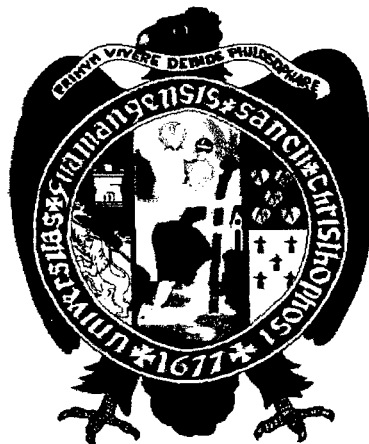


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE  
HUAMANGA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE  
INGENIERIA DE MINAS, GEOLOGIA Y CIVIL**



**CONTAMINACION POR PLOMO Y CADMIO DEL RIO APURIMAC  
-VRAE**

**Tesis para optar el Grado Académico de :**

**MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA CON**

**MENCION EN GERENCIA DE PROYECTOS Y MEDIO AMBIENTE**

**Presentado por :**

**Bach. COSSÍO HERRERA, Luis Alberto**

**AYACUCHO – PERÚ**

**2015**

TM  
CI05  
Cos

A la memoria de mis padres:

Félix y Felicitas.

A Julia, mi amada esposa, a  
mis queridos hijos: Carlos,

Luis y Anyheli

A mi hermano Gotardo, y a  
todos y cada uno de los que  
forman parte de mi familia

## **AGRADECIMIENTO**

Al Asesor Dr. Humberto Hernández Arribasplata por sus aportes, sugerencias y orientación durante el desarrollo de la presente investigación

A la plana docente de la Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por su valiosa colaboración desinteresada en el desarrollo de este trabajo

A todos los que a lo largo de este tiempo me han apoyado de alguna manera y contribuyeron a que alcanzara mi meta de terminar la Tesis

## **RECONOCIMIENTO**

A la Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios de maestría y optar el Grado Académico de Magister en Gerencia de Proyectos y Medio Ambiente.

## RESUMEN

El río Apurímac sirve actualmente como receptor de una serie de efluentes. El río Apurímac al unirse con el río Mantaro forma el río Ene.

La presencia de metales pesados (especialmente el plomo) en las aguas del río Apurímac se debería a los insumos químicos que utiliza el narcotráfico, a los agroquímicos, a los residuos domiciliarios (especialmente las pilas), o a los pasivos ambientales de minas o yacimientos mineros, etc.

El objetivo general del trabajo fue determinar el nivel de contaminación del río Apurímac por la presencia de metales pesados como el plomo y el cadmio. En el presente trabajo se cuantifica la concentración del plomo y cadmio en aguas del río Apurímac y su relación con los niveles máximos tolerables establecidos por los estándares de calidad del agua a nivel nacional e internacional.

El nivel de la investigación es descriptivo y longitudinal. Se tomaron muestras en 03 estaciones diferentes de monitoreo de agua, en cada fecha se muestreo, a lo largo del río Apurímac. Cada punto de muestreo fue geo referenciado mediante un GPS (Global

Positions System).

Los niveles de concentración de plomo y cadmio resultaron del análisis de las muestras de agua del río Apurímac, utilizando el método de espectroscopia por absorción atómica. Las muestras fueron tomadas de diciembre del 2013 a setiembre del 2014, con la finalidad de evaluar los cambios de la concentración de plomo y cadmio.

Para el río Apurímac: la concentración media de plomo en el año 2014 fue de 0.0107 mg/L siendo la mínima de Menor de 0.001 mg/L y la máxima de 0.031 mg/L. Para el cadmio la concentración fue Menor de 0.001 mg/L.

El nivel de contaminación por plomo y cadmio en el agua del río Apurímac en el periodo evaluado, es relativamente bajo y ninguna muestra sobrepasa el límite máximo permisible fijados para el plomo y el cadmio según el Estándar Nacional de calidad ambiental para agua en la Categoría 3 ( 0.05 mg/L para el Plomo y de 0.005 mg/L para el Cadmio ). El deterioro de la calidad del agua del río Apurímac no es significativo y no hay riesgos de sus uso considerando como agua de Clase III con respecto a la presencia de Plomo y Cadmio .

## ABSTRACT

The Apurímac river currently serves as a receptor for a number of effluents. The Apurímac river to join the Mantaro river forms the Ene river.

The presence of heavy metals (especially lead) in the waters of the river Apurímac is due to the chemical inputs used drug trafficking to agrochemicals, the household waste (especially batteries), or environmental liabilities of mines or mining sites etc.

The overall objective was to determine the level of contamination of the river Apurímac by the presence of heavy metals such as lead and cadmium. In this paper the concentration of lead and cadmium in Apurímac river water and its relation to the maximum tolerable levels set by the standards of water quality at national and international level is quantified.

The level of research is descriptive and longitudinal. Samples were taken at 03 different water monitoring stations at each reporting date was sampling along the Apurímac River. Each sampling was geo-referenced using a GPS (Global Positions System).

The concentration levels of lead and cadmium were the analysis of water samples from the river Apurímac, using the method of atomic absorption spectroscopy

Samples were taken from December 2013 to September 2014, in order to assess changes in the concentration of lead and cadmium

For the Apurímac river: the average lead concentration in 2014 was 0.0107 mg / L with a minimum of 0.001 Minor mg / L and the maximum of 0.031 mg / L. For cadmium concentration was 0.001 Minor mg / L

The level of pollution by lead and cadmium in the water of the river Apurímac in the period evaluated is relatively low and no sample exceeds the maximum limit set for lead and cadmium according to the National Standard of environmental quality standards for water in Category 3 (0.05 mg / L for lead and 0.005 mg / L for cadmium) .The deterioration of water quality of the river Apurímac is not significant and no risks of their use as water whereas Class III regarding the presence Lead and Cadmium.



<b>INDICE</b>	<b>Página</b>
<b>RESUMEN</b>	v
<b>ABSTRACT</b>	vii
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>I.- EL PROBLEMA DE INVESTIGACION</b>	3
1.1.- Descripción de la realidad problemática	3
1.2.- Definición y formulación del problema	4
1.2.1.- Definición nominal	4
1.2.2.-Planteamiento del problema	5
1.2.3.- Formulación operativa	6
Problema General	6
Problema específico	6
1.3.- Delimitación del problema	6
1.3.1.- Delimitación espacial	6
1.3.2.- Delimitación temporal	7
1.3.3.- Delimitación social	7
1.4.- Justificación e importancia	7
<b>II .OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION</b>	10
2.1.- Objetivo general	10
2.2.- Objetivos específicos	10
<b>III.-MARCO TEORICO</b>	11

3.1.- Antecedentes del problema	11
3.1.1.- Internacional	11
Rio Bogotá –Colombia	11
Rio Vigo- Rio Oitaven	11
Rio Matanzas-Buenos Aires- Argentina	12
Rio Marilao (Filipinas)	14
Rio Amarillo, Rio Yangtzé, Rio perla (China)	14
Rio Kabwe ( Zambia )	15
3.1.2.-Nacional	15
Contaminación por metales pesados del Rio Mantaro	15
Metales tóxicos en cuencas cocaleras del Perú	16
3.2.1.- El Plomo	17
Características principales.	17
Plomo iónico +2	21
Disolución de sales insolubles de plomo.	24
Plomo iónico +4	25
Plomo orgánico tetravalente	25
3.2.2.- El Cadmio	26
Reacciones del ion cadmio +2	27
Cadmio, el elemento libre	28
3.2.3.- Rio Apurímac	29

3.2.3.1.- Ubicación y descripción del VRAE	29
3.2.3.2.- Valle del Rio Apurímac	30
3.2.3.3.- Contaminación de las aguas superficiales	33
3.2.3.4.- Identificación de los potenciales contaminantes del Rio Apurímac	34
A.-Minería	34
B.- Narcotráfico (IQF)	34
C.-Uso de agroquímicos	35
D.- Residuos sólidos (especialmente las pilas)	39
3.2.4.- Calidad del agua	40
A.- Contaminación del agua	40
3.2.5.- El plomo en el medio ambiente y sus efectos sobre la salud	41
Riesgos a la salud por el plomo	44
3.2.6.- El cadmio en el medio ambiente y sus efectos sobre la salud.	46
Riesgos a la salud por el cadmio	49
3.2.7.- Técnicas de recolección de datos	49
Técnica para la determinación de metales pesados en las aguas de riego	49
3.2.8.-Metodos para determinar el contenido de plomo	50
A.- Método espectro métrico de absorción atómica	50
A.1- Método espectro métrico de absorción atómica de llama	50
A.2- Método espectro métrico de absorción atómica electrotermica	52
B.- Método de plasma de acoplamiento inducido	53

C.- Método de la ditizona	54
3.2.9.-Metodos para determinar el contenido de cadmio	56
A.- Método espectro métrico de absorción atómica	56
A.1- Método espectro métrico de absorción atómica de llama	56
A.2- Método espectro métrico de absorción atómica electrotermica	58
B.- Método de plasma de acoplamiento inducido	58
C.- Método de la ditizona	60
IV.- HIPOTESIS Y VARIABLES	62
4.1.- Hipótesis general	62
4.2.- Hipótesis específicas	62
4.3.- Variables e indicadores	63
4.3.1.- Clasificación de variables	63
4.3.2.- Definición de variables	64
V.- ASPECTOS METODOLOGICOS	66
5.1.- Naturaleza del estudio	66
5.2.- Ubicación geográfica y lugar de trabajo	66
5.3.- Clima, precipitación, temperatura	67
5.4.- Población y muestra	68
5.4.1.-Poblacion	68
5.4.2.- Muestra	68
5.5.- Equipos, materiales y reactivos	71

5.5.1.- Equipos	72
5.5.2.- Materiales	72
5.5.3.-Reactivos	72
5.6.-Metodos de análisis	73
5.7.- Descripción de los métodos de análisis	73
5.7.1.- Plomo	73
5.7.2.-Cadmio	74
5.7.3.-Color	74
5.7.4.-Olor	74
5.7.5.-Temperatura	74
5.7.6.-pH	74
5.7.7.-Turbidez	74
5.7.8.- Conductividad	75
5.8.-Procedimiento experimental	75
VI.- RESULTADOS Y DISCUSION	76
6.1.-Muestreo	76
6.2.- Concentración de Pb y Cd en el rio Apurímac	81
6.2.1.-Concentracion de Pb en el agua del rio Apurímac (San Francisco)	81
6.2.2.-Concentracion de Cd en el agua del rio Apurímac (San Francisco)	82
6.2.3.-Concentracion de Pb en el agua del rio Apurímac (Ccatun rumi)	83
6.2.4.-Concentracion de Cd en el agua del rio Apurímac (Ccatun rumi)	84

6.2.5.-Concentracion de Pb en el agua del rio Apurímac (Llohegua)	85
6.2.6.-Concentracion de Cd en el agua del rio Apurímac (Llohegua)	86
6.3.-Niveles de concentración de Pb en el rio Apurímac	89
6.4.- Discusión	90
CONCLUSIONES	94
RECOMENDACIONES	96
REFERENCIAS BIBLIOGRAFIAS	98
ANEXOS	102

## INTRODUCCIÓN

Los ríos son, desde los inicios de la civilización, uno de los medios usados por el hombre para desprenderse de parte de sus residuos, recepcionando sus aguas los vertidos de sustancias cada vez más tóxicas. Los recursos acuíferos se contaminan cada día por las emisiones de desechos industriales no tratados. La contaminación de ríos y arroyos por contaminantes químicos se ha convertido en uno de los problemas ambientales más graves del siglo XXI.

En la actualidad la contaminación del medio ambiente por metales pesados es de gran preocupación mundial, es así como la mayor parte de los países están tomando medidas de control para evitarlo y eliminarlo, ya que recientes investigaciones demuestran los efectos dañinos que estos ocasionan en todo el ecosistema.

En el Perú no sólo las principales ciudades y zonas productivas presentan problemas de contaminación ambiental.

Las investigaciones que se realizaron respecto a la contaminación del Río Apurímac, ponen de manifiesto la presencia de plomo y cadmio; sin embargo, no existen estudios recientes que determinen los niveles de concentración de estos metales en el Río Apurímac.

En el Río Apurímac es evidente la presencia de muchos metales, siendo los más importantes el plomo y el cadmio. Por tal razón, la concentración de plomo y cadmio en este río es muy probable que sea superior al límite máximo permisible por las normas legales del medio ambiente del Perú y del mundo.

La constante llegada de plomo y cadmio al Río Apurímac puede provocar serios problemas de toxicidad tanto en los ecosistemas como en los humanos que utilizan el agua del río. En el caso del ser humano, estos problemas se traducen en varias consecuencias que genera la ingesta crónica del cadmio y plomo.

La contaminación de las aguas del Río Apurímac provocado por el vertido de residuos líquidos industriales y urbanos, ha motivado la presente investigación, cuya finalidad es conocer la magnitud de la contaminación de las aguas del Río Apurímac, por la presencia del plomo y el cadmio. Debido al problema ambiental que presentan el plomo y el cadmio, por ser elementos altamente tóxicos y cancerígenos.

Las muestras de agua se tomaron en tres estaciones a lo largo del Río Apurímac. Las cuantificaciones de plomo y cadmio se realizaron por espectrofotometría de Absorción Atómica principalmente de diciembre del año 2013 a setiembre del año 2014.



# **I.- EL PROBLEMA DE INVESTIGACION**

## **1.1.- Descripción de la realidad problemática**

El Río Apurímac , que discurre por los distritos de Ayna, Kimbiri, Pichari, Sivia , Llochegua es probable que presente altas concentraciones de metales pesados, sales y otras sustancias , siendo el aporte natural de estos elementos evidente debido posiblemente, a los relaves de la ex mina Canarias ( hoy Sociedad Minera Catalina Huanca S.A.C.) , a la actividad ilícita de elaboración de P.B.C. , al uso excesivo de agroquímicos que se ubican en todo el valle del Río Apurímac o a los residuos domiciliarios ( especialmente las pilas )

El Río Apurímac tiene presencia de muchos metales pesados, siendo el más importante el plomo, cadmio, y otros. Por tal razón, la concentración de plomo y cadmio en este río es muy probable que sea superior al límite máximo permisible por las Normas legales del medio ambiente del Perú y del Mundo.

La constante llegada de plomo y cadmio al Río Apurímac provoca serios problemas de toxicidad tanto en los ecosistemas como en los humanos que utilizan el agua del río. En el caso del ser humano, estos problemas se traducen en las varias consecuencias que genera

la ingesta crónica del plomo y cadmio.

En el año 2002 DEVIDA realizó un estudio de la calidad del agua en cuencas cocaleras (Apurímac, Aguaytía, Ene-Satipo, Huallaga, y otros), las más altas concentraciones de mg/L de cadmio y plomo fue en la cuenca del Apurímac.

Un estudio realizado por la ONG World Visión durante el periodo 2001-2003, dan a cuenta que en distritos de Llochegua, Sivia, Pichari, Kimbiri, Santa Rosa y San Francisco, los problemas en la salud de los pobladores no se evidencian de inmediato, sino que aparecen en el transcurso de la vida, por eso es cada vez mayor la incidencia del cáncer y malformaciones en los niños de la zona.

Al 2014, luego de 12 años no se tiene estudios actualizados sobre el grado de contaminación con plomo y cadmio del Río Apurímac.

## **1.2.- DEFINICION Y FORMULACION DEL PROBLEMA**

### **1.2.1.-Definición nominal**

El agua, una molécula simple de características extraordinarias, es mucho más que un recurso renovable, es más ni menos, la base de la vida del planeta tierra. Es razonable preocuparse por el estado actual y futuro del agua en el planeta.

Actualmente la situación de las aguas continentales (ríos, lagos, acuíferos, humedales, y otros) se encuentran en un momento crucial debido a la permanente contaminación que sufren. El problema está basado en el estado de la calidad de las aguas, ya que se observa que el problema de la disponibilidad de agua no es tanto una cuestión de cantidad. Si la calidad del agua no es aceptable, esta agua no estará disponible para consumo (humano, agrícola o incluso industrial).<sup>(31)</sup>

Más de 2200 millones de habitantes de los países en desarrollo, la mayoría niños, mueren todos los años de enfermedades asociadas con la falta de agua potable, saneamiento adecuado e higiene. Además, casi la mitad de los habitantes de los países en desarrollo sufren enfermedades provocadas, directa o indirectamente, por el consumo de agua o alimentos contaminados, o por los organismos causantes de enfermedades que se desarrollan en el agua. Con suministros suficientes de agua potable y saneamiento adecuado, la incidencia de algunas enfermedades y la muerte podrían reducirse hasta un 75 %.<sup>(31)</sup>

Aunque el 70 % de la superficie del mundo está cubierta de agua, solo el 2.5 % del volumen total es agua dulce, mientras que el 97.5 % es agua salada. Casi el 70 % del agua dulce está congelada en los casquetes polares y, del resto, la mayoría se presenta como humedad de suelo o se encuentra en profundos acuíferos subterráneos inaccesibles. Menos del 1 % de los recursos de agua dulce del mundo está al alcance del consumo humano.<sup>(31)</sup>

Por otro lado se conoce desde hace tiempo que el plomo, y cadmio, tienen efectos perjudiciales para la salud derivado de la ingestión o contacto

### **1.2.2.- Planteamiento del problema**

Se observa que el Río Apurímac sirve actualmente como receptor de una serie de efluentes. Uno de los importantes emisores de aguas residuales y residuos sólidos son los domicilios que están ubicados en las márgenes derecha e izquierda y que descargan al Río Apurímac. Las instalaciones domiciliarias de desagüe actualmente no tiene implementado ningún método de disminución y manejo de los residuos que generan, descargando al Río Apurímac y Ene.

Asimismo los insumos químicos fiscalizados no incautados por las autoridades son utilizados para el procesamiento de la droga cocaínica y luego son vertidos al Río Apurímac.

Un pequeño porcentaje son incautados e incinerados.

El Río Apurímac al unirse con el Río Mantaro (contaminado principalmente por las actividades mineras de la región central del Perú) forma el Río Ene.

El agua de estos ríos son utilizados a lo largo de su recorrido principalmente en la agricultura y consumo doméstico, poniendo en gran riesgo la salud de la población, según información proporcionada por el sector Salud .

### **1.2.3.- Formulación operativa**

#### **1.2.3.1.-Problema General**

¿Cuál es el grado de contaminación por plomo y cadmio del Río Apurímac-VRAE, en el año 2014?

#### **1.2.3.2.-Problemas específicos**

- a.- ¿Cuál es la concentración de plomo ( p.p.m.) en el Río Apurímac-VRAE ?
- b.- ¿Cuál es la concentración de cadmio ( p.p.m.) en el Río Apurímac-VRAE ?
- c.- ¿Cuál es el tipo de agua (clase) del agua del Río Apurímac-VRAE, debido a la presencia de plomo y cadmio?

### **1.3.-DELIMITACION DEL PROBLEMA**

#### **1.3.1.-DELIMITACION ESPACIAL**

**LUGAR:** Distritos de Kimbiri, Pichari, Sivia, Llochegua

**PROVINCIAS:** Huanta ( Región Ayacucho), La Convención ( Región Cuzco)

**REGION:** Ayacucho, Cuzco

### **1.3.2.- DELIMITACION TEMPORAL**

**PERIODO:** Año 2014

### **1.3.3.-DELIMITACION SOCIAL**

Población involucrada en los distritos de Kimbiri, Pichari, Sivia, Llochegua

## **1.4.-JUSTIFICACION E IMPORTANCIA**

El estudio es de mucha importancia debido a los problemas ambientales que presenta el plomo y cadmio, por ser elementos altamente tóxicos en cualquiera de sus formas en el medio ambiente y por ende en los ríos.

En el caso del río Apurímac de las Provincias de la Convención y Huanta , desde hace mucho tiempo se está contaminando con plomo y otros metales pesados debido posiblemente a los relaves de algunas minas , a las actividades ilícitas de elaboración de pasta básica de cocaína , al uso excesivo de los agroquímicos o a los residuos sólidos domiciliarios ( especialmente las pilas) .

No se tiene estudios actualizados sobre el grado de contaminación con plomo y cadmio del río Apurímac

El campo de estudio de este trabajo de investigación se avoca a la evaluación de la presencia de plomo y cadmio en el río Apurímac y si esta concentración se encuentra por encima de los límites máximo permisibles, servirá como referencia para su tratamiento y uso para la agricultura, pecuaria o ictiológica .

Por tanto es importante conocer cuál es la concentración del plomo y cadmio en el río Apurímac y en base a ello se debe tomar decisiones. Además es trascendental que la sociedad conozca si el agua del río Apurímac es un riesgo o no para su salud.

La actividad del narcotráfico es considerado como contaminante, por la emisión de compuestos químicos nocivos a los tres medio geográficos: agua, suelo, aire causados por la diversidad de procesos. Sin embargo a la fecha no se preocupan en conservar nuestro medio ambiente.

Actualmente existen las normas ISO 14000, las cuales permiten llevar un mejor control de prevención del medio ambiente, de modo que es importante para una empresa obtener el certificado del ISO 14001, que le otorgara mayores jerarquías para su organización ante un mundo globalizado

Ninguna Institución Pública o Privada del entorno del ámbito del estudio de la siguiente investigación tiene Certificado ISO 14000.

El estado Peruano vela por el medio ambiente y lo reglamenta en el artículo 67° de la constitución política, además emite el Código Nacional de medio ambiente y los Recursos naturales, aprobado por el Decreto Legislativo N° 613 (anexo 5.6.3). En la que se indica la implementación de un Programa de monitoreo del diagnóstico de contaminación, para comprobar las condiciones reales en las que se encontraban en la emisión de contaminantes al medio ambiente y que posteriormente con esta información podían elaborar un informe para dar solución a estos problemas ambientales.

La ley General de Aguas, clasifica las aguas de acuerdo al uso que le va a dar , también contempla los estándares permisibles de elementos contaminantes

El 30 de julio del 2008 según Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM se ha aprobado los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua, el cual se detalla en el Anexo N° 10.

El desarrollo del presente estudio es factible técnica y administrativamente, porque se cuenta con las condiciones para ejecutar el proyecto

## **II.- OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

### **2.1.- OBJETIVO GENERAL**

Determinar el grado de contaminación por plomo y cadmio del Río Apurímac en el año 2014

### **2.2.- OBJETIVOS ESPECIFICOS**

a.- Determinar la concentración de plomo (p.p.m.) en el Río Apurímac-VRAE , para comparar con los límites máximos permisibles , y relacionarlo con las actividades humanas de la cuenca

b.- Determinar la concentración de cadmio (p.p.m.) en el Río Apurímac-VRAE , para comparar con los límites máximos permisibles , y relacionarlo con las actividades humanas de la cuenca

c.- Identificar el tipo de agua (clase) del agua del Río Apurímac, debido a la presencia del plomo y cadmio



### **III.- MARCO TEORICO**

#### **3.1.- ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

##### **3.1.1.- INTERNACIONAL <sup>(35)</sup>**

##### **3.1.1.1.- RIO BOGOTA- COLOMBIA**

Si bien el Río Bogotá no es el más contaminado del mundo, si tiene muy altos niveles de sustancias contaminantes y a su paso por la ciudad de Bogotá es un río muerto. Entre los contaminantes que lleva su cauce está el Cadmio, Plomo, Mercurio, Zinc y Arsénico. El punto máximo de contaminación del río está en sectores de Bogotá donde el nivel de residuos sólidos puede alcanzar un nivel de 400 mg/L

##### **3.1.1.2.- RIO VIGO- RIO OITAVEN**

Un estudio del Instituto de Investigaciones Marinas de Vigo , con la participación de la Universidad , ha revelado que la contaminación por plomo , que se creía concentrada en la ensenada de San Simón , se está expandiendo por todo el Río de Vigo , ayudado por las mareas y por la influencia del caudal del Río Oitaven

Según este informe pionero, elaborado por los científicos del grupo de Biogeoquímica del Instituto, Ricardo Prego, Antonio Cobelo, Juan Santos, Natalia Ospina y Mar García, y por la Profesora de la Universidad de Vigo, Maite de Castro, los niveles de plomo localizados en la bahía viguesa suponen el triple de los que hay en el río Ferrol, zona costera de importante concentración de metales pesados.

El estudio , que se publica en el número 74 de la revista “Scientia Marina “destaca por la relevancia de los datos descubiertos acerca del transporte de metales como el plomo , el cadmio y el zinc en el río de Vigo .Así gracias a novedades técnicas de muestreo y análisis sobre los ciclos mareales y las aportaciones de caudal del río Oitaven , los autores han constatado que hay una “ exportación” de plomo desde el fondo de la ensenada de San Simón , a través del estrecho de Rande, al resto del río.

El estudio confirma que la zona de San Simón es un área “crítica” por la contaminación “crónica” por plomo, por lo que estos investigadores sugieren tomar medidas para mitigar esa contaminación y señalan que se puede prever cuando el transporte de plomo hacia el resto del río puede ser mayor. Así, se ha comprobado que los niveles más altos de plomo, cadmio y zinc se han dado en los meses de invierno, debido al mayor poder de arrastre de los sedimentos durante los periodos de lluvias.

Con respecto a otras zonas costeras, la investigación subraya que los niveles de plomo ya triplican a los que se han detectado en el río de Ferrol, mientras que en el caso de los índices de cadmio y zinc- en disolución y partículas- son similares a los obtenidos en otros márgenes marinos europeos, como las aguas costaneras portuguesas, el Cantábrico Francés o en las aguas atlánticas de Escocia

### **3.1.1.3.- RIO MATANZAS- BUENOS AIRES- ARGENTINA**

En su recorrido de apenas 64 Km, el Matanzas-Riachuelo, como se llama, lleva

mucho más que agua: mercurio, cadmio y una larga lista de metales pesados, casi 9000 toneladas de chatarra, barro contaminado hasta un metro por debajo del lecho.

Las dioxinas carcinógenas, que no se ven, y el humo, que si completan un paisaje devastado a apenas 3 kilómetros del centro de la capital argentina.

La zona de la cuenca alberga además al 15% de los habitantes del país –agrupados en asentamientos y villas de emergencia donde el índice de pobreza alcanza 45 %. El 35 % carece de agua potable. En la cuenca del Riachuelo vive el 15 % de la población del país. Pero basta navegarlo para descubrir que lo que hay allí es río muerto. Sin oxígeno ni fauna, con valores de contaminación cuatro veces por encima del máximo establecido por la O.M.S. El agua del riachuelo presenta contaminación con metales pesados

Basta mirar las orillas para entender las causas: un complejo industrial denso y vetusto que vierte desechos sin control ni tratamiento.

“Hay carencia de tecnologías limpias (.....), externalización de los costos al ambiente y existencia de establecimientos clandestinos “, enumeró en un informe Javier García Espil, experto de la Fundación Ambiente y Recursos Naturales ( FARN)

Las “villas miseria “se erigen entre basurales a cielo abierto, donde se depositan desechos sólidos de las fábricas y residuos de los locales, a los que las autoridades no proveen servicio de recolección. Son el patio de juego de cientos de niños y ratas a plena luz del día. Según un estudio de la Defensoría del Pueblo en 2010 el número de espacios de depósito de residuos paso de 141 a 217.

Las enfermedades y la muerte acechan desde el agua y las orillas: bronquitis, alergias, alteraciones neurológicas, cáncer y metahemoglobinemia, una rara dolencia sanguínea que aquí se ha hecho endémica. La mortalidad infantil es de más del doble que en otros lugares bonaerenses.

“Tenemos mucho cáncer, mucho más que antes. Hay vecinos con problemas de leucemia, enfermedades en la piel, casos de hepatitis fulminante cada vez peor”, señaló Adriana Gonzales, que lleva 14 años en Villa Lamadrid. .

#### **3.1.1.4.- RIO MARILAO (FILIPINAS)**

Sus aguas se componen de sustancias toxicas como el cromo, el cadmio, el cobre y el arsénico, lo cual las hace sumamente peligrosas .Por eso mismo, ya todos lo acostumbraron a ser un nido de basura.

#### **3.1.1.5.- MAR AMARILLO, RIO YANGTZE, RIO PERLA (CHINA)**

En 2008 , China tenía 13,380 kilómetros cuadrados de tierra ganada al mar, que en los años 90 representaban 8,241 kilómetros cuadrados , señaló el mes pasado un artículo publicado en el Legal Daily.

El rápido incremento de los niveles de petróleo, pesticidas y otros contaminantes peligrosos está dañando la vida marina del país. Esto incluye el suministro de mariscos, según informes de medios estatales divulgados el año pasado.

Se descubrió que los mariscos de áreas cercanas a la costa contenían “excesivos productos químicos dañinos”, como plomo, cadmio y el insecticida DDT (Dicloro Difetil Tricloroetano). Los niveles de plomo detectados eran 50 por ciento superiores a lo normal , mientras que los de cadmio y DDT eran 40 por ciento superiores.

El plomo puede dañar el sistema nervioso y causar desordenes en la sangre y el cerebro si se lo consume en cantidades excesivas. La organización Mundial de la Salud considera que el DDT es un pesticida “moderadamente peligroso”

Entre las áreas severamente contaminadas figura el **mar Amarillo**, las bahías de Liaodong, Bohai y Laizhou , el estuario del **Río Yangtzé**, la Bahía de Hangzhou y el estuario del Río Perla.

Los niveles peligrosos de contaminación por lo general se encuentran cerca de áreas que experimentan un rápido desarrollo económico, explico Yu. Las principales causas de la contaminación costera incluyen la descarga de aguas servidas sin tratar, el vertido de aguas residuales de industrias y residencias, y los derrames resultantes de la navegación y los accidentes marítimos.

### **3.1.1.6.- RIO KABWE ( ZAMBIA)**

Kawbe es la segunda ciudad más importante de Zambia después de su capital Lusaka .Forma parte del cinturón minero que representa la principal riqueza de ese país africano. En 1902 se descubrieron importantes yacimientos de plomo y otros minerales como zinc, plata y manganeso. La intensiva explotación dio como resultado la contaminación del agua de la región con plomo y otros metales pesados. Se calcula que los niños de Kabwe poseen en su sangre una concentración de plomo entre 5 y 10 veces superior a la máxima aceptable. El gobierno de Zambia comenzó a tomar medidas para reducir el grado de contaminación recién a partir de 1994, con escasos resultados hasta ahora .<sup>(35)</sup>

### **3.1.2.- NACIONAL**

#### **3.1.2.1.-CONTAMINACION POR METALES PESADOS DEL RIO MANTARO**

Según Horman en el año 2011 sostiene que “El Río Mantaro nace contaminado del lago de Junín, Chinchaicocha o de los Reyes a 4081 m.s.n.m. , que se halla en los departamentos de Cerro de Pasco y Junín, después de recorrer 724 Km los departamentos de Junín, Ayacucho y Huancavelica se une al Río Apurímac para formar el Río Ene , tributario del Río Amazonas . Al atravesar el valle del Mantaro, con sus aguas contaminadas se riegan las 11 000 hectáreas de la superficie agrícola del valle. Investigadores canadienses y noruegos recomendaron no utilizar estas aguas contaminadas especialmente con metales

sino previo tratamiento”.

“El Río Mantaro nace del lago de Junín ya contaminado especialmente con metales pesados que no se alteran y en cantidades elevadas de cobre, cadmio a veces más de lo permitido, plomo 13 veces más y hierro más de 30 veces y en ciertas veces del año 130 veces más ( Horgan 2011) , plomo en vegetales a 121 Km de Oroya 1750 ppm “ ( Horgam 2011)

### 3.1.2.2.-METALES TÓXICOS EN CUENCAS COCALERAS DEL PERU

Se han analizado muestras tomadas en 6 cuencas cocaleras a nivel nacional, según estudios realizados en el año 2002 a cargo de DEVIDA-GMA.

De los resultados obtenidos se observa que en la cuenca del Apurímac se encuentran las más altas concentraciones de plomo y cadmio en comparación de las otras cuencas cocaleras como Aguaytía , Ene Satipo , Huallaga Central – Bajo Mayo , Bajo Huallaga , Alto Huallaga , como se muestra en la tabla N° 3.1.-

**TABLA N° 3.1.-METALES TOXICOS EN CUENCAS COCALERAS**

Cuenca	Metal toxico	Cantidad mg/L	Estándar nacional de calidad ambiental del agua DS 002-2008-MINAM 31/07/2008			
			Situación al 2001	A1 Potabilizable con desinfección	A2 Potabilizable con tratamiento convencional	A3 Potabilizable con tratamiento avanzado
APURIMAC	Cadmio	0.033	0.003	0.003	0.01	0.005
	Plomo	0.125	0.01	0.05	0.05	0.05
AGUAYTIA	Cadmio	0.063	0.01	0.05	0.05	0.05
	Plomo	0.01	0.003	0.003	0.01	0.005
ENE-SATIPO	Cadmio	0.008	0.003	0.003	0.01	0.005
	Plomo	0.093	0.01	0.05	0.05	0.05
HUALLAGA CENTRAL-BAJO MAYO	Cadmio	0.013	0.003	0.003	0.01	0.005
	Plomo	0.076	0.01	0.05	0.05	0.05
BAJO HUALLAGA	Cadmio	0.013	0.003	0.003	0.01	0.005
	Plomo	0.076	0.01	0.05	0.05	0.05
ALTO HUALLAGA	Cadmio	0.005	0.003	0.03	0.01	0.005

Fuente: DEVIDA –GMA 2002.Estudio de la calidad de agua en zonas cocaleras

Se tiene como referencia el trabajo desarrollado por O.D. DEVIDA VRAE en el año 2001 sobre la contaminación de las aguas del VRAE, el cual concluyo que los Ríos Maritari y Sivia no son aptos para uso agrícola ni para consumo humano. Los ríos Apurímac, Samungari, Otari, Pichari, Triboline, San Luis son aptos para riegos agrícolas pero no aptos para consumo humano.

El Programa de Desarrollo Alternativo ( P.D.A.)-Oficina Contradrogas realizo un estudio comparativo sobre la calidad de los ríos de la cuenca del Apurímac de los años 98 al 2000, el cual se adjunta en el Anexo N° 7

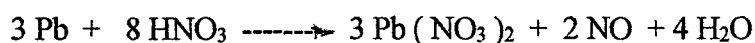
Últimamente, en octubre del 2013, la Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas (DEVIDA) publicó el “**Estudio de la calidad del agua en el Valle del Río Apurímac**”, cuyo cuadro de resultados mostrando la concentración de metales pesados ( cadmio, cromo, cobre, níquel, plomo, selenio y zinc) en las muestras de agua de las 33 micro cuencas del estudio se adjuntan en el Anexo N° 8

Referente a efluentes líquidos del Río Apurímac ,no se cuenta con trabajos de investigación, en los archivos de la Biblioteca de la U.N.S.C.H.

### **3.2.1.- EL PLOMO <sup>(27)</sup>**

#### **3.2.1.1.- Características principales**

El plomo es un metal gris azulado, de densidad 11.48 gr/cc .Se disuelve fácilmente en ácido nítrico diluido.



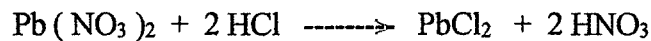
En ácido nítrico concentrado se forma una película protectora de nitrato de plomo insoluble en este acido, que impide la disolución del metal.

## Reacciones del ion plomo $Pb^{++}$

Se emplea una solución de nitrato de plomo  $Pb(NO_3)_2$  o de acetato de plomo

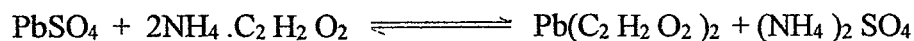
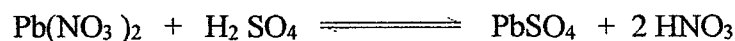
$Pb(C_2H_3O_2)_2 \cdot 3H_2O$  con ácido acético  $H.C_2H_3O_2$

**1.- Ácido clorhídrico diluido.** Se obtiene un precipitado blanco de cloruro de plomo  $PbCl_2$ , que se forma solamente en frío y en solución no muy diluida

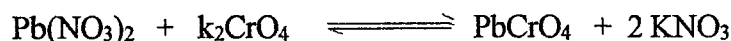


**2.- Solución de yoduro de potasio.** Se forma un precipitado amarillo de yoduro de plomo  $PbI_2$ , moderadamente soluble en agua hirviendo, obteniéndose una solución incolora de la que se separa, por enfriamiento, en forma de laminillas de color amarillo de oro

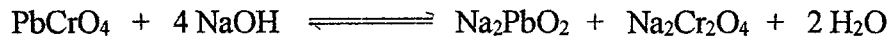
**3.- Ácido sulfúrico diluido,** se produce un precipitado blanco de sulfato de plomo  $PbSO_4$  insoluble en exceso del reactivo; pero soluble en solución concentrada de acetato de amonio (debido a la formación de acetato de plomo que está poco ionizado en presencia de un exceso de iones acetato o en una solución amoniacal de tartrato de amonio o en una solución caliente de tiosulfato de sodio



**4.-Solución de cromato de potasio,** se forma un precipitado amarillo de cromato de plomo,  $PbCrO_4$ , insoluble en ácido acético y en solución de amoníaco, pero solubles en hidróxidos alcalinos y en ácido nítrico a una solución de sulfato de plomo en acetato de amonio que se le agrega solución de cromato de potasio, precipita cuantitativamente cromato de plomo

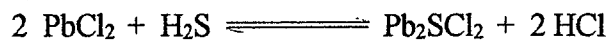
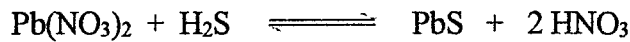




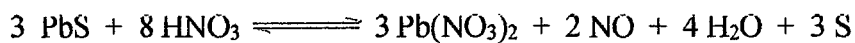


**5.- Sulfuro de hidrógeno**, se forma un precipitado negro de sulfuro de plomo, PbS.

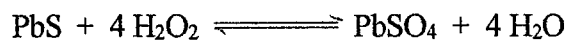
El precipitado es, con frecuencia, rojo en presencia de ácido clorhídrico, debido a la formación inicial de sulfocloruro de plomo  $\text{PbSCl}_2$ , que se descompone por dilución, o por pasaje de un exceso de sulfuro de hidrogeno formándose sulfuro de plomo negro



El precipitado de sulfuro de plomo es insoluble en soluciones de sulfuros alcalinos, pero soluble en ácido nítrico diluido, en caliente

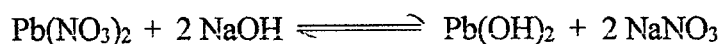


Tratado con peróxido de hidrogeno se transforma en sulfato de plomo blanco



La gran insolubilidad del sulfuro de plomo en agua ( $4.9 \times 10^{-11}$  g por litro) explica porque el sulfuro de hidrogeno es un reactivo tan sensible para la investigación del plomo y por qué puede reconocerse en el filtrado de la separación del cloruro de plomo, que es poco soluble, en ácido clorhídrico diluido.

**6.- Solución de hidróxido de sodio**, se produce un precipitado blanco de hidróxido de plomo  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ , soluble en exceso del reactivo debido a la formación de plumbito de sodio



La solución de hidróxido de amonio precipita hidróxido blanco, insoluble en exceso de reactivo un reactivo. (27)

## EL PLOMO <sup>(7)</sup>

Aunque la concentración de plomo, está todavía aumentando en algunas partes del mundo, aquellas aplicaciones que resultan de su dispersión incontrolada se han reducido mucho en las dos últimas décadas en muchos países del occidente, y por consiguiente, su concentración ambiental ha disminuido sustancialmente.

El bajo punto de fusión del plomo  $327\text{ }^{\circ}\text{C}$  , permite trabajarlo fácilmente y darle forma ( por ejemplo cañerías ). El plomo se utilizó como metal estructural en la antigüedad, así como se aplicó en edificios impermeabilizados .Los romanos utilizaron el plomo de acueductos para utensilios de cocina. De hecho los análisis de muestras de hielo procedentes de Groenlandia indican que la concentración de plomo atmosférico alcanzo un máximo en la época del Imperio Romano que no fue igualado hasta el Renacimiento. El plomo se utiliza aun en la industria de la construcción para el techado y la iluminación, así como para la insonorización.(que no puede hacer ruido ) . Cuando se combina con estaño forma la soldadura , la aleación de bajo punto de fusión utilizada en la electrónica y en otras aplicaciones ( por ejemplo envases de “lata” ) y para hacer contactos entre metales sólidos.

El plomo se encuentra también, en la munición (“balas de plomo”)que utilizan en grandes cantidades , por ejemplo , los cazadores de aves acuáticas .Muchos patos y gansos han sido dañados o muertos a causa de envenenamiento crónico por plomo , después de ingerir las balas, las cuales se disuelven en su organismo. Además, algunos patos consumen los perdigones que quedan en el suelo o en el fondo de los estanques, ya que los confunden con alimento. Cuando las aves depredadoras (como las águilas calvas) cazan las aves acuáticas que han sido disparadas por los cazadores o que han comido los perdigones, se vuelven víctimas del efecto toxico del plomo. Por estas razones, las balas de plomo han sido prohibidas en los Estados Unidos, Canadá, Holanda, Noruega y Dinamarca. En América del Norte, muchos patos mueren envenenados debido a que tragan las piezas de plomo utilizadas

en la pesca deportiva. (7)

### 3.2.1.2.-PLOMO IONICO + 2 (7)

Generalmente el plomo no presenta ningún problema ambiental hasta que no se disuelve para dar la forma iónica. Este comportamiento contrasta con el del mercurio, para que el vapor es una amenaza ambiental. En contraste, el punto de ebullición del plomo es 1740 °C, comparado con solo 357 °C para el mercurio, de manera que la presión de vapor del plomo es mucho más pequeña que el mercurio. El ion estable del plomo es la especie +2. En consecuencia, el plomo forma el sulfuro iónico PbS,  $Pb^{+2}S^{-2}$ , este compuesto es un mineral de plomo (“galena”), muy insoluble, del cual se extrae casi todo el metal.

El plomo no reacciona con ácidos diluidos. De hecho, el plomo elemental es estable como electrodo en los acumuladores de plomo, incluso aunque este en contacto con ácido sulfúrico concentrado. Sin embargo algo del plomo en la soldadura que se utilizó comúnmente en el pasado para sellar envases de “lata”, puede disolverse en el ácido diluido de los zumos de fruta y otros alimentos ácidos en presencia de aire, es decir, una vez el envase se ha abierto, ya que el plomo es oxidado por el oxígeno en ambientes ácidos:



El  $Pb^{+2}$  producido por esta reacción contamina el contenido del envase, por esta razón ya no se utiliza, habitualmente, esta soldadura para estas aplicaciones en América del Norte. En parte, como resultado de este cambio, la ingestión promedio diaria de plomo en niños de dos años de edad disminuyó de alrededor 30 ug en 1982 a unos 2 ug en 1991.

De forma similar, algo del plomo utilizado en la soldadura de las juntas en las cañerías domésticas de cobre, y el utilizarlo en décadas y siglos anteriores para la construcción de cañerías, puede disolverse en el agua de consumo, en particular si el agua es bastante ácida o si es “blanda”. Así pues, es una buena idea no beber el “primer chorro”

de agua que haya estado en contacto durante toda la noche en fuentes antiguas o en cañerías de viviendas antiguas, el agua en estas cañerías de plomo debería dejarse circular durante 60 segundos antes de utilizarse para el consumo humano. Por otro lado, el agua pesada contiene ion carbonato,  $\text{CO}_3^{2-}$ , que junto con el oxígeno, forma una capa insoluble que contiene compuestos como  $\text{PbCO}_3$  sobre la superficie del plomo. Esta capa protege al metal subyacente de su disolución en el agua que pasa por encima. En algunas regiones de Inglaterra y en algunas ciudades del Nordeste de los Estados Unidos que tiene agua blanda y redes de cañerías antiguas de plomo, se añaden fosfatos al agua de bebida para reducir la concentración de plomo disuelto, alrededor de un 4 % de las muestras de agua de consumo del Reino Unido, excedió el antiguo estándar de la O.M.S. de 50 ppm ( los estándares modernos se recogen en la Tabla N° 3.2.)

Tabla N° 3. 2 .- Estándares de metales pesados para el agua de bebida

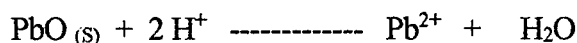
METAL	EPA	OMS
As	50 ppm (15 ppm NA)	10 ppm
Cd	5 ppm	3 ppm
Pb	(15 ppm )	10 ppm
Hg	2 ppm	1 ppm

*Nota: NA significa "nivel de activación" ;OMS corresponde a la "Organización Mundial de la Salud", EPA corresponde a Environmental Protection Agency (Agencia de Protección del medio ambiente)*

Generalmente, el agua de bebida de América del Norte tiene muy bajos niveles de plomo disuelto y, habitualmente, es una fuente menor de este elemento para las personas, en comparación con las cantidades ingeridas a través del aire y más, importante aún, de los alimentos. Sin embargo, el plomo en el agua es absorbido por el cuerpo con una mayor extensión que el plomo en los alimentos. Actualmente, debido a que muchas de las fuentes de plomo se han eliminado, el agua de bebida es la responsable de alrededor de una quinta

parte del plomo total ingerido por los americanos .Muchos sistemas de tratamiento de agua domestica eliminan eficientemente la gran mayoría del plomo del agua de consumo.

Una forma del óxido PbO es la que se presenta como solido amarillo y es la que se utilizó, al menos hace mucho tiempo, en el Antiguo Egipto para vitrificar la cerámica. En el vitrificado, el material se funde formando una fina película en la superficie de la cerámica para hacerla impermeable y conferirle un elevado lustre. Sin embargo, si se aplica incorrectamente, puede llegar a disolverse algo de óxido en un periodo de horas o días, al entrar en contacto con alimentos y líquidos ácidos almacenados en envases de cerámica, dando  $Pb^{+2}$  disuelto, a veces en el rango de cientos o incluso de miles de partes por millón.



Oxido de Pb (II)

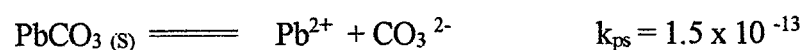
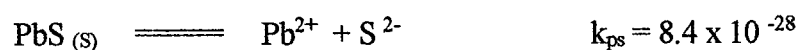
De hecho, la vajilla vitrificada con plomo es todavía una fuente de plomo en la dieta, especialmente, pero no exclusivamente en países en desarrollo. El lixiviado del plomo de las cerámicas vitrificadas utilizadas para preparar los alimentos es una de las mayores fuentes del elemento en el organismo de los niños de Méjico, donde la contaminación por plomo es ahora uno de los primeros problemas de salud pública.

Se han utilizado varias sales de plomo como pigmentos durante milenios, ya que da unos tonos estables y brillantes .El cromato de plomo,  $PbCrO_4$  , es el pigmento amarillo utilizado en pintura aplicadas en autobuses escolares y en la señalización en carreteras .El “plomo rojo”,  $Pb_3O_4$  se utiliza en pinturas resistentes a la corrosión y posee un color rojo brillante. Los pigmentos de plomo se han utilizado para producir los colores usados en las revistas y en envoltorios de alimentos satinados. En los siglos pasados, las sales de plomo se utilizaron como agentes colorantes en varios alimentos. El “plomo blanco”, compuesto de  $Pb_3(CO_3)_2(OH)_2$  , se utilizó extensivamente hasta mediados del siglo XIX como el

componente mayoritario de la pintura blanca aplicada en interiores. Sin embargo, cuando la pintura se desprende, hay un cierto riesgo de que los niños pequeños la puedan ingerir, ya que el  $Pb^{+2}$  tiene un sabor dulce. Las personas que renuevan las paredes de las casas viejas, deben asegurarse de que el polvo de las capas de pintura esta convenientemente recogido y encerrados en un recipiente. Los niños que habitan en barrios bajos del interior de ciudades, donde los recubrimientos antiguos de pintura continúan desgajándose de las paredes, a menudo poseen niveles altos de plomo en la sangre. En pinturas de recintos interiores, el plomo blanco se ha substituido por pigmento de dióxido de titanio  $TiO_2$ . Aunque ahora está prohibida la utilización de pinturas en interiores (en Estados Unidos desde 1978), los pigmentos de plomo continúan usándose en pinturas exteriores, con el resultado de que el suelo de alrededor de las casas terminan por contaminarse. Algunas partículas de estos suelos contaminados por plomo pueden ser ingeridas por niños pequeños a causa de su sabor dulce. Otra fuente de polvo con plomo de sabor dulce eran las superficies de algunos tipos de toldos de PVC que incorporaban plomo como estabilizante en el plástico y que sufrían una descomposición parcial bajo exposición UV de la luz solar. Una fuente primitiva de  $Pb^{+2}$  al medio ambiente era la utilización de arseniato de plomo,  $Pb_3(AsO_4)_2$  como pesticida. <sup>(7)</sup>

### 3.2.1.3.-LA DISOLUCION DE SALES “INSOLUBLES” DE PLOMO <sup>(7)</sup>

La presencia de concentraciones significativas de plomo en aguas naturales parece ser un tanto paradójica, dado que tanto su sulfuro,  $PbS$  como su carbonato  $PbCO_3$ , son compuestos altamente insolubles en agua



No obstante, en ambas sales los aniones se comportan como bases fuertes. Así pues, las dos reacciones de disolución anteriores son seguidas por las reacciones de los aniones

con el agua. <sup>(7)</sup>

#### **3.2.1.4.-PLOMO IONICO +4 <sup>(7)</sup>**

En ambientes muy oxidantes, el plomo puede formar el ion 4+. Así pues, el óxido  $PbO_2$ , que escrito en forma iónica es  $Pb^{4+}(O^{2-})_2$ , existe igual que los óxidos “mixtos”  $Pb_2O_3$  y  $Pb_3O_4$  que no son más que combinaciones de  $PbO$  y  $PbO_2$ . Tal como se ha comentado en el apartado anterior, el último de estos óxidos mixtos se conoce como “plomo rojo” y se ha utilizado ampliamente como pigmento en pintura, especialmente, como recubrimiento para el hierro, ya que forma una capa superficial que lo protege de la corrosión.

El plomo elemental y el óxido de plomo  $PbO_2$  empleados como electrodos en los acumuladores de casi todos los vehículos, constituyen la principal aplicación de este elemento. Cuando la batería funciona para suministrar electricidad, especialmente para arrancar el motor, una parte del plomo del electrodo se convierte en  $Pb^{2+}$  formando sulfato insoluble,  $PbSO_4$  y  $PbO_3$ . <sup>(7)</sup>

#### **3.2.1.5.-PLOMO ORGANICO TETRAVALENTE <sup>(7)</sup>**

Mientras los compuestos del ion +2 son iónicos, la mayoría de los compuestos de plomo tetravalente son moléculas covalentes. A este respecto, el plomo tetravalente es similar a la forma correspondiente a los otros elementos de su grupo de la tabla periódica (C, Si, Ge, Sn). Comercial y ambientalmente los compuestos más importantes de plomo son los formados con el grupo metilo,  $CH_3$  y etilo  $CH_2CH_3$ , que son el tetrametilplomo  $Pb(CH_3)_4$ . En el pasado ambos compuestos tuvieron un amplio uso como aditivos en la gasolina, esta práctica ahora ya se ha eliminado en América del Norte y en muchos otros países desarrollados.

Cuando se utilizan estos aditivos en la gasolina, es necesario eliminar los átomos de plomo que se liberan por la combustión de los compuestos tetralquilo, a fin de que no formen

depósitos metálicos y dañen el motor del vehículo .Para convertir los productos de combustión en formas volátiles que puedan evacuarse junto con los gases de escape, se añaden a la gasolina pequeñas cantidades de dibromuro y dicloruro de etileno. Como consecuencia de ello, el plomo se elimina del motor y entra en la atmosfera despedido por el tubo de escape como gas, en forma del dihaluro mixto  $PbBrCl$  y como  $PbBr_2$  y  $PbCl_2$  .Después bajo la influencia de la luz solar , estos compuestos forman  $PbO$ . El óxido de plomo existe en la atmosfera como partículas, formando aerosol , y permaneciendo en ella durante horas o días , con lo que por consiguiente , no todo el óxido se deposita en los alrededores inmediatos de la carretera , puede , por tanto , entrar en la cadena alimenticia en lugares más distantes del lugar de la emisión , si se deposita sobre vegetales o en campos utilizados como pasto para los animales .Además , una pequeña fracción de los dialuros de etileno se convierten en dioxinas y furanos y entran al medio ambiente bajo estas formas químicas.

Puesto que los compuestos tetraquilplomo  $PbR_4$  son volátiles en parte se evaporan de la gasolina y entran al medio ambiente en forma gaseosa. No son solubles en agua, pero rápidamente se absorben a través de la piel .En el hígado humano las moléculas de  $PbR_4$  se convierten a iones  $PbR^{3+}$  , que son más tóxicos y que , como los iones metilmercurico, son neurotoxinas debido a que pueden atravesar la barrera sanguínea del cerebro. En dosis significativa , estos compuestos de plomo causan síntomas que se parecen a la psicosis , no está claro aun que efectos , si los hay , resultan de la exposición crónica a niveles bajos .A muy altas exposiciones , los compuestos de tetraquilplomo son fatales, tal como se descubrió hace años , después de producirse las muertes de varios empleados de las compañías que originalmente producían estos compuestos. (7)

### **3.2.2.- EL CADMIO**

El cadmio es un metal blanco plateado, maleable y dúctil. Se disuelve lentamente en



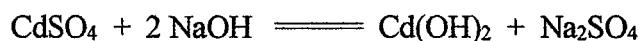
ácidos clorhídrico y sulfúrico diluidos con desprendimiento de hidrogeno. El mejor disolvente del metal es el ácido nítrico. Solo una serie de sales, que provienen del óxido CdO , es de importancia en el análisis cualitativo. <sup>(27)</sup>

### 3.2.2.1.-REACCIONES DEL ION CADMIO Cd<sup>++</sup> <sup>(27)</sup>

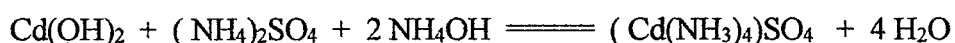
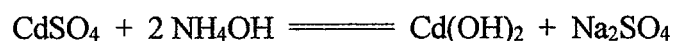
Se usa una solución de sulfato de cadmio 3 CdSO<sub>4</sub>. 8 H<sub>2</sub>O

**1.- Sulfuro de hidrogeno**, se obtiene un precipitado amarillo de sulfuro de cadmio, CdS en soluciones acidificadas con un poco de ácido clorhídrico .El precipitado es soluble en ácidos nítrico y sulfúrico diluidos en caliente (diferencia con el cobre), pero es insoluble en solución de cianuro de potasio (diferencia con el cobre) .No se produce precipitación en soluciones fuertemente acidas

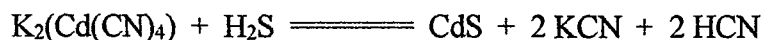
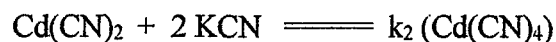
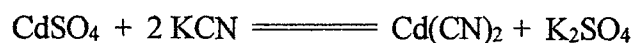
**2.- Solución de hidróxido de sodio**, se forma un precipitado blanco de hidróxido de cadmio Cd(OH)<sub>2</sub>, insoluble en exceso de reactivo



**3.- Solución de hidróxido de amonio** , se produce un precipitado blanco de hidróxido de cadmio, soluble en exceso de precipitante (diferencia con el plomo y el bismuto), se forma la sal compleja soluble , sulfato tetraamincadmico ( Cd(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub> ) SO<sub>4</sub>



**4.- Solución de cianuro de potasio**, se produce un precipitado blanco de cianuro de cadmio Cd(CN)<sub>2</sub> , soluble en exceso de reactivo, dando el complejo cadmi-cianuro de potasio K<sub>2</sub>(Cd(CN)<sub>4</sub>). Se produce una concentración suficientemente grande en iones de cadmio por disociación del ion complejo dando, con el sulfuro de hidrogeno, un precipitado amarillo de sulfuro de cadmio



La marcada diferencia de electronegatividades en los valores de las constantes de inestabilidad de los iones complejos  $(\text{Cd}(\text{CN})_4)^{2-}$  y  $(\text{Cu}(\text{CN})_4)^{2-}$  sirve de base para uno de los métodos de separación de cobre y cadmio

**5.- Solución de tiocianato de amonio, no precipita (diferencia con el cobre) . (27)**

### **3.2.2.2.-CADMIO : EL ELEMENTO LIBRE (7)**

El Cadmio, se encuentra en el mismo subgrupo de la tabla periódica que el zinc y el mercurio pero es más similar al primero. Igual que el zinc, el único ion de cadmio es la especie +2- En comparación con el mercurio, los compuestos de cadmio con aniones simples, tales como el cloruro, son sales iónicas en lugar de sus moléculas.

La mayor parte del cadmio se produce como subproducto de la fundición del zinc, ya que los dos metales se encuentran, habitualmente, juntos en la naturaleza .A menudo, ocurre algo de contaminación ambiental por cadmio en áreas vecinas de hornos de fundición de zinc, plomo y cobre. Como en el caso de los otros metales pesados, la quema de carbón introduce cadmio en el medio ambiente .El tratamiento por incineración de residuos que contienen cadmio es, también, una fuente importante del metal en el medio ambiente.

Una aplicación importante del cadmio es como electrodo en baterías recargables de níquel- cadmio, utilizadas en calculadoras y en aparatos similares. Cuando se extrae corriente de la batería , el electrodo sólido de cadmio metálico se disuelve parcialmente, para formar hidróxido de cadmio insoluble ,  $\text{Cd}(\text{OH})_2$ , gracias a la incorporación de iones hidróxido del medio en el cual se sumerge el electrodo .Cuando la batería es recargada , el hidróxido sólido , que está depositado sobre el electrodo metálico , se convierte otra vez en

cadmio metal



Cada batería contiene unos 5 gramos de cadmio, buena parte del cual se volatiliza hacia el medio ambiente si las baterías usadas que forman parte de los residuos se incineran. El Cadmio metálico tiende a condensar sobre las partículas más pequeñas del humo del incinerador, que son las más difíciles de capturar por medio de los dispositivos de control de polución colocados en la chimenea. Con el fin de no emitir partículas de cadmio al medio ambiente después de la combustión, algunos municipios obligan a separar las baterías de níquel – cadmio del resto de la basura. El reciclado de los metales de estas baterías también ha empezado en algunas áreas. Sin embargo, algunos estados americanos y países europeos están tomando medidas para prohibir el uso de las baterías níquel - cadmio, a causa de la contaminación ambiental potencial por cadmio, los fabricantes de baterías esperan substituir estas baterías pronto por otras que no contengan cadmio. <sup>(7)</sup>

### **3.2.3 .- RIO APURIMAC**

#### **3.2.3.1.-UBICACIÓN Y DESCRIPCION DEL VRAE <sup>(25)</sup>**

El valle del Río Apurímac y el valle del Río Ene es una misma y extensa franja territorial que se encuentran ubicados entre los departamentos de Cusco, Ayacucho, y Junín. Ocupan principalmente la Ceja de Selva de las provincias de la Convención de la Región Cuzco, La Mar y Huanta de la Región Ayacucho y la Provincia de Satipò de la Región Junín. Abarca desde la confluencia del Río Apurímac y Pampas por el sur hasta la confluencia del Río Ene con el Río Perene para formar el Río Tambo

La ubicación de los valles del Río Apurímac y Ene, están en tres espacios territoriales y/ o divisiones políticas regionales, con distintos gobiernos locales, provinciales y

regionales, cada uno con su administración política y propios criterios también como con sus regionalismos convencionales.

Visto la ubicación y superficie de los valles de los Ríos Apurímac y Ene apreciamos que es un extenso territorio paradisiaco, imponente y sugestivo con características peculiares, cuenta con un espacio homogéneo en lo geográfico, económico y social, ambos valles están unidos, son una misma franja territorial donde no se puede establecer diferencia alguna tan solo que el Río Apurímac toma el nombre de Río Ene en la confluencia con el Río Mantaro, de ambos valles siendo su población principalmente Ayacuchana.

La única red vial de comunicación a los valles de los Ríos Apurímac y Ene está constituida por la carretera afirmada y/o penetración Ayacucho-Tambo-San Francisco, el cual se divide hacia 3 rutas: Sivia-Llochegua, Santa Rosa-Palmapampa, . Por el lado Cuzco de San Francisco pasa por el hermoso puente hacia Kimbiri-Pichari-Otari-Quisto-Teresa-Mantaro-Natividad-Puerto Ene. La vía principal de transporte y comercialización en los valles son las aguas de los Ríos Apurímac y Ene porque son navegables, las unidades móviles son los llamados botes. El distrito de San Francisco es el puerto principal del valle donde convergen las 2 vías de transporte terrestre y fluvial. <sup>(25)</sup>

### **3.2.3.2.-VALLE DEL RIO APURIMAC <sup>(25)</sup>**

El Río Apurímac es la línea divisoria de las regiones de Cusco y Ayacucho, por la margen derecha está la provincia de la Convención, por la margen izquierda las Provincias de La Mar y Huanta.

El valle comprende una franja territorial que se extiende de sur a norte desde la confluencia del Río Pampas con el Río Apurímac a ambos lados del Río Apurímac hasta la desembocadura del Río Mantaro, con una longitud de 180 Km aproximadamente, luego el Río Apurímac lleva el nombre de Río Ene.

El Río Apurímac nace en el Río Antabamba en las alturas de Ninaccasa que se encuentra en los departamentos de Apurímac y Arequipa , como también por el lado de Santa Tomas en el Río Frio ( Arequipa) en su largo recorrido toma el nombre de Apurímac desde Pachachaca (Abancay), Ene, Tambo y al unirse con el Urubamba forman el Ucayali para finalmente unirse con Amazonas y desembocar en el océano Atlántico , Apurímac en si es uno de unos 690 Km de curso, su nombre significa “ trueno poderoso”

Apurímac (en quechua significa: el que habla como señor) es el rio cuyas fuentes se hallan en las lagunas de Villafró y Hurahuarco en las alturas de la cordillera del Vilcanota, identificado por algunos geógrafos como el más remoto origen del Amazonas. En su curso se distinguen el Alto Apurímac de aguas torrentosas y cauce relativamente estrecho , que recorre desde el nacimiento hasta la confluencia con el Pampas haciendo 2 afluentes al Río Challhuanca y el Río Cunyac uniéndose en Pachachaca y luego el Bajo Apurímac , de aguas tranquilas y amplio cauce hasta su confluencia con el Mantaro ( a 430 msnm ). Históricamente dicen a este rio el nombre de CKAPAQ MAYU que quiere decir el príncipe de todos los ríos del mundo (Garcilaso de la Vega)

El Río Apurímac recibe muchos afluentes que llevan los nombres de los caseríos o de las tierras cultivables que atraviesan. El recorrido del Río Apurímac es de Sur a Norte.

Las montañas de las provincias de La Mar y Huanta, comprenden las extensas zonas: Chungui, Anco, Ayna, Acon, Choymacota, Vizcatan e Ipabamba. Por la margen derecha en la provincia de la Convención se encuentran magnificas extensiones de tierra fértil como: Pampaconas , Chirumpiari , Hatunpampa , Osambre , Samaniato , Kimbiri , Sampantuari , Omayá , Pichari , Otari , Quisto, Teresa y Mantaro todos colindantes con el Río Apurímac

En un principio los nombres de los afluentes y zonas tuvieron nombres nativos (campas), con el ingreso de los colonos fueron sustituidos por nombres quechuas.

José de la Riva y Agüero y Osma, en su obra “ Paisajes peruanos” habla del Río Apurímac : las juguetonas sirenas del Apurímac como ignoraron y falsearon nuestros románticos la verdadera fisonomía del paisaje Peruano, este foso de piedra profundísimo, en el que hierve el caudal espumante de las aguas a nadie puede ofrecerle imágenes de juego y de blancura , es un cuadro de salvaje belleza , de exaltación siniestra , suscitados de un sombrío frenesí. El número de sus orillas era una cruel divinidad que inspiraba furor profético y a la que erigieron los indios un templo célebre en la ribera oriental profería el oráculo sus sentencias junto al estrépito del río, y de sus destrenzados torrentes que plantean los barracones y despeñaderos. Su santuario según Pablo Pizarro estaba muy pintado sin duda de bermellón y amarillo naranja como los otros principales del país. Cerca de él añade Cieza de León había un palacio habitado por los Incas cuando acudían en peregrinación a consultar al ídolo como todavía lo hizo el último Manco. La efigie era un leño grueso y rudo, tinto en la sangre de los sacrificios con cinturón y pechos femeniles de oro, vestido de ropas muy finas y adornadas con alfileres y cascabeles de oro y plata. A los lados del aposento se alineaban otros ídolos menores con iguales aderezos. Era guardiana y profetiza una hermana de los postreros Incas, la princesa Asarpay , cuando la ruina del Imperio . El factor Núñez de Marcado a quien cupieron en señoría las tierras de esta banda , quitó el sagrado simulacro y desesperada entonces la sacerdotisa , loca de dolor ante el sacrilegio tapándose la cara con las manos se precipitó desde aquella espantosa altura para aplacar con su muerte la cólera del divino río. El horror del oráculo y la tragedia de su última sibila bárbara parecen vagar aun en el ambiente. Los cerros descomunales muestran sus dorsos pelados y hostiles, como una manada de monstruos antediluvianos. Retorciéndose entre ellos con fulgores y visos metálicos, el río es una gran serpiente escamosa, el fantástico Amaru, el mítico dragón de los Incas que se avanza rugiendo en las montañas de los andes

Adolfo García, Olmedo al cantar de la Batalla de Ayacucho , librada en la región

próxima al Bajo Apurímac , ha celebrado en duraderos versos la rápida corriente y las bullentes linfas del rio sonoro junto a cuya margen fragosa la victoria esperaba con palmas a los guerreros de la independencia .<sup>(25)</sup>

### **3.2.3.3.-CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES<sup>(34)</sup>**

Por contaminación de las aguas superficiales, se entiende la incorporación de elementos extraños (de naturaleza física, química o biológica), los cuales hacen inútil o riesgoso su uso (para beber, vida acuática, recreación, riego, en industria, energía, transporte)

Distintas actuaciones tiene que ver con la contaminación de las aguas superficiales

- Industrias o centrales que utilizan el agua como refrigerante. El correspondiente vertido de agua a mayor temperatura.
- Industrias que vierten aguas residuales. También provenientes de zonas urbanas.
- Dragado de ríos, lagos, estuarios, zonas costeras, en presas.
- Construcción de presas. Canalización de ríos.
- Erosión. Deforestación. Desarrollo agrícola con uso de agroquímicos. Lavado de envases y productos. Arrojo de envases vacíos. Arrojo de basura, Excremento de animales.
- Cercanía a centros mineros .Vertido de residuos tóxicos y peligrosos por la explotación minera.
- Derrames o vertidos por la industria petrolera.
- Proyectos urbanos adyacentes a ríos, lagos, estuarios o áreas de costa. Uso como alcantarilla

Además de los elementos contaminantes y la identificación de fuentes, hay que tomar en cuenta que la contaminación puede tener un foco específico, pero aparece en distintos lugares, aguas abajo.<sup>(34)</sup>

### **3.2.3.4.-IDENTIFICACIÓN DE LOS POTENCIALES CONTAMINANTES DEL RIO APURÍMAC**

#### **A.-MINERÍA**

Por información obtenida por el Ministerio de Energía y Minas , se tiene registrado a la Empresa Minera Catalina Huanca el que se ubica en la Provincia de Víctor Fajardo distrito de Canaria, del que se presume que las aguas que salen de la minera contaminan al río el que desemboca en el Río Pampas y luego al Río Apurímac.

La compañía Minera Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C., es una Empresa dedicada a la exploración, explotación y concentración de minerales polimetálicos , desarrolla el proceso de extracción del mineral polimetálico que se presenta principalmente en forma de galena ( PbS ), marmatita ( ZnFeS ), calcopirita ( CuFeS<sub>2</sub> ), blenda y esfalerita ( ZnS ).

Todo el mineral sulfurado en el cut Off suficiente para su concentración es llevado a la planta .El mineral es sometido a chancado, molienda, concentrado y filtrado obteniéndose una concentrado bulk 65 % Pb, y el concentrado de Zn con 56 % de calidad, con una humedad de 8 % - 9 % .<sup>(16)</sup>

#### **B.- NARCOTRÁFICO (INSUMOS QUÍMICOS FISCALIZADOS)**

Según últimos informes de la ONUDD , el Perú es el primer productor mundial de coca , por consiguiente de la cocaína, identificándose al valle del Río Apurímac y Ene, como uno de los principales abastecedores de estos productos ilícitos . Los narcotraficantes usan los reactivos químicos fiscalizados, luego del cual en un alto porcentaje son eliminados al río Apurímac contaminándola

Según el Ing. Alejandro Gómez Silvera, del COAM VRAE ,”para producir 1 Kg de clorhidrato de cocaína, se requiere 313 kilos de coca, 14 galones de kerosene, 6 kilos de ácido sulfúrico, 4.4. Kg de carbonato de sodio, 47 kilos de óxido de calcio (cal), 188 gramos



de permanganato de potasio, 500 gramos de ácido clorhídrico, 12 Kg de acetona”.<sup>(11)</sup>

Según el Reglamento a la Ley N° 28305 que regula el control de insumos químicos y productos fiscalizados (IQPF) , en el artículo 5 se menciona a los 25 insumos químicos fiscalizados , los que a continuación se detalla en el Anexo N° 05

La Bióloga del Proyecto Peces Tropicales de la Municipalidad distrital de Llochegua Luz Yoni Villacaba alerto que la presencia de metales pesados en las aguas de los ríos se debe a los insumos químicos que utiliza el narcotráfico para la fabricación de pasta básica de cocaína. Advirtió que los peces son bioacumuladores de metales pesados, es decir que pueden sobrevivir aun cuando están contaminados con metales pesados como el plomo, arsénico, cadmio, etc .

### **C.- USO DE AGROQUIMICOS, PRINCIPALMENTE PARA EL CULTIVO DE LA COCA**

Según el Ing. Alejandro Gómez Silvera del COAM VRAE , “en el VRAE , el deterioro de la calidad de agua, se debe al uso indiscriminado y sin criterio técnico de insumos agroquímicos fosforados muy tóxicos y de alto poder residual.”

“La cantidad de productos agroquímicos usados por hectárea de cultivo de coca comprende de 3 a 4 aplicaciones/campaña, reportándose al año el uso de insecticidas (8 litros/ año), herbicidas (4 litros/año), abono foliar (24 Kg/año) según datos conservadores.”

“Tomando como referencia la instalación de 17,486 ha de cultivo de coca (año 2009) se estaría utilizando 139,888 litros de insecticidas/ año, 69,944 litros de herbicidas/año y 419,664 Kg de abono foliar / año “. <sup>(11)</sup>

La agricultura intensiva es una de las actividades humanas que tiene mayor repercusión en la contaminación del suelo por metales pesados , debido al empleo de fertilizantes y plaguicidas de forma prolongada .Los fertilizantes fosforados pueden contener Zn, As, Cd

y Pb debido a su presencia en la roca fosfórica. El uso de ciertos plaguicidas ha contribuido a aumentar los niveles de As, Pb, Hg, Cu. Los metales también pueden estar en los estiércoles de animales (Zn y Cu) debido al uso de ciertos compuestos a base de dichos elementos en la dieta del animal para evitar ciertas enfermedades (Bernal 2007)

La roca fosfórica es un mineral que sirve como materia prima (fuente de fósforo) para la producción de fertilizantes de fósforo. El fosfato rocoso también contiene varios micro nutrientes, con un promedio de 42 ppm de Cu, 90 ppm de Mo, 32 ppm de Ni y 300 ppm de Zn. El contenido de cadmio de la roca fosfórica varía desde 1 a 87 mg/Kg (con un contenido de  $P_2O_5$  de 30 % , el Cd también puede expresarse como 8 - 665 mg/Kg de P o 3 - 290 mg/Kg de  $P_2O_5$ ). En los fosfatos rocosos para la aplicación directa, el contenido de Cd (un metal pesado potencialmente tóxico) no deberá exceder preferiblemente los 90 mg/Kg de  $P_2O_5$  (FAO-2007)

**AGROQUIMICA** .-La agroquímica es la ciencia química, que estudia las causas y efectos de las reacciones bioquímicas que afectan al crecimiento animal y vegetal. En esta rama se incluyen tanto los diferentes abonos o fertilizantes como las sustancias fitosanitarias como herbicidas, insecticidas o fungicidas. También se incluyen en este apartado sustancias como las fitohormonas o reguladores de crecimiento .Actualmente se ve completado por la biotecnología (tecnología genética) que en algunos casos intenta conseguir especies más resistentes a los plaguicidas creando organismos modificados genéticamente.

Los plaguicidas son sustancias o mezclas de sustancias químicas usadas para evitar, eliminar o controlar alguna plaga, incluyendo las plagas que interfieren con la producción, procesamiento, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos y otras propias del hogar .Son considerados plaguicidas aquellas sustancias usadas en la regulación del crecimiento de las plantas, defoliantes, agentes deshidratantes de frutas y frutos, etc.

Los plaguicidas pueden ser :

1.- Plaguicidas de origen inorgánico. Se trata de compuestos de diferentes elementos como arsénico, mercurio, cobre, boro, azufre, etc. Que tuvieron amplio uso. La mayoría ha caído en desuso o han sido prohibidos, pero aún se utilizan algunos como el oxiclورو de cobre y el azufre.

2.- Productos de origen orgánico. Son aquellos que tiene carbono en su molécula y se subdividen en:

-Derivados de las plantas.- Las piretrinas naturales, la nicotina, la rotenona, la sabadilla y el extracto de meet

- Orgánicos de síntesis—Son sustancias creadas por el hombre gracias a la química. La mayoría de los plaguicidas utilizados usados actualmente pertenecen a este grupo. Ejemplos. : los órgano fosforados, los carbamatos y los piretroides.

3.- Productos de origen biológico.- Son microorganismos como virus, bacterias, hongos nematodos, etc. Que atacan y matan diversas clases de plagas y que el hombre está utilizando en su lucha contra ellas. Desde hace varios años hay un interés creciente por estudiar y utilizar este métodos de control

En el Anexo N° 6 se consigna el nombre comercial, genérico y clase.

## **EDUCACIÓN, CAPACITACIÓN Y DIVULGACIÓN <sup>(22)</sup>**

El SENASA , en coordinación con el sector privado , involucrado y especialmente con la cooperación de la Industria de los plaguicidas, desarrolla programas integrales de capacitación en esta materia e intensifica las acciones de información al público usuario y fomenta el desarrollo de Buenas Prácticas sobre el uso y comercialización de los plaguicidas químicos de uso agrícola. <sup>(22)</sup>

## **SISTEMA NACIONAL DE CONTROL Y VIGILANCIA <sup>(22)</sup>**

El SENASA dispone en coordinación con los entes oficiales y privados vinculados al área de los plaguicidas, los mecanismos necesarios para llevar a cabo el seguimiento , pos registro en lo referente a importación, fabricación, formulación, envasado, distribución , transporte , almacenamiento , comercialización , manejo, uso y disposición final de los plaguicidas químicos de uso agrícola.

El SENASA puede inspeccionar las instalaciones, predios, equipos, vehículos, etc., utilizados en todas las fases mencionadas en el artículo anterior, tomando las acciones pertinentes en resguardo del cumplimiento del presente reglamento.

Está prohibida la fabricación, almacenamiento y venta de plaguicidas agrícolas y/o sustancias afines en el mismo ambiente donde se fabriquen, preparen, almacenen o vendan alimentos, bebidas y/o medicamentos de uso humano. <sup>(22)</sup>

## **MONITOREO DE RESIDUOS <sup>(22)</sup>**

El SENASA coordina con el órgano especializado del Ministerio de Salud y el sector privado involucrado, el Programa Nacional de Monitoreo de Residuos Químicos, para asegurar que los productos agropecuarios de consumo directo e interno y los de exportación , no sobrepasen los límites máximos de residuos vigentes fijados en el Codex Alimentarius . Para los productos no contemplados en el Codex y en tanto se fijen los LMR nacionales, se tomaran como referencia los LMR sugeridos por el fabricante o formulador aprobados en el Registro

## **VIGILANCIA DEL MANEJO DE RESIDUOS Y DESECHOS DE PLAGUICIDAS**

El SENASA puede en casos necesarios decidir con las autoridades de Salud y Ambiente, las acciones correspondientes a la vigilancia del manejo, eliminación y disposición final de desecho de plaguicidas. Para llevar a acabo tales acciones la Industria de plaguicidas debe

cooperar mediante la provisión de métodos apropiados y cuando corresponda deberá asumir los gastos que dieren lugar. <sup>(22)</sup>

#### **D.-RESIDUOS SOLIDOS (ESPECIALMENTE LAS PILAS)**

De los distritos que conforman el VRAE, solamente los distritos de Kimbiri y Pichari (beneficiarios del canon gasífero) cuentan con una planta de residuos sólidos, en el cual realizan el tratamiento de los residuos orgánicos e inorgánicos. El resto de distritos tienen dificultades con los residuos sólidos que genera su población, los que contaminan el suelo y el agua.

Según el Informe de Practicas Pre Profesionales realizado en el Área de Medio Ambiente de la Municipalidad distrital de Llochegua en el año 2008, a cargo de Rojas Palomino Henry Kilmayor , en la caracterización y composición de los residuos sólidos , se observó que 1.58 % lo constituían las pilas.

Las pilas usadas no son un residuo cualquiera, son un residuo especial, toxico y peligroso.

Las **pilas botón**, se utilizan en relojes, calculadoras, sensores remotos,etc. A pesar de su reducido tamaño son los más contaminantes.

Las **pilas grandes**, son pilas cilíndricas lo de pequeñas baterías, que contienen menos metales pesados.

Cuando incorrectamente , se tiran las pilas con los restos de los desechos , estas pilas van a parar o al vertedero o el incinerador .Entonces el mercurio, el cadmio y otros metales pesados tóxicos pueden llegar al medio y perjudicar los seres vivos . <sup>(20)</sup>

Actualmente para el funcionamiento de los artículos electrónicos se utilizan las pilas. Estas se clasifican como primarias cuando son usadas y desechadas ya que no son recargables (pila

de calculadora, relojes, juguetes, linternas, etc. ) y como secundaria cuando si lo son ( batería de los autos, vertía de los teléfonos móviles, etc) .<sup>(14)</sup>

Dentro de las pilas secundarias, las baterías de níquel-cadmio e ion -litio son muy difundidas, ya que representan una fuente de energía electrónica para los teléfonos móviles o celulares. Una desventaja de las baterías de níquel- cadmio es que descarga rápidamente por lo que necesitan ser recargadas continuamente, esto implica mayor consumo de energía eléctrica y por lo tanto mayor gasto económico. Otra desventaja es que los metales de transición son tóxicos, en especial el cadmio, es por ello que estas pilas están siendo remplazadas por baterías de ion litio debido a que son menos contaminantes, más ligeras y de mayor duración ya que generan voltajes superiores a los de otras pilas. <sup>(14)</sup>

### **3.2.4.-CALIDAD DE AGUA**

#### **A.- Contaminación del agua :<sup>(33)</sup>**

La contaminación del agua es cualquier cambio químico, físico o biológico en la calidad del agua que tiene un efecto dañino en cualquier cosa viva que consuma esa agua. Cuando los seres humanos beben el agua contaminada tiene a menudo problemas de salud. La contaminación del agua puede también hacer a esta inadecuada para el uso deseado.

#### **B.- Factores que determinan la calidad del agua .<sup>(32)</sup>**

La calidad del agua este determinada por la presencia y la cantidad de contaminantes, factores físico químicos tales como el pH y conductividad, cantidad de sales y de la presencia de fertilizantes .Los seres humanos tienen una gran influencia en todos estos factores, pues ellos depositan residuos en el agua y añaden toda clase de sustancias y de contaminación que no están presentes de forma natural.

#### 4.2.5.-EL Pb EN EL MEDIO AMBIENTE Y SUS EFECTOS SOBRE LA SALUD <sup>(7)</sup>

Colin Baird ,en su libro “ Química ambiental “ sostiene : En contraste con el mercurio, en la naturaleza ocurre poca o ninguna metilación de Plomo inorgánico. Así pues, casi todo el plomo tetralquilado en el medio ambiente, probablemente proviene de la gasolina.

Una elevada proporción de Pb ambiental en muchas partes del mundo proviene del que es emitido por los vehículos, y ocurre principalmente en forma inorgánica. La conversión a gasolina sin Pb en América del Norte y Europa , cuya motivación inicial provino de la interferencia del Pb en los gases de escape con el funcionamiento correcto de los convertidores catalíticos , ha tenido el lado positivo de disminuir mucho los niveles de plomo ambiental y, por tanto, la ingestión promedio de plomo de los habitantes urbanos .

De hecho el famoso ambientalista Barry Commoner , ha denominado a la eliminación del plomo de la gasolina como uno de las (pocas) historias ambientales exitosas. Por otra parte , algunos científicos europeos han sido capaces de seguir el ascenso y la caída del plomo orgánico atmosférico , mediante el análisis de diferentes cosechas de vino rojo francés (Chateauseuf–du-Pape ), producido de las uvas que crecieron cerca de dos autopistas muy transitadas .Encontraron que la concentración de trimetilplomo -el producto de degradación del compuesto tetrametilico- aumento gradualmente hasta alcanzar un máximo a mediados de los 70, al que siguió una disminución gradual hasta alcanzar, a comienzos de los 90, una vez el compuesto se eliminó de la gasolina, un valor una décima parte inferior a la máxima concentración registrada anteriormente .

En muchos países del mundo, la utilización de la gasolina con plomo continúa utilizándose sin sufrir ninguna disminución. En estas zonas, el aire es la mayor fuente de ingestión de plomo, por los seres humanos, tal como ocurrió en el pasado en Europa y en América del Norte. Por ejemplo, en México el plomo atmosférico procedente de las

emisiones de los vehículos es la mayor fuente de este elemento en la sangre de los niños. Una parte de la gasolina con plomo entra directamente al organismo por inhalación del aire, y por otra parte entra indirectamente en la comida en la que se ha incorporado plomo, en último término el óxido de plomo atmosférico se deposita en el suelo, agua, frutas o en los vegetales frondosos, con los que puede entrar en la cadena trófica, ya que el plomo soluble es absorbido por las plantas. Los microorganismos bio concentran el plomo, pero en contraste con el mercurio, el plomo no sufre bio magnificación en la cadena trófica.

La mayoría del plomo en el organismo humano está inicialmente presente en la sangre, aunque en último término alcanza una saturación y el exceso entra a los tejidos blandos, incluyendo los órganos en particular, el cerebro. En último término el plomo se deposita en los huesos, donde reemplaza al calcio puesto que los iones  $Pb^{+2}$  y el  $Ca^{+2}$  son similares en tamaño. De hecho, la adsorción de plomo por el organismo aumenta en personas que tienen deficiencia de calcio (o hierro) y es mucho mayor en niños que en adultos. La toxicidad del plomo es proporcional a la cantidad presente en los tejidos blandos y no en la sangre ni en los huesos. El plomo permanece en el cuerpo humano durante años, con lo que puede acumularse en el organismo. La disolución del hueso, tal como ocurre en las personas mayores o por enfermedad da lugar a la re movilización del plomo almacenado en los huesos hacia el flujo sanguíneo donde produce efectos tóxicos.

A niveles altos, el plomo inorgánico ( $Pb^{+2}$ ) es un veneno metabólico general. Los efectos de la toxicidad de plomo ya se conocían en la Grecia antigua, donde la preparación de bebidas ácidas en contenedores recubiertos con sustancias que contenían plomo, podía haber dado lugar a enfermedades. Esta información no estuvo disponible para los romanos, además, estos a su vez adulteraban deliberadamente el vino demasiado ácido con sales de plomo para endulzar el sabor. La concentración de plomo en los huesos de los romanos llegaron a ser hasta 100 veces superiores a las que se encuentran ahora en los



norteamericanos. Una hipótesis de algunos historiadores es que el envenenamiento por plomo de la clase dirigente, debido al vino y a otras causas, contribuyó a la caída del Imperio Romano, al quedar afectados los sistemas neurológico y reproductivos. Los últimos efectos incluyen disfunciones en el esperma masculino e incapacidad en las mujeres de desarrollar el feto adecuadamente. Debido, principalmente, a la contaminación de bebidas por el plomo a causa de la destilación del alcohol en recipientes de plomo, se registraron en la Edad Media e incluso en tiempos más recientes episodios de cólicos y de gota a causa del envenenamiento.

Los grupos humanos con mayor riesgo a niveles bajos de  $Pb^{+2}$  son los fetos y los niños menores de siete años, ambos son más sensibles al plomo que los adultos, y ello es debido, en parte, a que absorben un mayor porcentaje de plomo en la dieta y a que su cerebro está creciendo rápidamente. El metal atraviesa fácilmente la placenta y entonces pasa de la madre al niño que aún no ha nacido, debido a la inmadurez de la barrera sanguínea del cerebro del feto, hay poca dificultad para la entrada del plomo en el cerebro. De hecho, en el pasado la mujer que trabajaba en la industria del plomo sufría abortos y nacimientos de bebés muertos a una velocidad mayor que el promedio de la población. Además después del nacimiento, el plomo se transfiere de la madre a través de su leche materna, y/o del agua de consumo utilizada para la preparación del biberón. Un estudio reciente realizado en México indica que la mujer embarazada puede disminuir los niveles de plomo de su sangre – y presumiblemente en la sangre de su feto en desarrollo- tomando un suplemento de calcio.

El riesgo principal del plomo en niños es su interferencia en el desarrollo normal de sus cerebros. Cierta número de estudios han constatado pequeños deterioros neurofisiológicos en bebés, aunque consistentes y significativos, debido al plomo ambiental absorbido tanto antes como después de su nacimiento. El plomo tiene efectos nocivos en el comportamiento y en la atención de los niños, y posiblemente en su coeficiente intelectual.

Un estudio reciente en niños de una comunidad vecina a una fundición de plomo (Port Pirie), en Australia, indicó que los niños con niveles de plomo en la sangre de 300 ppmm, tenían un índice intelectual promedio de 4 a 5 puntos menos que aquellos con niveles de 100 ppmm. Este hecho es consistente con otros estudios que indican que existe un déficit en el coeficiente intelectual de 2 a 3 puntos para cada aumento de 100 ppmm en el nivel de plomo sanguíneo.

Un estudio realizado en el periodo 1976-1980 en niños americanos de 1 a 5 años, encontró que alrededor de un 4 % de ellos tenían plomo en la sangre que sobrepasaba los 300 ppmm y que un 20 % tenían niveles superiores a 200 ppmm. Un segundo estudio realizado entre 1988 a 1991, indicó que los niveles de plomo en la sangre de los niños de Estados Unidos disminuyeron substancialmente menos de un 90 % de los niños con edades comprendidas entre 1 y 5 años, tenían niveles mayores a 100 ppmm

En resumen, átomo a átomo, el plomo no es tan peligroso como el mercurio. Sin embargo, la población en general está expuesta al plomo de una gran variedad de orígenes y, generalmente, a niveles mayores que los asociados al mercurio. Globalmente, hay más personas afectadas negativamente por el plomo, aunque en promedio, en un menor grado que las pocas personas expuestas al mercurio. Ambos metales, son más tóxicos en forma orgánica que cuando están presentes como simples cationes inorgánicos. En términos de su concentración ambiental, el plomo es más próximo –en un factor de diez- al nivel en el que se dan signos evidentes de envenenamiento que cualquier otra sustancia, incluso el mercurio. Así pues, es conveniente que la sociedad continúe tomando medidas para reducir la exposición del plomo a los seres humanos. <sup>(7)</sup>

## RIESGOS A LA SALUD POR EL PLOMO

PRINCIPALES EFECTOS ADVERSOS SEGÚN EL PROMEDIO DE CONCENTRACION DE PLOMO	
ug/dl	Efectos que puede aparecer
10	Bajo peso al nacer. Retardo en el crecimiento
20	Alteraciones en la conducta
30	Disminución en la conducción nerviosa
40	Reducción en la producción de hemoglobina Alteraciones en el aprendizaje Síntomas gastrointestinales
50	Disminución del coeficiente de inteligencia
70	Anemia
80	Encefalopatía Daño cerebral grave Retardo mental grave

FUENTE: Asociación Fondo de Investigadores Lumbreras -2008 .<sup>(14)</sup>

En el ser humano, el plomo puede tener una amplia variedad de efectos biológicos según el nivel y la duración de la exposición. Se han observado efectos en el plano sub celular y efectos en el funcionamiento general del organismo que van desde la inhibición de las enzimas hasta la producción de acusados cambios morfológicos y la muerte .Dichos cambios se producen a dosis muy diferentes, en general, el ser humano que se está desarrollándose es más sensible que el adulto ( WHO, 1995 )

### **3.2.6.- EL CADMIO EN EL MEDIO AMBIENTE Y SUS EFECTOS SOBRE LA SALUD <sup>(7)</sup>**

En forma iónica, el principal uso del cadmio es como pigmento. Debido a que el color del sulfuro de cadmio depende del tamaño de las partículas, se pueden preparar pigmentos de cadmio de distintos tonos. Tanto el CdS como el CdSe, se han utilizado extensamente para dar color a los plásticos. La última sal, también se utiliza en dispositivos fotovoltaicos (como las células fotoeléctricas) y en pantallas de televisión. Los pintores han utilizado pigmentos de sulfuro de cadmio en pinturas para producir amarillo brillante durante 150 años, y no se ha logrado prohibir el uso de esta sal ya que, hasta ahora, todavía no se ha encontrado un sustituto adecuado, Van Gogh no hubiera podido pintar su famoso cuadro de los "girasoles" sin los amarillos de cadmio, aunque se especula que el envenenamiento por cadmio podría haber contribuido al estado de angustia mental del pintor.

El cadmio se emite al medio ambiente con la incineración de plásticos y otros materiales que lo contienen como pigmento o como estabilizante. La emisión a la atmósfera ocurre también al reciclar el acero chapado con cadmio, ya que el elemento es bastante volátil cuando se calienta (su punto de ebullición es de 765 °C).

Aunque el Cd<sup>+2</sup> es bastante soluble en agua, excepto cuando están presentes iones sulfuro que precipitan el metal como CdS, los seres humanos, habitualmente reciben solo una pequeña proporción de su Cd de forma más directa a partir del agua de bebida o del aire. Las excepciones provienen de personas individuales que viven cerca de minas o de fundiciones, particularmente, las de Zn. Los fumadores también están expuestos al Cd, el cual es absorbido por las hojas del tabaco del suelo y del agua de irrigación y es emitido incorporado en el humo cuando se quema el cigarrillo, los que fuman mucho tienen, aproximadamente el doble de Cd del que ingiere un no fumador a partir de las otras fuentes.

Sin embargo, para la mayoría de nosotros, la mayor proporción de nuestra exposición al cadmio proviene de nuestra alimentación. Los mariscos y la carne de órganos, en particular los riñones, poseen los mayores niveles de cadmio -100 ppm o más- de la mayoría de alimentos. Sin embargo la mayoría del cadmio en la dieta, habitualmente proviene de las patatas, del trigo, del arroz y de otros granos, ya que la mayoría de las personas consumen mucho más este tipo de alimentos que mariscos y riñones.

Debido a su semejanza con el zinc, las plantas absorben el cadmio del agua de irrigación. La diseminación de fertilizantes de fosfato por los campos agrícolas ( que contienen cadmio como contaminante natural) y de depuradoras de fangos residuales contaminados por el metal procedente de vertidos industriales, aumenta el nivel de cadmio en el suelo y subsiguientemente en las plantas que lo incorporan. En el futuro el cadmio deberá ser eliminado de los fertilizantes de fosfato, antes de venderlo al consumidor. El suelo, también recibe cadmio de la deposición atmosférica, puesto que la asimilación de cadmio por las plantas aumenta al disminuir el pH del suelo, un efecto de la lluvia acida es el aumentar los niveles de cadmio en los alimentos.

Históricamente los episodios graves de contaminación por cadmio han sido consecuencia de la polución debida a la extracción de minerales no ferrosos y de la fundición. Los problemas ambientales más graves que han involucrado el cadmio ocurrieron en la región del Japón del Valle del río Jintsu, donde el arroz para el consumo local se hacía crecer con la ayuda de agua de irrigación extraída de un río que estaba contaminado de forma crónica con cadmio disuelto, procedente de las operaciones, aguas arriba, de extracción y fundición de zinc. Cientos de personas en esta área, en particular los ancianos y las mujeres que habían tenido varios niños y que habían tenido dietas pobres, contrajeron una enfermedad degenerativa de los huesos, llamada itai-itai o "ay-ay", denominada así a causa de los fuertes dolores originados en las articulaciones. En esta

enfermedad, algunos iones  $\text{Ca}^{+2}$  de los huesos eran aparentemente remplazados por iones  $\text{Cd}^{+2}$ , ya que poseen la misma carga y virtualmente, el mismo tamaño. Los huesos se vuelven porosos de forma lenta y, pueden fracturarse después. La ingestión de cadmio por las personas que sufren itai-itai, se estimó en unos 600 microgramos por día, que son unas diez veces el promedio de la ingestión de los norteamericanos. Incluso, el arroz que ha crecido en otras áreas de Japón se ha contaminado a menudo con niveles bastante altos de cadmio. Como consecuencia de ello, la ingestión promedio de cadmio en la dieta por los habitantes del Japón es significativamente mayor que para personas de otros países desarrollados.

El cadmio es un toxico agudo. La dosis letal es aproximadamente de un gramo. Los seres humanos están protegidos contra la exposición crónica a niveles bajos de cadmio por la proteína metalotioneina, la cual es rica en azufre y que tiene una función inusual que es la de regular el metabolismo del zinc. Debido a que esta proteína tiene muchos grupos sulfhidrilo, puede complejar a casi todos los  $\text{Cd}^{+2}$  ingeridos y ser eliminada después en la orina. Si la cantidad de cadmio absorbida por el organismo excede la capacidad de complejación la metalotioneina, el metal es almacenado en el hígado y en los riñones. De hecho, existen evidencias que indican que la exposición crónica al cadmio, en último término, conduce a un aumento de la posibilidad de adquirir enfermedades de riñón. La carga media de cadmio en los seres humanos está aumentando, y en el Japón, el promedio diario de cadmio ingerido está empezando a aproximarse al nivel máximo recomendado por las autoridades sanitarias, si bien este límite tiene un gran factor de salvaguarda en relación a los niveles a los que podrían ocurrir efectos sobre la salud. Aunque el cadmio no se biomagnifica, si que es un toxico acumulativo, ya que si no se elimina rápidamente (por el metabolismo) su tiempo de vida en el organismo puede ser de varias décadas. Las áreas de mayor riesgo son Japón y Europa central, en ambas regiones, la contaminación del suelo

por el cadmio es particularmente alta, debido a procesos industriales . (7)

### **RIESGO A LA SALUD POR EL CADMIO**

El cadmio presente en los alimentos es la principal fuente de exposición para la mayoría de las personas. En la mayoría de las zonas no contaminadas con cadmio la ingesta diaria media con los alimentos se encuentra entre 10 y 40 ug. En zonas contaminadas se ha observado que alcanza varios cientos de ug al día. En zonas no contaminadas, la absorción en ug debido al consumo de tabaco puede igualar a la ingestión de cadmio a partir de los alimentos. Basándose en un modelo biológico, se ha estimado que con una diaria de 140 - 240 ug de cadmio durante toda la vida , o una ingesta acumulada de unos 2000 mg o más, se produce en el ser humano una asociación entre la exposición al cadmio y una mayor excreción de proteínas de bajo peso molecular en la orina ( WHO, 1992)

#### **3.2.7.- TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS**

##### **A.- Técnica para la determinación de metales pesados en las aguas de riego**

Para cada estación de monitoreo se recolectara una muestra de agua en frascos de polietileno de 500 ml de capacidad. Las muestras se someterán a una filtración al vacío. Se usan embudos con papel filtro whatman N° 540 para separar las partículas y sedimentos suspendidos de la solución .La muestra filtrada se preserva con ácido nítrico ( PH < 2 )

Para evaluar el contenido de Cd, Pb se emplearan los procedimientos químicos en muestras de agua de acuerdo a los estándares del ASTM (ASTM 1993a . ASTM 1993b). Las lecturas se relazaran con equipos de absorción atómica (AA)

## METODO DE ANALISIS PARA DETERMINAR LOS CONTENIDOS DE METALES PESADOS (PLOMO, CADMIO, ZINC)

El plomo, cadmio y zinc se cuantifica mediante espectroscopia de emisión atómica con frente de plasma inductivamente acoplado (ICP), basado en los espectros de líneas producidas por los iones y átomos excitados, mediante una fuente de plasma constituida por iones argón, electrones cationes de la muestra. Este es un tipo especial de plasma que basa su potencia operativa en la inducción de un campo magnético de alta frecuencia. Permite una determinación multi elemental simultánea. <sup>(2)</sup>

### 3.2.8.-METODO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE PLOMO <sup>(1)</sup>

#### SELECCIÓN DEL METODO

El método espectrométrico de absorción atómica tiene un límite de detección relativamente alto en la modalidad de llama y requiere un procedimiento de extracción de las bajas concentraciones comunes en el agua potable, el método de absorción atómica electro térmico es mucho más sensible para las bajas concentraciones y no requiere extracción. El método de plasma de acoplamiento inductivo tiene una sensibilidad similar a la del método de absorción atómica de llama.

#### A.-METODO ESPECTROMETRICO DE ABSORCION ATOMICA. <sup>(1)</sup>

##### A.1.-METODO ESPECTROMETRICO DE ABSORCION ATOMICA DE LLAMA

##### -METODO DIRECTO DE LLAMA DE AIRE ACETILENO

Este método es aplicable a la determinación de plomo

##### **Instrumental**

- Espectrofotómetro de absorción atómica y equipo asociado

##### **Reactivos**



- Aire, acetileno, agua libre de metales, solución de calcio, HCl, solución de lantano, peróxido de hidrogeno, ácido nítrico, agua regia, solución patrón de metal ( Disuélvase 0.1598 g de nitrato de plomo en una cantidad mínima de HNO<sub>3</sub> , añádase 10 ml de HNO<sub>3</sub> e y dilúyase en agua hasta 1000 ml )

$$100 \text{ ml} = 100 \text{ ug Pb}$$

### **Procedimiento**

- Preparación de la muestra
- Funcionamiento del instrumento
- Estandarización
- Análisis de muestra

### **Cálculos**

- De la concentración de cada metal en microgramos por litro.

### **METODO DE EXTRACCION /LLAMA DE AIRE ACETILENO**

Este método es apropiado para determinación de concentraciones bajas de plomo. El método consiste en la quelación (formación de complejos con iones de metales pesados ) con pirrolidín ditiocarbamato de amonio (PDCA) y extracción con metil isobutil cetona (MIBC) seguido de aspiración en llama de aire acetileno.

### **Instrumental**

- Espectrofotómetro de absorción atómica y equipo asociado
- Cabezas del quemador

## **Reactivos**

-Aire, acetileno, agua libre de metales, metil isobutil cetona, solución de pirrolidín , ácido nítrico, soluciones de metal patrones, soluciones de permanganato de potasio, sulfato de sodio, agua saturada de MICB

## **A.2.- METODO ESPECTROMETRICO DE ABSORCION ATOMICA ELECTROTERMICA**

La absorción atómica electro térmica permite la valoración de la mayoría de los elementos metálicos con sensibilidades y límites de detección de 20 a 100 veces superiores a los de las técnicas de llama convencionales sin extracción o concentración de muestra .Método apropiado para determinar micro cantidades de plomo.

## **Instrumental**

-Espectrómetro de absorción atómica, lámpara fuente, horno de grafito

## **Procedimiento**

- Preparación de la muestra
- Calibración del instrumento
- Análisis de muestra

## **Cálculos**

$$\text{ug metal} / I = C \times F$$

Donde : C= Concentración de metal leída directamente en el instrumento o en la curva de calibración en ug/l

F = Factor de dilución

## B.-METODO DE PLASMA DE ACOPLAMIENTO INDUCTIVO . (1)

### DETERMINACION DE METALES POR ESPECTROSCOPIA DE EMISION DE PLASMA

La espectroscopia de emisión que utiliza plasma de acoplamiento inductivo (PAI) se desarrolló a mediados de los años setenta, como un método rápido, sensible y conveniente para la determinación de metales en muestras de aguas limpias y residuales. Los metales disueltos se determinan en muestras filtradas y aciduladas. Los metales totales se determinan tras una apropiada digestión. Debe tenerse cuidado en eliminar las interferencias potenciales, especialmente cuando los sólidos disueltos sobrepasan los 1500 mg/L

### METODO DE PLASMA DE ACOPLAMIENTO INDUCTIVO (PAI)

PRINCIPIO: Una fuente de PAI consiste en una corriente de flujo de gas argón ionizado por aplicación de un campo de radio frecuencias típicamente oscilantes a 27.1 MHz. Este campo esta acoplado inductivamente al gas ionizado por una bobina refrigerada con agua que rodea a una lámpara de cuarzo que soporta y confina el plasma

#### **Instrumental**

-Fuente de PAI, espectrómetro puede ser del tipo simultaneo (policromado) o secuencial ( monocromado)

#### **Reactivos**

-HCl, ácido nítrico, solución patrón de reserva, blanco de calibración, blanco del método, patrón para el control del instrumento, muestra de control de calidad del instrumento, argón

## **Procedimiento**

- Preparación de la muestra
- Condiciones del funcionamiento
- Calibración del instrumento
- Análisis de muestras
- Control de calidad instrumental
- Control de calidad del método
- Ensayo de interferencia de la matriz

## **Cálculos y correcciones**

- Corrección del método
- Corrección por dilución
- Corrección por interferencia espectral

### C.-METODO DE LA DITIZONA. <sup>(1)</sup>

- a) Principio.- Se mezcla una muestra acidulada que contenga cantidades del orden de microgramos de plomo con solución reductora amoniacal de citrato cianuro y se extrae con ditizona en cloroformo para formar un ditizonato de plomo de color rojo cereza. Se mide fotométricamente el color de la solución de color mixta. El volumen de muestra tomada para el análisis será de 2 L cuando se emplea la digestión.
- b) Interferencia.- La ditizona forma complejos coloreados con bismuto, estaño estannoso y talio monovalente , en solución amoniacal débil de cianuro ( pH 8.5 a 9.5)
- c) Tratamiento preliminar de la muestra.- En el momento de la toma acidúlese con

HNO<sub>3</sub> conc. hasta pH menor a 2, pero evítese un exceso de HNO<sub>3</sub>. Añádanse 5 ml de solución 0.1 N de yodo para evitar las pérdidas de compuestos orgánicos de plomo volátiles durante la manipulación y digestión de las muestras. Prepárese un blanco de agua destilada libre de plomo y trátese según el procedimiento completo.

- d) Digestión de muestras.- A menos que la digestión se muestre innecesaria, digiéranse todas las muestras para el plomo disuelto o total.
- e) Concentración mínima detectable.- 1.0 ug Pb / 10 ml de solución de ditizona

### **Instrumental**

-Espectrofotómetro, peachímetro, embudos de separación, buretas de distribución automática

### **Reactivos**

-Agua libre de plomo, solución de plomo de reserva, solución de plomo de trabajo, ácido nítrico, hidróxido amónico, solución de citrato –cianuro reductora, solución de ditizona de trabajo, solución de ditizona de reserva, solución de ditizona especial, solución de sulfito de sodio, solución de yodo.

### **Procedimiento**

- Con digestión de la muestra
- Sin digestión de la muestra
- Curva de calibración
- Eliminación de interferencias (1)

### **Cálculos**

$\text{mg Pb / L} = \text{ug Pb (en 10 mL a partir de calibración) / mL de muestra}$

(1)

### **3.2.9.-METODOS PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE CADMIO <sup>(1)</sup>**

#### **SELECCIÓN DEL METODO**

Se prefiere el método espectro métrico de absorción atómica electro térmico (horno de grafito). Los métodos de absorción atómica de llama y de plasma de acoplamiento inductivo proporcionan un aceptable nivel de precisión y sesgo, con límites de detección más altos. El método de la ditizona es adecuado cuando se dispone de instrumental para la espectroscopia de absorción atómica o para el plasma de acoplamiento inductivo y la precisión buscada no es tan grande.

#### **A.-METODO ESPECTROMETRICO DE ABSORCION ATOMICA. <sup>(1)</sup>**

##### **A.1.-METODO ESPECTROMETRICO DE ABSORCION ATOMICA DE LLAMA**

###### **-METODO DIRECTO DE LLAMA DE AIRE ACETILENO**

Este método es aplicable a la determinación de cadmio

###### **Instrumental**

- Espectrofotómetro de absorción atómica y equipo asociado

###### **Reactivos**

- Aire, acetileno, agua libre de metales, solución de calcio, HCl, solución de lantano, peróxido de hidrogeno, ácido nítrico, agua regia, solución patrón de metal ( Disuélvase 0.1 g de metal Cd en 4 mL de HNO<sub>3</sub> , añádase 8 mL de HNO<sub>3</sub> ☉ y dilúyase en agua hasta 1000 mL )

100 mL = 100 ug Cd

## **Procedimiento**

- Preparación de la muestra
- Funcionamiento del instrumento
- Estandarización
- Análisis de muestra

## **Cálculos**

- De la concentración de cada metal en microgramos por litro.

## **METODO DE EXTRACCION /LLAMA DE AIRE ACETILENO**

Este método es apropiado para determinación de concentraciones bajas de cadmio.

El método consiste en la quelación (formación de complejos con iones de metales pesados ) con pirrolidín ditiocarbamato de amonio (PDCA) y extracción con metil isobutil cetona (MIBC) seguido de aspiración en llama de aire acetileno.

## **Instrumental**

- Espectrofotómetro de absorción atómica y equipo asociado
- Cabezas del quemador

## **Reactivos**

-Aire, acetileno, agua libre de metales, metil isobutil cetona, solución de pirrolidín, ácido nítrico, soluciones de metal patrones, soluciones de permanganato de potasio, sulfato de sodio, agua saturada de MICB

## A.2.- METODO ESPECTROMETRICO DE ABSORCION ATOMICA ELECTROTERMICA

La absorción atómica electro térmica permite la valoración de la mayoría de los elementos metálicos con sensibilidades y límites de detección de 20 a 100 veces superiores a los de las técnicas de llama convencionales sin extracción o concentración de muestra. Método apropiado para determinar micro cantidades de Pb

### **Instrumental**

- Espectrómetro de absorción atómica, lámpara fuente, horno de grafito

### **Procedimiento**

- Preparación de la muestra
- Calibración del instrumento
- Análisis de muestra

### **Cálculos**

$$\text{ug metal} / I = C \times F$$

Donde : C= Concentración de metal leída directamente en el instrumento o en la curva de calibración en ug/L

F = Factor de dilución

## B.-METODO DE PLASMA DE ACOPLAMIENTO INDUCTIVO.<sup>(1)</sup>

### DETERMINACION POR ESPECTROSCOPIA DE EMISION DE PLASMA

La espectroscopia de emisión que utiliza plasma de acoplamiento inductivo (PAI) se desarrolló a mediados de los años setenta, como un método rápido, sensible y conveniente para la determinación de metales en muestras de aguas limpias y



residuales. Los metales disueltos se determinan en muestras filtradas y aciduladas. Los metales totales se determinan tras una apropiada digestión. Debe tenerse cuidado en eliminar las interferencias potenciales, especialmente cuando los sólidos disueltos sobrepasan los 1500 mg/L

#### METODO DE PLASMA DE ACOPLAMIENTO INDUCTIVO (PAI)

PRINCIPIO: Una fuente de PAI consiste en una corriente de flujo de gas argón ionizado por aplicación de un campo de radio frecuencias típicamente oscilantes a 27.1 MHz. Este campo esta acoplado inductivamente al gas ionizado por una bobina refrigerada con agua que rodea a una lámpara de cuarzo que soporta y confina el plasma

#### **Instrumental**

-Fuente de PAI, espectrómetro puede ser del tipo simultaneo (policromado) o secuencial ( monocromado)

#### **Reactivos**

-HCl, ácido nítrico, solución patrón de reserva, blanco de calibración, blanco del método, patrón para el control del instrumento, muestra de control de calidad del instrumento, argón

#### **Procedimiento**

- Preparación de la muestra
- Condiciones del funcionamiento
- Calibración del instrumento
- Análisis de muestras
- Control de calidad instrumental

- Control de calidad del método
- Ensayo de interferencia de la matriz

### **Cálculos y correcciones**

- Corrección del método
- Corrección por dilución
- Corrección por interferencia espectral

### **C.-METODO DE LA DITIZONA.** <sup>(1)</sup>

Los iones cadmio reaccionan en condiciones adecuadas con ditizona para formar un color rosa a rojo que puede extraerse con cloroformo. Los extractos clorofórmicos se miden fotométricamente y la concentración de cadmio se obtiene a partir de una curva de calibración preparada con una solución de cadmio patrón tratada de la misma manera que la muestra

### **Instrumental**

- Equipo de colorimetrías (espectrofotómetro, fotómetro de filtro , embudos separadores, material de vidrio

### **Reactivos**

- Agua libre de cadmio, solución de cadmio de reserva, solución de cadmio patrón, solución de tartrato de sodio y potasio, solución de cianuro de potasio, hidróxido sódico, solución de clorhidrato de hidroxilamina , solución de ditizona de trabajo , cloroformo, solución de ácido tartárico, HCl, solución de indicador azul de timol, hidróxido de sodio.

### **Procedimiento**

-Preparación de la curva estandar

- Tratamiento de muestras

- Desarrollo de color, extracción y medida ( 1)

### **Cálculos**

$\text{mg Cd/L} = \text{ug Cd (aprox. 15 mL de volumen final) / mL de muestra}$

(1)

## **IV.- HIPOTESIS Y VARIABLES**

### **4.1.- HIPOTESIS GENERAL**

Hs = Hipótesis sustantiva

El grado de contaminación por plomo y cadmio en el Río Apurímac de las provincias de La Convención y Huanta en el año 2014 es alto y supera los límites máximos establecidos por la legislación ambiental peruana, la OMS y la EPA.

Ho = Hipótesis nula

El grado de contaminación por plomo y cadmio en el Río Apurímac de las provincias de La Convención y Huanta en el año 2014 no es alto y no supera los límites máximos establecidos por la legislación ambiental peruana, la OMS y la EPA

### **4.2.- HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

a.- La concentración de plomo (p.p.m.) en el agua del Río Apurímac es alta, y superaría los límites máximos permisibles por la legislación ambiental peruana, la OMS y la EPA

La concentración de plomo (p.p.m.) en el agua del Río Apurímac no es alta, y no superaría los límites máximos permisibles por la legislación ambiental peruana, la OMS y la EPA

b.- La concentración de cadmio (p.p.m.) en el agua del Río Apurímac es alta, y superaría los límites máximos permisibles por la legislación ambiental peruana, la OMS y la EPA

La concentración de cadmio (ppm) en el agua del Río Apurímac no es alta, y no superaría los límites máximos permisibles por la legislación ambiental peruana, la OMS y la EPA

c.- El tipo de agua del Río Apurímac no corresponde a la categoría 3, no sería apto para riego de vegetales y bebidas de animales

El tipo de agua del Río Apurímac corresponde a la categoría 3, sería apto para riego de vegetales y bebidas de animales

#### **4. 3.- VARIABLES E INDICADORES**

##### **4.3.1.- CLASIFICACION DE VARIABLES**

###### **VARIABLE DEPENDIENTE**

Contaminación por plomo y cadmio del Río Apurímac

###### **Indicadores**

Concentración de plomo ( p.p.m. )

Concentración de cadmio ( p.p.m. )

###### **VARIABLE INDEPENDIENTE**

## Río Apurímac -VRAE

### Indicadores

Tipo de agua (clase)

#### 4.3.2.- DEFINICION DE VARIABLES

##### **CONTAMINACION DEL AGUA** <sup>(30)</sup>

Se define la contaminación del agua como el vertido en ella de productos diversos de modo que el agua adquiere unas propiedades toxicas para los seres que en ella habitan, y se convierte en no apta para el uso a la que destina el hombre.

Generalmente el agua se contamina debido a las actividades humanas. Los agentes contaminantes del agua son del tipo biológico, químico y fisico

Contaminantes químicos, son compuestos químicos orgánicos e inorgánicos, que llegan al agua proveniente de las actividades domésticas, industriales y agropecuarias

Efectos de la contaminación química: Las aguas residuales que contienen sustancias toxicas químicas, pueden introducir en las cadenas alimentarias y llegar hasta el hombre a través de los alimentos

El agua es considerada como contaminada cuando sus características naturales están alteradas de tal modo que la hace total o parcialmente inadecuada para el uso al que es destinada. <sup>(30)</sup>

##### **CALIDAD DEL AGUA**

La calidad del agua está definida por la presencia de diversas sustancias de naturaleza biológica, física y química. <sup>(24)</sup>

La calidad del agua potable está definida por parámetros físicos, químicos y bacteriológicos cuya concentración o presencia en el agua la hacen apta para el consumo

humano, y no significan riesgo para la salud de las personas. <sup>(24)</sup>

La norma sobre calidad del agua nacional vigente establece un valor máximo permisible para cada parámetro, los que constituyen los estándares de calidad del agua. <sup>(24)</sup>

Los estándares de calidad del agua sirven como referencia de la calidad del producto que se ofrece, están dados por valores, por encima de los cuales la calidad no es la óptima .

<sup>(24)</sup>

La calidad del agua puede medirse a través de sus características físicas, químicas y biológicas. Cada una de ellas puede a su vez ser caracterizadas por distintos parámetros.

## **V.- ASPECTOS METODOLOGICOS**

### **5.1.-NATURALEZA DEL ESTUDIO**

El alcance de la investigación realizado fue de tipo básico y el nivel de un estudio descriptivo-longitudinal (no experimental). El nivel del estudio es descriptivo, porque se realizó sin provocar situaciones que estén fuera de la realidad, tampoco se manipularon variables deliberadamente, es decir, miden y evalúan datos sobre diversos conceptos del fenómeno a investigar. En este caso nos permite realizar un estudio específico a fin de determinar la variabilidad de la calidad del agua con respecto a la presencia de plomo y cadmio. El diseño de investigación es longitudinal porque se captó información en distintos momentos.

### **5.2.-UBICACIÓN GEOGRAFICA Y LUGAR DE TRABAJO**

Geográficamente el área de estudio se encuentra situado entre los distritos de Kimbiri y Pichari de la Provincia de la Convención y los distritos de Sivia y Llochegua de la Provincia de Huanta, distrito de Ayna de la Provincia de la Mar, principalmente en el recorrido del Río Apurímac. La altitud del área de estudio varía de 587 m.s.n.m. a 521 m.s.n.m.

Los análisis de los estudios se llevaron a cabo en los Laboratorios de :



1.-Laboratorio de Química “Pedro Villena Hidalgo” de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Filial Pichari, ubicado en Pichari Baja (Todos los análisis)

2.- Laboratorio N° 12 LABICER Análisis Químico, Consultoría e Investigación de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería, ubicado en la Av. Túpac Amaru 210. Lima 31. (Primer análisis)

3.-Environmental Laboratories Perú S.A.C., ubicado en la Av. La Marina 3059-San Miguel-Lima. (Segundo, Tercer y Cuarto análisis)

4.- Laboratorio de Análisis Instrumental de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga , ubicado en los Módulos de la ciudad Universitaria (Todos los análisis)

### **5.3.- CLIMA, PRECIPITACION, TEMPERATURA.** <sup>(25)</sup>

El Río Apurímac recorre de sur a Norte. Aguas abajo a las alturas de los distritos de Ayna, Pichari, Sivia y Llochegua comienza a llamarse el bajo Apurímac y por sus aguas tranquilas se puede navegar beneficiando principalmente como medio de transporte.

**CLIMA** .-La inclinación u oblicuidad de una región respecto a la zona , resulta del conjunto de condiciones atmosféricas, temperatura, vientos, lluvias que distinguen una determinada región y depende más de la cantidad de calor y lluvia que recibe, .El clima es rector de la naturaleza pues condiciona las producciones agrícolas y ganadera .

Se distinguen varios climas como son:

**Clima de sabana.**- Corresponde a las orillas del Río Apurímac cuyas temperaturas son superiores a los 18 °C y la lluvia está por encima de los 790 mm

**Ceja húmeda.-** Entre los 700 y 350 m.s.n.m., las lluvias oscilan entre los 1000 y 2000 mm. Cuyas temperaturas oscilan entre los 16° y 24 °C

## **PRECIPITACION**

Las lluvias en la misma llanura aluvial llegan hasta los 2143 mm anuales, siendo los meses de junio y julio los meses más secos presentándose de 50 a 100 mm

Al comenzar la primavera tenemos una precipitación de 130 a 160 mm por mes. En pleno verano los meses de enero a marzo tenemos de 200 a 300 mm. La característica de la selva baja es la prolongación de las lluvias a abril y mayo. Hay sin embargo la tendencia a una estación seca entre los meses de junio a julio.

El periodo de sequía puede abarcar de mayo a octubre un total de 5 meses, y el lluvioso hasta los siete meses; parece ser que durante la estación seca la precipitación es la mitad o la cuarta parte de la evapora transpiración

## **TEMPERATURA**

Las temperaturas medias de junio a julio oscilan entre los 24° a 25° C, las más elevadas medias corresponden a la primavera y verano oscilan de 26 ° a 27° C, las máximas medias alcanzan de 28° a 30 ° C

## **5.4.-POBLACION Y MUESTRA**

### **5.4.1.- POBLACION**

La población a trabajar en este proyecto se constituyó por las aguas del rio Apurímac, que permita evaluar los parámetros para determinar la calidad del agua.

### **5.4.2.-MUESTRA**

La muestra estuvo constituida por el agua del Río Apurímac. El analito es el Plomo y Cadmio

de las aguas del Río Apurímac para lo cual se tomaron alícuotas para su respectivo análisis químico. Las muestras seleccionadas para la presente investigación fueron del tipo de muestreo aleatorio simple.

**Estaciones de muestreo.**-Estas han sido situadas en puntos en las que las características del flujo sean tales que favorezcan al máximo las condiciones de mezcla de las aguas y de uniformidad el cual permita obtener una muestra representativa.

A lo largo del Río Apurímac se establecieron 3 puntos de muestreo para el estudio de la calidad del agua referido al nivel de la presencia del plomo y cadmio en el Río Apurímac. El primero se situó a la mitad del puente San Francisco. Luego a la altura del puerto de Ccatun rumi (al frente de Sivia) y finalmente entre Quisto Central y el puerto de Llochegua.

Los lugares de las estaciones para la toma de muestra, se presenta en la figura N° 5.1



FIGURA N° 5.1.- Estaciones de muestreo en el Río Apurímac

### **Frecuencia de muestreo**

El muestreo se realizó de diciembre del año 2013 a setiembre del 2014, periodo en el cual se recogieron manualmente las muestras de las estaciones de muestreo. La periodicidad de los muestreos fue trimestral.

### **Procedimiento de muestreo**

Las muestras para los análisis fueron tomadas a un nivel intermedio de profundidad del Río Apurímac, tapándolas inmediatamente.

### **Volumen de muestra**

Las muestras son alícuotas que se tomaron del Río Apurímac. El tamaño de muestras para cada unidad experimental es de 750 mL.

### **Envases para muestras**

Los envases empleados para guardar las muestras fueron de material de vidrio con tapas de seguridad.

### **Conservación de muestras**

A las muestras destinadas a la determinación de metales se les agregó 1 mL de HNO<sub>3</sub> concentrado por 750 mL, de esta forma se transportó a los Laboratorios de Lima, para su análisis respectivo.

A las muestras destinadas a la determinación de los parámetros físicos y químicos ( turbidez, conductividad, pH ,temperatura ,etc. ) no se les agregó ningún reactivo , de esta forma se transportó al Laboratorio de Análisis Instrumental de la F.I.Q.M. Ayacucho, para su análisis respectivo.

## **5.5.- EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS**

### **Material de laboratorio, equipos y reactivos**

**LABORATORIO PICHARI:** Los principales equipos de Laboratorio utilizados fueron: equipo de posicionamiento geográfico (GPS), balanza analítica, cronometro, cámara fotográfica. Los principales materiales son: envases de muestreo, goitero. Los reactivos son: agua destilada, ácido nítrico.

**LABORATORIOS LIMA:** Los principales equipos de Laboratorio son: espectrofotómetro de absorción atómica, balanza analítica. Los principales materiales son: Erlenmeyer, fiola, pipeta, vaso de precipitado. Los reactivos son: ácido sulfúrico, ácido fosfórico, hidróxido de amonio, permanganato de potasio

**LABICER:** El método es de espectrofotometría de absorción atómica. El equipo utilizado fue el espectrofotómetro de absorción atómica SHIMADZU AA-700. El límite de cuantificación para el plomo es de 0.001 p.p.m. y el cadmio es de 0.001 p.p.m. En este Laboratorio también se puede determinar la muestra por horno de grafito y reportar el resultado en ppb. El costo por cada metal es de S/150 más IGV

**ENVIRONMETAL LABORATORIES PERU S.A.C.:** El método utilizado es el EPA 200.7. El límite de cuantificación para el plomo y el cadmio es de 0.001. Metales .EPA 200.7 :Determinations of metals and trace elements in wáter and wasters by inductively coupled plasma – Atomic Emisision Spectrometry . ICP. El costo por cada metal es S/ 62.00 más IGV. Si se realizara la corrida de Metales totales (Ag, As, Al, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Cr, Cu, Co, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, Tl, V, Zn) el costo es de S / 270.30 más IGV.

**LABORATORIO ANALISIS INSTRUMENTAL - AYACUCHO** : Los principales equipos de Laboratorio son: peachímetro, conductímetro, turbidímetro . Los principales materiales son: vaso de precipitado, Erlenmeyer, fiola, pipeta.

#### **5.5.1- EQUIPOS**

- Espectrofotómetro de absorción atómica
- Equipo de posicionamiento geográfico (GPS)
- Balanza analítica
- Cronómetro
- Peachímetro
- Turbidímetro
- Conductímetro
- Estufa
- Cámara fotográfica
- Computadora

#### **5.5.2.- MATERIALES**

- Matraz Erlenmeyer
- Envases de muestreo
- Gotero
- Fiola,
- Pipeta,
- Vaso de precipitado.

### 3.5.3.- REACTIVOS

- Agua destilada
- Ácido nítrico
- Ácido sulfúrico
- Ácido fosfórico.
- Hidróxido de amonio.
- Permanganato de potasio

### 5.6.-METODOS DE ANALISIS

Los Métodos de análisis de la composición se resumen en la Tabla N°5.1.-

**Tabla N° 5.1.-** Métodos de análisis de la composición y las propiedades

CONCEPTO	METODO	EXPRESION DE CUANTIFICACION	UNIDADES
Plomo	Espectrofotométrica de absorción atómica	$Pb = (mg/L)_{leído} / F_{cc}$	mg Pb / L
Cadmio	Espectrofotométrica de absorción atómica	$Cd = (mg/L)_{leído} / F_{cc}$	mg Cd / L
Color	Apreciación sensorial personal	Determinación cualitativa	
Olor	Apreciación sensorial personal	Determinación cualitativa	
Temperatura	Termométrico	Determinación directa	° C
pH	Potenciómetro	Determinación directa	pH
Turbidez	Turbidímetro	Determinación directa	NTU
Conductividad	Conductímetro	Determinación directa	mS

## **5.7.- DESCRIPCION DE LOS METODOS DE ANALISIS**

### **5.7.1.- PLOMO**

El método empleado para estas determinaciones fue el espectrofotómetro de absorción atómica directa. Según este método es necesario preparar un conjunto de soluciones patrones de cada elemento, para determinar las concentraciones de las muestras de las aguas estudiadas.

### **5.7.2.- CADMIO**

El método empleado para estas determinaciones fue el espectrofotómetro de absorción atómica directa. Según este método es necesario preparar un conjunto de soluciones patrones de cada elemento, para determinar las concentraciones de las muestras de las aguas estudiadas.

### **5.7.3.- COLOR**

En esta determinación se empleó el método de apreciación personal en el lugar observado en el momento de la toma de muestra

### **5.7.4.- OLOR**

En un envase se tomó aproximadamente 200 ml de muestra, se tapó, agito, luego se destapo y se procedió a oler con cuidado, por tanto, el resultado fue una operación sensorial personal del olor de las fuentes estudiadas.

### **5.7.5.- TEMPERATURA**

La determinación de la temperatura se realizó in situ, se introdujo el termómetro directamente en el nivel superficial, efectuando la lectura directa .

### **5.7.6.- pH**

Esta medición se realizó en el Laboratorio de Análisis Instrumental de la F.I.Q.M ,



introduciendo el electrodo del potenciómetro en un vaso con la muestra tomada del río.

#### **5.7.7.-TURBIDEZ**

Esta medición se realizó en el Laboratorio de Análisis Instrumental de la F.I.Q.M , usando el turbidímetro , en un vaso con la muestra tomada del río.

#### **5.7.8.-CONDUCTIVIDAD**

Esta medición se realizó en el Laboratorio de Análisis Instrumental de la F.I.Q.M. , usando el conductímetro , en un vaso con la muestra tomada del río.

Los valores de turbidez, conductividad y pH de las muestras se presentan en el Anexo N° 2

### **5.8.- PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

- Reconocimiento del área de estudio
- Ubicación y descripción del lugar
- Realizar el plan de muestreo
- Actividades en el sitio de muestreo
- Toma de muestra
- Preservación de la muestra
- Embalaje y transporte de la muestra
- Cadena de custodia
- Entrega de muestras al Laboratorio
- Análisis de la muestra
- Reporte de los resultados
- Análisis de resultados

## RESULTADOS Y DISCUSION

### 6.1.-MUESTREO

Las características de la ubicación de las estaciones de muestreo se especifican en la Tabla

Nº 6.1.-

**Tabla Nº 6.1 Estaciones de muestreo en el rio Apurímac**

Estación	Altura (msnm)	GPS		Descripción
		L	UTM	
1.-RA-01. RIO APURIMAC	587	18L 0631652	8604309	A la mitad del puente San Francisco, entre Kimbiri y San Francisco
2.-RA-02 RIO APURIMAC	553	18L 0624391	8616454	Entre el puerto de Ccatun Rumi (Pichari) y el puerto de Sivia
3.-RA-03 RIO APURIMAC	521	18L 0619276	8628786	Entre el puerto de Llochegua y el puerto de Quisto Central (Pichari)

L= Este

UTM = Norte

Los lugares de donde se tomaron las muestras de agua del Río Apurímac se presentan en las siguientes fotografías, para cada una de las estaciones especificadas anteriormente.



FOTOGRAFIA N° 6.1.- Toma de muestra del Río Apurímac en el puente San Francisco



FOTOGRAFIA N° 6.2.-Toma de muestra del Río Apurímac ( Sector Ccatun Rumi –Sivia )



FOTOGRAFIA N° 6.3.- Toma de muestra del Río Apurímac (Sector Llohegua )

El método de muestreo que se aplicó fue el de monitoreo fijo .

Las fechas de la toma de muestra y a la vez los datos observados se presentan en las siguientes tablas .

Tabla N° 6.2.- Consolidado de número de muestras

Estación	Fecha de toma de muestra			
1.-RIO APURIMAC (PUENTE SAN FRANCISCO)	6 Diciembre 2013	20 Marzo 2014	24 Mayo 2014	30 Setiembre 2014
2.- RIO APURIMAC (CCATUN RUMI)	6 Diciembre 2013	20 Marzo 2014	24 Mayo 2014	30 Setiembre 2014
3.-RIO APURIMAC (LOCHEGUA)	6 Diciembre 2013	20 Marzo 2014	24 Mayo 2014	30 Setiembre 2014

TABLA N° 6.3.- Primera toma de muestra

Estación	FECHA HORA	T agua (°C)	T ambiente (°C)	pH	Agua	Clima
RA-01	06/12/2013 8 a.m.	21 °C	24 °C	7.62	Pardo semi oscuro	Nublado lluvioso
RA-02	06/12/2013 11 a.m.	23 °C	26 °C	7.75	Pardo semi oscuro	Despejado soleado
RA-03	06/12/2013 3 p.m.	24 °C	32 °C	7.63	Pardo semi oscuro	Despejado soleado

TABLA N° 6.4.- Segunda toma de muestra

Estación	FECHA HORA	T agua (°C)	T ambiente (°C)	pH	Agua	Clima
RA-01	20/3/2014 8.30 a.m	20 °C	24 °C	7.74	Pardo semi oscuro	Nublado lluvioso
RA-02	20/3/2014 11.30 a.m.	24 °C	27 °C	7.67	Pardo semi oscuro. Turbio ,partículas sólidas en suspensión	Despejado soleado
RA-03	20/3/2014 3.30 p.m.	24 °C	32 °C	7.72	Pardo semi oscuro Turbio, partículas sólidas en suspensión	Despejado soleado

TABLA N° 6.5.- Tercera toma de muestra

Estación	FECHA HORA	T agua (°C)	T ambiente (°C)	pH	Agua	Clima
RA-01	24/05/2014 9 a.m.	20 °C	23 °C	7.52	Transparente	Nublado lluvioso
RA-02	24/05/2014 11 a.m.	23 °C	26 °C	7.65	Pardo claro	Despejado soleado
RA-03	24/05/2014 3 p.m.	24 °C	31 °C	7.57	Pardo claro	Despejado soleado

TABLA N° 6.6.- Cuarta toma de muestra

Estación	FECHA HORA	T agua (°C)	T ambiente (°C)	pH	Agua	Clima
RA-01	30/09/2014 7 a.m.	19 °C	22 °C	7.62	Pardo semi oscuro	Nublado lluvioso
RA-02	30/09/2014 11 a.m.	24 °C	27 °C	7.93	Pardo semi oscuro	Despejado soleado
RA-03	30/09/2014 4 p.m.	23 °C	29 °C	7.61	Pardo semi oscuro	Despejado

## 6.2.- CONCENTRACION DE PLOMO Y CADMIO EN EL RIO APURIMAC

Los informes finales y los informes de ensayo de NSF Envirolab se encuentran en el Anexo N° 9

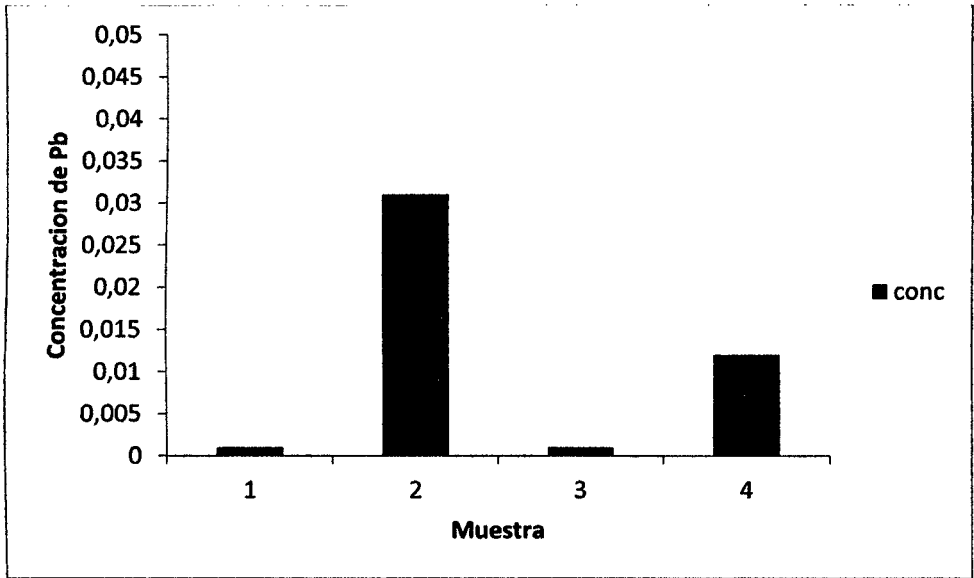
### 6.2.1.-Concentración de plomo en el agua del Río Apurímac (Puente San Francisco)

Los niveles de concentración de plomo en el Río Apurímac (Puente San Francisco) ,se muestran en la Tabla N° 6.7, resultado del análisis de las muestras de agua obtenidas del Río Apurímac (Puente San Francisco) , utilizando el método de espectroscopia por absorción atómica

Tabla N° 6.7.- Niveles de concentración de plomo en el Río Apurímac (Puente San Francisco) (mg/L)

Estación	1er muestreo	2do muestreo	3er muestreo	4to muestreo
1- Río Apurímac (Puente San Francisco)	N.D. (Menor 0.001)	0.031	N.D. ( Menor 0.001 )	0.012

En el gráfico que a continuación se presenta se muestra los niveles de concentración de Plomo en el agua del Río Apurímac (Puente San Francisco) (mg/L) y número de muestreo



**GRAFICO N° 6.1** Niveles de concentración de plomo en el agua del Río Apurímac ( Puente San Francisco) ( mg/L)

**6.2.2.-Concentración de cadmio en el agua del Río Apurímac (Puente San Francisco)**

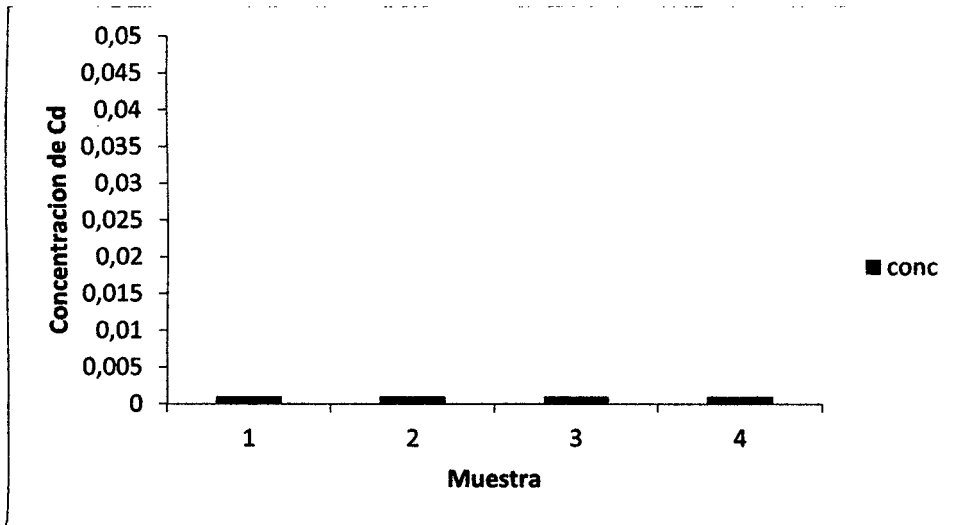
Los niveles de concentración de cadmio en el Río Apurímac (Puente San Francisco) se muestran en la Tabla N° 6.8, resultado del análisis de las muestras de agua obtenidas del Río Apurímac (Puente San Francisco) , utilizando el método de espectroscopia por absorción atómica

Tabla N° 6.8.- Niveles de concentración de cadmio en el Río Apurímac (Puente San Francisco) (mg/L)

Estación	1er muestreo	2do muestreo	3er muestreo	4to muestreo
1- Río Apurímac (Puente San Francisco)	N.D. (Menor 0.001 )	N.D. ( Menor 0.001 )	N.D. ( Menor 0.001 )	N.D. ( Menor 0.001 )



En el gráfico que a continuación se presenta se muestra los niveles de concentración de Cadmio en el agua del Río Apurímac (Puente San Francisco) (mg/L) y número de muestreo



**GRAFICO N° 6.2** Niveles de concentración de cadmio en el agua del Río Apurímac ( Puente San Francisco) ( mg/L)

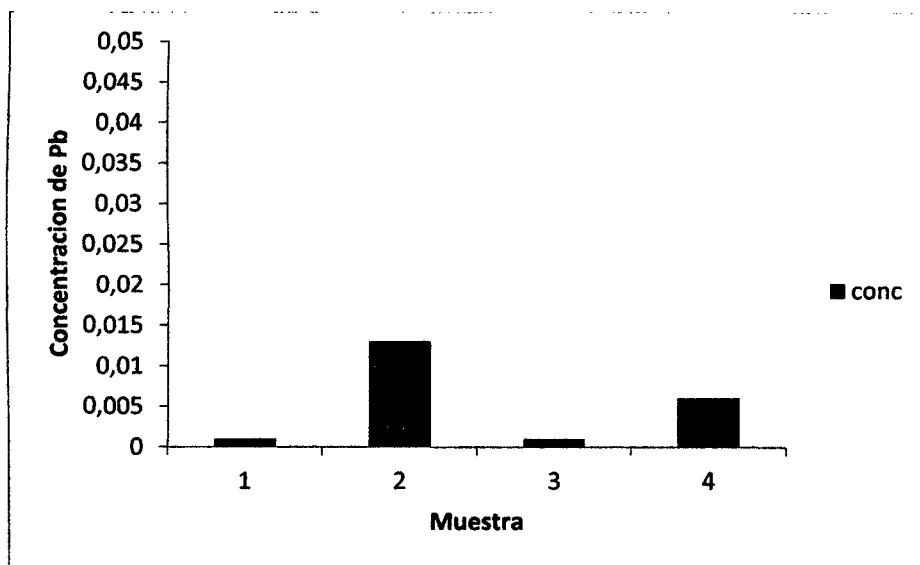
**6.2.3.-Concentración de plomo en el agua del Río Apurímac (Ccatun Rumi)**

Los niveles de concentración de plomo en el Río Apurímac (Ccatun Rumi), se muestran en la Tabla N° 6.9, resultado del análisis de las muestras de agua obtenidas del Río Apurímac (CcatunRumi), utilizando el método de espectroscopia por absorción atómica

Tabla N° 6.9.- Niveles de concentración de plomo en el Río Apurímac (Ccatun Rumi) (mg/L)

Estación	1er muestreo	2do muestreo	3er muestreo	4to muestreo
1-Rio Apurímac ( Ccatun Rumi)	N.D. (Menor 0.001 )	0.013	N.D. ( Menor 0.001 )	0.006

En el gráfico que a continuación se presenta se muestran los niveles de concentración de Plomo en el agua del Río Apurímac (Ccatun Rumi) ( mg/L) y numero de muestreo



**GRAFICO N ° 6.3** Niveles de concentración de plomo en el agua del Río Apurímac ( Ccatun Rumi) ( mg/L)

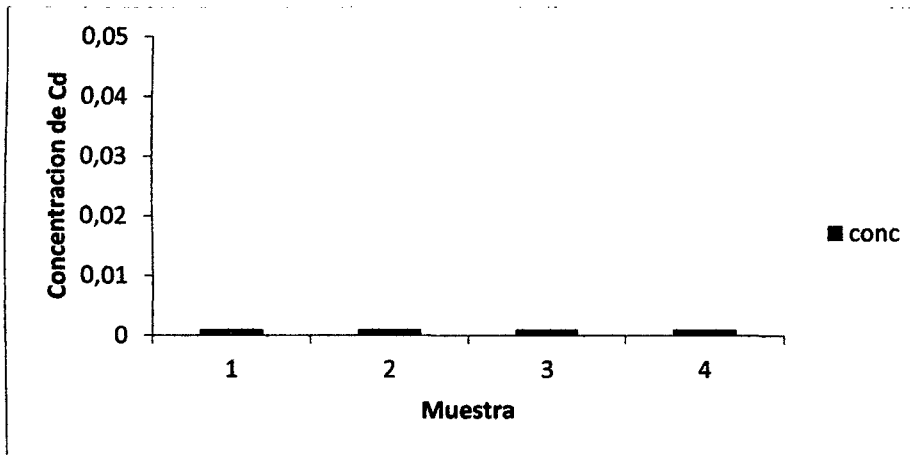
#### 6.2.4.-Concentración de cadmio en el agua del Río Apurímac (Ccatun Rumi)

Los niveles de concentración de cadmio en el Río Apurímac (Ccatun Rumi), se muestran en la Tabla N ° 6.10, resultado del análisis de las muestras de agua obtenidas del Río Apurímac (Ccatun Rumi), utilizando el método de espectroscopia por absorción atómica

Tabla N° 6.10.- Niveles de concentración de cadmio en el Río Apurímac (Ccatun Rumi) (mg/L)

Estación	1er muestreo	2do muestreo	3er muestreo	4to muestreo
1- Río Apurímac (Ccatun Rumi)	N.D. ( Menor 0.001 )	N.D. ( Menor 0.001 )	N.D. ( Menor 0.001 )	N.D ( Menor 0.001 )

En el gráfico que a continuación se presenta se muestra los niveles de concentración de Cadmio en el agua del Río Apurímac (Ccatun Rumi) (mg/L) y número de muestreo



**GRAFICO N° 6.4** Niveles de concentración de cadmio en el agua del Río Apurímac ( Ccatun Rumi) ( mg/L)

Como se observa en el gráfico, es mínima la presencia del cadmio en el agua del río Apurímac, por debajo de los límites máximo permisibles.

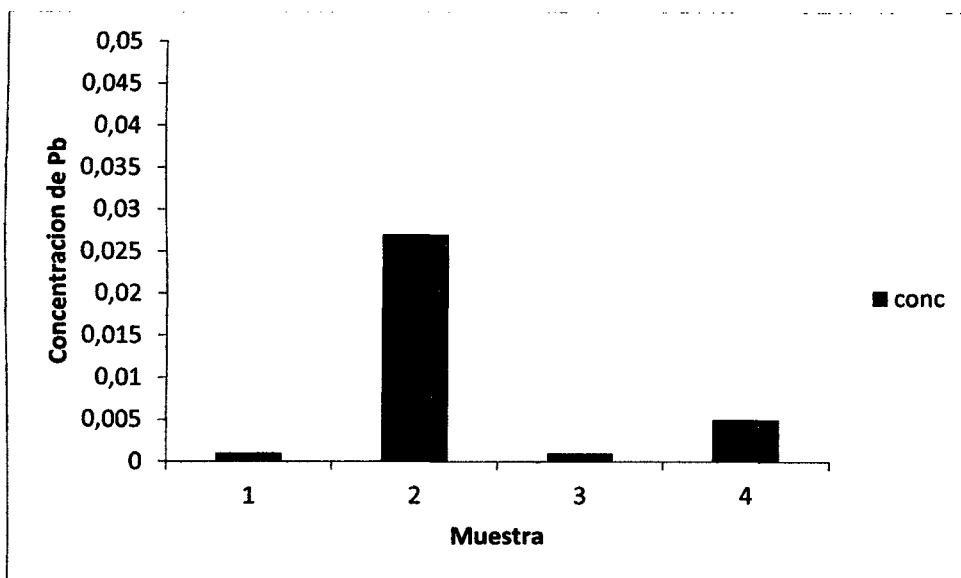
#### 6.2.5.-Concentración de plomo en el agua del Río Apurímac ( Llochegua)

Los niveles de concentración de plomo en el Río Apurímac ( Llochegua), se muestran en la Tabla N° 6.11, resultado del análisis de las muestras de agua obtenidas del Río Apurímac ( Llochegua), utilizando el método de espectroscopia por absorción atómica

Tabla N° 6.11.- Niveles de concentración de plomo en el Río Apurímac ( Llochegua) ( mg/L)

Estación	1er muestreo	2do muestreo	3er muestreo	4to muestreo
1- Río Apurímac ( Llochegua)	N.D.( Menor 0.001 )	0.027	N.D. ( Menor 0.001 )	0.005

En el gráfico que a continuación se presenta se muestran los niveles de concentración de Plomo en el agua del Río Apurímac (Llochegua) (mg/L) y número de muestreo



**GRAFICO N ° 6.5** Niveles de concentración de plomo en el agua del Río Apurímac ( Llochegua) ( mg/L)

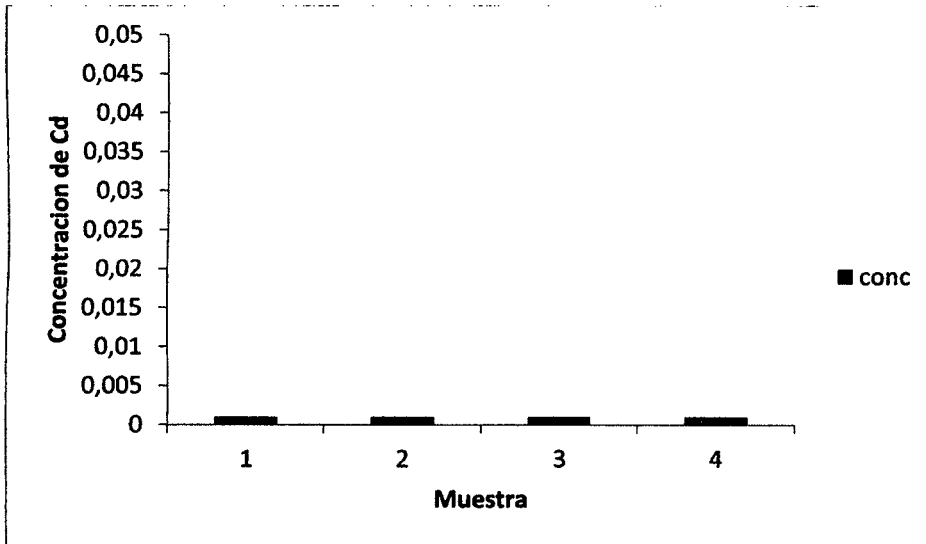
#### 6.2.6.-Concentración de cadmio en el agua del Río Apurímac (Llochegua)

Los niveles de concentración de cadmio en el Río Apurímac (Llochegua) se muestran en la Tabla N ° 6.12, resultado del análisis de las muestras de agua obtenidas del Río Apurímac ( Llochegua), utilizando el método de espectroscopia por absorción atómica

Tabla N° 6.12.- Niveles de concentración de cadmio en el Río Apurímac (Llochegua) (mg/L)

Estación	1er muestreo	2do muestreo	3er muestreo	4to muestreo
1-Río Apurímac ( Llochegua)	N.D. ( Menor 0.001 )	N.D.( Menor 0.001 )	N.D. ( Menor 0.001 )	N.D. ( Menor 0.001 )

En el gráfico que a continuación se presenta se muestra los niveles de concentración de Cadmio en el agua del Río Apurímac (Llochegua) (mg/L) y número de muestreo



**GRAFICO N° 6.6** Niveles de concentración de cadmio en el agua del Río Apurímac ( Llochegua) ( mg/L)

En los gráficos que a continuación se presenta se muestran la variación de los niveles de concentración en cada estación de muestreo.

La concentración media de plomo en el Río Apurímac ( Puente San Francisco) durante el año 2014 fue de 0.0141 mg/L , siendo la mínima de menor a 0.001 mg/L y la máxima de 0.031 mg/L

La concentración media de cadmio en el Río Apurímac (Puente San Francisco) Sivia durante el año 2014 fue de menor a 0.001 mg/L

La concentración media de plomo en el Río Apurímac ( Ccatun Rumi) durante el año 2014 fue de 0.0066 mg/L , siendo la mínima de menor a 0.001 mg/L y la máxima de

0.013 mg/L

La concentración media de cadmio en el Río Apurímac (Ccatun Rumi) Sivia durante el año 2014 fue de menor a 0.001 mg/L

La concentración media de plomo en el Río Apurímac (Llochegua) durante el año 2014 fue de 0.011 mg/L, siendo la mínima de menor a 0.001 mg/L y la máxima de 0.027 mg/L

La concentración media de cadmio en el Río Apurímac (Llochegua) Sivia durante el año 2014 fue menor a 0.001 mg/L

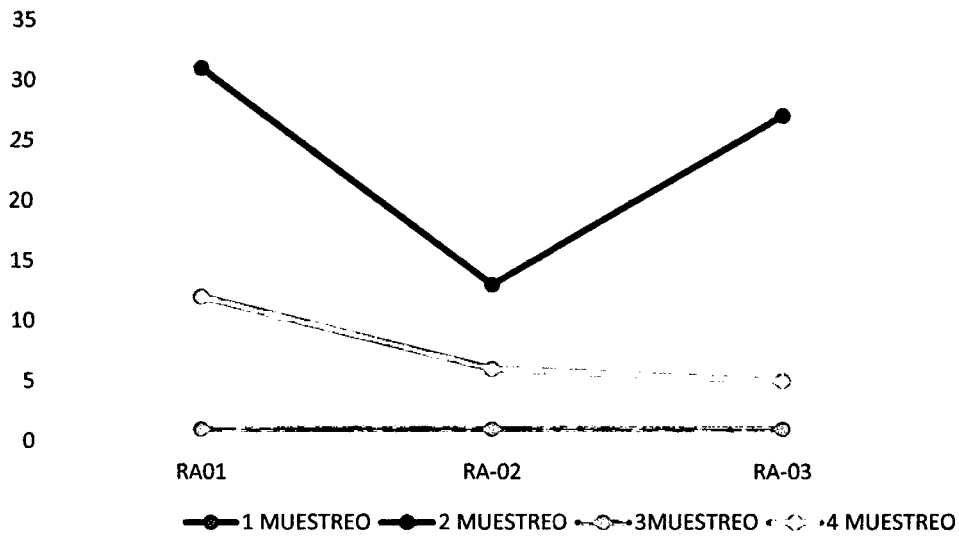
### **6.3.-NIVELES DE CONCENTRACION DE PLOMO EN EL RIO APURIMAC**

Los niveles de concentración de plomo en el Río Apurímac se muestran en las Tablas N° 6.13 resultado del análisis de las muestras de agua obtenidas del Río Apurímac, utilizando el método de espectrofotometría de absorción atómica en un inicio en el laboratorio de la Universidad de Ingeniería (LABICER) para la 1era muestra, y luego en los laboratorios de Environmetai Laboratories Perú S.A.C. para la 2da, 3era y 4ta muestra

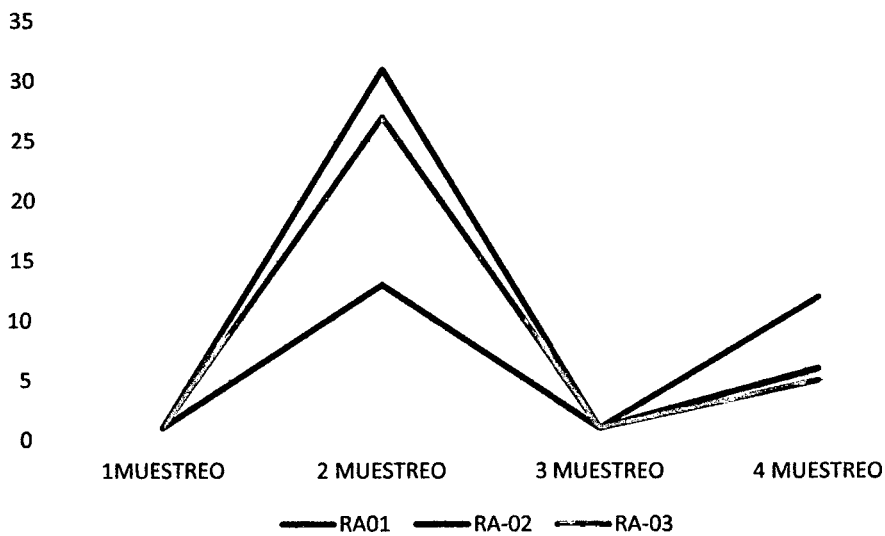
**TABLA N° 6.13 Niveles de concentración de Plomo en el Río Apurímac ( µg/L)**

ESTACION	1er. muestreo	2do. muestreo	3er. muestreo	4to. Muestreo
RA-01	1	31	1	12
RA-02	1	13	1	6
RA-03	1	27	1	5

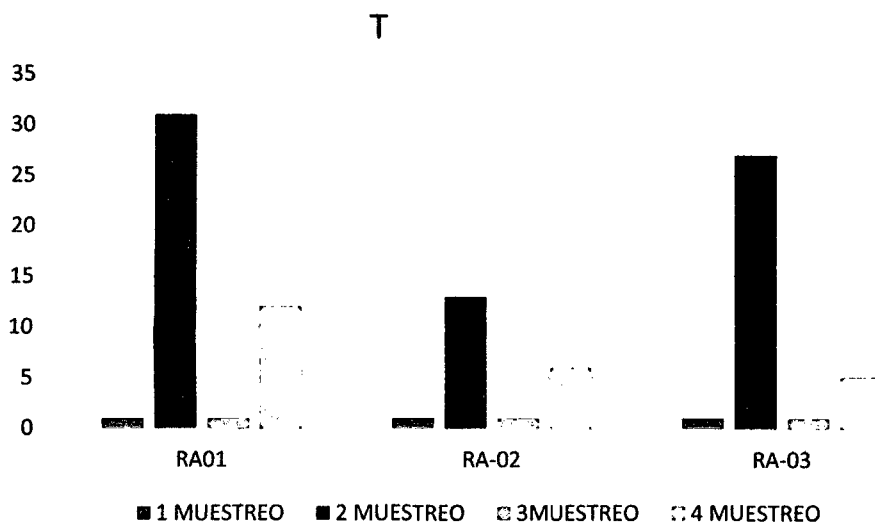
En los gráficos que a continuación se presenta se muestran los niveles de concentración por cada estación de muestreo y numero de muestreo. Así mismo la variación de los niveles de concentración en cada estación de muestreo



**GRAFICO N° 6.7 .-** Niveles de concentración de Pb en el agua del Río Apurímac ( $\mu\text{g/L}$ )



**GRAFICO N° 6.8 .-** Variación de la concentración de Plomo por estación de muestreo ( $\mu\text{g/L}$ )



**GRAFICO N ° 6.9.-** Niveles de plomo por estaciones de muestreo ( $\mu\text{g/L}$ )

#### 6.4.-DISCUSION

En la bibliografía se tiene amplia investigación sobre el riesgo de los metales pesados en la salud y el medio ambiente. Varios autores han mostrado el riesgo de contaminación por metales pesados en el agua, en la acumulación de metales pesados en los suelos y sedimentos, y en el riesgo potencial para la salud humana debido a la acumulación de metales pesados en las plantas.

La ley de aguas describe las condiciones para el uso de las aguas. La norma establece que para que pueda ser utilizada en el riego de vegetales de tallo bajo y alto la calidad de agua debe ser menor a 0.05 mg/L para el plomo y de 0.005 mg/L para el cadmio. La norma establece que para que pueda ser utilizada en bebida de animales la calidad de agua debe ser menor a 0.05 mg/L para el plomo y de 0.01 mg/L para el cadmio.

La cuenca del Río Apurímac es importante para las provincias de La Convención , Huanta y La Mar porque recorre y juntándose con el Río Mantaro forma el Río Ene . Abastece agua



para consumo agrícola a la población en su zona de influencia.

Se tomaron muestras en 3 estaciones de monitoreo de agua en cada fecha de muestreo a lo largo del Río Apurímac. Cada punto de monitoreo fue geo referenciado mediante un GPS (Global Position System) . Las muestras fueron tomadas de diciembre del 2013 a setiembre del 2014, con la finalidad de evaluar los cambios de la concentración de plomo y cadmio

Las tendencias centrales de la concentración de plomo y cadmio en cada una de las estaciones de muestreo, se presentan en la siguiente tabla

**TABLA N° 6.14.- Niveles de concentración de plomo en el Río Apurímac (ug/L )**

ESTACION	TENDENCIA CENTRAL
RA-01	11.25
RA-02	5.25
RA-03	8.5

De los resultados en cada estación, fecha de monitoreo y en el promedio, los niveles de concentración de plomo no sobrepasa el nivel de concentración establecido en la Norma de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua en la categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales) que para el riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto es 0.05 mg/L y para bebida de animales es 0.05 mg/L. No se observa un impacto significativo de contaminación por plomo en ninguna zona de la cuenca del Río Apurímac

De los resultados en cada estación, fecha de monitoreo y en el promedio, los niveles de concentración de cadmio no sobrepasa el nivel de concentración establecido en la Norma de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua en la categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales) que para el riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto es 0.005 mg/L

y para bebida de animales es 0.01 mg/L. No se observa un impacto significativo de contaminación por plomo en ninguna zona de la cuenca del Río Apurímac

Los datos de monitoreo del agua del Río Apurímac referido a la concentración de plomo de finales del año 2013 y 2014 están por debajo de los niveles máximos establecidos por las normas nacionales, a la categoría 3 normado por el Estándar de Calidad Ambiental para el agua. No se observó ningún tipo de variación temporal apreciable con respecto a su concentración en el agua en todo el horizonte del tiempo de muestreo.

Los datos de monitoreo del agua del Río Apurímac referido a la concentración de cadmio de finales del año 2013 y 2014 están por debajo de los niveles máximos establecidos por las normas nacionales, a la categoría 3 normado por el Estándar de Calidad Ambiental para el agua. No se observó ningún tipo de variación temporal apreciable con respecto a su concentración en el agua en todo el horizonte del tiempo de muestreo.

Por otra parte, el pH de las aguas del Río Apurímac es ligeramente básico observadas en cada una de las estaciones de muestreo. La variación de pH en el Río Apurímac es pequeña, siendo más básico en la estación RA-02 en el cuarto muestreo alcanzando el valor de 7.93 y va disminuyendo hasta la estación de muestreo RA-01 en el tercer muestreo cuyo pH es 7.52. La OMS Fija una concentración máxima admisible ente 6.5 - 9.2 unidades de pH

El color de las aguas depende del tipo y cantidad de sustancias disueltas. Las aguas en los días que no llueve son incoloras y transparentes. En la época lluviosa se van tornando pardo semi oscuro con presencia de partículas.

Las condiciones indicadas nos permiten establecer que existen características peligrosas de contaminación con respecto al plomo y su impacto en el medio ambiente, trayendo como consecuencia problemas en la salud de la población del Valle del Río Apurímac en general y de manera particular de la población asentada en las orillas del Río Apurímac

El problema ambiental en el VRAEM en estos últimos tiempos se viene agravando a ritmo acelerado , teniendo una relación directa por la ausencia de autoridad y la no definición de políticas de protección y control ambiental ,así mismo por la falta de conocimiento y conciencia de la población , en un alto porcentaje, referidos a los problemas ambientales que se están produciendo .Aunque últimamente se están instalando en Pichari Oficinas del Ministerio del Ambiente como la O.E.F.A , y la Autoridad Nacional del Agua (A.N.A. ) del Ministerio de Agricultura, que vienen realizando trabajos de sensibilización .

## CONCLUSIONES

1.- El análisis del contenido de plomo y cadmio evaluado en la presente investigación desde finales del año 2013 y en el año 2014 , demuestran que ninguna muestra de agua del Río Apurímac sobrepasa la concentración máximo permisible de plomo y cadmio , establecida en las normas legales vigentes para usos de agua en riego de vegetales y bebidas de animales . Por tanto el grado de contaminación por plomo y cadmio en el agua del Río Apurímac es bajo y que el impacto del contaminante plomo y cadmio en las aguas es mínima, siendo el deterioro de la calidad del agua del Río Apurímac no significativa.

2.- De las 3 estaciones de muestreo ,la concentración media de plomo en el Río Apurímac durante el año 2014 fue de 0.0107 mg/L , siendo la mínima de menor a 0.001 mg/L y la máxima de 0.031 mg/L. Con la presencia de lluvias la concentración de plomo aumenta. La tendencia central máxima de plomo en el rio Apurímac se presenta en la estación RA-01 y es de 0.01125 mg/L, la mínima en la estación RA-02 y es de 0.00525 mg/L.

3.-De las 3 estaciones de muestreo, la concentración media de cadmio en el Río Apurímac durante el año 2014 fue de menor a 0.001 mg/L. Habiendo disminuido considerablemente con respecto a los datos que se tenían en el año 2000, de los ríos de la cuenca del Río Apurímac.

4.-Las aguas del Río Apurímac son aceptables para el uso agrícola y no hay riesgos de su uso, considerando como agua de clase III y categoría 3 con respecto a la presencia de plomo y cadmio.

5.- Las fuentes de mayor importancia de la presencia de plomo en el Río Apurímac están constituidas principalmente por el uso de agroquímicos principalmente para el cultivo de la coca, residuos sólidos (especialmente las pilas), narcotráfico (insumos químicos fiscalizados) . También yacimientos mineros abandonados en algún tramo del Río Pampas que desciende de las alturas de Huancavelica y es afluente principal del Río Apurímac.

## RECOMENDACIONES

1.- Las entidades responsables de la protección del medio ambiente ( OEFA, , A.N.A., Gerencia de RRNN y Medio Ambiente de los Gobiernos Regionales y las Sub Gerencias de Medio Ambiente de las Municipalidades distritales del VRAEM ) deben establecer políticas y estrategias para sensibilizar y crear conciencia en la población del VRAEM para disminuir en lo posible las causas de la contaminación ambiental en las aguas del Río Apurímac y de las ciudades cercanas como: San Francisco, Pichari, Kimbiri, Sivia, Llochegua .

2.- Se recomienda que las entidades responsables (como DEVIDA), deben ir monitoreando de manera permanente la evaluación de la presencia de los contaminantes en el agua del Río Apurímac, con la finalidad de establecer una información histórica de calidad de agua implementando un Sistema de Información Geográfica(GIS), el que sería muy útil para evaluar las tendencias de contaminación, evaluar zonas de riesgo para un determinado contaminante y entender espacialmente el problema de la contaminación en toda la cuenca del Río Apurímac.

3.- Los vecinos y poblaciones colindantes con el Río Apurímac y las quebradas afluentes botan sus basuras al río y tiene sus desagües instalados directamente sobre ella. Se recomienda que las Municipalidades distritales de Kimbiri, Pichari, Sivia, Llochega, Ayna deben solucionar esta problemática con la finalidad de evitar la contaminación de las aguas del Río Apurímac.

4.-Se recomienda realizar la caracterización físico química de las aguas residuales de las localidades de San Francisco, Pichari, Kimbiri, Sivia, Llochega, porque actualmente ninguna de dichas localidades cuentan con plantas de tratamiento de aguas residuales.

5.- Se recomienda investigar el plomo en los suelos de las plantaciones de cacao de las localidades aledañas al Río Apurímac ( Pichari, Kimbiri ), porque según un estudio llevado a cabo en el año 2014 por el Instituto de Cultivos Tropicales de Tarapoto Perú, denominado “Estudio de los metales pesados en suelos de los departamentos de mayor crecimiento de cacao en la Amazonia Peruana” ,concluyo que el valor del plomo fue mayor en la zona del Cuzco.

## **BIBLIOGRAFIA**

- 1.-**Apha, Awwa, Wpcf.** Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Ediciones Diaz de Santos S.A.. España 1992.
- 2.- **Alcarraz Tarcila y otros.** Monitoreo para evaluar la calidad de las aguas del rio Yucae-Ayacucho. Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia. Revista Investigación N° 17 (Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga -1-2009).
- 3.- **Antezana Jaime y otros.** Diagnóstico de la situación del desvío de Insumos Químicos al narcotráfico. Consult Andes. Comisión Nacional para el Desarrollo y vida sin drogas .DEVIDA .Lima Enero 2009 .
- 4.-**Burriel y otros** 1992 Química Analítica cualitativa. Editorial Paraninfo 14 ava edición. España.
- 5.-**Candia Quintanilla, Joule Fermín.** Informe de experiencia Profesional · Instalación y puesta en marcha de la planta de Tratamiento de agua potable en el distrito de Pichari- La Convención .Cusco. 2010.
- 6.-**Correo Semanal Revista** “Los niños del Plomo en Raura”. Perú - 12 de mayo del 2011.
- 7.-**Colin Baird** “ Química ambiental “ University of Western Ontairo .Editorial Reverte – Barcelona-Bogotá - Buenos Aires - Caracas - México .
- 8.-**Comision Nacional para el Desarrollo y Vida sin drogas .DEVIDA. Usaid -Peru** .Estudio de la calidad del agua en el Valle del Rio Apurimac . Octubre 2013.



- 9.-**Enciso Ore, Percy**. Exposición “ Contaminación del Agua en el VRAE -2002”  
Comisión Nacional para el Desarrollo y vida sin drogas .DEVIDA Kimbiri -2011
- 10.-**Gomez Limaco , Edgar** . Exposición “ Contaminación por agroquímicos en el VRAE”  
SENASA Kimbiri- 2009
- 11.-**Gomez Silvera, Alejandro** .Exposición “ Contaminación ambiental en el VRAE”  
COAM VRAE- Kimbiri 2009
- 12.-**Hernandez Arribasplata, Humberto**. Separatas : Curso actualización para la Tesis de  
Post Grado .Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga .Ayacucho . 2011
- 13.- **HERNANDEZ , Roberto y otros**. Metodología de la Investigación .Cuarta Edición  
.Editorial Mc Graw-Hill Interamericana-,México
- 14.-**Instituto de Ciencia y Humanidades** “ Química . Análisis de principio y aplicaciones  
“ Tomo I y II .Editorial Lumbreras. Lima. 2008
- 15.-Jornada del Vrae “ El turbio panorama del agua en el VRAE” Septiembre del 2010
- 16.- **Licapa Rodolfo, Rolando** “Informe de prácticas pre profesionales Catalina Huanca  
Sociedad Minera S.A.C.” 2007
- 17.-**Ministerio de Energía y Minas del Perú**.- Guía ambiental para vegetación de aéreas  
disturbadas por la industria minero metalúrgica- Lima. 2001.
- 18.- **Ministerio del Ambiente del Perú**. D.S.Nº 002-2008. Estándares Nacionales de  
calidad ambiental para agua
- 19.-**Rodriguez Carrasco, Julio Cesar** .Informe de Practica Pre Profesional realizado en  
Gobierno Regional de Ayacucho (Área de Recursos Naturales y Gestión del Medio  
Ambiente ) .Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de  
San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho. 2004

- 20.- **Rojas Palomino, Henry** “ Informe de prácticas pre profesionales “ desarrollado en el Área de Medio Ambiente de la Municipalidad distrital de Llochegua-. Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho .2008
- 21.-**Reglamento a la Ley N° 28305** que regula el control de insumos químicos y productos fiscalizados. Ministerio de la Producción del Perú. 2010
- 22.-**Senasa** - Servicio Nacional de Sanidad Agraria- Educación- Capacitación- Control- Vigilancia –Uso de Agroquímicos. Lima 2006
- 23.-**Skoog/west/holler**. Química Analítica. Editorial MacGraw Hill. Sexta edición. México .1995
- 24.- **Sunass**. Fundamentos Básicos del Control de la calidad del agua. Betty Chung Tong III Curso Nacional de Entrenamiento en control de calidad del agua en Sistemas de Agua Potable. Trujillo , del 12 al 31 de octubre del 2003
- 25.- **Villafuerte Camargo, Cirilo** “Valle del Rio Apurímac y Ene, sus problemas y posibilidades para su desarrollo”. Primera Edición .Cuzco.2005
- 26.-**Vogel ,A** . Química analítica cuantitativa. Editorial KAPELUSZ. Argentina .1972
- 27.-**Vogel ,A**. Química analítica cuantitativa. Editorial KAPELUSZ. Argentina .1974
- 28.-**Zaga Julio y otros** “ Contaminación del rio Palmitos por metales de hierro y plomo debido al Proyecto minero “El Milagro” 2009- Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas Geología y Civil. Revista Investigación ( Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga -1-2010)
- 29.-**Zaga Julio**,. “Contaminación ambiental en la compañía Minera Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C. Ayacucho. Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería

de Minas Geología y Civil. Revista Investigación N° 16 ( Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga -1-2008)

30.- Contaminación del agua . En : <http://www.ceit.es/Asignaturas/Ecologia/Nottecniias02/asupnavespa/Index.htm> ( Fecha de acceso 25 de junio del 2011 )

31.- Cumbre de Johannesburgo 26 de agosto al 4 de setiembre 2002. El agua . En : <http://www.johannesburggsummit.org> ( Fecha de acceso : 20 de junio del 2011 )

32.-FAQ Calidad del agua. En :<http://www.lenntech.com.com/español/FAQ-calidad-agua.htm> (Fecha de acceso : 5 julio 2011)

33.- FAQ Contaminación del agua. En :<http://www.lenntech.com.com/español/FAQ-contaminación-agua.htm> (Fecha de acceso : 5 julio 2011)

34.- Gestión de la calidad y BPA .Calidad para el agua. En [http://www.bpa.peru.v.com/calidad\\_agua.htm](http://www.bpa.peru.v.com/calidad_agua.htm) ( Fecha de acceso 5 julio 2011)

35.- Ríos del mundo contaminados con metales pesados. En <http://www.rios-contaminados-metales.htm> ( Fecha de acceso 12 de agosto del 2011)

## **ANEXOS**

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

**Título del proyecto” Contaminación por plomo y cadmio del Río Apurímac-VRAE”**

AUTOR: Ing. Luis Alberto Cossío Herrera

PROBLEMAS	OBJETIVOS	MARCO TEORICO	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	DISENO METODOLOGICO
<p><b>1.- General</b> ¿Cuál es el grado de contaminación por plomo y cadmio en el Río Apurímac en el año 2014 ?</p> <p><b>2.- Especifico</b> a.- ¿Cuál es la concentración de Plomo (ppm) en el Río Apurímac?</p> <p>b.- ¿Cuál es la concentración de Cadmio (ppm) en el Río Apurímac?</p> <p>c.- ¿Cuál es el tipo de agua (clase) del Río Apurímac, debido a la presencia de metales pesados?</p>	<p><b>1.- General</b> Determinar el grado de contaminación por plomo y cadmio en el Río Apurímac en el año 2014.</p> <p><b>2.- Específicos</b> a.- Determinar la concentración de Plomo (ppm) en el Río Apurímac, para compararlo con los límites máximo permisibles y relacionarlo con las actividades humanas de la cuenca b.- Determinar la concentración de Cadmio (ppm) en el Río Apurímac , para compararlo con los límites máximo permisibles y relacionarlo con las actividades humanas de la cuenca c.- Identificar el tipo de agua( clase) del Río Apurímac, debido a la presencia de Plomo y Cadmio</p>	<p>1.- Antecedentes de la investigación</p> <p>2.- Bases teóricas 2.1.- Río Apurímac. 2.2.- Calidad de agua 2.3.- El plomo y sus efectos sobre la salud 2.4.- El cadmio y sus efectos sobre la salud 2.5.- Técnicas de recolección de datos 2.6.- Métodos de análisis para determinar el contenido de Plomo. 2.7.- Métodos de análisis para determinar el contenido de Cadmio.</p>	<p><b>1.- General</b> Hipótesis sustantiva: El grado de contaminación por metales pesados (Pb y Cd) en el Río Apurímac es alta, y supera los límites máximo permisibles establecidos por la legislación ambiental peruana, la OMS y la EPA Hipótesis nula: El grado de contaminación por metales pesados (Pb y Cd ) en el Río Apurímac no es alta, y no supera los límites máximo permisibles establecidos por la legislación ambiental peruana, la OMS y la EPA</p> <p><b>2.- Específicos</b> a.- La concentración de Plomo (ppm) en el agua del Río Apurímac es alta y superaría los límites máximo permitidos por la legislación ambiental peruana, la OMS y la EPA -La concentración de Plomo (ppm) en el agua del Río Apurímac no es alta y no superaría los límites máximo permitidos por la legislación ambiental peruana , la OMS y la EPA b.- La concentración de Cadmio (ppm) en el agua del Río Apurímac es alta y superaría los límites máximo permitidos por la legislación ambiental peruana , la OMS y la EPA -La concentración de cadmio ( ppm) en el agua del Río Apurímac no es alta y no superaría los límites máximo permitidos por la legislación ambiental peruana , la OMS y la EPA c.- El tipo de agua del Río Apurímac no corresponde a la categoría 3 , no siendo apto para riego de vegetales y bebidas de animales El tipo de agua del Río Apurímac corresponde a la categoría 3, siendo apto para riego de vegetales y bebidas de animales.</p>	<p><b>1.-Variable Dependiente</b> Contaminación por plomo y cadmio del río Apurímac,  Indicador - Concentración de Plomo (ppm) - Concentración de Cadmio (ppm)</p> <p><b>2.- Variable Independiente</b> Río Apurímac-VRAE  Indicador Tipo de agua (clase)</p>	<p>1.- Tipo de investigación: Básica 2.- Nivel de investigación: Descriptivo 3.- Diseño de investigación: No experimental -Longitudinal 4.- Población Aguas del Río Apurímac, 5.- Tamaño de muestra: Alícuotas representativa del Río Apurímac.. 6.- Selección de muestras: Muestreo no probabilístico intencional 7.- Unidad de análisis: Aguas del Río Apurímac. 8.- Recolección de datos: Observación directa 9.- Instrumento de recolección de datos: Espectrofotómetro. 10.- Procesamiento de datos: Software SPSS 11.- Análisis e interpretación de datos: -Estadística descriptiva</p>

## ANEXO 2

### TURBIDEZ

Unidad Medida : NTU

N° de muestra	RIO		
	Apurímac ( Puente San Francisco)	Apurímac ( Ccatun Rumi)	Apurímac ( Llohegua)
1	175	416	429
2	160	976	994
3	50	86.3	114
4	316	188	179

Fuente : Elaboración propia . Laboratorio de Análisis Instrumental FIQM-UNSCH

### CONDUCTIVIDAD

Unidad Medida : mS

N° de Muestra	RIO		
	Apurímac ( Puente San Francisco)	Apurímac ( Ccatun Rumi)	Apurímac ( Llohegua )
1	0.414	0.385	0.341
2	0.249	0.223	0.222
3	0.426	0.367	0.346
4	0.556	0.548	0.455

Fuente : Elaboración propia . Laboratorio de Análisis Instrumental FIQM-UNSCH

### pH

Unidad Medida : pH

N° de muestra	RIO		
	Apurímac ( Puente San Francisco)	Apurímac ( Ccatun Rumi)	Apurímac ( Llohegua )
1	7.62	7.75	7.63
2	7.74	7.67	7.72
3	7.52	7.65	7.57
4	7.62	7.93	7.61

Fuente : Elaboración propia . Laboratorio de Análisis Instrumental FIQM-UNSCH

### ANEXO 3

#### ESTANDAR NACIONAL DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA

#### CATEGORIA 1: POBLACIONAL Y RECREACIONAL

PARAMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficial destinadas para recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Agua que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto primario	Contacto secundario
INORGANICOS		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
Cadmio	mg/L	0.003	0.003	0.01	0.01	“
Plomo	mg/L	0.01	0.05	0.05	0.01	“

“Se entenderá que para esta sub categoría , el parámetro no es relevante , salvo casos específicos que la autoridad competente determine

#### CATEGORIA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDAS DE ANIMALES

PARAMETROS	UNIDAD	RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y ALTO	BEBIDAS DE ANIMALES
		VALOR	VALOR
Cadmio	mg/L	0.005	0.01
Plomo	mg/L	0.05	0.05

#### CATEGORIA 4: CONSERVACION DEL AMBIENTE ACUATICO

PARAMETROS	UNIDADES	RIOS	
		COSTA Y SIERRA	SELVA
Cadmio	mg/L	0.004	0.004
Plomo	mg/L	0.001	0.001

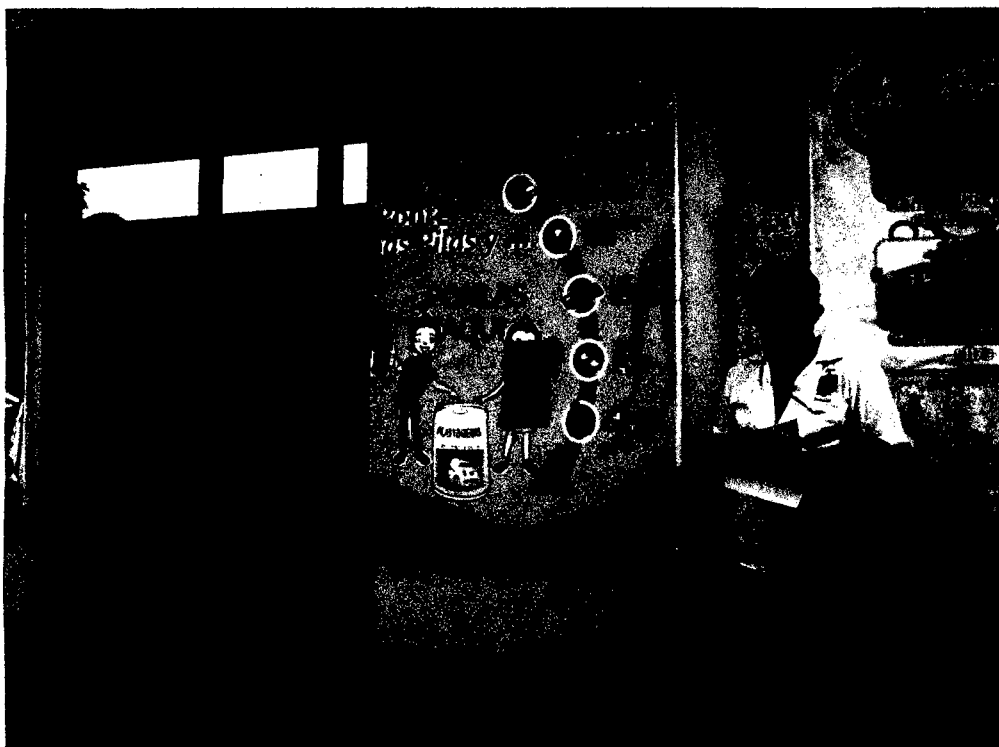
Fuente: NORMA LEGAL “EL PERUANO” 31 /7/2008

## ANEXO 4

### PANEL FOTOGRAFICO



**FOTOGRAFIA A1.- Toma de datos de temperatura ambiental y del agua en estación de muestra RA-01**



**FOTOGRAFIA A.2.-Panel en la Municipalidad distrital de Llochegua**





**FOTOGRAFIA A.3.- Muestras del Río Apurímac en las diferentes estaciones de muestreo**



**FOTOGRAFIA A.4.- Equipo de absorción atómica de la UN.I.**



**FOTOGRAFIA A.5.- Equipo de absorción atómica de la Universidad Nacional de Ingeniería**

**ANEXO N° 05**

**INSUMOS QUIMICOS FISCALIZADOS SEGÚN LEY N° 28305**

<b>N°</b>	<b>I.Q.F.</b>	<b>FORMULA QUIMICA</b>	<b>ALGUNAS OTRAS DENOMINACIONES</b>
01	Acetona	$(CH_3)_2CO$	Dimetilcetona, propanona, ácido piro acético
02	Acetato de etilo	$CH_3COO. CH_2 CH_3$	Ester acético ,vinagre de nafta
03	Ácido clorhídrico y/o muriático	HCl	Cloruro de hidrogeno en solución acuosa, ácido muriático
04	Ácido sulfúrico	$H_2SO_4$	Oleum, ácido sulfúrico fumante, aceite de vitriolo,
05	Ácido antranílico	$(NH_2) C_6H_4 (COOH)$	Acido orto aminobenzoico, acido 2 aminobenzoico
06	Amoníaco	$NH_3$	Amoníaco anhidro, gas amoniacal
07	Anhídrido acético	$(CH_2CO)_2$	Oxido acético
08	Benceno	$C_6H_6$	Nata de carbón, ciclohexanotrieno
09	Carbonato de sodio	$Na_2CO_3$	Carbonato bi sódico, sal de sosa cristalizada, carbonato sódico, sosa de solvay
10	Carbonato de potasio	$K_2CO_3$	Sal tartara, carbonato bi potásico, cenizas de perla
11	Cloruro de amonio	$NH_4Cl$	Sal de amoníaco, clorhidrato amónico
12	Éter etílico	$(C_2H_5)_2$	Oxido de etilo, éter anestésico, éter di etílico, éter sulfúrico
13	Hexano	$CH_3 (CH_2)_4 CH_3$	Hidrilo de capoiolo, hidridohexílico
14	Hipoclorito de sodio	$NaClO$	Lejía, agua de labarraque
15	Isosafrol	$(CH_2OO)C_6H_3$ $(CH=CHCH_3)$	1,2 metilenodioxi4 propennilbenceno, 5-1 propenil 1,3 benzodioxol
16	Kerosene	----	Petróleo lampante, aceite mineral
17	Metiletil cetona	$CH_3 CO CH_2 CH_3$	Butanona, 2 butanona, MEK
18	Metil isobutil cetona	$(CH_3)_2 CH CH_2 CO CH_3$	Isopropilacetona,hexona, 4 metl 2 pentanona
19	Oxido de calcio	$CaO$	Cal viva, cal fundente
20	Permanganato de potasio	$KMnO_4$	Camaleón mineral, camaleón violeta, sal de potasio del ácido per mangánico
21	Piperonal	$CH_2 OO (C_6H_3) CHO$	3,4,metilenodioxi-benzaldehido, heliotropin
22	Safrol	$CH_2 OO (C_6H_5)$ $CH_2 CH = CH_2$	1,2 metilenodioxi 4 alil benceno, 1,3 benzodioxol
23	Sulfato de sodio	$Na_2SO_4$	En la forma anhidra: sulfato sódico anhidro, torta de sal En la forma hidratada: sulfato sódico decahidratada, sal de glauber, vitriolo de sosa
24	Tolueno	$C_6H_4 (CH_3)$	Toluol, hidruro de cresilo, fenilmetano, metilbenceno, metacida
25	Xileno	$C_6H_4 (CH_3)$	Dimetilbenceno, xilol

**ANEXO N° 06**

**NOMBRE GENÉRICO Y COMERCIAL DE ALGUNOS PLAGUICIDAS**

<b>NOMBRE COMERCIAL</b>	<b>NOMBRE GENERICO</b>	<b>CLASE</b>
ALDRIN	ALDRIN	Insecticida
AMBUSCH	PERMETRINA	Insecticida
FURUDAN	CARBOFURAN	Insecticida /nemt
HERBAXONE	PARAQUAT	Herbicida
MALATHION	MALATHION	Insecticida
POLYRAM COMBI	METIRAM	Fungicida

## COMPARACION DE RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICOS AÑOS 1998 y 2000, SOBRE CALIDAD DE AGUAS DE LOS RIOS DE LA CUENCA DEL RIO APURIMAC

Nombre Ríos	ELEMENTOS QUÍMICOS MUESTREADOS (mg/Litro)													
	Cadmio (Cd)		Cobre (Cu)		Cromo (Cr)		Hierro (Fe)		Manganeso (Mn)		Plomo (Pb)		Zinc (Zn)	
	1998	2000	1998	2000	1998	2000	1998	2000	1998	2000	1998	2000	1998	2000
San Luis	0.003	0.033	0.008	0.025	0.000	0.038	0.080	1.880	0.013	0.030	0.060	0.025	0.015	0.038
Omayá	0.003	0.033	0.015	0.025	0.008	0.038	0.305	0.125	0.023	0.025	0.050	0.025	0.018	0.013
Santa Rosa	0.000	0.033	0.015	0.063	0.000	0.038	0.153	67.750	0.023	1.400	0.050	0.033	0.023	0.128
Catute	0.000	0.033	0.013	0.025	0.000	0.038	0.103	7.800	0.020	0.220	0.050	0.025	0.008	0.040
Marintari	0.003	0.033	0.013	0.600	0.005	0.038	0.210	42.500	0.023	0.995	0.033	0.100	0.015	0.120
Samugari	0.003	0.033	0.015	0.025	0.010	0.038	0.075	12.700	0.018	0.310	0.035	0.045	0.020	0.085
Palmapampa	0.000	0.033	0.013	0.035	0.015	0.038	0.263	12.500	0.030	0.295	0.085	0.075	0.015	0.100
Piñato	0.003	0.033	0.008	0.020	0.008	0.038	0.623	20.000	0.023	0.260	0.033	0.025	0.020	0.078
Pichari	0.003	0.033	0.013	0.025	0.000	0.038	0.165	0.110	0.015	0.025	0.055	0.025	0.015	0.038
Otari	0.003	0.033	0.008	0.025	0.000	0.038	0.200	0.270	0.020	0.025	0.050	0.025	0.018	0.038
Piene	0.003	0.033	0.008	0.025	0.005	0.038	0.108	2.500	0.015	0.055	0.025	0.025	0.015	0.038
Triboline	0.005	0.033	0.018	0.025	0.010	0.038	1.725	0.078	0.115	0.025	0.055	0.025	0.030	0.038
Sivia (1)	0.003		0.010		0.005		1.500		0.060		0.070		0.023	
Sivia (2)	0.003	0.033	0.015	0.040	0.015	0.038	0.025	27.050	0.015	0.850	0.050	0.025	0.003	0.093
Sivia (3)	0.000	0.033	0.013	0.025	0.008	0.038	0.458	2.350	0.035	0.060	0.058	0.025	0.020	0.030
Acon	0.005	0.033	0.018	0.025	0.005	0.038	2.225	11.400	0.100	0.170	0.040	0.025	0.025	0.060
Kimbiri	0.005	0.033	0.008	0.025	0.003	0.038	0.138	0.125	0.015	0.025	0.048	0.025	0.023	0.013
San Kirhuato	0.000	0.033	0.013	0.025	0.005	0.038	2.600	1.550	0.090	0.113	0.055	0.025	0.050	0.038

Sivia (1) Desembocadura al río Apurimac, Sivia (2): cercano al pueblo de Sivia, Sivia (3): cercano al Centro poblado de Chuvivana

**FUENTE:** Elaboración, A. Gomez S. Y L. Huamani P., en base al Monitoreo de la Calidad de Agua en el Valle Apurimac. Años 1998, 2000.  
Programa Desarrollo Alternativo Oficina Medio Ambiental CONTRADROGAS

## ANEXO N° 8

Estudio de la calidad del agua en el valle del Río Apurímac

**Cuadro de resultados mostrando la concentración de metales pesados en las muestras de agua de las 33 microcuencas del estudio**

Punto de Muestreo	Cadmio (mg/L)	Cromo (mg/L)	Cobre (mg/L)	Níquel (mg/L)	Plomo (mg/L)	Selenio (mg/L)	Zinc (mg/L)
<b>Estándar A 1 Consumo Humano</b>	<b>0.003</b>	<b>0.05</b>	<b>2</b>	<b>0.02</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>3</b>
Anchihuay	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0033	0.003	0.0017
Magdalena	0.0004	0.0004	0.0007	0.0015	0.0023	0.003	0.003
Samugari	0.001	0.007	0.014	0.015	0.0118	0.003	0.0335
Pichihuilca	0.0004	0.0004	0.0004	0.0005	0.0026	0.003	0.003
Meja Mayo	0.0004	0.0014	0.0025	0.0041	0.0059	0.003	0.008
Marintari	0.0004	0.0004	0.0005	0.0013	0.004	0.003	0.003
Santa Rosa	0.0004	0.0004	0.0006	0.0006	0.003	0.003	0.003
Katute	0.0004	0.0004	0.0009	0.0007	0.0027	0.003	0.003
Sankirhuato	0.0004	0.0024	0.0023	0.0021	0.0052	0.003	0.0065
Aurora	0.0004	0.0033	0.0027	0.0023	0.0055	0.003	0.005
Piene	0.0004	0.0029	0.0035	0.0031	0.0123	0.003	0.024
Kint'inkiriki	0.0022	0.0144	0.0125	0.0166	0.0183	0.003	0.0485
Triboline	0.0007	0.0037	0.0061	0.0116	0.0068	0.003	0.029
Sivia	0.0022	0.0151	0.0152	0.0222	0.0178	0.003	0.0725
Acon	0.0007	0.0045	0.0071	0.0134	0.0068	0.003	0.0295
Tincuy	0.0015	0.0127	0.0137	0.0156	0.0158	0.003	0.0475
Mayapo	0.0004	0.0005	0.0017	0.0004	0.0037	0.003	0.003
Canayre	0.0005	0.0043	0.0036	0.0039	0.0073	0.003	0.0105
Kimbiri	0.0004	0.0004	0.0005	0.0004	0.0022	0.003	0.003
Mapitunari	0.0004	0.0004	0.0006	0.0004	0.0017	0.003	0.003
Chirumpiari	0.0004	0.0034	0.0052	0.0042	0.0049	0.003	0.0195
Lobo Tahuantinsuyo	0.0004	0.0004	0.0012	0.0004	0.0023	0.003	0.003
Ormaya	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0034	0.003	0.003
Sampantuari	0.0004	0.0009	0.0011	0.0024	0.0051	0.003	0.003
Pichari	0.0004	0.0004	0.0004	0.0005	0.0022	0.003	0.0035
Otari	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0037	0.003	0.003
Trincaveni	0.0004	0.0004	0.0025	0.0026	0.0027	0.003	0.006
Ubitao	0.0004	0.0004	0.0004	0.0009	0.0018	0.0035	0.0055
Quisto Valle	0.0004	0.0004	0.0006	0.0007	0.0021	0.003	0.005
Camunachari	0.0004	0.0004	0.0004	0.0073	0.0031	0.003	0.0105
Sabogato	0.0018	0.0127	0.01	0.013	0.0148	0.003	0.036
Santa Rosa	0.0004	0.0011	0.0015	0.0004	0.0049	0.003	0.003

FUENTE: DEVIDA. Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin drogas. Estudio de la calidad del agua en el Valle del Río Apurímac. Octubre 2013



**Inassa**  
**ENVIROLAB**

**ANEXO N° 09**  
**NSF Envirolab**

LABORATORIO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION  
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-011

**INFORME FINAL**



Registro N° LE-011

**Dirección de Entrega:**  
Luis Alberto Cossio  
Cossio Herrera Luis Alberto  
Jr. Libertad Nro. 729  
Ayacucho  
Huamanga, Ayacucho  
Peru

**Solicitante: C0202639**  
Cossio Herrera Luis Alberto  
Jr. Libertad Nro. 729  
Ayacucho  
Huamanga , Ayacucho  
Peru

Resultado	Completo	Fecha de Informe	2014-10-20
Procedencia ...			
Producto	Agua		
Tipo de Servicio	Análisis		
Informe de Ensayo N°	J-00151441		
Coordinador de Proyecto	Karina Rios Rey		

**Gracias por utilizar los servicios de NSF Envirolab. Por favor, póngase en contacto con el Coordinador de Proyecto, si desea información adicional o cualquier aclaración que pertenecen a este informe.**

Informe Autorizado por

Enrique Quevedo Bacigalupo  
Jefe de Laboratorio

Ing. Melina Granados Chuco  
Asistente de Jefatura de Laboratorio

Fecha de Emisión 2014-10-20

Tel: (511) 616-5400

Fax: (511) 616-5418

Av. La Marina 3059 San Miguel - Lima 32 PERU

Email: [envirolab@envirolabperu.com.pe](mailto:envirolab@envirolabperu.com.pe)

Web: [www.envirolabperu.com.pe](http://www.envirolabperu.com.pe)

20141020180209

J-00151441

pág 1 de 4

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF Envirolab. Solamente los documentos originales son válidos y NSF Envirolab no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.



**Inassa**  
**ENVIROLAB**



**Información General**

Matriz: Agua  
Solicitud de Análisis: Cotización N° 22881 (Oct-148)  
Muestreado por: Cliente  
Procedencia: ...

Identificación de Laboratorio: S-0001087138  
Tipo de Muestra: Agua Superficial  
Identificación de Muestra: Río Marintari  
Fecha de Recepción/Inicio de Análisis: 2014-10-09  
Fecha y hora de Muestreo: 2014-10-02 00:00

Análisis	Fecha de Fin de Análisis	Resultado
N.D.: Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis ( ).		
<b>Química</b>		
Cadmio Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2014-10-10	
Cadmio Total		ND(<0,001) mg/L
Plomo Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2014-10-10	
Plomo Total		0,003 mg/L

Identificación de Laboratorio: S-0001087139  
Tipo de Muestra: Agua Superficial  
Identificación de Muestra: Río Apurimac (San Francisco)  
Fecha de Recepción/Inicio de Análisis: 2014-10-09  
Fecha y hora de Muestreo: 2014-10-02 00:00

Análisis	Fecha de Fin de Análisis	Resultado
N.D.: Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis ( ).		
<b>Química</b>		
Cadmio Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2014-10-10	
Cadmio Total		ND(<0,001) mg/L
Plomo Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2014-10-10	
Plomo Total		0,012 mg/L

Identificación de Laboratorio: S-0001087140  
Tipo de Muestra: Agua Superficial  
Identificación de Muestra: Río Sivia  
Fecha de Recepción/Inicio de Análisis: 2014-10-09  
Fecha y hora de Muestreo: 2014-10-02 00:00

Análisis	Fecha de Fin de Análisis	Resultado
N.D.: Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis ( ).		
<b>Química</b>		
Cadmio Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2014-10-10	
Cadmio Total		ND(<0,001) mg/L
Plomo Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2014-10-10	
Plomo Total		0,030 mg/L





**Inassa**  
**ENVIROLAB**



Identificación de Laboratorio: S-0001087141  
 Tipo de Muestra: Agua Superficial  
 Identificación de Muestra: Río Apurímac (CCATUN RUMI)  
 Fecha de Recepción/Inicio de Análisis: 2014-10-09  
 Fecha y hora de Muestreo: 2014-10-02 00:00

Análisis	Fecha de Fin de Análisis	Resultado
N.D.: Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis ( ).		
<b>Química</b>		
Cadmio Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2014-10-10	
Cadmio Total		ND(<0,001) mg/L
Plomo Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2014-10-10	
Plomo Total		0,006 mg/L

Identificación de Laboratorio: S-0001087142  
 Tipo de Muestra: Agua Superficial  
 Identificación de Muestra: Río Apurímac (LLOCHE' GUA)  
 Fecha de Recepción/Inicio de Análisis: 2014-10-09  
 Fecha y hora de Muestreo: 2014-10-02 00:00

Análisis	Fecha de Fin de Análisis	Resultado
N.D.: Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis ( ).		
<b>Química</b>		
Cadmio Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2014-10-10	
Cadmio Total		ND(<0,001) mg/L
Plomo Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2014-10-10	
Plomo Total		0,005 mg/L



**Inassa**  
**ENVIROLAB**



**Laboratorios de Ensayos:**

	<u>Id</u>	<u>Dirección</u>
Ensayos realizado en: →	NSF_LIMA_E	NSF Envirolab, Lima, Peru Avenida La Marina 3059 San Miguel Lima, Perú

**Referencias a los Procedimientos de Ensayo:**

Referencia Técnica

IQ0766	Cadmio Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994
IQ0782	Plomo Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994

Descripciones de ensayos precedidos por un "" indican que los métodos no han sido acreditados por el INDECOPI-SNA y la prueba se ha realizado según los requisitos de NSF. De no contar con el "" indica los parámetros asociados a esta(s) muestra(s) se encuentran dentro del alcance de la acreditación.



**Inassa**  
**ENVIROLAB**

## NSF Envirolab

LABORATORIO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION  
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-011

## INFORME FINAL



Registro N° LE-011

**Dirección de Entrega:**  
Luis Alberto Cossio  
Cossio Herrera Luis Alberto  
Jr. Libertad Nro. 729  
Ayacucho  
Huamanga, Ayacucho  
Peru

**Solicitante: C0202639**  
Cossio Herrera Luis Alberto  
Jr. Libertad Nro. 729  
Ayacucho  
Huamanga, Ayacucho  
Peru

Resultado	Completo	Fecha de Informe	2014-06-18
Procedencia	Cossio Herrera Luis Alberto		
Producto	Agua		
Tipo de Servicio	Análisis		
Informe de Ensayo N°	J-00141272		
Coordinador de Proyecto	Karina Rios Rey		

Gracias por utilizar los servicios de NSF Envirolab. Por favor, póngase en contacto con el Coordinador de Proyecto, si desea información adicional o cualquier aclaración que pertenecen a este informe.

Informe Autorizado por

Ing. Melina Granados Chuco  
Asistente de Jefatura del Laboratorio

C.I.P. N° 101700

Fecha de Emisión 2014-06-18

Tel: (511) 616-5400

Fax: (511) 616-5418

Av. La Marina 3059 San Miguel - Lima 32 PERU  
Email: [envirolab@envirolabperu.com.pe](mailto:envirolab@envirolabperu.com.pe)

Web: [www.envirolabperu.com.pe](http://www.envirolabperu.com.pe)

I20140618111904

J-00141272

pág 1 de 4

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF Envirolab. Solamente los documentos originales son válidos y NSF Envirolab no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.



**Información General**

Matriz: Agua  
Solicitud de Análisis: Cotización N° 20482  
Muestreado por: Cliente  
Procedencia: Apurímac

Identificación de Laboratorio: S-0001042701  
Tipo de Muestra: Agua Superficial  
Identificación de Muestra: Río Apurímac (Llochegua)  
Fecha de Recepción/Inicio de Análisis: 2014-05-30  
Fecha y hora de Muestreo: 2014-05-24 00:00

Análisis	Fecha de Fin de Análisis	Resultado
N.D.: Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis ( ).		
<b>Química</b>		
Cadmio Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2014-06-03	
Cadmio Total		ND(<0.001) mg/L
Plomo Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2014-06-03	
Plomo Total		ND(<0.001) mg/L

Identificación de Laboratorio: S-0001042702  
Tipo de Muestra: Agua Superficial  
Identificación de Muestra: Río Apurímac (San Francisco)  
Fecha de Recepción/Inicio de Análisis: 2014-05-30  
Fecha y hora de Muestreo: 2014-05-24 00:00

Análisis	Fecha de Fin de Análisis	Resultado
N.D.: Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis ( ).		
<b>Química</b>		
Cadmio Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2014-06-03	
Cadmio Total		ND(<0.001) mg/L
Plomo Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2014-06-03	
Plomo Total		ND(<0.001) mg/L

Identificación de Laboratorio: S-0001042703  
Tipo de Muestra: Agua Superficial  
Identificación de Muestra: Río Marintari  
Fecha de Recepción/Inicio de Análisis: 2014-05-30  
Fecha y hora de Muestreo: 2014-05-24 00:00

Análisis	Fecha de Fin de Análisis	Resultado
N.D.: Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis ( ).		
<b>Química</b>		
Cadmio Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2014-06-03	
Cadmio Total		ND(<0.001) mg/L



Análisis	Fecha de Fin de Análisis	Resultado
N.D.: Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis ( ).		
<b>Química ( Continúa... )</b>		
Plomo Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2014-06-03	
Plomo Total		ND(<0.001) mg/L

Identificación de Laboratorio: S-0001042704  
Tipo de Muestra: Agua Superficial  
Identificación de Muestra: Río Apurímac Ccatun Rumi  
Fecha de Recepción/Inicio de Análisis: 2014-05-30  
Fecha y hora de Muestreo: 2014-05-24 00:00

Análisis	Fecha de Fin de Análisis	Resultado
N.D.: Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis ( ).		
<b>Química</b>		
Cadmio Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2014-06-03	
Cadmio Total		ND(<0.001) mg/L
Plomo Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2014-06-03	
Plomo Total		ND(<0.001) mg/L

Identificación de Laboratorio: S-0001042705  
Tipo de Muestra: Agua Superficial  
Identificación de Muestra: Río Sivia  
Fecha de Recepción/Inicio de Análisis: 2014-05-30  
Fecha y hora de Muestreo: 2014-05-24 00:00

Análisis	Fecha de Fin de Análisis	Resultado
N.D.: Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis ( ).		
<b>Química</b>		
Cadmio Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2014-06-03	
Cadmio Total		ND(<0.001) mg/L
Plomo Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2014-06-03	
Plomo Total		ND(<0.001) mg/L

**Nota(s):**

La muestra llegó preservada al Laboratorio.  
La fecha de muestreo es dato proporcionado por el Cliente.



**Laboratorios de Ensayos:**

	<u>Id</u>	<u>Dirección</u>
Ensayos realizado en: →	NSF_LIMA_E	NSF Envirolab, Lima, Peru Avenida La Marina 3059 San Miguel Lima, Perú

**Referencias a los Procedimientos de Ensayo:**

Referencia Técnica

IQ0766	Cadmio Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994
IQ0782	Plomo Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994

Descripciones de ensayos precedidos por un "" indican que los métodos no han sido acreditados por el INDECOPI-SNA y la prueba se ha realizado según los requisitos de NSF. De no contar con el "" indica los parámetros asociados a esta(s) muestra(s) se encuentran dentro del alcance de la acreditación.

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACIÓN  
CON REGISTRO N° LE-011**

**INFORME DE ENSAYO N° 1404294**

**Solicitante:** COSSIO HERRERA LUIS ALBERTO

**Domicilio Legal:** Jr. Libertad N° 729  
Ayacucho - Huamanga

**Tipo de Muestra:** Agua Superficial

**Plan de Muestreo:** Muestra proporcionada por el Cliente

**Solicitud de Análisis:** ABR-294

**Procedencia de la Muestra:** ...

**Fecha de Ingreso:** 2014-04-12

**Código ENVIROLAB-PERU:** 1404294

**Referencia:** Cotización N° 20427

**Análisis :** Plomo Total **Método de Referencia:** EPA 200.7

Código de laboratorio	Descripción de muestra	Fecha de Muestreo	Límite de Cuantificación	Resultado	Unidad	Fecha de Análisis
1404294-01	Río Apurimac (Llochegua)	2014-03-31	0.001	0.027	mg/L	2014-04-15
1404294-02	Río Apurimac (Ccatum Rumi)	2014-03-31	0.001	0.013	mg/L	2014-04-15
1404294-03	Río Sivia	2014-03-31	0.001	0.041	mg/L	2014-04-15
1404294-04	Río Apurimac	2014-03-31	0.001	0.031	mg/L	2014-04-15
1404294-05	Río Marintari	2014-03-31	0.001	0.003	mg/L	2014-04-15

\*\*\*

"N.D." Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado.

Condición y Estado de la Muestra Ensayada:

Las muestras llegaron preservadas en frío al Laboratorio.

**Nota:**

La fecha de muestreo es dato proporcionado por el Cliente.

**Metales:**

EPA 200.7 Revisión 4.4, May 1994  
Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry

MELINA GRANADOS CHUCO  
C.I.P. N° 101700

ENRIQUE QUEVEDO BACIGALUPO  
Jefe de Laboratorio

Lima, Perú, 2014-04-25

**Observaciones:** -Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.  
-Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.  
-Dependiendo del parámetro a ser analizado las muestras tendrán un tiempo de custodia máximo de 7 días calendario después de entregado el Informe de Ensayo.

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACIÓN  
CON REGISTRO N° LE-011**

**INFORME DE ENSAYO N° 1404294**

**Solicitante:** COSSIO HERRERA LUIS ALBERTO

**Domicilio Legal:** Jr. Libertad N° 729  
Ayacucho - Huamanga

**Tipo de Muestra:** Agua Superficial

**Plan de Muestreo:** Muestra proporcionada por el Cliente

**Solicitud de Análisis:** ABR-294

**Procedencia de la Muestra:** ...

**Fecha de Ingreso:** 2014-04-12

**Código ENVIROLAB-PERU:** 1404294

**Referencia:** Cotización N° 20427

**Análisis :** Cadmio Total **Método de Referencia:** EPA 200.7

Código de laboratorio	Descripción de muestra	Fecha de Muestreo	Límite de Cuantificación	Resultado	Unidad	Fecha de Análisis
1404294-01	Río Apurimac (Llochegua)	2014-03-31	0.001	N.D.	mg/L	2014-04-15
1404294-02	Río Apurimac (Ccatum Rumi)	2014-03-31	0.001	N.D.	mg/L	2014-04-15
1404294-03	Río Sivia	2014-03-31	0.001	N.D.	mg/L	2014-04-15
1404294-04	Río Apurimac	2014-03-31	0.001	N.D.	mg/L	2014-04-15
1404294-05	Río Marintari	2014-03-31	0.001	N.D.	mg/L	2014-04-15

\*\*\*

"N.D." Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado.

Condición y Estado de la Muestra Ensayada:

Las muestras llegaron preservadas en frío al Laboratorio.

**Nota:**

La fecha de muestreo es dato proporcionado por el Cliente.

**Metales:**

EPA 200.7 Revisión 4.4, May1994

Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry

**Observaciones:** -Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.

-Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.

-Dependiendo del parámetro a ser analizado las muestras tendrán un tiempo de custodia máximo de 7 días calendario después de entregado el Informe de Ensayo.





377222

## NORMAS LEGALES

El Peruano  
Lima, jueves 31 de julio de 2008

Diagnóstico y el usuario esté dispuesto a proporcionarlos, el valor de dichos insumos será descontado del precio del servicio, previa presentación de la copia del comprobante de pago. Los insumos requeridos deberán ceñirse a las especificaciones técnicas exigidas por el SENASA.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

OSCAR M. DOMINGUEZ FALCON  
Jefe (e)  
Servicio Nacional de Sanidad Agraria

232229-1

## AMBIENTE

### Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua

DECRETO SUPREMO  
N° 002-2008-MINAM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, en el inciso 22 del artículo 2° de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida; señalando en su artículo 67° que el Estado determina la Política Nacional del Ambiente;

Que, el artículo I del Título Preliminar de la Ley N° 28611-Ley General del Ambiente, establece que toda persona tiene el derecho inrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país;

Que, el artículo 1° de la Ley N° 28817-Ley que establece los plazos para la elaboración y aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y de Límites Máximos Permisibles (LMP) de Contaminación Ambiental, dispuso que la Autoridad Ambiental Nacional culminaría la elaboración y revisión de los ECA y LMP en un plazo no mayor de dos (02) años, contados a partir de la vigencia de dicha Ley;

Que con fecha 16 de junio de 1999 se instaló el GESTA AGUA, cuya finalidad fue elaborar los Estándares de Calidad Ambiental para Agua - ECA para Agua, estando conformado dicho Grupo de Trabajo por 21 instituciones del sector público, privado y académico, actuando la Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA como Secretaría Técnica;

Que, mediante Oficio N° 8262-2006/DG/DIGESA de fecha 28 de diciembre de 2006, la Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA, en coordinación con el Instituto Nacional de Recursos Naturales - INRENA, en calidad de Secretaría Técnica Colegiada del GESTA

AGUA, remitió al CONAM, la propuesta de Estándares de Calidad Ambiental-ECA para Agua con la finalidad de tramitar su aprobación formal;

Que, por Acta del Grupo de Trabajo GESTA AGUA, de fecha 24 de octubre de 2007, se aprobó la propuesta de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua;

Que, mediante Decreto Legislativo N° 1013 se aprobó la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, señalándose su ámbito de competencia sectorial y regulándose su estructura orgánica y funciones, siendo una de sus funciones específicas la de elaborar los Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles;

Que, contando con la propuesta de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua, corresponde aprobarlos mediante Decreto Supremo, conforme a lo establecido en el artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1013;

De conformidad con lo dispuesto en la Ley General del Ambiente, Ley N° 28611 y el Decreto Legislativo N° 1013; En uso de las facultades conferidas por el artículo 118° de la Constitución Política del Perú;

DECRETA:

Artículo 1°.- Aprobación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua

Aprobar los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, contenidos en el Anexo I del presente Decreto Supremo, con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Los Estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.

Artículo 2°.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro del Ambiente.

#### DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA TRANSITORIA

Única.- El Ministerio del Ambiente dictará las normas para la implementación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, como instrumentos para la gestión ambiental por los sectores y niveles de gobierno involucrados en la conservación y aprovechamiento sostenible del recurso agua.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los treinta días del mes de julio del año dos mil ocho.

ALAN GARCÍA PÉREZ  
Presidente Constitucional de la República

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG  
Ministro del Ambiente

**El Peruano**  
DIARIO OFICIAL

### REQUISITO PARA PUBLICACIÓN DE NORMAS LEGALES Y SENTENCIAS

Se comunica al Congreso de la República, Poder Judicial, Ministerios, Organismos Autónomos y Descentralizados, Gobiernos Regionales y Municipalidades que, para efecto de publicar sus dispositivos y sentencias en la Separata de Normas Legales y Separatas Especiales respectivamente, deberán además remitir estos documentos en disquete o al siguiente correo electrónico. [normaslegales@editoraperu.com.pe](mailto:normaslegales@editoraperu.com.pe)

LA DIRECCIÓN



ANEXO I

ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA

CATEGORÍA 1: POBLACIONAL Y RECREACIONAL

PARAMETRO	UNIDAD	Agua para fines distintos a la producción de agua potable			Agua para consumo humano	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Agua que recibe un tratamiento con desinfección	Agua que puede ser potable con tratamiento convencional	Agua que puede ser potable con tratamiento avanzado	Agua que puede ser potable con tratamiento convencional	Agua que puede ser potable con tratamiento avanzado
		ML/L	ML/L	ML/L	ML/L	ML/L
<b>FÍSICOS Y QUÍMICOS</b>						
Aceites y grasas (MEP)	mg/L	1	1,00	1,00	Ausencia de película visible	**
Carbono Libre	mg/L	0,005	0,022	0,022	0,022	0,022
Carbono Wad	mg/L	0,08	0,08	0,08	0,08	**
Cloruros	mg/L	250	250	250	**	**
Color	Color verdadero escala Pt/Co	15	100	200	sin cambio normal	sin cambio normal
Conductividad	µS/cm @ 25	1 500	1 600	**	**	**
D.B.O. <sub>5</sub>	mg/L	3	5	10	5	10
D.Q.O.	mg/L	10	20	30	30	50
Dureza	mg/L	500	**	**	**	**
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5	0,5	**	0,5	Ausencia de espuma persistente
Fenoles	mg/L	0,003	0,01	0,1	**	**
Fluoruros	mg/L	1	**	**	**	**
Fósforo Total	mg/L P	0,1	0,15	0,15	**	**
Materiales Flotantes		Ausencia de material flotante	**	**	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos	mg/L N	10	10	10	10	**
Nitritos	mg/L N	1	1	1	1(5)	**
Nitrogeno amoniacal	mg/L N	1,5	2	3,7	**	**
Olor		Acceptable	**	**	Acceptable	**
Oxígeno Disuelto	mg/L	>= 6	>= 5	>= 4	>= 5	>= 4
pH	Unidad de pH	6,5-8,5	5,5-9,0	5,5-9,0	6-9 (2,5)	**
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500	**	**
Sulfatos	mg/L	250	**	**	**	**
Sulfuros	mg/L	0,05	**	**	0,05	**
Turbiedad	UNT @	5	100	**	100	**
<b>INORGÁNICOS</b>						
Aluminio	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	**
Antimonio	mg/L	0,006	0,005	0,005	0,006	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,05	0,01	**
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	0,7	**
Berilio	mg/L	0,004	0,04	0,04	0,04	**
Boro	mg/L	0,5	0,5	0,75	0,5	**
Cadmio	mg/L	0,003	0,003	0,01	0,01	**
Cobre	mg/L	2	2	2	2	**
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	**
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	**
Hierro	mg/L	0,3	1	1	0,3	**
Manganeso	mg/L	0,1	0,4	0,5	0,1	**
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,001	**
Níquel	mg/L	0,02	0,025	0,025	0,02	**
Plata	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	0,05
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	**
Selenio	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	**
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Vanadio	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Zinc	mg/L	3	5	5	3	**
<b>ORGÁNICOS</b>						
<b>I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES</b>						
Hidrocarburos totales de petróleo, HTP	mg/L	0,05	0,2	0,2	**	**
Trihalometanos	mg/L	0,1	0,1	0,1	**	**
<b>Compuestos Orgánicos Volátiles, COVs</b>						
1,1,1-Tricloroetano - 71-55-6	mg/L	2	2	**	**	**
1,1-Dicloroetano - 75-35-4	mg/L	0,03	0,03	**	**	**
1,2-Dicloroetano - 107-06-2	mg/L	0,03	0,03	**	**	**
1,2-Diclorobenceno - 95-50-1	mg/L	1	1	**	**	**
Hexaclorobutadieno - 87-68-3	mg/L	0,006	0,006	**	**	**
Tetracloroetano - 127-18-4	mg/L	0,04	0,04	**	**	**
Tetracloro de Carbono - 56-23-5	mg/L	0,02	0,02	**	**	**
Tricloroetano - 79-01-6	mg/L	0,07	0,07	**	**	**
<b>BTEX</b>						

DESCARGO DESDE WWW.EJECUTIVO.GOV.PE



PARAMETRO	UNIDADES	AGUA SUPERFICIAL DESTINADA A LA PROTECCION DE AGUA POTABLE			AGUA PARA USO DOMESTICO	
		Clase I	Clase II	Clase III	Clase I	Clase II
		Agua que puede ser utilizada para consumo humano sin tratamiento convencional	Agua que puede ser utilizada para consumo humano con tratamiento convencional	Agua que puede ser utilizada para consumo humano con tratamiento avanzado	Agua que puede ser utilizada para consumo humano con tratamiento avanzado	Agua que puede ser utilizada para consumo humano con tratamiento avanzado
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
Benceno - 71-43-2	mg/L	0,01	0,01	**	**	**
Etilbenceno - 100-41-4	mg/L	0,3	0,3	**	**	**
Tolueno - 108-88-3	mg/L	0,7	0,7	**	**	**
Xilenos - 1330-20-7	mg/L	0,5	0,5	**	**	**
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>						
Benzo(a)pireno - 50-32-6	mg/L	0,007	0,007	**	**	**
Fluoranteno (PCF)	mg/L	0,009	0,009	**	**	**
Triarilbenzenos (Totales)	mg/L	0,02	0,02	**	**	**
<b>Pesticidas</b>						
<b>Organofosforados:</b>						
Malatión	mg/L	0,001	0,001	**	**	**
Metamidofós (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Paraquat (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Paratión	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
<b>Organoclorados (COP)*:</b>						
Aldrin - 309-00-2	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Clordano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
DDT	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Dieldrin - 60-57-1	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	*	**	**
Endrin - 72-20-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Heptacloro - 76-44-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Heptacloro epóxido 1024-57-3	mg/L	0,00003	0,00003	*	**	**
Lindano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
<b>Carbamatos:</b>						
Aldicarb (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
<b>Policloruros Bifenílicos Totales (PCBs)</b>	mg/L	0,00001	0,00001	**	**	**
Otros						
Asbesto	Millones de fibras/L	7	**	**	**	**
<b>MICROBIOLÓGICO</b>						
Coliformes Termotolerantes (44,5 °C)	NMP/100 mL	0	2 000	20 000	200	1 000
Coliformes Totales (35 - 37 °C)	NMP/100 mL	50	3 000	50 000	1 000	4 000
Enterococos fecales	NMP/100 mL	0	0	0	200	**
Escherichia coli	NMP/100 mL	0	0	0	Ausencia	Ausencia
Formas parasitarias	Organismos/L	0	0	0	0	0
Giardia duodenalis	Organismos/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Salmonella	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia	0	0
Vibrio Cholerae	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

UNT Unidad Nefelométrica Turbiedad  
NMP/100 mL Número más probable en 100 mL

\* Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP)

\*\* Se entenderá que para esta subcategoría, el parámetro no es relevante, salvo casos específicos que la Autoridad competente determine.

CATEGORÍA 2: ACTIVIDADES MARINO COSTERAS

PARAMETRO	UNIDADES	AGUA DE MAR		
		Sub Categoría 1 Extracción y Cultivo de Moluscos Bivalvos (C1)	Sub Categoría 2 Extracción y Cultivo de otras especies Acuicultura (C2)	Sub Categoría 3 Uso Recreativo (C3)
<b>ORGANOLEPTICOS</b>				
Hidrocarburos de Petróleo		No Visible	No Visible	No Visible
<b>FISICOQUÍMICOS</b>				
Aceites y grasas	mg/L	1,0	1,0	2,0
DBO <sub>5</sub>	mg/L	**	10,0	10,0
Oxígeno Disuelto	mg/L	>=4	>=3	>=2,5
pH	Unidades pH	7 - 8,5	6,8 - 8,5	6,8 - 8,5
Sólidos Suspensos Totales	mg/L	**	50,0	70,0
Sulfuro de Hidrógeno	mg/L	**	0,05	0,05
Temperatura	°C	**delta 3 °C	**delta 3 °C	**delta 3 °C
<b>INORGÁNICOS</b>				
Amoníaco	mg/L	**	0,08	0,21
Arsénico total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Cadmio total	mg/L	0,0093	0,0093	0,0093
Cobre total	mg/L	0,0031	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05
Fosfatos (P-PO4)	mg/L	**	0,03 - 0,09	0,1

Descargado desde www.ejemplario.com.pe



PARAMETRO	UNIDADES	AGUAS DE MAR		
		200 Calientes	200 Calientes 2	200 Calientes 3
		Extracción y cultivo de Moluscos Bivalvos (G1)	Extracción y cultivo de otros recursos marinos (G2)	Extracción (G3)
Mercurio total	mg/l	0,00094	0,0001	0,0001
Níquel total	mg/l	0,0082	0,1	0,1
Nitratos (N-NO3)	mg/l	**	0,07 - 0,28	0,3
Plomo total	mg/l	0,0081	0,0081	0,0081
Silicatos (Si-Si O3)	mg/l	**	0,14 - 0,70	**
Zinc total	mg/l	0,081	0,081	0,081
<b>ORGÁNICOS</b>				
Hidrocarburos de petróleo totales (fracción aromática)	mg/l	0,007	0,007	0,01
<b>MICROBIOLÓGICOS</b>				
Coliformos Termotolerantes	MPN/100 ml	* ≤14 (área aprobada)	≤30	1000
Coliformos Termoflexantes	MPN/100 ml	* ≤88 (área restringida)		

NMP/100 ml. Número más probable en 100 ml.

\* Área Aprobada: Áreas de donde se extraen ó cultivan moluscos bivalvos seguros para el comercio directo y consumo, libres de contaminación fecal humana ó animal, de organismos patógenos ó cualquier sustancia deletérea ó venenosa y potencialmente peligrosa.

\*\* Área Restringida: Áreas azoóticas impactadas por un grado de contaminación donde se extraen moluscos bivalvos seguros para consumo humano luego de ser depurados.

\*\* Se entenderá que para este uso, el parámetro no es relevante, salvo casos específicos que la Autoridad competente lo determine.

\*\* La temperatura corresponde al promedio mensual mensual del área evaluada.

**CATEGORÍA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDAS DE ANIMALES**

PARAMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y TALLO ALTO		
PARAMETROS	UNIDAD	VALOR
<b>Fisicoquímicos</b>		
Bicarbonatos	mg/l	370
Calcio	mg/l	200
Carbonatos	mg/l	5
Cloruros	mg/l	100-700
Conductividad	(µS/cm)	<2 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	15
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	40
Fluoruros	mg/l	1
Fosfatos - P	mg/l	1
Nitratos (NO3-N)	mg/l	10
Nitrógeno (NO2-N)	mg/l	0,06
Oxígeno Disuelto	mg/l	>=4
pH	Unidad de pH	6,5 - 8,5
Sodio	mg/l	200
Sulfatos	mg/l	300
Sulfuros	mg/l	0,05
<b>Inorgánicos</b>		
Aluminio	mg/l	5
Arsénico	mg/l	0,05
Bario total	mg/l	0,7
Boro	mg/l	0,5-6
Cadmio	mg/l	0,005
Cianuro Wad	mg/l	0,1
Cobalto	mg/l	0,05
Cobre	mg/l	0,2
Cromo (6+)	mg/l	0,1
Hierro	mg/l	1
Litio	mg/l	2,5
Magnesio	mg/l	150
Manganeso	mg/l	0,2
Mercurio	mg/l	0,001
Níquel	mg/l	0,2
Plata	mg/l	0,05
Plomo	mg/l	0,05
Selenio	mg/l	0,05
Zinc	mg/l	2
<b>Orgánicos</b>		
Acétes y Grasas	mg/l	1
Fenoles	mg/l	0,001
S.A.A.M. (detergentes)	mg/l	1
<b>Pesticidas</b>		
Aldicarb	ug/l	1
Aldrin (CAS 309-00-2)	ug/l	0,004
Clorano (CAS 57-74-9)	ug/l	0,3
DDT	ug/l	0,001
Dieldrin (N° CAS 72-20-8)	ug/l	0,7
Erdlin	ug/l	0,004

Descargado desde www.ejperuano.com.pe



PARAMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAO Y TALLO ALTO		
PARAMETROS	UNIDAD	VALOR
Endosulfán	ug/L	0,02
Heptacloro (N° CAS 76-44-8) y heptacloroposido	ug/L	0,1
Lindano	ug/L	4
Paralión	ug/L	7,5

## CATEGORÍA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDAS DE ANIMALES

PARAMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES			
PARAMETROS	UNIDAD	Vegetales Tallo Bajo	Vegetales Tallo Alto
		Valor	Valor
<b>Biológicos</b>			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1 000	2 000(3)
Coliformes Totales	NMP/100ml	5 000	5 000(3)
Enterococos	NMP/100ml	20	100
Escherichia coli	NMP/100ml	100	100
Huevos de Helminfos	huevos/litro	<1	<1(1)
Salmonella sp.		Ausente	Ausente
Vibrio cholerae		Ausente	Ausente
<b>PARAMETROS PARA BEBIDAS DE ANIMALES</b>			
PARAMETROS	UNIDAD	VALOR	
<b>Fisicoquímicos</b>			
Conductividad Eléctrica	(uS/cm)	≤5000	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	≤15	
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40	
Fluoruro	mg/L	2	
Nitratos (NO3-N)	mg/L	50	
Nitritos (NO2-N)	mg/L	1	
Oxígeno Disuelto	mg/L	>5	
pH	Unidades de pH	6,5 - 8,4	
Sulfatos	mg/L	500	
Sulfuros	mg/L	0,05	
<b>Inorgánicos</b>			
Aluminio	mg/L	5	
Arsénico	mg/L	0,1	
Berilio	mg/L	0,1	
Boro	mg/L	5	
Cadmio	mg/L	0,01	
Cianuro WAD	mg/L	0,1	
Cobalto	mg/L	1	
Cobre	mg/L	0,5	
Cromo (6+)	mg/L	1	
Hierro	mg/L	1	
Litio	mg/L	2,5	
Magnesio	mg/L	150	
Manganeso	mg/L	0,2	
Mercurio	mg/L	0,001	
Níquel	mg/L	0,2	
Plata	mg/L	0,05	
Plomo	mg/L	0,05	
Selenio	mg/L	0,05	
Zinc	mg/L	24	
<b>Orgánicos</b>			
Aceites y Grasas	mg/L	1	
Fenoles	mg/L	0,001	
S.A.A.M. (detergentes)	mg/L	1	
<b>Plaguicidas</b>			
Aldicarb	ug/L	1	
Aldrin (CAS 369-00-2)	ug/L	0,03	
Chlordano (CAS 57-74-9)	ug/L	0,3	
DDT	ug/L	1	
Dieldrin (N° CAS 72-20-8)	ug/L	0,7	
Endosulfán	ug/L	0,02	



Endrín	ug/L	0,004
Heptacloro (N° CAS 76-44-8) y heptacloropósido	ug/L	0,1
Lindano	ug/L	4
Paratión	ug/L	7,5
<b>Biológicos</b>		
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1 000
Coliformes Totales	NMP/100mL	5 000
Enterococos	NMP/100mL	20
Escherichia coli	NMP/100mL	100
Huevos de Helminfos	huevo/cáscara	<1
Salmonella sp.		Ausente
Vibrio cholerae		Ausente

**NOTA:**

NMP/100: Número más probable en 100 ml.

Vegetales de Tallo alto: Son plantas cultivables o no, de porte arbustivo o arbóreo y tienen una buena longitud de tallo. Las especies leñosas y forestales tienen un sistema radicular pivotante profundo (1 a 20 metros). Ejemplo: Forestales, árboles frutales, etc.

Vegetales de Tallo bajo: Son plantas cultivables o no, frecuentemente porte herbáceo, debido a su poca longitud de tallo alcanzan poca altura. Usualmente, las especies herbáceas de porte bajo tienen un sistema radicular difuso o fibroso, poco profundo (10 a 50 cm). Ejemplo: Hortalizas y verdura de tallo corto, como ajo, lechuga, fresas, col, repollo, apio y arveja, etc.

Animales mayores: Entiéndase como animales mayores a vacunos, ovinos, porcinos, camélidos y equinos, etc.

Animales menores: Entiéndase como animales menores a caprinos, cuyes, aves y conejos.

SAAM: Sustancias activas de azul de metileno.

**CATEGORÍA 4: CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO**

PARÁMETRO	UNIDADES	LAGUNAS Y LAGOS	RIOS		ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS	
			COSTA Y SIERRA	SELVA	ESTUARIOS	MARINOS
<b>FÍSICOS Y QUÍMICOS</b>						
Aceites y grasas	mg/L	Ausencia de película visible	Ausencia de película visible	Ausencia de película visible	1	1
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	<5	<10	<10	15	10
Nitrógeno Amoniaco	mg/L	<0,02	0,02	0,05	0,05	0,08
Temperatura	Celsius					delta 3 °C
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥5	≥5	≥5	≥4	≥4
pH	unidad	6,5-8,5	6,5-8,5		6,8-8,5	6,8-8,5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	500	500	600	500	
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	≤25	≤25 - 100	≤25 - 400	≤25-100	30,00
<b>INORGÁNICOS</b>						
Arsénico	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	—
Cadmio	mg/L	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005
Cianuro Libre	mg/L	0,022	0,022	0,022	0,022	—
Clorofila A	mg/L	10	—	—	—	—
Cobre	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Fenoles	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	—
Fosfatos Total	mg/L	0,4	0,5	0,5	0,5	0,031 - 0,093
Hidrocarburos de Petróleo Aromáticos Totales	Ausente				Ausente	Ausente
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,001	0,0001
Nitratos (N-NO3)	mg/L	5	10	10	10	0,07 - 0,28
<b>INORGÁNICOS</b>						
Nitrógeno Total	mg/L	1,6	1,6	—	—	—
Níquel	mg/L	0,025	0,025	0,025	0,002	0,0002
Piomo	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,0001	0,0001
Silicatos	mg/L	—	—	—	—	0,14-0,7
Sulfuro de Hidrógeno (H2S indisociable)	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,06
Zinc	mg/L	0,03	0,03	0,3	0,03	0,001
<b>MICROBIOLÓGICOS</b>						
Coliformes Termotolerantes	(NMP/100mL)	1 000	2 000		1 000	≤30
Coliformes Totales	(NMP/100mL)	2 000	3 000		2 000	

NOTA: Aquellos parámetros que no tienen valor asignado se debe reportar cuando se dispone de análisis.

Dureza: Medir "dureza" del agua muestreada para contribuir en la interpretación de los datos (método/técnica recomendada: APHA-AWWA-WPCF 2340C)

Nitrógeno total: Equivalente a la suma del nitrógeno Kjeldahl total (Nitrógeno orgánico y amoniaco), nitrógeno en forma de nitrato y nitrógeno en forma de nitrato (NO)

Amonio: Como NH3 no ionizado

NMP/100 ml: Número más probable de 100 ml.

Ausente: No deben estar presentes a concentraciones que sean detectables por olor, que afectan a los organismos acuáticos comestibles, que puedan formar depósitos de sedimentos en las orillas o en el fondo, que puedan ser detectados como películas visibles en la superficie o que sean nocivos a los organismos acuáticos presentes.

**Artículo 6°.-** La utilización del objeto de la autorización con una finalidad distinta a aquella por la cual se otorgó; el incumplimiento de los objetivos prefijados en el proyecto que motivó su otorgamiento, así como de lo establecido en el Artículo 2° de la presente Resolución, serán causales de caducidad.

**Artículo 7°.-** Transcribese la presente Resolución Ministerial a la Dirección Regional de Pesquería - Región Moquegua-Tacna-Puno, Dirección General de Aguas, Suelos e Irrigaciones del Instituto Nacional de Recursos Naturales del Ministerio de Agricultura y a la Oficina de Registro General de Pesquería para los fines a que haya lugar.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

JAIME SOBERO TAIRA  
Ministro de Pesquería

## Declaran en abandono procedimiento administrativo de concesiones para desarrollar actividades de acuicultura y de poblamiento y repoblamiento en cuerpos de agua de mar

**RESOLUCION DIRECTORAL N° 004-96-PE/DNA**

Lima, 11 de enero de 1996

Visto el escrito con Registro N° 2655 de 30 de marzo de 1995, presentado por el señor MIGUEL ALEJANDRO IZAGA TORI.

**CONSIDERANDO:**

Que los Artículos 41°, 42° y 44° del Decreto Ley N° 25977 - Ley General de Pesca y el Artículo 111° de su Reglamento, aprobado por Decreto Supremo N° 01-94-PE, establecen que el Ministerio de Pesquería otorga concesión para permitir el desarrollo de la actividad acuícola en fondos o en aguas marinas y continentales;

Que mediante el escrito del visto, el señor MIGUEL ALEJANDRO IZAGA TORI, solicitó concesión para desarrollar actividad de acuicultura en un área de mar ubicada en la Bahía de Samanco, provincia de Santa, departamento de Ancash;

Que a través del Oficio N° 0508-95-PE/DNA de 18 de abril de 1995 la Dirección Nacional de Acuicultura comunica al recurrente las observaciones formuladas a su expediente así como solicita alcanzar el comprobante de pago correspondiente por servicio de inspección, no recibiendo comunicación alguna a la fecha;

Que los Artículos 46°, 69° inciso e) y 70° del Texto Único Ordenado de la Ley de Normas Generales de Procedimientos Administrativos, aprobado por Decreto Supremo N° 02-94-JUS, establecen que los interesados que no cumplan con subsanar los requisitos procedimentales en el plazo máximo de tres meses, contados a partir de la fecha de notificación, incurrirán en abandono del procedimiento administrativo;

Estando a lo informado por la Dirección de Maricultura de la Dirección Nacional de Acuicultura y con la visación de la Oficina General de Asesoría Jurídica; y,

De conformidad con lo establecido en el Título VII del Reglamento de la Ley General de Pesca, aprobado por Decreto Supremo N° 01-94-PE y en el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Pesquería, aprobado por Resolución Ministerial N° 436-95-PE;

**SE RESUELVE:**

**Artículo 1°.-** Declarar en abandono el procedimiento administrativo de concesión para desarrollar la actividad de acuicultura, iniciado por el señor MIGUEL ALEJANDRO IZAGA TORI, por las razones expuestas en la parte considerativa de la presente Resolución.

**Artículo 2°.-** Transcribese la presente Resolución Directoral a la Dirección Regional de Pesquería - Chimbote de la Región Chavín.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

BEATRIZ SAEZ BRAVO  
Directora Nacional de Acuicultura

**RESOLUCION DIRECTORAL N° 005-96-PE/DNA**

Lima, 11 de enero de 1996

Visto los escritos con Registros N° 03888 de 23 de mayo de 1994, N° 04077 de 30 de mayo de 1994 y N° 06554 de 26 de agosto de 1994, presentados por la ASOCIACION DE TRABAJADORES MARISQUEROS DEL PUERTO DE CHIMBOTE Y ANEXOS «ASTRAMAR».

**CONSIDERANDO:**

Que los Artículos 41°, 42° y 44° del Decreto Ley N° 25977 - Ley General de Pesca y el Artículo 111° de su Reglamento, aprobado por Decreto Supremo N° 01-94-PE; establecen que el Ministerio de Pesquería otorga concesiones y autorizaciones para permitir el desarrollo de la actividad acuícola en fondos o en aguas marinas y continentales;

Que mediante los escritos del visto, la ASOCIACION DE TRABAJADORES MARISQUEROS DEL PUERTO DE CHIMBOTE Y ANEXOS «ASTRAMAR» solicitó autorización para efectuar poblamiento y repoblamiento con el recurso «marucha» *Donax* sp. en un área de mar ubicada en la zona de Anconcillo, distrito de Chimbote, provincia de Santa, departamento de Ancash;

Que mediante Oficio N° 844-94-PE/DNA de 22 de julio de 1994 la Dirección Nacional de Acuicultura comunica al recurrente las observaciones efectuadas a su expediente, las mismas que fueron absueltas parcialmente;

Que mediante Oficio N° 0988-95-PE/DNA de 27 de julio de 1995 se otorga al recurrente un plazo de 30 días calendario para que cumpla con alcanzar la documentación requerida;

Que los Artículos 46°, 69° inciso e) y 70° del Texto Único Ordenado de la Ley de Normas Generales de Procedimientos Administrativos, aprobado por Decreto Supremo N° 02-94-JUS, establecen que los interesados que no cumplan con subsanar los requisitos procedimentales en el plazo máximo de tres meses, contados a partir de la fecha de notificación, incurrirán en abandono del procedimiento administrativo;

Estando a lo informado por la Dirección de Maricultura de la Dirección Nacional de Acuicultura y con la visación de la Oficina General de Asesoría Jurídica; y,

De conformidad con lo establecido en el Título VII del Reglamento de la Ley General de Pesca, aprobado por Decreto Supremo N° 01-94-PE y en el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Pesquería, aprobado por Resolución Ministerial N° 436-95-PE;

**SE RESUELVE:**

**Artículo 1°.-** Declarar en abandono el procedimiento administrativo de autorización para desarrollar la actividad de poblamiento y repoblamiento en cuerpos de agua de mar con el recurso «marucha» *Donax* sp.; iniciado por la ASOCIACION DE TRABAJADORES MARISQUEROS DEL PUERTO DE CHIMBOTE Y ANEXOS «ASTRAMAR», por las razones expuestas en la parte considerativa de la presente Resolución.

**Artículo 2°.-** Transcribese la presente Resolución Directoral a la Dirección Regional de Pesquería - Chimbote de la Región Chavín.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

BEATRIZ SAEZ BRAVO  
Directora Nacional de Acuicultura

## ENERGIA Y MINAS

### Aprueban los niveles máximos permisibles para efluentes líquidos minero-metalúrgicos

**RESOLUCION MINISTERIAL  
N° 011-96-EM/VMM**

Lima, 10 de enero de 1996

**CONSIDERANDO:**

Que, el Artículo 226° del Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería, aprobado por Decreto Supremo N° 014-92-EM, establece que la autoridad competente

para la aplicación de las disposiciones contenidas en el Decreto Legislativo N° 613 - Código del Medio Ambiente referidas a la actividad minera y energética, es el Sector Energía y Minas;

Que, los Estudios de Impacto Ambiental correspondientes a la actividad minero-metalúrgica deben estar formulados en base a los Niveles Máximos Permisibles que el Ministerio de Energía y Minas apruebe;

Que, los Programas de Adecuación y Manejo Ambiental tienen como objetivo que los titulares de la actividad minero-metalúrgica logren reducir sus niveles de contaminación ambiental hasta alcanzar los Niveles Máximos Permisibles;

Que, es necesario establecer los Niveles Máximos Permisibles de los elementos contenidos en los efluentes líquidos de la industria minero-metalúrgica con la finalidad de controlar los vertimientos producto de sus actividades y contribuir efectivamente a la protección ambiental;

De conformidad con la Disposición Complementaria del Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 016-93-EM, sustituida por el Artículo 4° del Decreto Supremo N° 059-93-EM;

Con la opinión favorable del Director General de Asuntos Ambientales, Director General de Minería y el Viceministro de Minas;

#### SE RESUELVE:

**Artículo 1°.** - Aprobar los Niveles Máximos Permisibles para efluentes líquidos minero-metalúrgicos.

**Artículo 2°.** - Los Niveles Máximos Permisibles a los cuales se sujetarán las Unidades Minero-Metalúrgicas están señalados en el Anexo 1. Las Unidades Mineras en Operación y aquellas que reinician sus operaciones podrán sujetarse a lo señalado en el Anexo 2, siguiendo lo establecido en el Decreto Supremo N° 016-93-EM. Estos Anexos forman parte de la presente Resolución Ministerial.

**Artículo 3°.** - Los valores establecidos en el Anexo 2, se ajustarán gradualmente hasta igualar a los Niveles Máximos Permisibles (Anexo 1), en un período no mayor de 10 años a partir de la entrada en vigencia de la presente Resolución Ministerial.

**Artículo 4°.** - Los resultados analíticos obtenidos para cada parámetro regulado a partir de la muestra recogida del efluente minero-metalúrgico, no excederán en ninguna oportunidad los niveles establecidos en la columna «Valor en cualquier Momento» del Anexo 1 ó 2 según corresponda.

**Artículo 5°.** - Las concentraciones promedio anuales, para cada parámetro regulado no excederán los niveles establecidos en la columna «Valor Promedio Anual» en el Anexo 1 ó 2 según corresponda.

**Artículo 6°.** - Los titulares mineros deberán asegurar que las concentraciones de los parámetros no regulados por la presente Resolución Ministerial, tales como cadmio, mercurio, cromo y otros, cumplan con las disposiciones legales vigentes en el país o demostrar técnicamente ante la autoridad competente, que su vertimiento al cuerpo receptor no ocasionará efectos negativos a la salud humana y al ambiente.

**Artículo 7°.** - Los titulares mineros están obligados a establecer en el EIA y/o PAMA o Declaración Jurada de PAMA, un punto de control en cada efluente líquido minero-metalúrgico, a fin de determinar la concentración de cada uno de los parámetros regulados y el volumen de descarga en metros cúbicos por día, que será medido al momento de efectuar la toma de la muestra. Dicho punto de control deberá ser identificado de acuerdo a la ficha del Anexo 3 que forma parte de la presente Resolución Ministerial.

**Artículo 8°.** - Los titulares mineros podrán eliminar o cambiar la ubicación de uno o más puntos de control, previa aprobación de la Dirección General de Minería, con la opinión favorable de la Dirección General de Asuntos Ambientales, para lo cual será necesario presentar la documentación sustentatoria.

**Artículo 9°.** - Para efectos de determinar la frecuencia de muestreo, de análisis químicos y de presentación de reportes, los titulares mineros serán clasificados de acuerdo al volumen de descarga total de efluentes minero-metalúrgicos al cuerpo receptor, según la siguiente escala:

- Mayor de 300 metros cúbicos por día
- Entre 50 y 300 metros cúbicos por día
- Menor de 50 metros cúbicos por día

**Artículo 10°.** - El resultado del muestreo será puesto en conocimiento de la Dirección General de Minería, a partir de la entrada en vigencia de la presente Resolución Ministerial, de acuerdo a la frecuencia de presentación de reportes que se indica en el Anexo 4 que forma parte de la presente Resolución.

**Artículo 11°.** - La frecuencia de análisis químicos de los efluentes minero-metalúrgicos se registrará por lo establecido en el Anexo 5 que forma parte de la presente Resolución.

**Artículo 12°.** - Los titulares mineros llevarán un registro según el formato especificado en el Anexo 6, de la presente Resolución Ministerial, el mismo que deberá ser presentado al Auditor Ambiental, cuando éste lo requiera.

**Artículo 13°.** - Para efectos de la presente Resolución Ministerial se tomará en consideración las siguientes definiciones:

**Efluentes Líquidos Minero-Metalúrgicos.** - Son los flujos descargados al ambiente, que provienen:

- De cualquier labor, excavación o trabajo efectuado en el terreno, o de cualquier planta de tratamiento de aguas residuales asociadas con labores, excavaciones o trabajos efectuados dentro de los linderos de la Unidad Minera.
- De depósitos de relaves u otras instalaciones de tratamiento que produzcan aguas residuales.
- De concentradoras, plantas de tostación, fundición y refineras, siempre que las instalaciones sean usadas para el lavado, trituración, molienda, flotación, reducción, lixiviación, tostación, sinterización, fundición, refinación, o tratamiento de cualquier mineral, concentrado, metal, o subproducto.
- De campamentos propios.
- De cualquier combinación de los antes mencionados.

**Muestra Puntual.** - Es el tipo de muestra, en un punto de control definido en el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua para el Subsector Minería.

**Parámetro Regulado.** - Son aquellos parámetros que se encuentran definidos en los Anexos 1 y 2 de la presente Resolución Ministerial.

**Punto de Control.** - Ubicación aprobada por la autoridad competente, establecida de acuerdo a los criterios del Protocolo de Monitoreo de Aguas; descrita de acuerdo a la ficha del Anexo 3.

**Unidad Minera en Operación.** - Es aquella Concesión y/o Unidad Económica Administrativa (UEA) que se encontraba en operación antes de la entrada en vigencia del Decreto Supremo N° 016-93-EM.

**Unidad Minera que Reinicia Operaciones.** - Es aquella Concesión y/o Unidad Económica Administrativa (UEA) que vuelve a operar tras haber estado paralizada antes de la entrada en vigencia del Decreto Supremo N° 016-93-EM.

**Unidad Minera Nueva.** - Es aquella Concesión y/o Unidad Económica Administrativa (UEA) que comienza a operar con posterioridad a la entrada en vigencia del Decreto Supremo N° 016-93-EM.

**Concentración Promedio Anual.** - Es la media aritmética de los resultados analíticos obtenidos durante un año calendario.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

AMADO YATACO MEDINA  
Ministro de Energía y Minas

#### ANEXO 1 NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN PARA LAS UNIDADES MINERO-METALÚRGICAS

PARAMETRO	VALOR EN CUALQUIER MOMENTO	VALOR PROMEDIO ANUAL
	Mayor que 6 y Menor que 9	Mayor que 6 y Menor que 9
pH		
Sólidos suspendidos (mg/l)	50	25
Plomo (mg/l)	0.4	0.2
Cobre (mg/l)	1.0	0.3
Zinc (mg/l)	3.0	1.0
Hierro (mg/l)	2.0	1.0
Arsénico (mg/l)	1.0	0.5
Cianuro total (mg/l) *	1.0	1.0



\* CIANURO TOTAL, equivalente a 0.1 mg/l de Cianuro Libre y 0.2 mg/l de Cianuro fácilmente disociable en ácido.

**ANEXO 2**  
**VALORES MAXIMOS DE EMISION PARA LAS UNIDADES MINERAS EN OPERACION O QUE REINICIAN OPERACIONES**

PARAMETRO	VALOR EN CUALQUIER MOMENTO	VALOR PROMEDIO ANUAL
pH	Mayor que 5.5 y Menor que 10.5	Mayor que 5.5 y Menor que 10.5
Sólidos suspendidos (mg/l)	100	50
Plomo (mg/l)	1	0.5
Cobre (mg/l)	2	1
Zinc (mg/l)	6	3
Hierro (mg/l)	5	2
Arsénico (mg/l)	1	0.5
Cianuro total (mg/l)	2	1

**ANEXO 3**

**FICHA DE IDENTIFICACION PUNTO DE CONTROL**

Nombre :
Coordenadas U.T.M. ( ± 100 m ) :
Descripción (Ubicación) :

Nota : La descripción deberá realizarse tomando como referencia accidentes topográficos y/o instalaciones que permitan determinar la ubicación del punto de control.

**ANEXO 4**

**FRECUENCIA DE MUESTREO Y PRESENTACION DE REPORTE**

Volumen Total de Efluente	Frecuencia de Muestreo	Frecuencia de Presentación de Reporte
Mayor que 300 m3/día	Semanal	Trimestral (1)
50 a 300 m3/día	Trimestral	Semestral (2)
Menor que 50 m3/día	Semestral	Anual (3)

Nota : (1) Ultimo día hábil de los meses de marzo, junio, setiembre y diciembre  
(2) Ultimo día hábil de los meses de junio y diciembre  
(3) Ultimo día hábil del mes de junio  
Los reportes del mes de junio estarán contenidos en el Anexo 1 del Decreto Supremo N° 016-93-EM.

**ANEXO 5**

**FRECUENCIA DE ANALISIS QUIMICO**

PARAMETRO	Efluente Mayor que 300 m3/día	Efluente De 50 a 300 m3/día	Efluente Menor que 50 m3/día
pH	Semanal	Trimestral	Semestral
Sólidos suspendidos	Semanal	Trimestral	Semestral
Pb, Cu, Zn, Fe, As	Mensual	Trimestral	Semestral
CN total		Quincenal	Trimestral
Semestral			

**ANEXO 6**

**RESULTADOS ANALITICOS**

Nombre Compañía /Unidad	:	
Tipo de muestreo	:	(puntual o automático)
Punto de muestreo	:	
Cuerpo de agua Receptor	:	(nombre)

Fecha y hora de Muestreo	:	
Código de la muestra	:	
Nombre del laboratorio	:	
Flujo en el punto de muestreo	:	(m3/ día)
PARAMETROS	RESULTADOS ANALITICOS	
pH (unidades estándar)		
Sólidos suspendidos (mg/l)		
Plomo(disuelto) (mg/l)		
Cobre (disuelto) (mg/l)		
Zinc (disuelto) (mg/l)		
Hierro (disuelto) (mg/l)		
Arsénico (disuelto) (mg/l)		
Cianuro Total (mg/l)		

Firma del Titular o Representante Legal :

**Imponen servidumbre de electroducto de líneas de transmisión a favor de empresa de electricidad**

**RESOLUCION MINISTERIAL N° 012-96-EM/VME**

Lima, 10 de enero de 1996

Visto, el Expediente N° 22011095 que incluye los documentos con Registros N° 1038032 y N° 1043581 presentado por la concesionaria Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad del Sur Este S.A. - ELECTRO SUR ESTE S.A., solicitando la imposición, en vía de regularización, de la servidumbre de electroducto de la línea de transmisión de 22.9 kV C.H. Matara-S.E. Abancay;

**CONSIDERANDO:**

Que, Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad del Sur Este S.A. - ELECTRO SUR ESTE S.A., concesionaria de distribución de energía eléctrica de conformidad con la Resolución Suprema N° 063-94-EM de fecha 3 de octubre de 1994, ha solicitado la imposición de servidumbre de electroducto de la línea de transmisión, para regularizar la ocupación de bienes requeridos por la línea de transmisión de 22.9 kV C.H. Matara-S.E. Abancay;

Que, en virtud de lo dispuesto por el Decreto Supremo N° 03-95-PCM publicado el 27 de enero de 1995, se autoriza al Ministerio de Energía y Minas a regularizar las servidumbres existentes a la fecha de publicación del citado Decreto Supremo, con que cuentan las empresas del subsector eléctrico, comprendidas dentro del proceso de la inversión privada dispuesto por el Decreto Legislativo N° 674, necesarias para el funcionamiento de sus instalaciones eléctricas y que se encuentren expresamente reconocidas por la Ley de Concesiones Eléctricas - Decreto Ley N° 25844 y su Reglamento aprobado por el Decreto Supremo N° 009-93-EM;

Que, la Dirección General de Electricidad, luego de haber verificado que la peticionaria ha cumplido con los requisitos del Decreto Supremo N° 03-95-PCM, ha emitido el Informe favorable N° 163-95-EM/DGE;

De conformidad con lo dispuesto por el inciso b) del Artículo 110° y Artículo 111° del Decreto Ley N° 25844 y Artículo 1° del Decreto Supremo N° 03-95-PCM;

Con la opinión favorable del Director General de Electricidad y del Viceministro de Energía;

**SE RESUELVE:**

**Artículo 1°.- IMPONGASE** la servidumbre de electroducto de líneas de transmisión, en vía de regularización, a favor de la Empresa Regional de Servicio Público de electricidad del Sur Este S.A. - ELECTRO SUR ESTE S.A., sobre los predios que corresponde cruzar a la línea de transmisión de 22.9 kV C.H. Matara-S.E. Abancay, con carácter permanente de acuerdo a la documentación téc-