Carril Fernández

---

PRESIDENTE

Dr. Francisco Alburquerque Viera

---

SECRETARIO

Dr. Fernando Fernández Neira

---

MIEMBRO

Dr. Miguel Puestas Chully

---

MIEMBRO

Dr. Leocadio Malca Acuña

---

MIEMBRO

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>Resumen</b> .....	
<b>Abstract</b> .....	
<b>Resumo</b> .....	
<b>1. Introducción</b> .....	13
<b>1.1. Situación Problemática</b> .....	13
<b>1.2. Formulación del Problema</b> .....	17
<b>1.3. Justificación e Importancia</b> .....	17
<b>1.4. Hipótesis de trabajo</b> .....	18
<b>1.5. Objetivos</b> .....	18
<b>2. Marco de Referencia del Problema</b> .....	19
2.1. Antecedentes .....	19
2.2. Bases Teórico – Científicas .....	24
2.3. Definición de Términos Básicos .....	40
<b>3. Material y Métodos</b> .....	44
3.1. Tipo de Estudio y Diseño de Contrastación de Hipótesis .....	44
3.2. Población, Muestra y Muestreo .....	46
3.3. Métodos, técnicas e Instrumentos de recolección de Datos .....	48
3.4. Procesamiento y Análisis de Datos .....	50
<b>4. Resultados</b> .....	52
<b>5. Discusión</b> .....	65

<b>6. Conclusiones</b>	.....	70
<b>7. Recomendaciones</b>	.....	72
<b>8. Referencias Bibliográficas</b>	.....	74
<b>9 Anexos</b>	.....	77

## RESUMEN.

Los metales pesados se han convertido en un tema actual tanto en el campo ambiental como en el de salud pública. El plomo no es biodegradable y persiste en el suelo, en el aire, en el agua y los hogares, nunca desaparece si no que se acumula en los sitios en los que se deposita y puede llegar a envenenar a generaciones de niños y adultos a menos que sea retirado. En la presente investigación se buscó responder si el grado de contaminación de Plomo en las aguas del río Tumbes está afectando la salud de los pobladores del Caserío de Rica Playa; justificándose en el sentido estrictamente práctico ya que sus resultados serán dados a conocer a las autoridades y tomen las medidas correspondientes; y responder a la hipótesis que los pobladores tienen un alto grado de contaminación de plomo para ello se tuvo que determinar la contaminación de plomo en la sangre de los pobladores. Se trató de una investigación descriptiva – explicativa – causal bajo un diseño No Experimental y con una población total de los 9000 pobladores del Distrito de San Jacinto y de acuerdo a la cantidad de pobladores de Rica Playa se consideró el 5% como muestra No Probabilística Estratificada de 21 personas. El agua del Río Puyango Tumbes está con niveles altos de concentración de plomo, por encima de los estándares de Calidad del Agua, los niveles de plomo en la sangre están aún por debajo de los niveles críticos de envenenamiento y las enfermedades de los pobladores están relacionadas con la presencia de plomo. Concluyéndose que la concentración de plomo en el agua está en promedio en 0.3174 ug/dL, el 26.74% por encima del Estándar de Calidad del Agua, en niveles que van entre 0.10 ug/dL a 0.81 ug/dL destacando mayormente en niños y ancianos, y el tipo de enfermedades relacionadas al plomo que padecen los pobladores son: Enfermedades al riñón, dolores de estómago, dolores de huesos, gripes, presión arterial alta y dolores del corazón.

**Palabras clave:** Contaminación Ríos, Medio Ambiente y Salud, Metales Pesados.

## ABSTRACT

Heavy metals have become a hot topic both in the environmental field and in public health. Lead is not biodegradable and persists in soil, air, water and homes, never disappears if not that accumulates in the places where it is deposited and can poison generations of children and adults unless it is removed. In the present investigation we sought to answer whether the degree of lead contamination in the waters of Tumbes River is affecting the health of the residents of the Village of Playa Rica; justified in the strictly practical sense because its results will be made known to the authorities and take appropriate action; and respond to the hypothesis that people have a high degree of lead contamination for it had to determine the contamination of lead in the blood of the people. It was a descriptive research - explanatory - causal under No Experimental and with a total population of 9000 residents of the District of San Jacinto and according to the number of inhabitants of Rica Beach design was considered 5% as shown nonprobability Stratified 21 persons. River water Puyango Tumbes is with high levels of lead concentration above the standards of water quality, lead levels in the blood are still below critical levels of poisoning and diseases of the residents they are related with the presence of lead. It concluded that the concentration of lead in water is on average at 0.3174 ug / dL, the 26.74% above the Standard of Water Quality at levels ranging from 0.10 ug / dL to 0.81 ug / dL highlighting mostly children and the elderly and the type of lead-related diseases suffered by people are: kidney, stomach aches, bone pain, colds, high blood pressure and heart pains.

**Keywords:** Pollution Rivers, Environment and Health, Heavy Metals.

## RESUMO

metais pesados tornaram-se um tema quente, tanto no campo do meio ambiente e na saúde pública. O chumbo não é biodegradável e persiste no solo, ar, água e casas, nunca desaparece se não que se acumula nos locais onde é depositado e pode envenenar gerações de crianças e adultos, a menos ele é removido. No presente estudo procurou-se responder se o grau de contaminação por chumbo nas águas de Tumbes Rio está afetando a saúde dos moradores da aldeia de Playa Rica; justificada no sentido estritamente prático, porque seus resultados será comunicado às autoridades e ter conformidade; e responder à hipótese de que as pessoas têm um elevado grau de contaminação por chumbo para que tinha para determinar a contaminação de chumbo no sangue das pessoas. Foi uma pesquisa descritiva - explicativo - causal sob o n Experimental e com uma população total de 9000 residentes do Distrito de San Jacinto e de acordo com o número de habitantes de Rica Praia projeto foi considerado 5% como mostrado não probabilística estratificada 21 pessoas. A água do rio Puyango Tumbes é com elevados níveis de concentração de chumbo acima dos padrões de qualidade da água, os níveis de chumbo no sangue ainda estão abaixo dos níveis críticos de intoxicação e doenças dos moradores estão relacionados com a presença do chumbo. Ele concluiu que a concentração de chumbo na água é, em média, 0,3174 ug / dL, a 26,74% acima do padrão de qualidade de água em níveis que variam entre 0,10 ug / dL para 0,81 ug / dL destacando principalmente crianças e idosos e do tipo de doenças relacionadas com o chumbo sofridas por pessoas são: rim, dores de estômago, dor óssea, resfriados, pressão alta e dores no coração.

**Palavras-chave:** Rivers poluição, meio ambiente e saúde, Metais Pesados.

## 1.- INTRODUCCIÓN

### 1.1.- Situación Problemática

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.

Recientemente, ha llamado la atención del mundo, el caso de envenenamiento por metales pesados entre la población infantil de Torreón, Coahuila, en el Norte – Centro de México.

Este problema había sido estudiado y denunciado desde hace veinte años por diversas instituciones y grupos ambientalistas.

El problema en la Ciudad de Torreón fue provocado por el Plomo (Pb), el Cadmio (Cd) y el Arsénico (As), tres elementos altamente dañinos para los humanos. Sin embargo, los estudios, las denuncias y todas las acciones se realizaron en torno al plomo, dado que este es el metal el que causa más problemas y más preocupación en todo el mundo. Cuando el plomo es ingerido, inhalado o absorbido por la piel, resulta ser altamente tóxico para los seres vivos en general y para los humanos y para los humanos en particular.

Se sospecha que es tóxico para los sistemas endocrino, cardiovascular, respiratorio, inmunológico, neurológico y gastrointestinal además de poder afectar la piel y los riñones. El plomo no es biodegradable y persiste en el suelo, en el aire, en el agua y en los hogares. Nunca desaparece sino que se acumula en los sitios en los que se deposita y puede llegar a envenenar a generaciones de niños y adultos a menos que sea retirado. Se ha encontrado que una concentración de 7 microgramos de plomo

por decilitro de sangre (ug/dL) causa daños irreversibles en el sistema neurológico de los infantes. El plomo en la sangre de los niños puede provocar que un genio en potencia solo llegue a un nivel de aprovechamiento promedio o que un niño que hubiera tenido habilidades promedio quede discapacitado de por vida. Hay estudios que han relacionado una baja de 5.8 puntos en las pruebas de cociente intelectual (donde 100 sería la habilidad de la mayoría de niños), por cada diez microgramos por decilitro en la sangre de un niño. El límite máximo permisible de plomo en la sangre de un niño según Normas Internacionales Oficiales como por ejemplo Mexicana publicada en Junio de cada año, es de 10 ug / dL, sin embargo es importante resaltar que este nivel no es seguro, ni es normal, ni es deseable. El Plomo causa anemia en los niños y en los adultos al impedir la formación de moléculas que transportan el oxígeno. En los adultos, la exposición a niveles sumamente bajos de plomo causa incrementos pequeños pero significativos en la presión arterial y no existe evidencia de que haya un umbral para este efecto. También en los adultos el plomo causa enfermedades renales y afecta la fertilidad.

En nuestro país entre los principales agentes contaminantes identificados tenemos el plomo, mercurio, aluminio, arsénico, cadmio, manganeso, magnesio, hierro, cobre, cianuro. Agregándose a estos metales pesados el dióxido de azufre, y el ácido sulfúrico (R.M N°525-2005/MINSA). Adicionalmente a ello tenemos la presencia cada vez mayor de las poblaciones ubicadas dentro del área de influencia de las actividades productivas entre ellas la minería y el mayor conocimiento sobre el impacto ambiental y los riesgos de salud ocasionados por los diferentes metales pesados y otras sustancias químicas generó la preocupación del Ministerio de Salud por las formas de proteger la salud de las poblaciones en riesgo y enfrentar los problemas de salud de las poblaciones en riesgo y enfrentar los problemas de salud existentes, creado mediante R.M. N°425-2008-MINSA, La

Estrategia Sanitaria Nacional de Atención a Personas Afectadas por la contaminación con Metales Pesados y otras sustancias químicas, dependiente de la Dirección General de Salud de las Personas con funciones definidas, situación que aún continúa hasta que se concluya el proceso de reestructuración de las Estrategias Regionales, según R.M. N°525-2012-MINSA.

Investigaciones científicas han demostrado las repercusiones negativas de los metales pesados en el ecosistema y la salud del ser humano cuya exposición está relacionada con problemas de salud como: retrasos en el desarrollo, varios tipos de cáncer, daños en los riñones, e incluso, con casos de muerte.

Ciertos metales pesados, como cadmio, plomo y cromo, se acumulan en tejidos humanos, especialmente como riñón y pulmón, alterando sus funciones básicas y provocando efectos tóxicos como neumonía, disfunción renal y enfisemas. En intoxicaciones crónicas son habituales las osteopatías que parecen estar relacionadas con alteraciones del metabolismo del calcio. Algunos tipos de cáncer relacionados con el aparato reproductor masculino.

Metales como Arsénico Cadmio, Plomo y Zinc, Fierro, Manganeso, junto al mercurio, están considerados dentro de los mayores agentes tóxicos asociados a contaminaciones ambientales e industriales. El Cadmio se obtiene como subproducto del tratamiento metalúrgico del Zinc y del Plomo, a partir de Sulfuro de Cadmio y con formación de Óxido de Cadmio, compuesto altamente tóxico, la acumulación de cadmio en el riñón e hígado depende de la intensidad, del tiempo de exposición y del estado óptimo de la función de excreción renal.

En la actualidad se reconoce que contaminantes ambientales como el Cadmio, el Plomo y el Arsénico tienen un papel importante en la génesis de la insuficiencia renal crónica. Estudios epidemiológicos han demostrado la fuerte asociación entre exposición a estos metales y la presencia de daño renal crónico.

El Cd es uno de los elementos más tóxicos al cual está expuesto el hombre; la exposición ambiental ocurre principalmente a través del humo de tabaco, el agua y alimentos como vegetales, cereales y moluscos. La acumulación de este metal en el organismo es gradual y se incrementa con la edad debido a su larga vida media, mayor de 20 años.

Diferentes investigaciones realizadas en la Cuenca del Río Puyango – Tumbes, determinan que las aguas de dicho río se encuentran seriamente contaminadas con metales pesados y entre ellos el Arsénico. El Cadmio y el Plomo, tal así que el investigador Dr. Napoleón Puño Lecarnaqué (Puño, N (2010)), reporta que estos tres metales pesados rebasan los límites permisibles de la legislación peruana, en un punto de análisis monitoreado por 6 años frente al poblado de Rica Playa, ubicado en el Distrito de San Jacinto – Margen Izquierda del Río Puyango Tumbes. Se presume que los pobladores de este poblado al ingerir agua directamente del río sin ningún procesamiento químico, al consumir productos agrícolas regados con estas aguas, contienen en su sangre serias concentraciones de metales pesados que están afectando su salud en especial de los niños, existen evidencias de la presencia de madres jóvenes dando nacimientos con Síndrome de Down, niños con litiasis, cánceres de próstata y pulmones, por lo tanto la presente investigación permitirá corroborar científicamente estas evidencias y permitan a las autoridades sanitarias tomar en forma urgente las necesidades que el caso amerita y que también serán aportadas en el presente estudio.

## 1.2. Formulación del Problema.

¿El grado de contaminación de Plomo en las aguas del Río Tumbes, como causa de la explotación de oro en el Ecuador, está afectando la salud de los pobladores del Caserío de Rica Playa – Tumbes 2016?.

## 1.3. Justificación e Importancia.

La exposición a los metales pesados constituyen una preocupación importante en Salud Pública por sus efectos tóxicos en los seres humanos, es por eso que nos interesa investigar el grado de contaminación existente en los pobladores del Caserío de Rica Playa, sabiendo que por este lugar cruza el río Puyango - Tumbes, que nace desde el Ecuador, y estas aguas son formadas por dos principales afluentes (Río Calera y Río Amarillo) contaminados, por los restos de relaves mineros que vienen desde la parte alta de la Cuenca del Puyango – Tumbes (Cantones Portovelo y Zaruma). Estas aguas que llegan al caserío, son una fuente de contaminación, ya que es muy utilizada para su subsistencia (consumo diario en su alimentación, agricultura, ganadería), pudiendo ser afectados por intoxicaciones agudas o intoxicaciones crónicas de acuerdo al consumo por periodos de tiempo.

La presente investigación se justifica técnicamente ya que se pretende contribuir al conocimiento de la magnitud de la contaminación por efecto de los metales pesados presentes en el agua del Río Puyango – Tumbes (especialmente el plomo), así mismo tendría una justificación práctica dado que sus resultados, permitieron resolver este problema a los pobladores de Rica Playa y otros caseríos, reajustando las políticas administrativas de acción por parte de las autoridades de turno ante el problema planteado y causado por la contaminación de las aguas de Río Puyango – Tumbes.

Así mismo tendrá una justificación práctica porque sus resultados permitirán sensibilizar a las autoridades de los Gobiernos Locales, Regional y Nacional a fin que tomen medidas de solución al problema del agua potable para los moradores del Caserío de Rica Playa, y tendrá una justificación Teórica – Científica ya que sus resultados podrán generalizarse e incorporarse al conocimiento científico y poder extrapolarlos y solucionar los problemas de la gente que vive a lo largo de la Cuenca del Río Puyango – Tumbes.

#### **1.4. Formulación de Hipótesis**

Los pobladores del caserío de Rica Playa tienen un grado de contaminación de plomo debido a la alta concentración de este metal pesado en el agua del Río Puyango – Tumbes, año 2016.

#### **1.5. Objetivos de la Investigación**

##### **1.5.1. Objetivo general**

Determinar el grado de concentración del metal pesado Plomo en el agua del Río Tumbes y en la sangre de los pobladores del Caserío de Rica Playa. Tumbes – 2016.

##### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Analizar el grado de concentración de Plomo en las aguas del río Tumbes período 2012 – 2015.
- Determinar el grado de concentración del metal pesado Plomo en los pobladores del caserío de Rica Playa. Tumbes 2016.
- Correlacionar la contaminación del metal pesado Plomo y la salud de los pobladores del Caserío de Rica Playa – Tumbes 2016.

## 2.- MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

### 2.1 Antecedentes

Los metales pesados y otras toxinas amenazan cada vez más nuestra salud. En estudios recientes se ha comprobado que hoy en día tenemos de 400 a 1000 veces más plomo en huesos de hace 4000 años.

Entre los metales, los más importantes en cuestión de salud son el mercurio, plomo, cadmio, níquel y zinc, pero para fines del presente estudio se analizará el Plomo.

No se encontraron antecedentes locales sobre la contaminación de metales pesados en personas, pero se encontraron estudios de la fuente de contaminación de los metales pesados (Río Puyango - Tumbes).

**Carril y Pacheco (2002)** desarrollan la investigación denominada “Contaminación del Río Tumbes por Residuos Químicos y Microbiológicos” realizando la toma de muestras de agua en cinco zonas de muestreo: Zona 1, Condorflores; Zona 2, Zapallal; Zona 3, Rica Playa; Zona 4, EMFAPA y Zona 5, La Canela. Concluyendo que la mayor parte del curso del Río Tumbes, está siendo contaminado con los relaves mineros de la parte alta de la Cuenca Puyango – Tumbes (Ecuador) y con desechos urbanos. La Zona 2 de Zapallal es el área crítica, en razón de presentar altos niveles de hierro (119.5mg/l), manganeso (1.7 mg/l), y plomo (0.146 mg/l); concentraciones por encima de los límites máximos permisibles propuestos en la Ley General de Aguas, Clase III. Las zonas de Rica Playa, EMFAPA y La Canela, revelan una calidad de agua considerada como buena (Garban, B., et al.: (1996). Margalef, R. (1983). Limnología. Ed. Omega, S.A. Barcelona. Murray, K.S., (1996)).

**Puño Lecarnaqué, N. (2004)** “Análisis Situacional de la Cuenca del Río Tumbes”, Tesis Magister Sciental – Escuela de Posgrado – Especialidad de Recursos Hídricos – UNA – La Molina – Lima.

Concluyó que en la parte de la cuenca correspondiente al río Puyango en Territorio del Ecuador, específicamente en el área de Portovelo – Zaruma desde principios de siglo se tiene uno de los centros más antiguos de extracción de oro. Dicho mineral es tratado por métodos gravimétricos y amalgación posterior para recuperar el oro del concentrado, por lo general las arenas son tratadas por cianuración. En la parte alta de la Cuenca (Portovelo - Zaruma), y en especial en el Río Calera (río donde están sentados los molinos para el oro) el agua tiene exceso de mercurio y está por encima de los límites permisibles de la legislación peruana; con respecto a los análisis microbiológicos sus valores están por encima de los límites permitidos según la legislación peruana, y se debe tener mucho cuidado con el mercurio procedente de la producción de oro que se supone a llevado a terminar con varias especies de peces de agua dulce como por ejemplo la tradicional “raspa” (*Chaetostoma microps*) que se encontraba desde Rica Playa, aguas arriba de la cuenca, aún existe robalo.

**Puño Lecarnaqué, N. (2010)** “Plan de manejo Ambiental del Recurso Hídrico de la Cuenca del Río Puyango – Tumbes” Tesis de doctor en Ciencias Ambientales – Escuela de Posgrado – Universidad Nacional de Piura – Piura.

Concluyó que las principales fuentes de contaminación del recurso hídrico de la Cuenca del Río Puyango – Tumbes son las actividades mineras de refinación de oro de la parte alta de la cuenca (Ríos Amarillo y Calera), la actividad agrícola de la parte baja (Río Tumbes), generación de aguas residuales domésticas y residuos sólidos urbanos de las Ciudades de Portovelo, Zaruma y Tumbes principalmente; y los afluentes de las actividades langostineras. Los principales contaminantes que afectan la calidad de las aguas de la cuenca del Puyango – Tumbes y que sobrepasan los estándares de calidad ambiental (para aguas de tipo A1) son: los coliformes termotolerantes (niveles mayores a 0 NMP/100ml), arsénico (niveles mayores a 0.01 mg/l), cadmio (niveles mayores a 0.003 mg/l), hierro (niveles mayores a 0.03 mg/l), manganeso (niveles mayores a 0.1 mg/l) y plomo (niveles mayores a 0.01 mg/l)

**Fernanda Agraz, Belén Guízar, (2008)**, en su proyecto de investigación titulado INTOXICACIÓN POR METALES PESADOS EN LA SALUD encontraron que Los principales agentes tóxicos son: Aluminio, arsénico, mercurio y plomo, describen que No todos los riesgos proceden del aire, muchos de los contaminantes que llegan a nuestro organismo lo hacen a través de la comida o el agua. Las dioxinas, el mercurio, el plomo, los isótopos radioactivos, o los pesticidas son algunos de los contaminantes que podemos encontrar en nuestro plato, directamente procedentes del suelo y el agua contaminados (Rodríguez Pérez, B.: et al., (2008. Wetzel, RG. (1981). Limnología. Editorial Omega. Barcelona).

**El Centro Nacional de Salud Ocupacional y Protección del Ambiente para la Salud- DIRESA CUSCO** en su trabajo de investigación titulada RIESGOS A LA SALUD POR EXPOSICIÓN A METALES PESADOS EN LA PROVINCIA DE ESPINAR-CUSCO - 2010 se identificó sintomatología de alteraciones en funciones cognitivas, llámese estas alteraciones en memoria, atención, coordinación, concentración y en niños dificultades en su desarrollo cognitivo y psicomotor, así mismo es posible las alteraciones de conducta (hiperactividad) y emocionales (ansiedad, depresión, entre otras).

**EL MINISTERIO DE SALUD (MINSA)** en su estudio realizado en Cerro de Pasco determinaron que la mayoría de los habitantes de la ciudad tenían niveles promedio de plomo en sangre superiores a  $10\mu\text{g/dL}$ , nivel que para los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC) constituye un motivo de preocupación (Ministerio de Energía y Minas (Dirección General de Asuntos ambientales).

**García y Romero 2008** en su investigación identificó que la elevada toxicidad, alta persistencia y rápida acumulación en los organismos vivos, los convierte a los metales pesados en contaminantes prioritarios

cuyos efectos tóxicos no se detectan fácilmente a corto plazo, aunque si puede haber una incidencia muy importante a mediano y largo plazo (RELMA – 1996).

La **organización mundial de la salud (OMS)** en las evaluaciones más recientes de los efectos toxicológicos de metales pesados se llegó a la conclusión de que el sistema nervioso en desarrollo del feto y el recién nacido, son los más sensibles, tales efectos pueden aparecer aún a niveles de exposición en que la madre conserva la salud o sufre sólo síntomas menores.

**Begoña Zubero Olea, Miren (2006).** Metales pesados. (Pb, Cd, Cr y Hg), en población general adulta próxima a una planta de tratamiento de Residuos Urbanos de Bizkaia – Revista Española de Salud Pública Versión impresa ISSN 1135 – 5727.

En 2006 se midió la exposición a Pb en 95 muestras de sangre y Cd, Cr y Hg en 93 muestras de orina de adultos de la población general de Bizkaia, País Vasco. Las concentraciones medidas fueron Pb, 2.68ug/100ml, Cd, 0.54ug/g creatinina y Hg, 0.65 ug/g creatinina. Concluyendo que los niveles de Pb se incrementaban con la edad y estaban asociados con el consumo de productos locales de huerta y con el trabajo en la metalurgia. La edad eleva los niveles de Cd y se observa en clases sociales altas niveles más elevados, así como en mujeres y en personas fumadoras. Los niveles de Cr era más elevados en zonas alejadas en la zona de estudio y en las clases altas. Los niveles de Hg fueron más elevados en mujeres que en hombres.

**ANA – Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos (2015).** Desde el año 2011 la Autoridad Nacional del Agua ha implementado la línea base de la calidad de aguas superficiales, en las cuencas de los ríos Tumbes y Zarumilla del ámbito de la ALA Tumbes, desarrollándose tres (03), acciones de identificación de fuentes contaminantes comprendiendo la zona marino costera y trece (13)

monitoreos participativos de la calidad de las aguas superficiales con la finalidad de evaluar la calidad de las aguas en los ríos Tumbes y Zarumilla y sus respectivos tributarios quebradas: cazaderos, angostura – cabuyal, las peñas, faical, en época de estiaje, avenida y transición.

La red de puntos de monitoreo de aguas en la cuenca del río Tumbes, está conformada por 6 puntos, entre ellos dos que están entre el Caserío de Rica Playa: Río Tumbes después de la Unión con la Quebrada Cazaderos (aguas arriba de Rica Playa), y Río Tumbes Estación Hidrometeorológica, El Tigre (aguas debajo de Rica Playa).

Los análisis de la muestra de aguas superficiales fueron procesados por el laboratorio Servicios Analíticos Generales SAC. Sede Lima, acreditado por INDECOPI – SNA.

Para el primer monitoreo fue llevado a cabo en Junio del 2015 los resultados del Plomo fueron: Río Tumbes después de la unión con la Quebrada Cazaderos (punto de monitoreo 1392 R. Tumbes 1), 0.1115 mg/L por encima del valor ECA 0.05 mg/L; Río Tumbes Estación Hidrometeorológica El Tigre (punto de monitoreo 1392 R. Tumbes 11) o. 1201 mg/L por encima del valor ECA 0.05 mg/L. para agua de categoría 1 A2. UH. 1392; agua de categoría poblacional y Recreacional – Sub categoría A – aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable; concluyendo que en el Río Tumbes los parámetros inorgánicos que exceden, derivan básicamente de las fuentes contaminantes ubicadas en la parte alta proveniente del Ecuador, la cal incorpora una cantidad considerable de metales pesados al agua. Las principales actividades que generan contaminantes y los incorporan al Río Tumbes, son la actividad minera informal. Para el segundo monitoreo llevado a cabo entre el 26 al 30 de octubre del 2015, los resultados de concentración de plomo fueron para 1392 Río Tumbes 1; 0.1480 mg/L; y para 1392 Río Tumbes 11; 0.053, valores que superan en el ECA que es de 0.05 mg/L.

## **2.2. Bases Teórico – Científicas**

Algunos metales pesados tienen bio importancia como elementos de rastreo pero, los efectos biotóxicos de muchos de ellos en la bioquímica humana son motivo de gran preocupación. Por lo tanto, es necesaria una adecuada comprensión de las condiciones, tales como estados de concentración y oxigenación, que los hacen dañinos y como se produce la bio toxicidad. Es también importante conocer sus fuentes, procesos de lixiviación, conversiones químicas y sus modos de disposición para contaminar el medio ambiente, el cual, esencialmente, sostiene la vida. La literatura respectiva apunta al hecho de que estos metales se liberan en el ambiente tanto por fuentes naturales como antropogénicas, especialmente por las actividades mineras e industriales y los escapes de los automotores (por plomo). Ellos se filtran a las aguas subterráneas, moviéndose a lo largo de la red de los cursos de agua y eventualmente alcanzando a los acuíferos, o son llevados por las corrientes superficiales y por lo tanto resultando en contaminación del agua y consecuentemente del suelo. El envenenamiento e intoxicación en los animales ocurre frecuentemente de los mecanismos de intercambio y coordinación natural. Cuando se ingieren, se combinan con las biomoléculas del cuerpo, como proteínas y enzimas para formar componentes biotóxicos estables, con lo cual mutilan sus estructuras e impidiendo las biorreacciones de sus funciones. Este documento analiza algunos metales pesados y sus efectos biotóxicos en el hombre y los mecanismos de sus actividades bioquímicas.

### **METALES PESADOS:**

Metales pesados son aquellos cuya densidad es por lo menos cinco veces mayor que la del agua. Tienen aplicación directa en numerosos procesos de producción de bienes y servicios. Los más importantes son:

Arsénico (As), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Mercurio (Hg), Plomo (Pb).

Un metal pesado es un miembro de un grupo de elementos no muy bien definido que exhibe propiedades metálicas. Se incluyen principalmente metales de transición, algunos semimetales, lantánidos, y actínidos. Muchas definiciones diferentes han propuesto basarse en la densidad, otras en el número atómico o peso atómico, y algunas en sus propiedades químicas o de toxicidad.

El término metal pesado es considerado como una "mala denominación" en un informe técnico de la IUPAC debido a su definición contradictoria y su falta de "bases de coherencia científica". Existe un término alternativo metal tóxico, para el cual tampoco existe consenso de su exacta definición.

Como se discute luego, dependiendo del contexto, los metales pesados pueden incluir elementos livianos como el carbono y pueden excluir algunos de los metales más pesados. Los metales pesados se encuentran libres y de forma natural en algunos ecosistemas y pueden variar en su concentración.

Sin embargo hay una serie de elementos que en alguna de sus formas pueden representar un serio problema medioambiental y es común referirse a ellos con el término genérico de "metales pesados". En la actualidad, existen fuentes antropogénicas de metales pesados, por ejemplo la contaminación, que los ha introducido en los ecosistemas. Por ejemplo los combustibles derivados de la basura (no orgánica) generalmente aportan estos metales, así que se debe considerar los metales pesados cuando se utilizan los residuos como combustible.

### **CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS:**

**(San Martín 2015).**

La contaminación es uno de los problemas ambientales más importantes que afectan a nuestro mundo y surge cuando se produce un desequilibrio, como resultado de la adición de cualquier sustancia

al medio ambiente, debido a los diferentes procesos productivos del hombre (fuentes antropogénicas) y actividades de la vida diaria, causando efectos adversos en el hombre, animales y vegetales; problemática a la que el Perú no es ajeno.

## **FUENTES CONTAMINANTES:**

**(San Martín 2015).**

- ❖ Entre las principales fuentes contaminantes tenemos:
- ❖ Procesos de explotación de yacimientos mineros.
- ❖ Pasivos ambientales.
- ❖ Depósitos de concentrados de plomo y otros metales pesados.
- ❖ Vertimientos industriales y mineros informales. Emisiones industriales, aguas residuales.
- ❖ Fundiciones artesanales.
- ❖ El manejo inadecuado de sustancias tóxicas peligrosas
- ❖ Incremento desordenado del parque automotor.
- ❖ Procesos y desechos de la Agroindustria.
- ❖ Botaderos municipales.
- ❖ Arrojos de residuos sólidos al margen de los ríos.

## **FACTORES PRINCIPALES:**

**(San Martín 2015).**

Existen dos factores principales que contribuyen a la contaminación ambiental por plomo y otros metales pesados y a los daños a la salud de las personas:

**A. Factores Antropogénicos:** Causados por las actividades económicas, entre las cuales están la minería, industria, agricultura, etc. Entre cuyos procesos se encuentran:

- Explotación minera.
- Movimiento de tierra (explotación minera, construcción). Transporte de sustancias peligrosas.
- Manipulación inadecuada de residuos sólidos.
- Fuentes móviles (gases de combustión)

**B. Factores Naturales:** Fenómenos y Accidentes Ambientales. Ciclos biogeoquímicos: Los cuales coadyuvan al transporte y transformación de los agentes contaminantes, ejemplo por el ciclo del agua. Agua de escorrentía.

## **EFFECTOS DE LOS METALES PESADOS EN LA SALUD HUMANA: (San Martín 2015).**

### **PLOMO**

El Pb inorgánico produce efectos adversos en el sistema nervioso periférico, tanto en la estructura como en la actividad colinérgica del nervio. El hecho más característico es el daño de los nervios motores, que se expresa clínicamente con la parálisis saturnina, cuya manifestación principal es la debilidad de los músculos extensores (falta de fuerza en las manos).

Los efectos del Pb sobre el riñón han sido estudiados con detenimiento y se observan lesión tubular renal caracterizada por aminoaciduria generalizada, hipofosfatemia y glucosuria, puede llegar a fibrosis peri tubular, por lo que estos signos denominados como nefropatía crónica pueden culminar en insuficiencia renal.

**Síntomas precoces:** fatiga, dolores de cabeza, dolores óseos, dolores abdominales, trastornos del sueño, dolores musculares,

impotencia, trastornos de conducta, y otros. Síntomas avanzados: anemia, cólicos intestinales, náuseas y vómitos, enfermedad renal, impotencia sexual, delirio, esterilidad, daños al feto, hipertensión arterial, estreñimiento agudo, afectación de los nervios, enfermedad ósea, problemas de cáncer y muerte.

## **El daño y la Responsabilidad Transfronteriza**

**(San Martín, 2015).**

La responsabilidad Internacional surge como consecuencia de actos u omisiones que inciden de alguna manera en otro estado. Es decir, que la influencia de alguna actividad repercute en un estado distinto al de aquel donde se inició la misma.

De acuerdo con Loretta Ortiz: “El daño se define como el causado a las personas, los bienes o el medio ambiente y el daño transfronterizo como el causado en el territorio o en otros lugares bajo la jurisdicción o el control de un estado distinto del Estado de origen, tengan o no los Estados fronteras comunes”.

En buena cuenta, daño fronterizo es aquel generado por una actividad originada o realizada en un Estado determinado, pero cuyos resultados negativos repercuten en otro distinto.

Pues bien, la responsabilidad por el daño transfronterizo se contempló inicialmente en la declaración de Estocolmo de 1972, concretamente en su Principio 22: Los Estados deben cooperar para continuar desarrollando el derecho internacional en lo que se refiere a la responsabilidad y a la indemnización de las víctimas de la contaminación y otros daños ambientales que las actividades realizadas dentro de la jurisdicción a bajo el control de tales Estados causen en zonas situadas fuera de su jurisdicción, esto también está contemplado con el Principio 13 de la Declaración de Rio de 1992.

## Departamento de salud de Tejas.

### Efecto del Plomo en la Salud de los Niños

SÍNTOMAS	NIVEL DE PLOMO EN LA SANGRE
Parto prematuro, bajo peso al nacer, problemas de desarrollo y aprendizaje.	10 a 15 ug / dL
Cocientes intelectuales (IQ) reducidos.	25 ug / dL
Reflejos más lentos.	30 ug / dL
Menos glóbulos rojos en la sangre	40 ug / dL
Problemas nerviosos, anemia, cólicos.	70 ug / dL
Problemas estomacales y renales.	90 ug / dL
Problemas cerebrales.	100 ug / dL
Estos efectos sobre la salud empiezan a los niveles indicados pero no todos los niños sufren.	

### Los efectos de los metales pesados en la salud

#### (ECOagricultor).

- **Plomo (Pb):** Alteraciones neurológicas (disminución del coeficiente intelectual infantil), nefrotoxicidad, anemia, cáncer de riñón.

Eliminar los metales pesados del cuerpo y especialmente la sangre es una de las consultas que se ha vuelto común en los sitios dedicados a la salud y también terapias complementarias y naturales. Ecoagricultor plantea qué la estructura a seguir en un estudio de metal pesado es como sigue:

**Metales pesados v/s Zonas de Estudio, género, edad.**

Bio marcador	Zona			Género		Edad
	1	2	3	H	M	
Pb <sub>(ug/L)</sub>						

**Niveles de metales pesados en cada una de las poblaciones estudiadas.**

BIOMARCADOR	POBLACIÓN	NÚMERO	MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA	SEGNIFICACIÓN (t - Student)
Nivel de Pb en Sangre Total	No Acepada				
	Acepada				

**Mortalidad en San Jacinto DIRESAT - ASIS TUMBES.**

Las principales causas de mortandad en el Distrito de San Jacinto estuvieron constituidas por las enfermedades del sistema circulatorio, infecciones respiratorias agudas, diabetes mellitus, y septicemia.

**Principales Causas de Mortalidad Distrito de San Jacinto – Región Tumbes  
2010.**

Causas de Mortalidad	Hombre		Mujer		Total	Tasa X 100000
	N°	%	N°	%		
Enfermedades Isquémicas del Corazón	9	32.14	9	30	18	203.94
Infecciones Respiratorias Agudas.	4	14.29	2	6.67	6	67.98
Diabetes Mellitus.	1	3.57	3	10.0	4	45.32
Septicemia, excepto neonatal.	3	10.71	0	0.0	3	33.99
Los demás accidentes de Transporte y las no especificadas.	3	10.71	0	0.0	3	33.99
Enfermedades Crónicas de las vías respiratorias infantiles.	1	3.57	2	6.67	3	33.99
Resto de Enfermedades del Sistema Digestivo.	0	0	3	10	3	33.99
	2	7.14	0	0	2	22.66
Enfermedades por el VIH	0	0	2	6.67	2	22.66
	2	7.14	0	00	2	22.66
	3	10.71	9	30	12	135.96

(SIDA). Tumor Maligno de Estómago. Tumor Maligno de Páncilas Todas las demás causas.						
	<b>28</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>58</b>	<b>657.15</b>

Fuente: Oficina de Estadística e Importancia: DIRESA – Tumbes.

### **MORBILIDAD EN EL DISTRITO DE SAN JACINTO. DIRESAT - ASIS TUMBES.**

Las enfermedades del Sistema Respiratorio, del Sistema Genitourinario y Digestivo constituyen las primeras causas de consulta externa en el Distrito de San Jacinto en el año 2010. El 64% del total de consultas externas correspondieron al sexo femenino en las que predominan las enfermedades del sistema Genitourinario, enfermedades del sistema digestivo e infecciones con modo de transmisión predominantemente sexual.

**CAUSAS DE CONSULTA EXTERNA DISTRITO DE SAN JACINTO DIRESA –  
TUMBES – 2010.**

CIE10	Causas de Morbilidad	Sexo		Total	Tasa x 100000	%	% Acum.
		M	H				
<b>J00-J99</b>	Enfermedades del Sistema Respiratorio	<b>2496</b>	<b>1844</b>	<b>4340</b>	<b>49172.9</b>	<b>36.52</b>	<b>36.52</b>
<b>N00-N99</b>	Enfermedades del Sistema Genitourinario.	<b>1034</b>	<b>287</b>	<b>1321</b>	<b>14967.1</b>	<b>11.12</b>	<b>47.64</b>
<b>K00-K93</b>	Enfermedades del Sistema Digestivo.	<b>894</b>	<b>425</b>	<b>1319</b>	<b>14944.5</b>	<b>11.10</b>	<b>58.74</b>
<b>R00-R99</b>	Síntomas, signos de hallazgos anormales clínicos y de laboratorio, no clasificados en otra parte.	<b>433</b>	<b>411</b>	<b>844</b>	<b>9562.7</b>	<b>7.10</b>	<b>65.84</b>
<b>M00-M99</b>	Enfermedades del Sistema osteomuscular y dl tejido conjuntivo	<b>464</b>	<b>253</b>	<b>717</b>	<b>8123.7</b>	<b>6.03</b>	<b>71.87</b>
<b>A00-A09</b>	Enfermedades Infecciosas Intestinales.	<b>349</b>	<b>315</b>	<b>664</b>	<b>7523.2</b>	<b>5.59</b>	<b>77.46</b>
<b>L00-L99</b>	Enfermedades de la piel y del tejido Subcutáneo.	<b>324</b>	<b>278</b>	<b>602</b>	<b>6820.8</b>	<b>5.07</b>	<b>82.53</b>
<b>E00-E90</b>	Enfermedades Endocrinas, Nutricionales y Metabólicas.	<b>129</b>	<b>77</b>	<b>206</b>	<b>2334.0</b>	<b>1.73</b>	<b>84.26</b>
<b>A50-A64</b>	Embarazo, parto y puerperio.	<b>272</b>	<b>0</b>	<b>272</b>	<b>3081.8</b>	<b>2.29</b>	<b>86.55</b>
	Infecciones con modo de Transmisión predominante sexual	<b>300</b>	<b>3</b>	<b>303</b>	<b>3433.0</b>	<b>2.55</b>	<b>89.10</b>

	<b>TODAS LAS DEMÁS</b>	<b>772</b>	<b>523</b>	<b>1295</b>		<b>10.90</b>	<b>100</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>7467</b>	<b>4416</b>	<b>11883</b>			

Fuente: Oficina de Estadística e Informática DIRESA - Tumbes

### **Contaminación de los ambientes acuáticos, Brack, A, etal (2000).**

El deterioro de la calidad del agua es uno de los problemas más graves del país e impacta directamente sobre los ecosistemas acuáticos y las especies, muchas de ellas de importancia económica. Las causas principales están en la contaminación industrial, la falta de tratamientos de las aguas servidas y el uso indiscriminado de agroquímicos.

La contaminación industrial más significativa es la que proviene de la minería, la industria pesquera y el sector hidrocarburos, afectando las aguas continentales y marinas en sectores determinados. La contaminación minera se da a través del vertimiento de desechos o relaves mineros portadores de metales contaminantes (Cobre, Zinc, Cadmio, Plomo, Arsénico, y otros) y, la minería aurífera, por la contaminación del mercurio, especialmente en Madre de Dios. Este tipo de contaminación llega a niveles críticos en algunas regiones de la Sierra Central como Cerro de Pasco, El Mantaro, La Oroya, El Lago Junín.

### **El agua y la contaminación, Alegre, M, etal (2002).**

Durante el Siglo XX, el crecimiento de la minería, del sector industrial, así como el crecimiento de las poblaciones ubicadas en la proximidad de los ríos, ha dado lugar a la contaminación de muchas causas fluviales a lo largo y ancho del País, incluyendo a diversas áreas del litoral. La contaminación del agua se produce en forma directa, a través de acequias, ductos y desagües.

El destino final de la mayor parte de las emisiones son los ríos y el mar. Se calcula que el 86% de los vertimientos domésticos no reciben ningún tratamiento. Así, en la costa peruana, 16 de los 53 ríos que la cruzan

transversalmente, se encuentran contaminados con diversos tipos de vertimientos y efluentes mineros, industriales y domésticos.

Se ha calculado que las descargas domésticas que contaminan al mar peruano alcanzan los 20 millones de metros cúbicos.

### **El agua y sus Fuentes de Contaminación, Collazos, J. (2009)**

El agua es uno de los recursos renovables indispensables para la vida, pero cuya contaminación, casi permanente, compromete la salud y la existencia humana, así como la de otros organismos vivos.

La contaminación de ríos es un problema de nunca acabar debido a muchos factores, entre ellos a la falta de control de las autoridades locales, regionales y centrales, y también a la escasa colaboración y comprensión de diversos usuarios: empresas, hogares, agricultores, etc. La contaminación del río se da a lo extenso y ancho de su corriente.

En muchos países desarrollados, las leyes de control de la contaminación del agua, están posibilitando el crecimiento, en cantidad y calidad, de plantas de tratamiento de aguas residuales. De igual forma la legislación ambiental pertinente viene obligando a las industrias a que reduzcan o eliminen las descargas de fuentes puntuales.

Paradójicamente, en los países en proceso de desarrollo, el mejoramiento en calidad de agua es pobre y lento. Es en estos países, donde todavía escasean normas legales, o en caso contrario, las normas existentes, urgen de exigencia, observación y monitoreo más estrictos.

### **Impactos Ambientales – Sociales, Consecuencias, Espinoza, Y (2013).**

Los impactos ambientales más relevantes en el proceso de explotación – extracción de una mínima, corresponden a la modificación del paisaje, la acumulación de estériles, destrucción de flora y fauna, entre otros.

Las alteraciones que se presentan debido a la sílice son reversibles provocando la “Silicosis”, lo cual es una enfermedad progresiva y

degenerativa. La silicosis tiene un largo período de incubación y puede tardarse de seis a veinte años en desarrollarse. La Sílice en su etapa inicial presenta tos y secreción permanente, daños en los pulmones, falta de aire, coloración violácea de la piel, labios y mucosas. Luego se complica con problemas cardiacos, re acentúa la dificultad respiratoria, tos persistente con taquicardia.

En las minas de Portovelo, donde se han explotado más de 200 toneladas de oro, cientos de trabajadores sufren ahora de silicosis y tuberculosis.

Los polvos de Plomo produce anormal intercambio de oxígeno y dióxido de carbono, pasa a la sangre provocando anemia y afecta los diferentes organismos del cuerpo humano. En las familias mineras los niños son principalmente afectados por los polvos de plomo, ocasionándoles pérdida de la capacidad de aprendizaje, retraso en el crecimiento.

### **Piscinas de relaves y las escorias, Espinoza, Y (2013).**

Son desechos del proceso de molienda y chancado y de la fundición del mineral.

En muchos países de Latinoamérica estos desechos son depositados en lagos, campos y ríos principalmente, contaminando las aguas de uso doméstico y grandes extensiones de playas o tierras agrícolas.

Estos desechos contienen sílice, azufre, hierro, cobre, óxidos y otros compuestos tóxicos. Estas sustancias tóxicas causan graves daños en la salud. En Portovelo el rebasamiento de lagunas y efluentes, van directamente a los ríos Calera y Amarillo, afluentes del río Puyango – Tumbes, por estar a pocos metros del borde u orilla de los molinos.

### **OMS. (2015). INTOXICACIÓN POR PLOMO Y SALUD.**

#### **Datos y Cifras.**

- El plomo es una sustancia tóxica que se va acumulando en el organismo afectando a diversos sistemas del organismo,

con efectos especialmente dañinos en los niños de corta edad.

- Se estima que en los niños la exposición al plomo causa cada año 600.000 nuevos casos de discapacidad intelectual.
- La exposición al plomo se cobra cada año un total estimado de 143.000 vidas, registrándose las tasas más altas de mortalidad en las regiones en desarrollo.
- El plomo se distribuye por el organismo hasta alcanzar el cerebro, el hígado, los riñones y los huesos y se deposita en dientes y huesos, dónde se va acumulando con el paso del tiempo. Para evaluar el grado de exposición humana se suele medir la concentración de plomo en la sangre.

#### **MEDLINE PLUS.** Envenenamiento con plomo.

El plomo es un metal que se encuentra en forma natural en la corteza terrestre. Se puede encontrar en todas partes del medio ambiente, gran parte de él proviene de actividades humanas como la minería y la industria. Ud. Puede estar expuesto al Plomo sí

- Comer alimentos o agua contaminada con plomo, entre otros.

El plomo puede afectar a casi todos los órganos y sistemas del cuerpo. En adultos el plomo puede aumentar la presión arterial y causar la infertilidad, trastornos nerviosos y dolores de músculos y en las articulaciones. También le puede hacer sentir irritable y afectar su capacidad para concentrarse y recordar. El Plomo es especialmente peligroso para los niños. Un niño que ingiere grandes cantidades de plomo puede desarrollar anemia, dolor de estómago severo, debilidad muscular y daño cerebral incluso en niveles bajos, el plomo puede afectar el crecimiento físico y mental de un niño.

## **MEDLINE PLUS. NIVELES DE PLOMO EN LA SANGRE.**

Se cree que las cantidades pequeñas de plomo en los adultos no son dañinas. Sin embargo, incluso los niveles bajos de plomo pueden ser peligrosos para los bebés y los niños. Pueden causar intoxicación por plomo y puede llevar a problemas de desarrollo mental.

### **Adultos Resultados Normales**

- Menor de 10 microgramos por decilitro (dl) de plomo en la sangre.

### **NIÑOS**

- Menor de 5 microgramos por decilitro (dl) de plomo en la sangre.

### **Resultados Anormales**

Los adultos expuestos al plomo deben tener niveles de este elemento en la sangre por debajo de 40 microorganismos por decilitro. Se recomienda tratamiento sí:

- Su nivel de plomo en la sangre es mayor a 80 microgramos/dL.
- Ud. Tiene síntomas de intoxicación con plomo y su nivel de plomo en la sangre es mayor a 40 microgramos/dL.

### **En los Niños.**

- Un nivel de plomo en la sangre de 5 microgramos/dL.
- Superior requiere pruebas adicionales y monitoreo.
- Se debe identificar y eliminar la fuente de plomo.
- Un nivel de plomo superior a 45 microgramos/dL en la sangre de un niño generalmente indica la necesidad de tratamiento.
- El tratamiento se puede considerar con un nivel bajo de hasta 20 microgramos/dL.

**(Ana 2012 – 2014).** En el proyecto de modernización de la gestión de los recursos hídricos; se difundieron los resultados del monitoreo participativo

de los ríos Tumbes y Zarumilla de los años 2012 a 2014 con los resultados de Plomo en el agua superficial del río Tumbes, en el punto de monitoreo RTumb1 (categoría 1 – A2 del ECA - Aguas), punto aguas arriba del caserío de Rica Playa con los resultados siguientes.

## 2.3 Definición de Términos Básicos

### **METAHEMOGLOBINEMIA:**

Es un trastorno sanguíneo en el cual se produce una cantidad anormal de metahemoglobina, una forma de hemoglobina. La hemoglobina es la proteína en los glóbulos rojos que transporta y distribuye el oxígeno al cuerpo. Con la metahemoglobinemia, la hemoglobina puede transportar el oxígeno, pero es incapaz de liberarlo de manera efectiva a los tejidos corporales.

### **Contaminación**

Hace referencia a la acción y efecto de contaminar. Este verbo, por su parte, se utiliza para denominar a la alteración nociva de la pureza o de las condiciones normales de una cosa o un medio por agentes químicos o físicos.

### **Contaminación de Agua.**

La contaminación hídrica o contaminación del agua es una modificación de esta, generalmente provocada por el ser humano, que la vuelve impropia o peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas, así como para los animales y la vida natural y cotidiana.

### **Contaminación Industrial.**

Impregnación del aire, el agua o el suelo con productos que afectan a la salud del hombre, la calidad de vida o el funcionamiento natural de los ecosistemas.

### **Metal Pesado.**

Un metal pesado es un miembro de un grupo de elementos no muy bien definido que exhibe propiedades metálicas. Se incluyen principalmente metales de transición, algunos semimetales, lantánidos, y actínidos. Muchas definiciones diferentes han propuesto basarse en la densidad, otras en el número atómico o

peso atómico, y algunas en sus propiedades químicas o de toxicidad.

### **Concentración de Metal Pesado.**

Las concentraciones de metales pesados es la cantidad de metal presente en una sustancia sólida, líquida o gaseosa en diferentes porcentajes que en algunos de ellos son peligrosos para el medio ambiente y la salud, por ejemplo mercurio (Hg), cadmio (Cd), plomo (Pb), Arsénico (As) y cromo (Cr).

### **Recurso Renovable.**

Un recurso renovable es un recurso natural que se puede restaurar por procesos naturales a una velocidad superior a la del consumo por los seres humanos. La radiación solar, las mareas, el viento y la energía hidroeléctrica son recursos perpetuos que no corren peligro de agotarse a largo plazo. Los recursos renovables también incluyen materiales como madera, papel, cuero, etc. si son cosechados en forma sostenible.

### **Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.**

Es una instalación donde a las Aguas Residuales se les retiran los contaminantes, para hacer de ella un agua sin riesgos a la salud y/o medio ambiente al disponerla en un cuerpo receptor natural (mar, ríos o lagos) o por su reuso en otras actividades de nuestra vida cotidiana con excepción del consumo humano (no para ingerir o aseo personal).

### **Relavera**

Es el lugar de depósito de los relaves mineros, el relave (o cola) es un conjunto de desechos tóxicos, subproductos de procesos mineros y concentración de minerales, usualmente constituido por una mezcla de tierra, minerales, agua y rocas.

**Escoria**

Sustancia de desecho que contiene las impurezas de los metales cuando se funden.

**Caserío**

Conjunto de casas en el campo que no llegan a constituir un pueblo.

**Salud**

La salud es la condición de todo ser vivo que goza de un absoluto bienestar tanto a nivel físico como a nivel mental, social y ambiental. Es decir, el concepto de salud no sólo da cuenta de la no aparición de enfermedades o afecciones sino que va más allá de eso.

**Morbilidad**

Cantidad de personas que enferma en un lugar y un periodo de tiempo determinados en relación con el total de la población.

**Mortalidad**

Se refiere en parte a la calidad de mortal; es decir, de lo que ha de morir o está sujeto a la muerte, todo lo contrario a la vida.

**Plomo**

Es un metal denso, blando y de color gris azulado, muy maleable, dúctil y poco conductor del calor y la electricidad, que se oxida fácilmente en contacto con el aire; se usa principalmente para fabricar tubos, pinturas y balas para las armas de fuego.

**Anemia**

Síndrome que se caracteriza por la disminución anormal del número o tamaño de los glóbulos rojos que contiene la sangre o de su nivel de hemoglobina.

**Silicosis**

Enfermedad que afecta al aparato respiratorio de las personas y que se produce por haber aspirado polvo de sílice u otros minerales en gran cantidad.

**Tuberculosis**

La tuberculosis es una enfermedad infecciosa producida por el bacilo de Koch y caracterizada por la aparición de un pequeño nódulo denominado tubérculo.

**Taquicardia**

Velocidad excesiva del ritmo de los latidos del corazón a causa de una enfermedad cardíaca, de un esfuerzo físico o por otros motivos.

**Cáncer**

Tumor maligno, duro o ulceroso, que tiende a invadir y destruir los tejidos orgánicos circundantes.

**Litiasis**

Formación de cálculos (piedras) en la vesícula biliar o en los conductos urinarios.

**Cuenca Hidrográfica (Vásquez 2000, 24 - 25).**

Es el área natural o unidad de territorio, delimitada por una divisoria topográfica (Divortium Aquarum), que capta la precipitación y drena el agua de escorrentía hasta un colector común, denominado río principal.

### **3.- Material y Métodos**

#### **3.1. Tipo de Estudio y Diseño de Contrastación de Hipótesis**

##### **3.1.1. Tipo de Estudio**

Es descriptiva - Explicativa o Causal.

Es descriptiva porque se señalarán las características químicas especialmente la presencia de Plomo en el agua del Río Puyango – Tumbes así como de describirá la presencia del nivel de plomo presente en la sangre de los pobladores de Rica Playa, y las principales enfermedades presentes en la población del Caserío de Rica Playa, y Explicativa o Causal porque tiene como fundamento la prueba de hipótesis y busca que las conclusiones lleven a la formulación o al contraste de leyes o principios científicos, analizándose causas y efectos de la relación entre variables. (Presencia de Plomo en sangre y tipo de enfermedades).

Asimismo se puede indicar que el presente estudio será de tipo prospectivo ya que en la presente investigación se trazará una línea base de contaminación de seres humanos por causa del plomo, y planteada que fue la hipótesis, se definirá la población que participará en la observación divididos por edades, exposición a la contaminación con el metal Plomo, como causal ambiental, y a través del tiempo poder seguir, así el análisis de la concentración del metal en los seres humanos, a base de seguimientos de registros especiales y rutinarios, entre otros.

([www.monografias.com-salu-general](http://www.monografias.com-salu-general)).

##### **3.1.2. Diseño de Contrastación de Hipótesis**

Será una investigación No Experimental, no se hará ninguna manifestación de variables ni mucho menos la transformación actual de la realidad, sólo se observará el fenómeno ocurrido como es la contaminación de aguas del río Puyango – Tumbes, y la contaminación de la sangre de los seres

humanos con metal pesado Plomo, y dado que se recolectará la información con el propósito de descubrir y explicar las variables en estudio en el mismo tiempo, será un diseño transversal descriptivo. El esquema de estudio es:

$$M \longrightarrow O$$

M = Representa una muestra seleccionada (agua, sangre).

O = Representa la información que guarda relación con el estudio (metal pesado - Plomo).

Es un procedimiento que consiste en someter a contrastación empírica la declaración afirmativa expresada en la hipótesis: “Los pobladores del caserío de Rica Playa tienen un grado de contaminación alto de Plomo debido a la alta concentración del metal pesado en el agua del Río Puyango – Tumbes, año 2016”.

La comprobación de la hipótesis, pasará por los siguientes pasos:

**a. Primer Paso.**

Se determinará la afirmación plena de la hipótesis “Los pobladores del caserío de Rica Playa tienen un grado de contaminación alto de plomo debido a la alta concentración del metal pesado en el agua del Río Puyango – Tumbes, año 2016”.

**b. Segundo Paso.**

En función de los datos que se deseen recoger, y analizar las variables en estudio, se elaborarán los instrumentos de investigación con el cuidado porque de ellos dependerá probar la hipótesis adecuadamente, para ello se observará la matriz de Operacionalización de variables.

**c. Tercer Paso.**

Se aplicará los instrumentos de investigación y recoger los datos previstos que servirán para elaborar las conclusiones.

**d. Cuarto Paso.**

Recogidos los datos, éstos se procesarán y analizarán convenientemente, y como resultado de esta acción se formularán las conclusiones del trabajo de investigación.

**e. Quinto Paso.**

Se elaborarán las conclusiones y la verificación de la hipótesis, comparándolas o contrastándolas con la afirmación conjetural contenida en la hipótesis de investigación. El procedimiento comparativo permitirá comprobar se la hipótesis formulada para la investigación es o no aceptada.

Se analizará el grupo de estudio y se realizará la medición de la variable de Interés (contaminación por metales pesados)

### **3.2. Población Muestra y Muestreo**

#### **3.2.1. Población.**

Total de personas del Distrito de San Jacinto, en un promedio de 9.000 personas, Distrito al cual pertenece el Caserío de Rica Playa.

#### **3.2.2. Muestra**

Por la cantidad de pobladores del caserío, un 5% de la población total del caserío (450 personas), se seleccionará una muestra No Probabilística – Estratificada, seleccionada de acuerdo a las edades de los pobladores y del lugar de vivienda dentro del caserío. Esta muestra será intencionada,

seleccionada por el propio criterio del investigador, procurando que la muestra sea representativa en lo más posible, eligiendo aquellos elementos que se consideren los más convenientes y los más representativos. En total la muestra será de 21 personas (5% del total), distribuida de la forma y modo siguiente.

<b>EDAD</b>	<b>NÚMERO</b>		
<b>AÑOS</b>	<b>PARCIAL</b>		<b>TOTAL</b>
	<b>H</b>	<b>M</b>	
0 - 9	0	0	0
10 - 19	2	2	4
20 - 59	2	9	11
➤ 60	3	3	6
<b>TOTAL</b>	7	14	21

### 3.2.3. Muestreo

Se realizará un muestreo No Probabilístico; dependerá directamente de la voluntad y criterio del investigador, basado en su experiencia pero sin descuidar las características y propiedades de la población.

El muestreo se hará en tres zonas del caserío.

**Zona 1:** El Tablazo 6

**Zona 2:** Buena Vista 9

**Zona 3:** Los Huacos 6

### **3.3. Métodos, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.**

#### **3.3.1.- Métodos**

Se empleó el método científico constituido por un sistema de procedimientos, técnicas, instrumentos, acciones estratégicas y tácticas para resolver el problema de investigación planteado, así como para probar la hipótesis científica. El método científico fue un método general comparativo porque permitio conocer la totalidad de los hechos y fenómenos de la realidad estableciendo sus semejanzas y diferencias en forma comparativa. Los resultados de las diversas comparaciones metodológicas nos llevaron lógicamente a encontrar la verdad, así mismo el método Científico Específico Inferencial estuvo presente en la investigación dado que se realizó inducción y deducción en el proceso de análisis y síntesis de los hechos investigados, permitiendo conocer características generales de las teorías científicas a partir de los hechos particulares y concretos. El método empleado para la prueba de Plomo en sangre fue el proporcionado por el laboratorio INTERLAB S.A, Espectrometría de absorción atómica.

#### **3.3.2.- Técnicas**

Las técnicas son herramientas metodológicas para resolver un problema metodológico concreto, de comprobación o desaprobación de una hipótesis.

Para la presente investigación se usaron las siguientes técnicas para la recolección de información mediante el análisis documental para analizar la concentración del Plomo en el agua del Río Tumbes (Documentos Escritos, Documentos Estadísticos), asimismo se usó la técnica de la Encuesta por ser una técnica para la investigación social por excelencia como es la Salud, mediante preguntas formuladas directamente a los sujetos (Pobladores, médicos y técnicos),

que constituyen las unidades de análisis de la presente investigación.

Así mismo a los pobladores elegidos se les extrajo una muestra de sangre para ser enviada al laboratorio especializado y a protocolos médicos establecidos. (tal como se puede observar en el anexo, por el laboratorio INTERLAB S.A).

Con respecto a los análisis del agua, estos fueron de fuentes de información secundaria, análisis reportados por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), en el periodo de 2012 al 2015 en un promedio de tres monitoreos por año. El laboratorio que hace el servicio a ANA es el LABORATORIO SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES SAC., sede Lima, acreditado por INDECOPI – SNA. La extracción de la muestra de sangre a los pobladores – muestra del Caserío de Rica Playa estuvo bajo la responsabilidad del personal técnico y profesional del Laboratorio INTERNATIONAL LABORATORIES SERVICES INTERLAB S.A. de la Ciudad de Guayaquil bajo su propio protocolo desde la extracción de la muestra hasta los análisis, bajo la autorización de la Dirección Regional de Salud Tumbes y en forma voluntaria por parte de los pobladores previa firma de una declaración jurada. El método empleado para la prueba de PLOMO EN LA SANGRE fué Espectrometría de Absorción Atómica. Todos los 21 pacientes fueron sometidos a la prueba de extracción de sangre en un solo día.

### **3.3.3.- Instrumentos de Recolección de Datos**

Para la presente investigación se usaron dos instrumentos.

- **La Entrevista**, se dialogó directamente con los responsables de la posta médica del caserío, padres de familia y técnicos, ósea una relación cara a cara, con un respectivo formulario de preguntas abiertas y cerradas. La entrevista fue de tipo estructurada con preguntas relacionadas con las variables e

indicadores del problema de investigación. (tipo de enfermedades que padecen, etc.).

- **El Cuestionario**, a cada poblador y técnico seleccionado para integrar la muestra se aplicó un cuestionario de preguntas tipo cerrada, preparadas anticipadamente, también se aplicó cara a cara o sea cuestionarios de respuesta directa y personal. (consumo de productos de la chacra, ríos, edades, etc.).

Antes de la aplicación de los instrumentos de investigación, se verificó su validez y confiabilidad, mediante el método de expertos, para el propósito que se persigue. Con una muestra pequeña (1 persona de cada nivel de edad y 1 técnico).

### **3.4. Procesamiento y Análisis de Datos**

#### **3.4.1. Procesamiento de Datos**

Por la magnitud del número de datos éstos fueron preparados y/o tabulados manualmente y obtener estadísticas descriptivas como media, desviación estándar, varianza.

#### **3.4.2. Análisis de Datos**

Es la técnica que consiste en el estudio de los hechos y el uso de sus expresiones en cifras para lograr información, la cual debe ser válida y confiable.

Con la finalidad de llegar a explicar los Objetivos e Hipótesis de la investigación los datos serán analizados mediante las siguientes técnicas.

- **Estadística Descriptiva**, tablas de distribución de frecuencias, medidas de tendencia central (Media), medidas de variabilidad (Desviación Estándar).

- **Estadística Inferencial**, sirve para probar hipótesis, entre ellos análisis paramétrico (Prueba t).

Para realizar el análisis de datos se usó el SPSS (Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales) desarrollado en la Universidad de Chicago.

## 4.- Resultados

### 4.1. Análisis del Grado de Concentración de Plomo en las Aguas del Río Tumbes Período 2012 – 2015.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el monitoreo participativo de los Ríos Tumbes y Zarumilla, realizados por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), entre los años 2011 – 2015, en la Tabla N°1 y Fig. N°1, se puede observar la variación de la concentración de plomo en sus aguas, en puntos de monitoreo aguas arriba y aguas abajo del Caserío de Rica Playa así como todos los puntos de monitoreo. Entre el año 2011 al 2015, se han realizado 14 monitoreos participativos de la calidad de las aguas superficiales de los ríos Tumbes y Zarumilla (12 entre el 2011 – 2014; y 02 el 2015). En este monitoreo participan 22 organizaciones como actores principales, destacando ANA, Agencia Local del Agua (ALA), oficina desconcertada Tumbes del Organismo Evaluador de Fiscalización Ambiental (OEFA), Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente del Gobierno Regional de Tumbes, Dirección Regional de Energía y Minas de Tumbes, Municipalidad Provincial de Tumbes, Junta de Usuarios de Tumbes, Colectivo Ciudadano contra la contaminación del medio ambiente de Tumbes – Policía Nacional del Perú, Oficina Desconcertada Tumbes de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), Junta Administradora de Servicios de Saneamiento Localidad de Capitanía, Jefatura del Santuario Nacional de Manglares de Tumbes SERNANP, Jefatura del Parque Nacional Cerros de Amotape SERNANP, Oficina Desconcertada Tumbes y Relaciones Exteriores, Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Universidad Nacional de Tumbes, Instituto del Mar del Perú Tumbes, Proyecto Especial Binacional Puyango Tumbes, EPS Aguas de Tumbes S.A., Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental – DESA de la Dirección Regional de Salud Tumbes, Municipalidad Distrital de San Juan de la Virgen y la mesa de concertación de lucha contra la pobreza.

En el año 2011, se realizó un monitoreo del 17 al 23 de Noviembre (1º Monitoreo) con 16 puntos de monitoreo.

En el año 2012, se realizaron cuatro monitoreos, del 09 al 14 de abril (1º monitoreo), del 26 al 30 de Junio (2º monitoreo), del 01 al 06 de Octubre (3º monitoreo), del 21 al 26 de Enero (4º monitoreo) en cada fecha 16 monitoreos (entre 64 puntos de monitoreos).

El año 2013, se realizaron cuatro monitoreos, del 01 al 07 de abril (1º monitoreo), del 21 al 26 de mayo (2º monitoreo), del 26 al 31 de agosto (3º monitoreo) y del 09 al 14 de Diciembre (4º monitoreo), en cada fecha 16 monitoreos, (total 64 puntos de monitoreo).

En el año 2014, se realizaron tres monitoreos, del 27 de enero al 01 de febrero (1º monitoreo), del 24 al 24 de marzo (2º monitoreo), del 26 al 30 de mayo (3º monitoreo) con 19, 11 y 12 puntos de monitoreo respectivamente (un total de 42 puntos de monitoreo).

En el año 2015, se realizaron monitoreos, realizados en junio del 2015 (1º monitoreo), del 26 al 30 de Octubre (2º monitoreo), ambos con 16 puntos de monitoreo.

En total se analizaron 218 muestras, 46 parámetros analizados (donde destaca el Plomo total), por monitoreo, o sea un total de 10,028 parámetros analizados, muestra bastante representativa realizada por el Laboratorio Servicios Analíticos Generales SAC., Sede Lima, acreditado por el INDECOPI – SNA, los estándares de calidad para agua fueron los publicados mediante Decreto Supremo N°002-2008-MINAM, y la clasificación de los cuerpos naturales de aguas superficiales y marino costeras en el Perú clasificadas en la Resolución Jefatural N°202-2010-ANA, y el río Tumbes en particular desde su nacimiento en Cabo Inga hasta la Capacitación de la Planta de producción de agua potable EPS Aguas de Tumbes S.A. se clasifica como Categoría 1 – A2 “Poblacional y Recreacional – Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento Convencional”, y aguas debajo de la captación de la EPS Aguas de Tumbes S.A. hasta la desembocadura al mar se define como categoría 3 “Riego de vegetales y bebida de animales”, el protocolo de monitoreo es avalado en la RJ N°-182-2011-ANA, Resolución Jefatural que aprueba el Protocolo Nacional de monitoreo de calidad de los recursos hídricos superficiales, cuyo principal objetivo es: Evaluar la calidad de los cuerpos naturales de agua superficial de la Cuenca Tumbes y Zarumilla, como

base para promover la implantación de las estrategias orientadas a la protección de la calidad de los recursos hídricos.

Para la presente investigación se han usado los datos de los puntos de monitoreo RTumb1 (categoría 1 – A2 del ECA - Aguas), este punto de monitoreo refleja la calidad del agua en la naciente del río Tumbes en Perú (aguas arriba del caserío de Rica Playa).

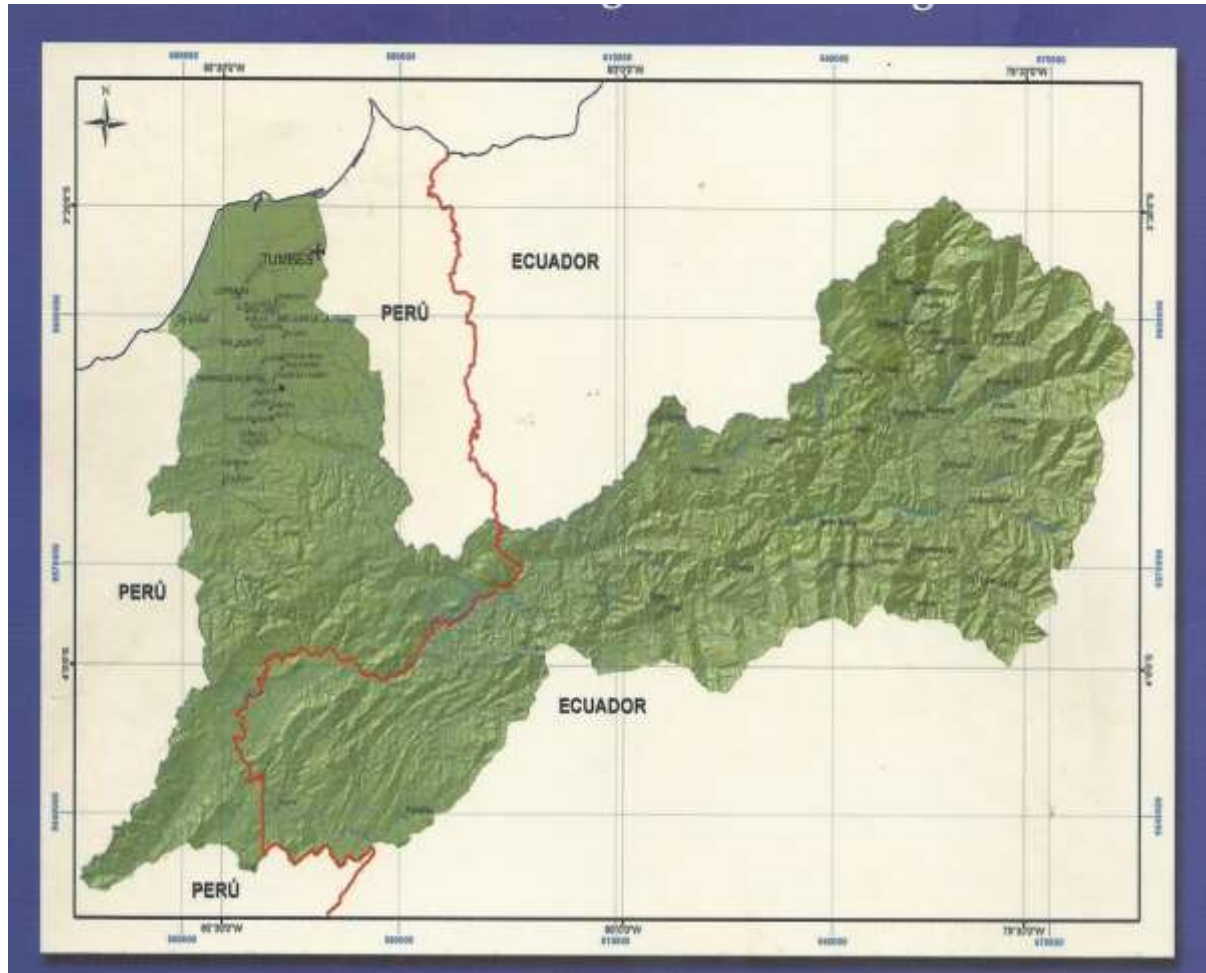
**Tabla N°1: Resultados de Concentración de Plomo en el Agua Superficial del Río Tumbes – Punto de Monitoreo RTumb1 (Categoría 1 – A2 del ECA - Aguas) – Aguas Arriba del Caserío de Rica Playa.**

Parámetro Analizado	Unidad	Lugar Cabo Inga												
		Fecha	12.04.12	26.06.12	04.10.12	24.01.13	04.04.13	23.05.13	28.08.13	12.12.13	31.01.14	Junio 2015	26.10.15	Promedio
		Hora	9:55 am	11:00 am	9:55 am	11:15 am	06:40 am	04:20 am	04:00 am	06:30 am	10:20 am			
		ECA Cal1 – A2	R. Tumb1											
<b>Plomo Total</b>	<b>Mg/L</b>	0.05	0.0545	0.1717	0.2385	1.6218	0.2036	0.1124	0.1462	0.4477	0.2358	0.1115	0.1480	0.3174
<b>% por encima del ECA</b>			<b>0.45</b>	<b>12.17</b>	<b>18.85</b>	<b>157.18</b>	<b>15.36</b>	<b>6.24</b>	<b>9.62</b>	<b>39.77</b>	<b>18.58</b>	<b>6.15</b>	<b>9.8</b>	<b>26.74</b>

Fuente: Resultados de Monitoreo Participativo de los Ríos Tumbes y Zarumilla – ANA – PMGRH  
Elaboración: LEGG



Fig. Nº2: Cuenca del Río Puyango - Tumbes



**Fig. N°3: Minería Informal del Oro en Ríos Calera y Amarillo – Zaruma Ecuador.**



#### **4.2. Determinación del Grado de Concentración del Metal Plomo pesado o Plomo en la Sangre de los Pobladores del Caserío de Rica Playa – 2016.**

Para realizar este análisis, se contrató los servicios de INTERNATIONAL LABORATORIES SERVICES INTERLAB S.A., laboratorio acreditado de la Ciudad de Guayaquil – Ecuador, para lo cual se siguió el protocolo para la obtención de la muestra, usando el procedimiento: Preamálisis (SGC – ILAB – POE. 5.4). Extracción de la muestra sanguínea usando para ello un Flebotomista, un tecnólogo médico, Licenciado en Laboratorio Clínico, enfermero (a), auxiliar de enfermería u otro profesional del área de la salud, entrenado y con experiencia en flebotomía, para la realización de este trabajo se cumplieron con las normas de bioseguridad cuidando la integridad del paciente como la del propio médico tecnólogo y poder asegurar la calidad de la muestra, la incidencia de nuevas punciones, completa comprensión de las consecuencias de una incorrecta colección de muestras, proveer cuidado superior del paciente, y proveer un alto nivel de consistencia en la colección, transporte y conservación de las muestras. Así mismo en el Protocolo se tuvo presente las normas básicas de bioseguridad cumpliendo con los requisitos de universidad (aplicación de normas de bioseguridad de todos los pacientes y muestras biológicas) y el uso de Barreras (protección de la piel y mucosas se procura mediante el uso de ropa y materiales de protección), utilizando siempre bata y guantes para la obtención de muestras, el método empleado para la prueba fue de PLOMO EN SANGRE en Espectrometría de absorción atómica.

Para realizar el trabajo de campo se solicitó la autorización de recolección de muestras en el Caserío de Rica Playa por parte de la Dirección Regional de Salud de Tumbes y con una declaración jurada firmada en forma voluntaria por cada paciente, en total se obtuvieron 21 muestras de 21 personas de diferentes edades, desde 11 años (niños), hasta 93 años (anciano), tal como se puede ver en la tabla N°2, con un promedio de edades de 46 años. El trabajo se realizó en la Posta de Salud del Caserío de Rica Playa y para pacientes de los tres sectores

del Caserío: El Tablazo (06), Buena Vista (11) y Los Huacos (04), de los 21 pacientes 9 fueron hombres (42.85%), y 12 fueron mujeres (57.14%), de todos ellos 3 fueron niños (dos de 13 años y uno de 11 años), el resto mayores de 23 años hasta los 93 años de edad, destacando de acuerdo a la tabla N°2 edades entre 20 – 59 años (12 pacientes, 57.14%), 16 tienen sólo estudios primarios entre concluidos y no concluidos (76.19%), 18 aún son trabajadores activos (85.71%), 4 son estudiantes (19%) y 14 son amas de casa (66.66%), así mismo 6 trabajan directamente en el sector agrícola (28.57%), 21 consumen productos de la Chacra (100%), 21 consumen productos acuáticos del río (100%). 17 de ellos están entre tallas de 1.51 a 1.70 centímetros (81%) con un peso promedio entre 61 – 80 kilos. De las preguntas sobre enfermedades 4 de ellas con problemas del corazón (19%), 21 con gripes (100%), 21 con dolores estomacales (100%), 8 con dolores de huesos (38%), 10 con problemas en los riñones (47.61%), 8 con presión arterial alta (38%).

En la tabla N°3, donde se presenta el resumen de la concentración de plomo en la sangre de los pacientes se puede observar que cinco (24%), sobre pasaron el nivel promedio de plomo de la muestra (0.29 ug/dL); vale decir que cinco pacientes (24%), tienen la más alta concentración de plomo en la sangre. Pero se puede decir que el 100% de la muestra se encuentran con plomo en la sangre entre 0.10 ug/dL y 0.81 ug/dL.

En la Tabla N°4 se puede ver que 12 fueron mujeres (57.14%) y 9 fueron hombres (42.85%), y que la mayor concentración de plomo en la sangre fueron los hombres con un promedio de 0.31 ug/dL y las mujeres con la menor concentración de plomo en la sangre con un promedio de 0.28 ug/dL.

Asimismo con respecto a la edad la mayor concentración de plomo en la sangre se da para los niños – adolescentes con un promedio de 0.35 ug/dL, siguiéndoles los adultos mayor y ancianos con 0.29 ug/dL y en tercer lugar las personas adultas con 0.28 ug/dL.

En la Tabla N°2 se puede observar las principales características de la muestra en estudio.

**Tabla N°2: Características Demográficas Principales de los Pobladores de Rica Playa.**

Característica de la Muestra		Zona			TOTAL
		1 El Tablazo	2 Buena Vista	3 Los Huacos	
<b>GÉNERO</b>	Mujer	1	5	1	7
	Hombre	5	4	5	14
<b>EDAD</b>	0 – 9 (niño).	1	1	0	2
	10 – 19 (Adolescente)	0	1	1	2
	20 – 59 (Adulto)	4	5	2	11
	> 60 (Adulto Mayor)	1	4	1	6
<b>ESTUDIOS</b>	Sin Estudios	0	1	1	2
	Primaria	4	11	1	16
	Secundaria	1	1	0	2
	Superior	1	0	0	1
<b>ACTIVIDAD LABORAL</b>	Trabajador Activo	5	0	5	18
	Trabajador en Paro	1	1	1	3
	Estudiante	1	2	1	4
	Ama de Casa	5	4	5	14
<b>ACTIVIDAD ECONÓMICA</b>	Agricultura	2	3	2	6
	Enfermero	1	0	0	1
<b>Consumo Productos de la Chacra</b>	NO	0	0	0	0
	Si	6	9	6	21

<b>Consumo Productos del Río</b>	No	0	0	0	0
	Si	6	9	6	21
<b>Talla (Cms)</b>	1.31 – 1.50	1	2	1	4
	151 – 170	6	8	3	17
<b>Peso</b>	41 – 60	1	4	1	6
	61 – 80	5	4	5	14
	> 80	0	1	0	1
<b>Tipo de Enfermedades Sufridas en los Últimos 5 Años</b>	Corazón	3	1	0	4
	Gripe	6	9	6	21
	Dolores Estomacales	6	9	6	21
	Dolor de Huesos	1	5	2	8
	Epilepsia	0	1	0	1
	Riñón	2	7	1	10
	Problemas de Partos	1	2	0	3
	Problemas de Embarazo	1	2	0	3
	Presión Arterial Alta	1	5	2	8
	Alta Fertilidad	4	4	5	13
	Familiares Discapacitados	0	3	0	3

#### **4.3. Correlación entre la Concentración del Metal Pesado Plomo y la Salud de los Pobladores de Rica Playa.**

##### **La enfermedad del Riñón y los Metales Pesados – (SABATH, E.)**

En la actualidad se reconoce que contaminantes ambientales como el cadmio, el plomo y el arsénico tienen un papel importante en la génesis de la insuficiencia renal crónica. Estudios epidemiológicos han demostrado la fuerte asociación entre exposición a estos metales y la presencia de daño crónico. Los mecanismos fisiopatológicos de daño renal por metales son complejos y aún se desconocen varios aspectos de su metabolismo y mecanismos de daño en el organismo.

**(SABATH, E.; ROBLES, M.)**. Los efectos tóxicos del plomo han sido reconocidos desde hace más de 2000 años, ya que la ingestión del Pb era común entre los romanos. El primer caso reportado de nefrotoxicidad asociado al Pb fue descrito en el Siglo XIX y desde entonces la expresión a concentraciones elevadas de Pb ha sido considerada como un factor de riesgo para el desarrollo de la hipertensión arterial y daño renal. Sin embargo, no fue hasta estudios recientes cuando se reconoció que la exposición a dosis consideradas incluso como “normales”, tienen un efecto directo sobre el funcionamiento del riñón y su mayor riesgo de morbilidad cardiovascular.

**MENKE et al; citado por SABATH**, con un seguimiento de la población a 12 niños demostraron que, a mayor concentración de Pb, mayor mortalidad principalmente de etiología cardiovascular.

**MUNTHEER et al**, citado por SABATH, encontraron que en 4813 personas con hipertensión arterial, un mayor riesgo de insuficiencia renal crónica en aquellas con mayores niveles séricos de Pb.

Existen controversias sobre cuáles deben ser considerados como los niveles máximos no tóxicos de Pb en sangre y orina, ya que cada vez existe mayor evidencia de que niveles anteriormente considerados como no tóxicos se asocian a una mayor morbimortalidad de la población general.

El Pb se absorbe principalmente por vía intestinal o respiratoria y, en menor medida a través de la piel. Una vez en la sangre el 99% del Pb se une a proteínas del eritrocito y es distribuido a tejidos blandos y hueso, el hueso

es el principal reservorio del Pb en el organismo, y en periodos de mayor recambio óseo, como la adolescencia y el embarazo, el paso del Pb a la sangre se incrementa. La excreción urinaria es la principal vía de pérdida de Pb del organismo. Uno de los principales agentes tóxicos por metales pesados en la salud, según FERNANDA AGRAZ, BELEN GUIZAR, (2008), es el Plomo, y llega al organismo a través del agua, tal como es el uso de la presente investigación. Los resultados obtenidos de concentración de plomo en la sangre se pueden ver en la Tabla N°3, destacando bajas concentraciones (menores de 10 ug/dL), pero el 100% con plomo en la sangre (menores de 10 ug/dL), lo cual ya estaría causando algunos problemas en la salud de la gente ya que 100% sufre gripes y dolores estomacales, 47.62% sufre de enfermedades al riñón, 38.1% sufre de dolores a los huesos, el 38.1% sufre de presión arterial alta y un 19% de enfermedades al corazón, todas ellas enfermedades no transmisibles y atribuirles a la presencia de metales pesados en este caso al plomo presente en la sangre.

## 5.- Discusión

### 5.1. Análisis del Grado de Concentración de Plomo en las Aguas del Río Tumbes Período 2012 – 2015.

Tumbes es una Región costera cuyas nacientes de sus ríos se encuentran fuera del territorio peruano, el río Tumbes nace en las cordilleras del Zaruma en los andes occidentales del Ecuador, formado por los afluentes de los Ríos Pindo, Amarillo y Calera, en el hito Cabo Inga (hito fronterizo entre las localidades de progreso en Loja, Ecuador y Teniente Astete - Perú), se unen el Río Puyango y la quebrada de Cazaderos, ingresando a territorio peruano como un solo curso de agua que toma el nombre del Río Tumbes, el cual recorre predominantemente en dirección SUR – NORTE, unos 140 Km. Hasta desembocar en el Océano Pacífico donde forma un delta geográfico, tal como se puede apreciar en la Figura N°2 (ANA - PMGRH).

Según el plan de Monitoreo Participativo de los Ríos Tumbes y Zarumilla (ANA - PMGRH), las fuentes contaminantes para la Cuenca de Tumbes son 45 (18 de aguas residuales domésticas, 5 de aguas residuales agrícolas, 2 de aguas residuales acuícolas, 17 residuos sólidos, 2 aguas residuales agropecuarias y 1 de agua residual de lavado de vehículos, y que la afectación de la calidad de las aguas se debe a varios factores, principalmente debido a las actividades humanas como la minería informal en la parte alta de la Cuenca (Ecuador, ver figura N°3 como se puede ver en la tabla N°1 el 100% de las muestras analizadas de aguas superficiales en el río Tumbes (11 muestras, desde el año 2012 al 2015), exceden significativamente los estándares de calidad para el agua (ECA) en lo que respecta a la contaminación de Plomo, siendo el mínimo valor de 0.0545 mg/L (0.45% superior al ECA igual a 0.05 mg/L), y el mayor de 1.6218 mg/L (superior en 157.18% al ECA de 0.05 mg/L), y con un promedio general de 26.74 mg/L (26.74% superior al ECA de 0.05 mg/L); lo que indica que los pobladores del Caserío de Rica Playa, al no procesar el agua que procede directamente del río Tumbes, están ingiriendo directamente el metal pesado, así como los cultivos que son regados directamente con las aguas del río Tumbes (plátano, banano,

camote, yuca, frutales, etc), y en algunas oportunidades el consumo directo de especies acuáticas de agua dulce.

Según el reporte de ANA en el río Zarumilla, en el punto de Monitoreo RZaru2 (categoría 3 del ECA - Aguas), punto de monitoreo ubicado en el río Zarumilla, antes de la infraestructura del Canal Internacional, no hay reportes de concentración de Plomo y escasísima contaminación de coliformes termotolerantes, aluminio total, Arsénico total y Hierro total como consecuencia de factores naturales, vinculados a la geodinámica del manto rocoso de la cuenca.

## **5.2. Determinación del Grado de Concentración del Metal Plomo pesado o Plomo en la Sangre de los Pobladores del Caserío de Rica Playa – 2016.**

Ante la ingesta directa de agua no tratada del Río Puyango – Tumbes por parte de los pobladores del Caserío de Rica Playa, y considerando que de acuerdo a los análisis de agua para los últimos 4 años (2012 - 2015), la concentración de plomo está por encima del Estándar de Calidad de Agua (ECA), la minería aurífera de la parte alta de la Cuenca (Ecuador), se convierte como principal fuente contaminante, tal como se han hecho resaltar los diferentes actores consultados, Carril y Pacheco (2002), Puño Lecarnaqué, N. (2004 - 2010). El 76.19% sólo tienen escasos estudios de primaria, lo que estaría dando la alerta sobre el entendimiento de programas directos de prevención los cuales de implementarse deberían estar bien diseñados acorde con el nivel académico que ostentan (Educación para adultos); el 85.71% están aún en actividad destacando para los hombres las labores de campo (agricultura) y para las mujeres ser amas de casa (trabajo del hogar).

El 100% consume directamente los productos agrícolas obtenidos de sus parcelas regadas con aguas contaminadas del Río Tumbes, así como el 100% consume los productos hidrobiológicos que les ofrece la cuenca Puyango – Tumbes (peces de agua dulce). El 24% tienen concentraciones de plomo en la sangre que sobrepasan el promedio obtenido de la muestra (0.29 ug/dL), pero por debajo de los niveles de envenenamiento (5 ug/dL, en niños y 10 ug/dL en adulto), tal como lo reportan dispositivos internacionales como las Normas Oficiales Mexicanas que toman como límite crítico 10 ug/dL, pero advirtiendo que este nivel no es seguro, ni es normal, ni es deseable; y recalca que la presencia de plomo (sin indicar límite), en los niños causa anemia igual que en los adultos al impedir la formación de moléculas que transportan el oxígeno, y además en los adultos expuestos a niveles sumamente bajos de plomo causa incrementos pequeños pero significativos en la presión arterial y no existe evidencia de que haya un umbral para este efecto. También en los adultos el plomo causa enfermedades renales y afecta la fertilidad. Es importante hacer notar a este nivel de la discusión

que el 100% de la población tiene, aunque lo mínimo, plomo en su sangre,, habiéndose encontrado un mínimo de 0.10 ug/dL y un máximo de 0.81 ug/dL (O sea entre 2% y 16.2% para el nivel de envenenamiento en niños, y entre 1% y 8.1% para el nivel de envenenamiento en adultos). Asimismo es importante indicar que la mayor concentración de plomo en la sangre está en los hombres (0.31 ug/dL), que en las mujeres (0.28 ug/dL), esto ante la posibilidad existente que el hombre aún activo para el trabajo permanece más tiempo expuesto directamente a la fuente contaminante (agua de río), cuando realiza más labores de campo, y la concentración de plomo en sangre es mayor en niños, ancianos, por las mismas consecuencias, los niños y ancianos están más expuestos en casa a la fuente contaminante (cañerías de agua contaminada en casa), intuyendo que en muchas oportunidades pueden absorber agua directamente de la cañería.

### **5.3. Correlación entre la Concentración del Metal Pesado Plomo y la Salud de los Pobladores de Rica Playa.**

Según SAN MARTÍN, 2015, los efectos de plomo sobre el riñón han sido estudiados con detenimiento y puede llegar hasta fibrosis tubular, por lo que estos signos denominados como nefropatía crónica pueden culminar en insuficiencia renal, información que nos permite relacionar la presencia de plomo en la sangre de los pobladores de Rica Playa y este 47.62% que sufre del riñón. Las enfermedades no transmisibles más importantes reportados en esta investigación como gripes, dolores estomacales, dolores de huesos, presión arterial alta y enfermedades del corazón están relacionadas con las reportadas por MENKE et al, NUNTHER et al.

Con respecto a la mortalidad de enfermedades isquémicas del corazón para el Distrito de San Jacinto es de una tasa de 203.95/100.000, una de las tasas más altas del promedio del Perú (menor de 150/100.000) u otros países como Chile (50.9/100.000), Ecuador (150/100.000), y muy semejante a tasas de mortalidad de Trinidad y Tobago (mayor a 200/100.000). Con respecto al porcentaje de consultas externas en el Distrito de San Jacinto las enfermedades más comunes son enfermedades del sistema digestivo, enfermedades genitourinarios, enfermedades respiratorias, enfermedades osteomuscular, las cuales coinciden con lo encontrado en la presente investigación, dolores de estómago, riñón, huesos y gripes.

## 6.- Conclusiones

1. La fuente de contaminación por Plomo en la Cuenca del Río Tumbes es debido a las actividades humanas como la minería informal en la parte alta de la Cuenca (Ríos Calera y Amarillo en Ecuador).
2. La concentración del Plomo en las aguas superficiales del Río Tumbes, rebasa los estándares de calidad de agua para Perú (ECAs), en un porcentaje promedio del 26.74% (de 0.05 mg/L al 0.3174 mg/L); por tanto el agua no es recomendable para el consumo directo de una población.
3. El 100% de la muestra tiene plomo en la sangre, de ellos 5 (24%), con niveles más altos que el promedio de la muestra 0.29 ug/dL (0.27 a 0.81 ug/dL), pero aún por debajo del límite de envenenamiento, 10 ug/dL para adultos y 5 ug/dL para niños.
4. El 57.14% fueron mujeres y el 42.86% fueron hombres. De lo cual las mujeres tienen un promedio de concentración de plomo de 0,28 ug/dL y los hombres 0.31 ug/dL. Hay mayor concentración en los hombres.
5. Con respecto a las edades, el 14,28% fueron niños – adolescentes (11 – 13 años), con una concentración promedio de plomo de 0.35 ug/dL, el 57.14 ug/dL fueron adultos (20 – 59 años), con una concentración promedio de plomo de 0.28 ug/dL, y el 28.57% fueron adultos mayores (mayor o igual a 60 años), con una concentración de plomo de 0.29 ug/dL. Hay una mayor concentración en niños y ancianos.
6. Si bien es cierto aún los niveles de concentración de plomo en la sangre están por debajo de los límites de envenenamiento, también es cierto que se ha iniciado un proceso de bio acumulación de este metal pesado en la sangre de los pobladores de Rica Playa, trazándose la primera línea base de contaminación por metales pesados en seres humanos en la parte baja de la Cuenca del Río Puyando – Tumbes, como consecuencia de la minería aurífera de la parte alta de la Cuenca (Ecuador).
7. Existe una relación del tipo de enfermedades reportadas por causa del plomo en sangre y las encontradas en los pobladores de la comunidad de Rica Playa. Enfermedades del Riñón, dolores de estómago, huesos, gripes y presión arterial alta, y dolores del corazón.

8. El tipo de enfermedades reportadas en los pobladores de Rica Playa coinciden con las enfermedades reportadas en el ASIS – Tumbes para el Distrito de San Jacinto.

## 7.- Recomendaciones

1. Proseguir en las coordinaciones binacionales entre el Perú y Ecuador y se consiga la erradicación total de la actividad minera de Oro en las cuencas de los ríos Calera y Amarillo, o realizar una denuncia internacional a los mineros informales ubicados en esta zona de la parte alta de la Cuenca.
2. Incorporar obligatoriamente en los presupuestos de los Gobiernos Locales (Distrital de Corrales, San Jacinto, San Juan y Pampas de Hospital y el Provincial de Tumbes) proyectos que contribuyan a disminuir la concentración de plomo como es la fitorremediación (siembra de plantas que absorben metal pesado en las riberas del río Tumbes), implementación urgente de pequeñas plantas procesadoras de agua potable y los habitantes de Rica Playa puedan consumir aguas de mejor calidad.
3. Plantear un programa de vigilancia ambiental a toda la comunidad de Rica Playa, con respecto a evaluar la línea base de contaminación encontrada.
4. Plantear un programa de Educación Ambiental y dar a conocer a los miembros de la comunidad los peligros a la exposición del plomo, tanto al bañarse, beber agua, consumir alimentos de la chacra, etc. Cuya procedencia sea de río Puyango Tumbes.
5. Los programas de educación ambiental también debe estar incluido en la currícula de las escuelas y colegios de la comunidad.
6. Evaluar, realizar una denuncia internacional a los mineros informales ubicados en los ríos Calera y Amarillo; a fin que tomen conciencia sobre el daño ambiental ocasionado y resarcir financieramente para la implementación de acciones inmediatas y remediar el problema suscitado.
7. Planificar en los planes de inversiones nacionales un programa de monitoreo permanente a todos los habitantes de margen izquierda y derecha del río Tumbes, con la finalidad de construir la línea base de contaminación humana por metal pesado y realizar las acciones correspondientes a fin de detener la bio-acumulación de metales pesados.
8. Planificar programas de inversión, de reforestación y forestación de la Cuenca y de las riberas del río Tumbes, mediante un proyecto de plantas absorbentes de metales pesados.

9. Planificar la instalación urgente de pequeñas plantas de procesamiento de agua potable en Rica Playa, Capitana, Higuierón, Casa Blanqueada, Oidor y Vaquería.

## 8.-REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. A. Esteban, C. Martin - Manual de Cuidados Intensivos Para Enfermería, 3era edición. Editor: Springer - verlag-iberica. intoxicacion por metales pesados pag.330.
2. Alegre, Marcos, etal, El Medio Ambiente en el Perú año 2001 – Editorial e Imprenta Desa S.A – Lima. (2002)
3. ANA – BID Proyecto de Modernización de la gestión de los Recursos Hídricos 2014. Boletín Informativo – Difusión de los Resultados del Monitoreo Participativo de los Ríos Tumbes y Zarumilla.
4. ANA – Dirección de gestión de calidad de los Recursos Hídricos – 1º monitoreo de la calidad del Agua Superficial de las Cuencas del Río Tumbes y Zarumilla (15 al 19 de Junio del 2015).
5. ANA – Dirección de gestión de calidad de los Recursos Hídricos – Segundo monitoreo de la calidad del Agua Superficial de las Cuencas del Río Tumbes y Zarumilla (26 al 30 de Octubre del 2015).
6. Arbanil Huamán, Hugo César 1995. Epidemiología de la diabetes mellitus – [www.perudiabetes.org/pdf/edemología-Apdf](http://www.perudiabetes.org/pdf/edemología-Apdf).
7. Ban KM, Easter JS. Selected urologic problems. In: Marx JA, Hockberger RS, Walls RM, et al, eds. *Rosen's Emergency Medicine: Concepts and Clinical Practice*. 8th ed. Philadelphia, PA: Mosby Elsevier; 2014:chap 99.
8. Begoña Zubero Olea, Miren Metales pesados. (Pb, Cd, Cr y Hg) (2006).
9. Brack Egg, Antonio, etal. El Medio Ambiente en el Perú año 2000 – Editorial e Imprenta Desa S.A – Lima. (2000).
10. Collazos Cerrón, Jesús, Manual de Evaluación Ambiental de Proyectos – Editorial San Marcos E.I.R.L – Lima (2009)
11. DIRESA – Análisis de Situación de Salud Región Tumbes 2011.
12. Espinoza Aguilar, Yuri Patricio, Minería, Agua y Evaluación de Impacto Ambiental. Primera Edición 2013 – Imprime: BGOFFSET – Cuenca – Ecuador. (2013)
13. Estudio Prospectivo – Monografías.Com – [www.monografias.com-salud-general-descargado-el-08.09.16](http://www.monografias.com-salud-general-descargado-el-08.09.16).
14. Harrison. Tratado de Medicina Interna. 17 ed. España. McGrawHill. 2008.
15. [Http://www.monografias.com/trabajos28/cadmio-toxico-encubierto/cadmio-toxico-encubierto.shtml#ixzz3L2cXtR2d](http://www.monografias.com/trabajos28/cadmio-toxico-encubierto/cadmio-toxico-encubierto.shtml#ixzz3L2cXtR2d).

16. [Http://WWW.ydh.State.tx.us/lead/chilbody.htm](http://WWW.ydh.State.tx.us/lead/chilbody.htm).
17. Instituto CUANTO – USAID. El Medio Ambiente en el Perú – Año 2000.
18. Instituto CUANTO – USAID. El Medio Ambiente en el Perú – Año 2001.
19. Iraida Rubí Villazón y Grettel García Díaz. Toxicología de alimentos Contaminantes metálicos en alimentos.
20. Manahan, - fuentes de contaminación de los metales pesados. **(2006)**
21. MEDLINE PLUS. Biblioteca Nacional de Medicina de los EE.UU – Envenenamiento con Plomo.
22. MEDLINE PLUS. Biblioteca Nacional de Medicina de los EE.UU – Niveles de Plomo en la Sangre.
23. Norrby SR. Approach to the patient with urinary tract infection. In: Goldman L, Schafer AI, eds. *Goldman's Cecil Medicine*. 24th ed. Philadelphia, PA: Saunders Elsevier; 2011:chap 292.
24. OMS. Intoxicación por Plomo y Salud. Nota descriptiva N°379. (2015).
25. Pasquali, Ricardo. *Química Ambiental*. Primera edición, Akadia Editorial, Buenos Aires (2003).
26. Puño Lecarnaqué, N. “Análisis Situacional de la Cuenca del Río Tumbes”, Tesis Magister Sciental – Escuela de Posgrado – Especialidad de Recursos Hídricos – UNA – La Molina – Lima. (2004).
27. Puño Lecarnaqué, N. “Plan de manejo Ambiental del Recurso Hídrico de la Cuenca del Río Puyango – Tumbes” Tesis de doctor en Ciencias Ambientales – Escuela de Posgrado – Universidad Nacional de Piura – Piura. (2010)
28. Ramírez, México, en su investigación efectos nocivos de los metales pesados en personas. (2002)
29. SABATH, E.; ROBLES, M. Medio Ambiente y Riñón: nefrotoxicidad por Metales Pesados. Departamento de Nefrología. Hospital General de Querétaro. México.
30. San Martín Villaverde, Diego, “El Daño Ambiental – Publicaciones Grijley - Lima” (2015)
31. Sánchez, en su investigación presencia de metales pesados en el medio ambiente. (2006).
32. Scielo.Sld.Cu/pdf/end/V12n1/end01101.pdf.Mortalidad-en-la-diabetes-mellitus.

33. Vásquez Villanueva, Absalón. Manejo de Cuencas Andinas – Tomo 1 – Universidad Nacional Agraria La Molina – Editorial Escuela Superior de Administración de Aguas “Charles Sutton” – 2000.
34. [www.minsa.gob.pe/portada/especies/2010/diabetes/datosasp](http://www.minsa.gob.pe/portada/especies/2010/diabetes/datosasp) - Especial de Diabetes – Ministerio de Salud Perú.

# ANEXOS

**CARACTERÍSTICAS SOCIO DEMOGRÁFICAS DE LA MUESTRA.**

VARIABLE		ZONA			OBS
		1 El Tablazo	2 Buena Vista	3 Los Huacos	
<b>GÉNERO</b>	HOMBRE				
	MUJER				
<b>EDAD</b>	0 – 9 (Niño)				
	10 – 19 (Adolescente)				
	20 – 59 (Adulto)				
	➤ 60 (Adulto Mayor)				
<b>ESTUDIOS</b>	Sin Estudios				
	Primaria				
	Secundaria				
	Superior				
<b>ACTIVIDAD LABORAL</b>	Trabajador Activo				
	Trabajador en Paro				
	Pensionista – Jubilado				
	Estudiante				
	Ama de Casa				
<b>Clase Social</b>	I				
	II				

	III				
	IV				
	V				
<b>ACTIVIDAD ECONÓMICA</b>	Agricultura/Ganadería				
	Construcción				
	Comercio				
	Transporte				
	Otro				
<b>OCUPACIÓN LABORAL</b>	Dirección / Dueño				
	Técnico				
	Administrativo				
	Trabajador Calificado				
	Peón				
	Trabajador No Calificado				
<b>TABACO</b>	Si				
	No				
<b>CONSUMO DE PRODUCTOS DE LA CHACRA</b>	No				
	Si				
<b>CONSUMO DE PRODUCTOS DEL RÍO</b>	No				
	Si				
	Nunca/ Casi Nunca / Mensualmente / Semanalmente				
<b>Peso Talla (m)</b>	0.5 – 0.75				
	0.76 – 1.0				

	1.1 – 1.20				
	1.21 – 1.30				
	1.31 – 1.50				
	1.51 – 1.70				
	>1.70				
<b>Peso (Kg)</b>	20 – 30				
	31 – 40				
	41 – 60				
	61 – 80				
	81 – 100				
	>100				
	<b>Tipos de Enfermedades Sufridas en los Últimos 5 años</b>	Corazón			
Gripe					
Diabetes					
Cáncer a la Sangre					
Accidente					
Asma					
Dolor de Estómago					
SIDA					
Estómago Cáncer					
Páncreas Cáncer					
Ginecológicas					
Huesos					
Infecciones					
Piel					
Riñón					
	Parto				
	Embarazo				
	Sexual				
	Presión Arterial				
	Anemia				
	Fertilidad (Hijos)				
	Familiares Discapacitados				

**METAL PESADO PLOMO V/S ZONAS DE ESTUDIO, GÉNERO, EDAD**

Biomarcador	Zona			Género		Edad
	1 El Tablazo	2 Buena Vista	3 Los Huacos	H	M	
Pb (ug / L)						

**NIVELES DE METALES PEADOS EN CADA UNA DE LAS POBLACIONES ESTUDIADAS.**

Biomarcador	Población	Número	Media	Desviación Típica	Significancia (t - Student)
Nivel de Pb en Sangre Total (ug / L)	No Afectada				
	Aceptada				

**Foto N°1: EL AGUA QUE SAE DE LA CHANCADORA, SE DEPOSITA EN UNA ESPECIE DE PISCINA O “RELAVERA”**



**Foto N°2: ESTA ES LA RELAVERA, CUYO DESFOGUE DE AGUA CONTAMINADA, VA A PARA EN EL RIO CALERA, A TRAVEZ DE UN TUBO DISCRETAMENTE INSTALADO.**



Foto N°3: EN EL RIO CALERA.



**Foto N°4: PARTE ALTA DE LA CUENCA PUYANGO – TUMBES (ECUADOR)**



**Foto N°5: RÍOS PINDO Y AMARILLO ECUADOR**



**Foto N°6: INICIO DEL PUYANGO – TUMBES (CONFLUENCIA PINDO Y AMARILLO)**



**Foto N°7: RÍO PINDO**



**Foto N°8: CAZADEROS PERÚ – ECUADOR**



**Foto N°9: INICIO INGRESO DEL RÍO PUYANGO – TUMBES A PERÚ**



**Foto N°10: INICIO DEL RÍO TUMBES**



**Foto N°11: RICA PLAYA RÍO TUMBES**



**Foto N°12: POZA DE TRATAMIENTO RICA PLAYA**



**Foto N°13: TANQUE ELEVADO DE RICA PLAYA**



**Foto N°14: PILETA DE AGUA A DOMICILIO DE RICA PLAYA**



**Foto N°15: COLOR DEL AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO DE RICA PLAYA**



**Foto N°16: CHARLA OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN PLOMO EN LA SANGRE HUMANA**



**Foto N°17: EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE SANGRE EN RICA PLAYA**



**Foto N°18: EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE SANGRE EN RICA PLAYA**



## DEDICATRIA

Lo dedico a mi esposa, la Dra.  
Patricia Ortega Ramírez, quien con su  
Estimulo, ha estado en todo momento a mí  
lado, en el proceso de este trabajo.

A cada uno de mis hijos queridos, quienes  
con su comprensión y paciencia, me han  
dado la fortaleza espiritual para llevar  
adelante este proyecto.

A mi hermano querido, por su constante  
preocupación y apoyo espiritual.

## AGRADECIMIENTO

A Dios por concederme la salud la vida.

A la Universidad Nacional de Tumbes, por el  
Apoyo brindado para la culminación de este  
trabajo.

A la Universidad Agraria del Ecuador en la  
persona del Dr. Jacobo Bucaram Ortiz.

Mi especial y eterno agradecimiento a mi Tutor  
de Tesis, Dr. Napoleón Puño Lecarnaqué, por  
su sabia dirección y su apoyo incondicional en  
la elaboración de este trabajo de  
investigación.