



**UNIVERSIDAD ANDINA SIMON BOLIVAR
SEDE CENTRAL
Sucre Bolivia**

**CATEDRA DE SALUD "HIPOLITO UNANUE"
CURSO INTERNACIONAL DE MAESTRIA EN
"SALUD PUBLICA"**

**NUTRICION - PRESION ARTERIAL Y COEFICIENTE INTELECTUAL
RELACIONADOS CON LOS NIVELES SANGUINEOS DE PLOMO EN LOS
NIÑOS DE SOTOMAYOR - 2003**

Tesis presentada para obtener el Grado Académico de
Magíster en "Salud Pública"

Alumna : Silvia Mirtha Hurtado Poveda

Sucre – Bolivia
2000 - 2004



**UNIVERSIDAD ANDINA SIMON BOLIVAR
SEDE CENTRAL
Sucre Bolivia**

**CATEDRA DE SALUD "HIPOLITO UNANUE"
CURSO INTERNACIONAL DE MAESTRIA EN
"SALUD PUBLICA"**

**NUTRICION - PRESION ARTERIAL Y COEFICIENTE INTELECTUAL
RELACIONADOS CON LOS NIVELES SANGUINEOS DE PLOMO EN LOS
NIÑOS DE SOTOMAYOR - 2003**

Tesis presentada para obtener el Grado Académico de
Magíster en "Salud Pública"

Alumna : Silvia Mirtha Hurtado Poveda
Tutor : Hugo Loayza Salinas

Sucre – Bolivia
2000 - 2004

A mis padres: José y Aída

Con todo mi amor, ya que
pacientemente sobrellevaron
todas las adversidades
encontradas en mi proceso de
formación profesional siendo
ejemplos de abnegación
constituyéndose en un pilar
para el logro de mis anhelos.

**A mis Hijas:
Carolina y Luciana**

Con todo mi amor, por
su constante apoyo
ayuda y comprensión.
Incentivándome para
seguir adelante en mi
carrera profesional

AGRADECIMIENTOS

- ∞ Un profundo agradecimiento a mi tutor: Dr. Hugo Loayza Salinas por la ayuda para la elaboración del presente trabajo.
- ∞ A la universidad Andina un reconocimiento especial por sus enseñanzas.
- ∞ A mis hermanos por todo el apoyo que me brindaron.
- ∞ A laboratorios INSO por la colaboración prestada.
- ∞ A laboratorios GEOVAL por la colaboración prestada.
- ∞ Al todo el equipo que conformo la recolección, toma de muestras y del test del coeficiente intelectual en la comunidad de Sotomayor.

INDICE

CAPITULO I

Introducción.....	
Antecedentes.....	1
Problema.....	4
Justificación del Problema.....	4
Objetivo General.....	6
Objetivos Específicos.....	6
Hipótesis.....	6
Aporte Teórico.....	7
Significación Práctica.....	7
Pertinencia Social.....	8

CAPITULO II

MARCO TEORICO - CONTEXTUAL

2. Marco Contextual.....	9
2.1 Chuquisaca.....	9
2.2.1 Yamparaes.....	10
2.2 Situación Del Rio Pilcomayo.....	12
2.3 Potosí y el Cerro Rico.....	16
2.3.1 Ingenios Mineros.....	17
2.4 Contaminación.....	19
2.4.1 Riesgo en el Consumo de Aguas de la Cuenca del Rio Pilcomayo.....	26
2.4.1.1 Uso del agua para Beber.....	29
Marco Teórico.....	31
2.5 Antecedentes.....	31
2.5.1 Características del Plomo.....	31
2.5.2 Epidemiología.....	32
2.5.3 Fisiología.....	33
2.5.4 Toxicidad.....	34
2.5.5 Toxico cinética.....	38

2.6	Efectos del plomo en la Salud.....	40
2.6.1	Plomo en niños.....	41
2.6.2	Plomo en Sangre y Cociente Intelectual.....	42
2.6.3	Plomo y Conductas Antisociales.....	43
2.7	Cuadro Clínico.....	44
2.8	Diagnostico.....	46
2.9	Manejo y Tratamiento.....	48
2.9.1	Educación del Paciente.....	48
2.9.2	Tratamiento Nutricional.....	48
2.9.3	Intervención Ambiental.....	48
2.9.4	Historia Clínica.....	49
2.9.5	Hierro.....	49
2.10	Otros procedimientos de Diagnostico.....	49
2.10.1	Pruebas de Seguimiento.....	50
2.10.2	Determinación en otros niños.....	50
2.10.3	Terapia por Quelación.....	50
2.11	Síntomas Anemia.....	53
2.11.1	Causas de Anemia.....	54
2.11.2	Clasificación del Estado Nutricional.....	55
2.12	Coficiente Intelectual.....	57
2.12.1	Clasificación.....	57

CAPITULO III

3 METODOLOGIA

3.1	Enfoque y Tipo de Investigación.....	59
3.2	Sujetos Procedimientos y Fuentes de Información.....	59
3.2.1	Sujetos.....	59
3.2.2	Procedimientos.....	60
3.2.3	Fuentes de Información.....	62
		63
3.3	Operacionalización de Variables.....	63
3.3.1	Variable Independiente.....	63
3.3.1.1	Indicadores.....	64

3.3.2	Variables Dependientes.....	64
3.3.2.1	Indicadores.....	
3.4	Descripción de Instrumentos.....	64
3.5	Técnicas y Procedimientos Adelantados.....	65
3.5.1	Preparación de la Sangre Espectofotometría.....	65
3.5.2	Anemia.....	69

CAPITULO IV

4 ANALISIS DE LA INFORMACION

CAPITULO V

5	Conclusiones y Recomendaciones.....	83
5.1	Conclusiones.....	83
5.2	Recomendaciones.....	86

Glosario de Términos

Bibliografía

Anexos

RESUMEN

En 1996 se produjo el más grave accidente ecológico de la historia en Bolivia y fue la rotura del dique de colas de la mina de Porco que arrojó unas 400 mil toneladas de residuos tóxicos de minerales que afectaron gravemente al ecosistema del Pilcomayo.

Se han realizado varios estudios sobre la contaminación del agua y de los peces en la ribera del río Pilcomayo, habiéndose encontrado niveles de plomo y arsénico en el agua por encima de los límites permisibles, lo que podría representar un riesgo para la salud de estas poblaciones.

La comunidad de **Sotomayor** pertenece al municipio de Yamparáez y se encuentra en la ribera del río Pilcomayo. Cuenta con 691 habitantes, de los cuales 161 son menores de 10 años. Se tomo como unidad muestral a 50 niños menores de 10 años.

El presente estudio tiene como objetivo explorar la relación de la concentración de plomo en sangre con las alteraciones en la nutrición, presión arterial y coeficiente intelectual de niños y niñas de 1 a 10 años de la comunidad de Sotomayor.

El tipo de estudio es Exploratorio, Observacional de corte Transversal.

Los resultados fueron procesados en el paquete informático EpiInfo versión 6.04 y SPSS 11.5 (en español) se relaciono la concentración de plomo con el estado nutricional, presión arterial y coeficiente intelectual. Se encontró que el 100% de los niños tienen algún grado de concentración de plomo y el 84% presentan una concentración de 10 a 20 mg/dl.

El "problema de la contaminación de Plomo" en el Río Pilcomayo no se ha reducido, ni resuelto a pesar de las leyes de medio ambiente y los riesgos de

exposición persisten debido a que este problema no ha sido dimensionado en su real magnitud, de tal manera que una solución a corto plazo es imposible.

La trascendencia de los hallazgos y resultados encontrados es significativa, porque permitirán desarrollar acciones inmediatas basadas en esfuerzos intersectoriales en interinstitucionales que requerirán de programas de intervención integrales.

Las medidas tendientes a mejorar el medio ambiente y la nutrición son inversiones en el capital humano que repercuten positivamente en el desarrollo económico y social de los niños (as) bolivianos (as).

CAPITULO I

INTRODUCCION

INTRODUCCION

El presente trabajo esta dirigido a conocer las concentraciones de plomo en sangre en niños de 1 a 10 años que viven en Sotomayor, localidad ubicada en la ribera del río Pilcomayo; y conocer si esta produciendo alteraciones en la nutrición, presión arterial y el coeficiente intelectual de los niños comprendidos en este grupo etáreo, para sugerir acciones de prevención y promoción en las poblaciones afectadas y hacer un llamamiento al cumplimiento de las disposiciones legales relacionadas con la protección del medio ambiente.

En 1996 se produjo el más grave accidente ecológico de la historia en Bolivia y fue la rotura del dique de colas de la mina de Porco que arrojó unas 400 mil toneladas de residuos tóxicos de minerales que afectaron gravemente al ecosistema del Pilcomayo.

Sin embargo, el río Tarapaya, uno de los afluentes del río Pilcomayo, de acuerdo a los estudios de JICA de 1998, recibe 400.000 ton. de descargas de metales pesados por año, cantidad dos veces superior a la derramada en 1996, sin que esto suscite mayor preocupación a las autoridades.

El presente estudio fue realizado en 50 niños de 1 a 10 años de la comunidad de Sotomayor ubicado en la segunda sección del municipio de Yamparáez, se utilizo el muestreo aleatorio simple. Se tomo muestras de sangre venosa para conocer la concentración de plomo y hemoglobina y la asociación existente con el estado nutricional, presión arterial y coeficiente intelectual.

ANTECEDENTES

El departamento de Chuquisaca está ubicado al sur de la República de Bolivia; limita al norte con los departamentos de Potosí, Cochabamba y Santa Cruz; al sur con el departamento de Tarija; al este con el departamento de Santa Cruz y la República de Paraguay y al oeste en el departamento de Potosí. Tiene una extensión de 51.524 km² y una población de 531.522 habitantes (censo 2001), correspondiendo al área urbana 218.126 habitantes y 313.396 habitantes en el área rural.

Corren por el territorio del departamento de Chuquisaca la Cordillera de Los Andes y cordilleras de poca elevación; participa de la cuenca del Amazonas y del Plata.

En el área rural de Chuquisaca el 30.22% de los hogares cuenta con agua por cañería, un 20.92 % consta de servicios sanitarios y solo 1 hogar de cada 10 cuenta con energía eléctrica en área rural

El municipio de Yamparáez, es la segunda sección municipal de la provincia del mismo nombre. Limita al norte y oeste con la provincia Oropeza, al noreste y este con el municipio de Tarabuco y al sur con el departamento de Potosí. La capital de sección esta a 29 km. de la ciudad de Sucre, sobre la diagonal Jaime Mendoza, carretera asfaltada con una accesibilidad permanente y sin interrupciones durante todo el año.

Tiene una topografía variada, con algunos valles importantes como Escana y **Sotomayor**. Los habitantes son de origen quechua, con costumbres y tradiciones muy arraigadas. El 90% de los cultivos son realizados a secano y los rendimientos dependen de las condiciones climáticas. Por esta razón, hay proyectos para construir sistemas de captación de agua y riego destinados a mejorar los rendimientos agrícolas, considerando la demanda del principal mercado del departamento, la ciudad de Sucre. Tiene superficie de 612.55 km², con una

población de 11.656 habitantes (censo del 2001), todo el municipio es considerado rural presenta una tasa de crecimiento -1.64%, la más baja del Departamento de Chuquisaca, cobertura de servicios:

Agua 31.53%, alcantarillado 0.08%, sanitaria 6.16%, electricidad 9.66%

La comunidad de **Sotomayor** pertenece al municipio de Yamparáez, cuenta con 691 habitantes que se dedican principalmente a la agricultura y cría de ganado menor, se encuentra en la ribera del río Pilcomayo, cuenta con energía eléctrica y dotación de agua por cañería, no tiene alcantarillado, tiene acceso vehicular desde la ciudad de Sucre. La comunidad cuenta con un puesto de salud dependiente del Ministerio de Salud (RED II) a cargo de un médico y una auxiliar de enfermería; asimismo en la comunidad funciona una escuela que atiende a niños de nivel primario.

Se han realizado varios estudios sobre la contaminación del agua y de los peces en la ribera del río Pilcomayo, habiéndose encontrado niveles de plomo y arsénico en el agua por encima de los límites permisibles, lo que podría representar un riesgo para la salud de estas poblaciones.

El plomo es un metal pesado cuyo peso atómico es 207,2 que no cumple ningún papel en la fisiología humana.

Su mecanismo de toxicidad consiste en reemplazar al calcio durante el transporte iónico. Los adultos absorben entre 5% y 10% del plomo ingerido; sin embargo, sólo retienen el 5%, mientras que los niños, debido a su rápido metabolismo, absorben el 40% y retienen 30%.

La acumulación de plomo en el organismo se da principalmente en el hueso, por lo que es considerado una fuente de exposición endógena; en adultos, esta acumulación es cercana a 95%, mientras que en niños la cifra es próxima a 70%. La vida media del plomo en los tejidos blandos: como el riñón, cerebro e hígado,

oscila entre 20 y 30 días; en los glóbulos rojos es aproximadamente 35 días y en el hueso varía de 5 a 30 años.

En la intoxicación plúmbica crónica, la población infantil es la de mayor riesgo, ya que sus tejidos blandos se encuentran en pleno desarrollo. En los niños, el sistema nervioso es el principal tejido afectado por el plomo, incluso a concentraciones bajas, depositándose principalmente en la sustancia gris y los núcleos basales. La neurotoxicidad que produce con lleva a severos trastornos de las funciones cognitivas, que se expresan en problemas de aprendizaje y conducta, como irritabilidad, hiperactividad, cefalea, disminución de la agudeza visual, retraso mental, alteraciones del lenguaje y bajo rendimiento escolar.

Los niveles de plomo en sangre admitidos como aceptables han sido reformulados muchas veces, a medida que se ha ampliado el conocimiento de los trastornos que produce este metal en el hombre.

En la actualidad, el Centro de Control de Enfermedades de los Estados Unidos aconseja que los habitantes, en general, pudieran tener niveles de plomo en sangre de 0 a 10 mg/dl. En los niños, los síntomas suelen aparecer a partir de los 30 mg/dl sobre todo con alteraciones en la esfera cognitiva.

PROBLEMA.

¿Los niveles sanguíneos de plomo, estarán relacionados con el estado nutricional, presión arterial y coeficiente intelectual de los niños menores de 10 años que viven en la comunidad de Sotomayor, en la ribera del río Pilcomayo?

JUSTIFICACION DEL PROBLEMA

El presente problema tiene un enfoque de salud pública y ambiental, con repercusiones en la salud de los niños menores de 10 años que habitan en la comunidad de Sotomayor en la ribera del Río Pilcomayo que se encuentra contaminado con desechos minerales y hasta la fecha no se ha aplicado la Ley del Medio Ambiente, a pesar de contar con:

La Ley N° 1333 del Medio Ambiente, promulgada el 27 de abril de 1992, la cual constituye el eje fundamental de la legislación ambiental boliviana que reconoce los siguientes derechos:

- Derecho que tiene toda persona y ser viviente a disfrutar de un ambiente sano y agradable en el desarrollo y ejercicio de sus actividades.
- El derecho de uso sobre los recursos naturales renovables, siempre y cuando la actividad que se establezca sobre los mismos no sea perjudicial al interés colectivo y asegure su uso sostenible.

A si mismo dentro de las normas de la Ley del Medio Ambiente, aplicables en caso de peligro inminente para la salud y el medio ambiente puede ser aplicada sin necesidad de ninguna reglamentación:

- Art. 98; En caso de peligro inminente para la salud pública y el medio ambiente, la Secretaria Nacional de Medio Ambiente y/o las Secretarias

Departamentales, ordenarán de inmediato las medidas de seguridad aprobadas en beneficio del bien común.¹

Una de las consecuencias del no cumplimiento de la ley, es la contaminación del río Pilcomayo por desechos minerales de minas e ingenios ubicados en Potosí, y que posiblemente este produciendo alteraciones en la salud de los habitantes que viven en dichas riberas.

El no cumplimiento de las políticas de protección ambiental, de normas que regulen la contaminación ambiental, la falta de recursos técnicos y financieros para la realización de monitoreo ambiental y poblacional, la insuficiente información y educación en la población sobre el daño que puede producir en su salud el consumo de las aguas contaminadas; y la falta de capacitación en el personal de salud para detectar las posibles complicaciones que podría producir la contaminación de plomo, han imposibilitado la realización de acciones concretas dirigidas a sensibilizar a la población en su conjunto, imposibilitando que se realicen prácticas mancomunadas dirigidas a educar a los pobladores de la cuenca sobre el manejo de las aguas y de los alimentos utilizados en su dieta.

El presente estudio pretende demostrar si la contaminación de la cuenca del río Pilcomayo produce alteraciones en el estado nutricional y el coeficiente intelectual de los niños de la comunidad de Sotomayor.

También busca crear conciencia en las autoridades y empresarios propietarios de las minas e ingenios mineros que están contaminando el río, sobre el daño irreversible que se estuviera causando a los niños que habitan en esta región, e incluso a pobladores que viven fuera de la misma, a través del consumo de hortalizas y verduras que son comercializadas en las ciudades por campesinos que viven a lo largo de la cuenca del Pilcomayo.

OBJETIVO GENERAL

Explorar la relación de la concentración de plomo en sangre con las alteraciones en la nutrición, hemoglobina, presión arterial y coeficiente intelectual de niños y niñas de 1 a 10 años de la comunidad de Sotomayor.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Medir el grado de concentración de plomo en sangre y comparar con los estándares mínimos de tolerancia establecidos por el “Control de Enfermedades – Atlanta” CDC.
- Relacionar el nivel de hemoglobina en sangre en los (as) niños (as) con los estándares de hemoglobina por edad.
- Determinar la relación peso/edad, peso/talla y la talla/ edad de los niños de Sotomayor con la concentración de plomo en sangre.
- Determinar la relación de la presión arterial/edad en niños (as) con la concentración sanguínea de plomo.
- Determinar el coeficiente intelectual de los niños y su relación con los niveles de concentración sanguínea de plomo.

HIPOTESIS

Los altos niveles de concentración de plomo en sangre se relaciona con el estado nutricional, presión arterial y coeficiente intelectual de los niños de 1 a 10 años, que viven en Sotomayor, en la ribera del río Pilcomayo.

APORTE TEORICO

La determinación de los niveles sanguíneos de plomo en los niños que viven en la ribera del río Pilcomayo por exposición en forma directa al factor de riesgo (plomo), demuestran los efectos indeseables en el estado nutricional, presión arterial y coeficiente intelectual de los(as) niños(as) con concentraciones permisibles cada vez más bajas de plomo resultados que nos permitirán relacionar las concentraciones de plomo con alteraciones en el coeficiente intelectual, alteraciones hematológicas: como anemias, y alteraciones en la presión arterial.

SIGNIFICACION PRACTICA

- Aportar conocimientos sobre las concentraciones sanguíneas de plomo en niños que viven en Sotomayor.
- Facilitar la aplicación de medidas de control y seguimiento de los niños de Sotomayor.
- Contribuir al conocimiento de medidas de control eficaces en las intoxicaciones por plomo.
- Educar y prevenir la intoxicación por plomo.
- Promover programas intersectoriales orientados a desarrollar acciones de protección del medio ambiente.

PERTINENCIA SOCIAL

Porque responde a las demandas de los habitantes de las comunidades que viven en la ribera del río Pilcomayo.

En conocimiento de la contaminación del río Pilcomayo por desechos minerales y que éstos estuvieran produciendo alteraciones en el estado nutricional, presión arterial y coeficiente intelectual de los (as) niños (as) menores de 10 años.

El presente estudio, permitirá conocer la concentración de plomo en sangre en niños (as) que viven en la comunidad de Sotomayor en la ribera del río Pilcomayo, y relacionar estas concentraciones, con alteraciones en el estado nutricional, presión arterial y coeficiente intelectual.

Con el presente estudio se quiere alertar a las autoridades del Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación, Ministerio de Salud y Deportes, para que realicen el monitoreo de las fuentes contaminantes como de las personas que viven en esta zona.

CAPITULO II

MARCO TEORICO - CONTEXTUAL

2. MARCO CONTEXTUAL

2.1 CHUQUISACA

El departamento de Chuquisaca está ubicado al sur de la República de Bolivia; limita al norte con los departamentos de Potosí, Cochabamba y Santa Cruz; al sur el departamento de Tarija; al este con el departamento de Santa Cruz y la República de Paraguay y al oeste en el departamento de Potosí. Tiene una extensión de 51,524 km² y una población de 531.522 habitantes (censo 2001), con una concentración urbana del 63.73%ⁱ cuenta con 10 provincias y 118 cantones.

Corren por el territorio del departamento de Chuquisaca la Cordillera de Los Andes y cordilleras de poca elevación; participa de la cuenca del Amazonas y del Plata.

Como indicadores demográficos podemos citar que tiene una tasa de reproducción de 1.76. Tasa de fecundidad de 4.14, la densidad poblacional alcanza a 10 habitantes por kilómetro cuadrado.

La estructura de la población por edad muestra que la población es joven 51.79% tiene menos de 20 años y el 42.19% esta en el grupo de edad de 20 a 64 años y el 6.02% en el grupo de 65 años o más

En 13 de los 28 municipios del departamento el idioma más hablado es el quechua y en el restante el español.

La tasa de alfabetismo alcanza el 73.03%

La tasa de mortalidad infantil es de 67.70 por mil nacidos vivos por encima de la tasa nacional que alcanza el 60.60 por mil nacidos vivos. La esperanza de vida es de 62.50 años.

La disponibilidad de Servicios Básico, en el área urbana el 85% de los hogares cuenta con agua por cañería de red y solo el 30.22% en el área rural., donde predomina el agua procedente del río, vertiente o acequia para el consumo.

2.2.1 YAMPARAEZ

SUPERFICIE (Km2) 612.55

POBLACIÓN 11,656

DENSIDAD 19.03

% de Hogares Pobres en el Municipio (NBI) 98.60

ÍNDICE DESARROLLO HUMANO 0.29

TASA DE MORTALIDAD INFANTIL 127.00

ESPERANZA DE VIDA 51.00

COBERTURA DE AGUA POTABLE (%) 45.27

COBERTURA ALCANTARILLADO (%) 0.00

COBERTURA ENERGIA (%) 15.09

COBERTURA TELEFONO (%) 0.02

Fuente UDAPE, UDAPSO, Vicemin. Part. Popular, Diálogo 2000

FIGURA N° 2.1



Fuente: Instituto Nacional de Estadística

El municipio de Yamparáez, es la segunda sección municipal de la provincia del mismo nombre. Al norte y oeste limita con la provincia Oropeza, al noreste y este con el municipio de Tarabuco, al sur con el departamento de Potosí. La capital de sección (Yamparáez) está a 29 km. de la ciudad de Sucre, sobre la diagonal Jaime Mendoza, carretera asfaltada con una accesibilidad permanente y sin interrupciones durante todo el año.

Tiene una topografía variada, con algunos valles importantes como Escana y **Sotomayor**. Los habitantes son de origen quechua, con costumbres y tradiciones muy arraigadas. El 90% de los cultivos son realizados a secano y los rendimientos dependen de las condiciones climáticas. Por esta razón, hay proyectos para construir sistemas de captación de agua y riego destinados a mejorar los rendimientos agrícolas, considerando la demanda del principal mercado del departamento, la ciudad de Sucre. Tiene superficie de 612.55 km², con una población de 11.656 habitantes (censo del 2001), todo el municipio es considerado rural, presenta una tasa de crecimiento -1.64%, la más baja del Departamento de Chuquisaca.

Cobertura de servicios: Agua 31.53%, alcantarillado 0.08%, sanitaria 6.16%, electricidad 9.66%

La comunidad de **Sotomayor** pertenece al municipio de Yamparáez, cuenta con 691 habitantes que se dedican principalmente a la agricultura y cría de ganado menor, se encuentra en la ribera del río Pilcomayo cuenta con energía eléctrica y dotación de agua por cañería, no tiene alcantarillado, tiene acceso vehicular desde la ciudad de Sucre. La comunidad cuenta con un puesto de salud dependiente del Ministerio de Salud (RED II) a cargo de un médico y una auxiliar de enfermería, en la comunidad funciona una escuela que atiende a niños de nivel primario.ⁱⁱ

2.2 SITUACION DEL RIO PILCOMAYOⁱⁱⁱ

La cuenca del río Pilcomayo es compartida por Argentina, Bolivia y Paraguay. Está comprendida entre los 19° y 26° de Latitud Sur y entre los 57° y 67° de Longitud Oeste.

Forma parte de la Cuenca del río de la Plata y está dividida en dos partes bien demarcadas:

- a) *La Alta Cuenca*, ubicada en la Cordillera de los Andes, totalmente en territorio boliviano, con una superficie de 87.000 km²,
- b) *La Baja Cuenca*, ubicada en la gran planicie de origen sedimentaria situada entre la Cordillera de los Andes y el Escudo Brasileño, conocido como Gran Chaco, con una superficie de aproximadamente 180.000 km².^{iv}

Se trata de una cuenca en la cual todos los parámetros se presentan en forma extrema y constituye un desafío a la tecnología moderna, tanto en cuanto al análisis y comprensión de los fenómenos, como en lo referente al diseño y ejecución de las intervenciones humanas. El desafío se extiende también a la búsqueda de nuevos marcos institucionales y políticos, dado su carácter internacional.

Descripción de la Cuenca^v

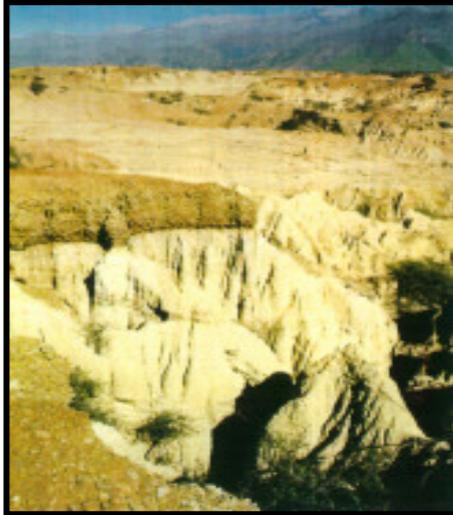


Figura 2.2 Fuente: www.cicplata.org.ar/links/Comisiones/Pilcomayo/cuenca.html

El régimen hidrológico del Pilcomayo posee dos características principales que condicionan el peculiar comportamiento de este río:

- a) Una extraordinaria capacidad de producción de sedimentos originados en los procesos erosivos - hídricos y eólicos- en la *Alta Cuenca*: 50.000 m³ anuales en promedio, con concentraciones de 50 y hasta 100 kg/m³, medidas en el río. La causa de este fenómeno radica en la presencia, en la cuenca andina, de afloramientos de rocas muy erosionables, plegadas, y de un régimen pluvial compuesto por precipitaciones muy intensas, concentradas en los meses de verano (diciembre a marzo).
- b) Una gran variabilidad de caudales, con picos de crecida de 3.000 m³/s o más y caudales mínimos de hasta 3 m³/s.

Ello se debe al régimen pluvial citado y a la ausencia total de regulación en la alta cuenca.

Fluviomorfología

El cauce del río Pilcomayo presenta a lo largo de su recorrido una fluviomorfología compleja.



Figura 2.3 y 2.4.- En la Alta Cuenca, es un típico cauce torrencial de montaña, mientras que en la Baja Cuenca o Chaco, presenta una morfología meándrica. (foto de la izquierda). En la transición, en la subcordillera andina, el cauce tiene características anastomosadas (cauce Trenzato, foto de la derecha).

Fuente: www.cicplata.org.ar/links/Comisiones/Pilcomayo/cuenca.html

En la *Cuenca Baja* se superponen además dos tipologías propias de la transición entre un río de montaña y uno de llanura: en primer lugar, en el piemonte se observa un cono de deyección, en el cual se advierte claramente las direcciones que el río ha ido asumiendo en el transcurso de su historia geológica. Además, en la parte inferior el cauce principal presenta un delta continental que abarca parte de la llanura chaqueña paraguaya y argentina.

En el tramo meándrico del Pilcomayo, ubicado en su Cuenca Baja, se produce el fenómeno de divagación, con frecuentes cortes de meandros y desplazamiento del cauce hacia ambas márgenes. En cuanto a la sección transversal del cauce, se trata de un río de fondo móvil, lo cual sumado al fenómeno de los desbordes durante la temporada de crecidas (verano), presenta serias dificultades para una hidrometría confiable.

Esta divagación no representa problemas limítrofes entre Argentina y Paraguay, puesto que los hitos fronterizos fueron demarcados décadas atrás. Sin embargo,

culturalmente, el río sigue representando la "frontera" para los pocos habitantes de la zona.

Los desbordes tienen lugar durante los períodos de crecida - enero a marzo - al sobrepasarse la capacidad de la sección transversal. Asimismo, y durante todo el año hidrológico, las aguas que llegan al sitio de taponamiento, desbordan hacia ambos márgenes en proporción aleatoria, que depende principalmente de las condiciones topográficas de dicha zona o de las intervenciones practicadas en ella por el hombre.

Este volumen de agua da origen a extensos humedales, que cumplen un rol fundamental en el desarrollo de la fauna ictícola. Dichos cuerpos de agua tienen una gran productividad primaria, constituyéndose en el principal sitio de alimentación de los peces, mientras que en el cauce del río la baja penetración de la luz solar debido a la alta concentración de sólidos en suspensión impide la proliferación de microorganismos que puedan servir de alimentos a los peces.

Las aguas subterráneas son la principal fuente de abastecimiento para los asentamientos humanos en la región del Chaco Boreal, donde la precipitación media anual oscila entre los 700 y 400 mm y la elevada transpiración potencial es del orden de los 2000 mm anuales. Estas aguas se conforman bajo un complejo proceso de infiltración que se inicia en los contrafuertes andinos donde "lavan" estratos salinos provocando la existencia de napas profundas de alta concentración salina, las cuales -si no se les superpone el aporte de aguas dulces de la infiltración de las aguas superficiales, particularmente del Pilcomayo- tienden a emerger en la superficie amenazando con un proceso generalizado de salinización primero y desertificación después.

El río Pilcomayo pertenece a la Cuenca del Plata y nace en la Cordillera de los Frailes en el Departamento de Potosí, recorre el departamentos de Chuquisaca y una de las poblaciones que se ve seriamente afectada con la contaminación es la provincia El Chaco, también atraviesa por el departamento de Tarija, cuya población más afectada por la contaminación es Villamontes, que vive de la pesca.

Las aguas siguen su curso dejando Bolivia hasta llegar a la Argentina y Paraguay, países vecinos que ya expresaron su reclamo a Bolivia por el deterioro de las aguas del río Pilcomayo.

Los principales afluentes del Pilcomayo, son los ríos Mataka, Chillcani, Chalviro, Vitichi, Tarapaya, entre otros.

El río Tarapaya es el que más contamina al Pilcomayo puesto que arrastra 900 toneladas de desechos mineros provenientes de los 42 ingenios mineros que se encuentran en la ciudad de Potosí.^{vi}

2.3 POTOSI Y EL CERRO RICO

Para comprender aún mejor el deterioro del Pilcomayo, es necesario describir la actividad minera de la ciudad de Potosí.

El Departamento de Potosí se encuentra en la franja altiplánica al sudoeste de Bolivia, la población del departamento alcanza a 700 mil habitantes aproximadamente; la ciudad de Potosí cubre el 25% con 127.314 habitantes.

Potosí colonial vive de la explotación minera del Cerro Rico, en cuyo interior existen aún estaño, plata, zinc y plomo, entre otros minerales.^{vii}

De esa montaña minera drenan las aguas ácidas provenientes del interior del Cerro Rico, y de los desmontes recientes de las bocaminas, a raíz del lavado de minerales.

Dos ríos existen en la ciudad, ellos son:

- 1) El río la Ribera, que nace en la comunidad de Agua de Castilla a 4200 metros sobre el nivel del mar.

Existen 42 ingenios mineros instalados a lo largo de éste río.

2) El río Huayna Mayu (río joven), que arrastra las aguas ácidas procedentes de las minas y desmontes o pasivos antiguos ubicados en las faldas del Cerro Rico.

Por la acción del lavado de los minerales extraídos o por la acción de las aguas de lluvia es que drena el líquido ácido, lodazal plomizo circula por los ríos 'Huayna Mayu' y 'La Ribera', ante la mirada pasiva de autoridades, que se resisten a la construcción de un dique de colas, que aminoraría la contaminación en Potosí y que salvaría la vida vegetal y animal en el río Pilcomayo.^{viii}

2.3.1 INGENIOS MINEROS^{ix}

Los ingenios mineros iniciaron sus actividades con una capacidad de tratamiento baja de los minerales, luego paulatinamente fueron incrementando su producción industrial, al punto que para almacenar la carga bruta habilitaron los terrenos aledaños.

Para la flotación de los minerales sulfurosos de zinc, plomo, plata el mineral es reducido hasta un tamaño de 200 a 300 micrones en molinos de bolas, luego mediante el uso de varios reactivos químicos orgánicos e inorgánicos como ser: colectores, espumantes, activadores, depresores, activadores de pH, floculantes, se forman espumas que colectan los minerales ganga en las colas del proceso.

Estas colas están formadas por residuos de los reactivos químicos mezclados con sólidos finos que contienen minerales pesados.

Las colas durante su recorrido se hacen cada vez más densas y tienen dos características.

a) Características físicas:

Las colas están constituidas mayormente por pirita, cuarzo y rocas diversas.

Están constituidas por pequeñas cantidades de sulfuro y plomo que no han logrado ser recuperados.

En el caso del zinc oscila del 1 a 3%.

En el caso del plomo del 0,4 a 1%, el contenido de estaño en estas pulpas varía de 0,2 a 0,6%.

b) Características químicas:

Las colas contienen cationes pesados, aniones y especies orgánicas como los reactivos que proceden tanto de los minerales procesados como de los activos químicos.

El pH de las colas alcanza a 11, esto se debe parcialmente al uso de cal en los ingenios y a la naturaleza de los desechos domiciliarios constituidos por detergentes, jabones, aceites y sustancias orgánicas, nitrógeno amoniacal, materias grasas y ácidos carboxílicos y otros elementos presentes tanto en las colas como en las aguas ácidas.

Por estas características, el río de La Ribera es el más contaminado

Los desechos mineros de ambos ríos se unen y desembocan en el río Tarapaya, estos desechos van rumbo al río Pilcomayo.

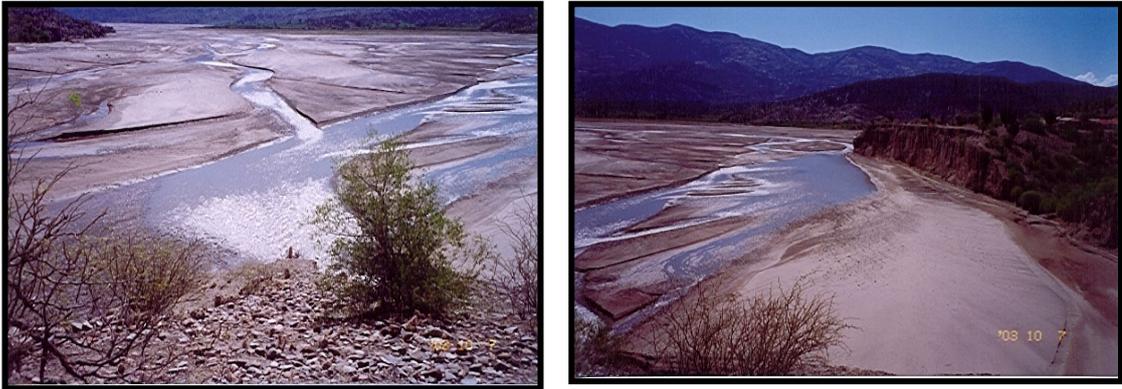
Aunque parezca increíble, no sólo el río Pilcomayo está muriendo ya que el pueblo potosino está condenado a similar suerte; los dos ríos: La Ribera y Huayna Mayu, están expuestos al aire libre y carecen de embovedado.

De Este a Oeste de la ciudad los tóxicos de los minerales lavados se pasean desprendiendo fuertes olores.

A las orillas de los ríos 'La Ribera' y 'Huayna Mayu', decenas de niños juegan ignorando el peligro que representa para la salud, estar en contacto directo con los desechos, a la otra vera de los ríos, los animales domésticos como cerdos y gallinas escarban los tóxicos, en busca de alimentos.

Cabe subrayar que en todo el trayecto de los ríos existen asentamientos con casas construidas y parcelas de terreno donde se cultivan algunas hortalizas.

2.4 CONTAMINACION



Figuras 2.5 - 2.6.- Cuencas del río Pilcomayo

Fuente: www.cicplata.org.ar/links/Comisiones/Pilcomayo/cuenca.html

El río Pilcomayo está en pleno deterioro por su alta contaminación, al menos 42 ingenios mineros de la ciudad de Potosí vierten cada día 900 toneladas de desechos mineros que son responsables de la muerte lenta del otrora majestuoso Pilcomayo, que solía inspirar bellas canciones de amor y de cuyas aguas se extraían deliciosas especies piscícolas, que abarca también a las riveras donde se cultivan las hortalizas de consumo en las poblaciones.

Entre 350.000 y 500.000 toneladas de **desechos mineros tóxicos**, son arrojados anualmente al río Pilcomayo por unas cincuenta empresas asentadas en Potosí-Bolivia, donde nace el cauce hídrico, según lo denunció el ambientalista Alain Schollaer.

Esta versión coincide con un estudio realizado por la Agencia de Cooperación del Japón (JICA). La cadena de noticias norteamericana C.N.N., publicó recientemente un trabajo titulado: “Río que cruza tres países sudamericanos podría ser un peligro para la salud”, en la misma se brindan detalles sobre el inicio de estudios por parte del Ministerio de Salud de la República de Bolivia para evaluar **el nivel de contaminación de las personas que viven en las riberas del río Pilcomayo.**

Funcionarios de salud de Bolivia tomaron muestras de sangre en las comunidades rurales para conocer el nivel de concentración de residuos minerales, se informó también que las aguas del Pilcomayo, que nacen en la sureña región minera de Potosí y Chuquisaca, fronteriza con Argentina, contienen alta concentración de desechos tóxicos.

Por otra parte el Diario Asunceno ABC señala que según esas investigaciones, los mineros utilizan con mayor intensidad **cianuro** y **sentato** para la explotación del plomo, la plata y el zinc. La contaminación de las personas se da a través del sábalo, un pez de alto consumo en la zona.



Figura 2.7 Restos óseos de peces – Río Pilcomayo
Fuente: www.cicplata.org.ar/links/Comisiones/Pilcomayo/cuenca.html

Las aguas contaminadas de los ríos 'La Ribera' y 'Huayna Mayu' en su recorrido se unen al río Tarapaya esas aguas desembocan al Pilcomayo

Este río abarca más de 32 mil hectáreas de tierras cultivables que se encuentran en franco deterioro, circunda un sin fin de poblaciones cuyo sustento agrícola está sujeta a las aguas del Pilcomayo.

Se evidenció la muerte de miles de peces de la especie sábalo debido a las 900 toneladas de desechos de minerales.

También se evidenció la destrucción de la tierra y la vida de las plantas, muchos pobladores que viven a orillas del río corren sin duda similar suerte.

La cantidad de sólidos que arrastra el torrente en gran parte de su curso se traduce en un lodo fino y plomizo que al sedimentarse en las riberas del Pilcomayo llega a formar 'piritas que generan ácidos' creando situaciones insostenibles de muerte del agua y la tierra.

Sabemos que el plomo que se encuentra en las aguas en altas concentraciones, puede provocar problemas: cardiovasculares, alteraciones al sistema nervioso, y a los riñones, particularmente en niños.

Según datos oficiales, más de treinta estudios demostraron que en estas comunidades, el río Pilcomayo está totalmente contaminado y que esta contaminación se debe a que a diario los ingenios mineros vierten de manera constante, pero ilegal, cientos de toneladas de residuos tóxicos a afluentes del Río Pilcomayo. Cada año, el sur boliviano reporta pérdidas calculadas en 62 millones de dólares por la severa contaminación.

La contaminación del río con metales tóxicos como Plata, Arsénico, Cadmio, Mercurio, Plomo y Zinc, debido a las actividades mineras de Potosí y petroleras de Tarija, **sobrepasa los límites permisibles establecidos por la Organización Mundial de la Salud.**

La contaminación también disminuye la fertilidad de los suelos y de esta manera arruina la economía de muchas comunidades indígenas y campesinas. De acuerdo al estudio: La Problemática de la cuenca del Río Pilcomayo, "los daños sufridos por los agricultores, ganaderos y pescadores afectados por esta contaminación se estiman en 62.440 millones de dólares por año." (MDSP, 2000) Este cálculo se refiere a la reducción de la productividad de las actividades

agropecuarias y pesqueras, pero no incluye los daños a la salud de la población y tampoco la pérdida de la biodiversidad.

MEDMIN (Manejo Integrado del Medio Ambiente y la Pequeña Minería) calcula que la producción agrícola en toda la cuenca del río Pilcomayo, de evitarse la contaminación, podría aumentar en 3.7 millones de dólares y la producción ganadera en 1.8 millones de dólares.

Los peces, que fueron abundantes en este río, han disminuido considerablemente y en la parte alta del Pilcomayo, en Chuquisaca, sólo ha quedado el bagre que soporta altos niveles de contaminación. Los peces que quedan no aptos para el consumo por sus altos niveles de concentración de plomo y mercurio. Además, por ejemplo, las zanahorias producidas a sus orillas, que tienen límites no permisibles de plomo, se venden en mercados de todo el país.

En 1996 se produjo el más grave accidente ecológico de la historia en Bolivia y fue la rotura del dique de colas de la mina de Porco que arrojó unas 400 mil toneladas de residuos tóxicos de minerales que afectaron gravemente al ecosistema del Pilcomayo. Los años, 1997 y 1998 se suspendieron la pesca en el río, mientras que técnicos de la Universidad de Leeds obtenían muestras en peces y agua para establecer los grados de contaminación.

En 1996, cuando se quebró el dique de Porco de la Empresa COMSUR, en Potosí, la contaminación del Río Pilcomayo pasó a primeras planas de la prensa nacional e internacional. Se afirmaba que se había producido un desastre ecológico de tal magnitud que podría afectar nuestras relaciones con los vecinos países. Sin embargo, el río Tarapaya, uno de los afluentes del río Pilcomayo, de acuerdo a los estudios de JICA de 1998, recibe 400.000 ton. de descargas de metales pesados por año, cantidad dos veces superior a la derramada en 1996, sin que esto suscite mayor preocupación.

Desde 1993, un año después de la aprobación de la Ley del Medio Ambiente, se han vertido más de 4 millones de toneladas de desechos mineros en el Río Tarapaya. Los estudios de JICA indican que de las toneladas vertidas anualmente, 300 son de arsénico, 850 de plomo y 26 de cadmio. Mientras que los estudios de MEDMIN afirman que el volumen vertido se habría incrementado de 1.200 toneladas por día a 1600 toneladas por día. Lo que significaría que la contaminación minera ha aumentado en un tercio en los últimos años.

La Asociación Sucrense de Ecología, afirma que cada litro del río Tarapaya contiene entre 6 a 8 mgr. de arsénico lo cual equivale a una concentración de entre 600 a 800 veces mayor del límite permisible establecido por la OMS que es 10 µg/l.

A pesar de esta grave situación, las instancias de gobierno, en vez de poner remedio a la contaminación del Pilcomayo, han actuado de manera permisiva emitiendo decretos y otras disposiciones, que van en contra de la Ley del Medio Ambiente y su Reglamentación en materia de contaminación hídrica (1995).

En aplicación del mencionado reglamento, los empresarios debían presentar hasta el 1ro. de febrero de 1999, sus manifiestos ambientales y 5 años después sus planes de adecuación tecnológica a las nuevas normas ambientales. Pero como la mayoría de las empresas mineras no los presentó, en junio de 1999, se les da nuevamente un plazo de 6 meses con carácter impostergable.

El plazo "impostergable" queda en nada 8 meses después, cuando, se concede a los dueños de los ingenios otro plazo más que en la práctica es indefinido. Puesto que el Decreto 25877 (24 de agosto, 2000) estipula: "Para los ingenios mineros de Potosí, el plazo se computará a partir del inicio de la descarga en la Presa de Colas de San Antonio", siendo que el diseño de ese dique ni siquiera había sido licitado.

El informe del Banco Alemán , que financiará la obra, estima que el dique de colas estaría terminado en julio del 2005. Es decir que el Decreto 25877, da licencia tácita a los ingenios de Potosí para continuar arrojando más de 2 millones de ton. de colas fuertemente tóxicas. Pero además, la construcción de este dique está condicionada al traslado de los ingenios mineros de la ciudad de Potosí hacia un parque industrial cercano al dique que sería construido por el Estado y cuya construcción ni ha comenzado.

Las protestas ante esta situación tanto por parte de las organizaciones ambientalistas como de las comunidades de la ribera del río han sido numerosas. La Asociación Sucrense de Ecología, en particular, ha realizado actividades para poner remedio a esta situación. Inclusive se ha llegado a solicitar a la Defensoría del Pueblo que intervenga sobre el asunto. Esta instancia ha elaborado un informe muy completo sobre el estado de situación y sugerido que se declare la emergencia hídrica del río Pilcomayo^x.

En marzo del 2003, LIDEMA (Liga de medio ambiente) advirtió que "de continuar la violación a la legislación ambiental al seguir permitiendo el vertido de colas mineras, en ocasión del Día Mundial del Medio Ambiente, las 28 instituciones que conforman LIDEMA denunciaron el estado de contaminación de las aguas del Río Pilcomayo y sus graves consecuencias y efectos ambientales, sociales y económicos, ante el Tribunal Internacional del Agua promoviendo simultáneamente una movilización social que exija el cumplimiento de dicha legislación.

Como podrá observarse, las inquietudes sobre la contaminación del río Pilcomayo radican en el mejoramiento ambiental del ecosistema en el campo de agropecuaria, piscicultura, existiendo tal vez desinterés o poca información sobre el daño a la salud.

Ojalá que esto suscite el debido interés por parte de la actual gestión de gobierno; ya que es intolerable que se continúe dañando la salud de una población que no

recibe ningún beneficio por las actividades mineras y además destruyendo ecosistemas que proveen alimentos para toda la población boliviana.

El impacto económico, social y ambiental de la contaminación es enorme y afecta a la población asentada a lo largo del Pilcomayo, según establecen diversos estudios e investigaciones realizadas sobre este tema.

Así, por ejemplo, se ha constatado que la contaminación de los ríos afecta la fertilidad de los suelos, reduce sus rendimientos y obliga a las comunidades campesinas a utilizar el doble o triple de semillas para producir. Si el agua no estuviera contaminada, los campesinos podrían aumentar la producción casi en un tercio y sus ingresos en casi 4 millones de dólares.

Los daños también son severos sobre la salud y la calidad de vida. El agua del río Pilcomayo sirve como fuente de agua potable en 6 de las 37 comunidades rurales a lo largo del río entre Potosí y Puente Méndez. Algunas comunidades tratan el agua por filtración por arena del río.

Se conoce que el consumo del agua contaminada causa diarrea y cólicos. Su contacto afecta la piel de las personas. En las 11 comunidades en que el agua del río Pilcomayo se utiliza para la irrigación, el contacto con el agua contaminada es frecuente.

Según estudios, la contaminación está reduciendo la expectativa de vida de la población cercana al Pilcomayo. "A partir de la diferencia entre la expectativa de vida en la zona y el promedio del país las pérdidas económicas por la reducción de la productividad laboral se estiman en 22,7 millones de dólares". La contaminación también ha agravado las condiciones de pobreza y la migración en el sur del país.

Qué significaría esto en términos de impacto en la salud humana?

Varios metales en mínimas cantidades son necesarios para la salud. El arsénico, por ejemplo, es un elemento común en la naturaleza y se encuentra disuelto en el agua en varias combinaciones y bajas concentraciones, pero en muy altas concentraciones puede resultar letal para los seres humanos.

Cuando los niveles son muy altos se puede producir una intoxicación aguda que causa dolor abdominal, vómitos, diarrea, dolor muscular, mareos, temblor, debilidad general e irritación de la piel.

Los signos de un arsenicalismo crónico, observados en poblaciones que han estado expuestas por más de 5 años a altos niveles de arsénico, incluyen lesiones de la piel, cáncer de piel, de vejiga y de pulmón y otras enfermedades crónicas. En los niños afectan el sistema cardiovascular y recientemente se ha comprobado que es tóxico para los genes.

El plomo y el mercurio son aún más tóxicos, en especial para los niños, afectan al sistema nervioso y pueden causar malformaciones en el feto.

2.4.1 RIESGO EN EL CONSUMO DE AGUAS DE LA CUENCA DEL RÍO PILCOMAYO

En algunos lugares de la ribera del río en los cuales no se tiene otro recurso hídrico alternativo, los comunitarios utilizan las aguas del río tanto para riego como para beber. Por Ejemplo en Sotomayor (lugar de nuestro estudio), utilizan las aguas para riego por inundación conduciendo el agua con sólidos suspendidos a través de canales. Los cultivos que se efectúan en la zona son de frutas, hortalizas y legumbres: remolacha, zanahoria, habas y limones entre otros.

Los sedimentos de las aguas utilizadas para riego penetran en los ciclos de cultivo por cuanto se depositan en los surcos y son introducidos en las capas inferiores del suelo mediante el aporque. Por otro lado, en las costumbres de uso

de suelos se contempla el lameo como una técnica tradicional de renovación de los nutrientes. En estas zonas, las lamas del río Pilcomayo contienen grandes concentraciones de metales pesados, especialmente plomo, el cadmio y el arsénico considerando que la materia orgánica de los residuos de las plantas (tierra vegetal) introduce acidez a los suelos, es posible que dichos metales se disuelvan en cierto grado y penetren a los tejidos de las plantas.

Con el objeto de medir las concentraciones de metales pesados en aguas y en alimentos en esta comunidad la Fundación ITA (Instituto de tecnología de alimentos, Sucre-Bolivia) efectuó los análisis respectivos, siendo los resultados los siguientes:

CUADRO 2.1

Concentraciones de metales pesados en aguas y alimentos producidos en la comunidad de Sotomayor en la ribera del río Pilcomayo

Parámetro	Agua no Filtrada (ppb)	Agua filtrada (ppb)	Limites permitidos en aguas (ppb)¶	Zanahoria	Remolacha	Valores referenciales en verduras de raíces (ppb)¶	Haba (ppb)	Valores referenciales en legumbres (ppb)¶
Arsénico	335	22.5	50	20	17.5		15.0	
	16	4.6	5	65	91.0	Trazas -28	101	Trazas -16
Plomo	527	28.0	50	744	1368	5-649	1419	5- 649

- Valores obtenidos del Reglamento en materia de contaminación Hídrica. Ministerio de Desarrollo sostenible y Planificación, 1999, pp 284- 285.
- Valores obtenidos de la publicación: "Toxicological Profile for Arsenic" U.S. Department of Health& Human Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, TP-92. abril 1993.pp 194

Como se observa en el cuadro los valores encontrados en las muestras de agua filtrada y de los alimentos sobrepasan con bastante margen a los valores permisibles de la reglamentación boliviana y a los valores referenciales encontrados en los Estados Unidos. Cabe hacer notar que los contenidos en aguas filtradas son menores a los requeridos en la Ley 1333 y son mucho menores que las concentraciones en las aguas sin filtrar. Este último aspecto

significa que tales metales se encuentran mayormente en los sólidos suspendidos contenidos en dichas aguas. Por otra parte, los valores encontrados en los alimentos analizados son sustancialmente mayores a los valores comunes monitoreados en los Estados Unidos (no se tiene valores bolivianos).

Estos valores altos encontrados en los alimentos analizados permiten establecer una relación de causa y efecto con las concentraciones elevadas de estos metales en los sólidos suspendidos contenidos en las aguas del río, los cuales han sido introducidos a los ciclos de cultivo, y el mecanismo de transporte a los tejidos de las plantas que debiera ser más estudiado. Por lo que los riesgos de exposición al plomo, arsénico y cadmio son elevados a través de los alimentos, más si esta exposición es permanente, puede producir riesgo de enfermedades.

Los metales pesados más prevalentes en las aguas del río Pilcomayo, en la comunidad de **Sotomayor** vale decir, el plomo, el arsénico y el cadmio, han ingresado ya en el ciclo de producción de alimentos vegetales, como las habas, zanahoria, remolacha, presentan concentraciones que superan varias veces los valores normales encontrados en ese tipo de alimentos. Estas verduras son consumidas en Sucre y Potosí, existiendo riesgo de contraer enfermedades a través del consumo de esos alimentos.

2.4.1.1 Uso de agua para beber

La posibilidad de que se utilice agua no filtrada o sedimentada para beber, conlleva riesgos severos de exposición permanente al plomo, arsénico y cadmio para la gente que vive en las riberas del río Pilcomayo. En estudios realizados se indica que estos habitantes presentan alteraciones gastrointestinales (vómitos, cólicos y diarrea).

El pH ácido del estómago puede llevar a disolver parcialmente estos metales pesados, y el resto penetrar al torrente sanguíneo, con la posibilidad de producir enfermedades.

El Río Pilcomayo (Puente Méndez, aguas arriba de la confluencia con Mataka): las aguas de este río tienen una calidad que no se enmarca a los límites máximos admisibles incluso para aguas de Clase D, por las concentraciones elevadas de arsénico, cadmio, mercurio y plomo (la turbiedad pertenece a aguas de clase D), es decir, podrían servir para abastecimiento doméstico de agua potable después de un almacenamiento prolongado por sedimentación, seguido de tratamiento físico químico completo: coagulación, floculación, filtración y desinfección. Si acaso se tendrían concentraciones de esos metales superiores a las normas de agua potable, se tendría que adoptar tratamientos especializados para la remoción de esos metales pesados que puede ser logrado por precipitación química y otros.

Los valores recopilados en Puente Méndez, muestran una concentración de plomo de 0.47 mg/l (siendo el valor máximo admisible de 0.05 mg/l) (Anexo N°1)^{xi}

En las condiciones actuales no puede ser utilizada para recreación de contacto primario, para protección de los recursos hidrobiológicos, riego de hortalizas consumidas crudas y frutas de cáscara delgada, para la cría natural y/o intensiva para abrevadero de animales. Sin embargo puede utilizar para abastecimiento industrial.

MARCO TEORICO

2.5 ANTECEDENTES

La intoxicación por plomo se conoce desde la Antigüedad. En el siglo II a.c. Dioscórides, un médico griego, afirmó que "el plomo hace que se pierda la cabeza". En 1897, en Brisbane, Australia, se describió por primera vez la intoxicación por plomo en niños debida a pinturas a base de ese metal. La causa se asoció con los barandales pintados de los porches y en 1920 la ciudad de Brisbane emitió la primera acta orientada a prevenir la intoxicación por pintura a base de plomo.

En los Estados Unidos el saturnismo ocasionado por ese tipo de pintura se describió en la primera década del siglo XX. Al principio se pensaba que si un niño se recuperaba de la etapa aguda del padecimiento, no habría secuelas. En 1943 Byers y Lord refutaron lo anterior en su informe acerca de 20 niños que habían superado la intoxicación aguda por plomo: 19 presentaban claras manifestaciones de trastornos de la conducta o de retraso mental.

Al principio de los años setenta se llevaron a cabo diversos estudios para analizar esta cuestión a fondo y en algunos se pusieron de manifiesto problemas cognitivos relacionados con el plomo; sin embargo, estos estudios resultaron polémicos. Desde entonces se han llevado a cabo investigaciones más sofisticadas y con mejores diseños y existe consenso general en cuanto a la relación entre la intoxicación por plomo y las funciones cognitivas^{xii}.

2.5.1 CARACTERISTICAS DEL PLOMO^{xiii}

El plomo es un agente neurotóxico y su nivel sanguíneo debería ser igual o cero, sin embargo a partir de la Revolución Industrial comienza a aparecer en grandes cantidades sobre la superficie de la tierra. La incorporación del plomo a la bencina de los automóviles, para aumentar su potencia retardando la explosión extendió

aún más la presencia de este tóxico que es un enemigo de los niños, ya que altera fundamentalmente su desarrollo neurológico.

Los niveles sanguíneos de plomo permitidos han ido bajando en el curso de los años debido a que con niveles cada vez más bajos se han encontrado efectos deletéreos sobre el niño y es así como ahora se toleran valores de hasta 10 mg/dl. Debiendo tratarse a los niños con valores mayores, considerando como parte muy importante del tratamiento identificar la fuente y retirar al niño del ambiente contaminado.

La intoxicación plúmbica es causada por la gran diseminación de plomo en el medio ambiente, por lo tanto puede prevenirse.

Lo más importante son las medidas destinadas a evitar la diseminación del plomo controlando las fuentes de emisión o evitando aquellos productos que por contener plomo o liberar plomo contaminan el medio ambiente.

El lema de los CDC en 1991 " Prevenir la intoxicación por plomo en niños" recomienda reducir el nivel de intervención comunitaria a 10 µg/dl, y establecer varios niveles de acción. En 1987, la ANP postuló que los niveles de plomo por arriba de los 25 µg/dl eran inaceptables para los niños. En la actualidad, la ANP ha establecido que el desajuste de la función cognitiva empieza en los niveles por arriba de los 10 µg/dl, aun cuando los síntomas clínicos no sean perceptibles.

2.5.2 EPIDEMIOLOGIA^{xiv}

La intoxicación por plomo no es un padecimiento exclusivo de niños pertenecientes a minorías étnicas o de bajos recursos. En 1984, año para el cual se tienen disponibles las últimas estimaciones nacionales, el 17% de los niños de los Estados Unidos tenía niveles de plomo en sangre por arriba de los 15 µg/dl.

Doce millones de niños vivían en casas con pintura a base de plomo y seis millones más en viviendas construidas antes de 1940, en la época en que se utilizaba la pintura con mayores concentraciones de dicho metal. En el caso de los niños blancos, el 7% de los que habitaban las zonas residenciales de nivel económico más elevado y el 25% de los procedentes de comunidades más pobres tenían niveles de plomo sanguíneo por encima de los 15 µg/dl. La prevalencia de los niños negros de las comunidades pobres era del 55%.

2.5.3 FISIOLOGÍA^{xv}

La intoxicación ocurre al ingerir productos contaminados con plomo o al aspirar gases con plomo. Las sales de plomo son absorbidas en el intestino delgado mediante transporte activo y en forma pasiva. Solo se absorbe el 10% del plomo ingerido, sin embargo cuando existe deficiencia de hierro puede absorberse casi el 5% de plomo ingerido. Una vez absorbido el 10% del plomo se deposita en los tejidos blandos como riñones, hígado y cerebro y el 90% restante se deposita en la estructura ósea.

La vida media del plomo en los huesos es de aproximadamente 20 años. En sangre la vida media del plomo es de 35 días y en los tejidos blandos es de 40 días. El plomo es excretado fundamentalmente por los riñones mediante filtración glomerular y también puede encontrarse en bilis, uñas y cabello. Una de las principales alteraciones que produce el plomo esta relacionada con la interferencia en la síntesis del grupo HEM.

El plomo inhibe la conversión de ácido d- aminolevulínico a protoporfirina IX en el grupo HEM, lo que resulta en una acumulación de protoporfirina eritrocitaria libre y d-ALA en sangre, dos elementos que permiten el diagnostico de intoxicación plúmbica.

El plomo también afecta el sistema nervioso central por un mecanismo no dilucidado, produciendo edema cerebral, por efecto citotóxico. También altera el

sistema nervioso periférico causando desmielinización y degeneración de los axones.

A nivel renal es capaz de producir daño tubular, que se manifiesta por un déficit en la reabsorción de glucosa, fosfatos y aminoácidos; si el daño es mayor llega a producir fibrosis y esclerosis de los vasos con hipertensión arterial.

Todas estas alteraciones son revertidas por la quelación. También el plomo es capaz de producir cólicos abdominales y estreñimiento por mecanismos no bien claros.

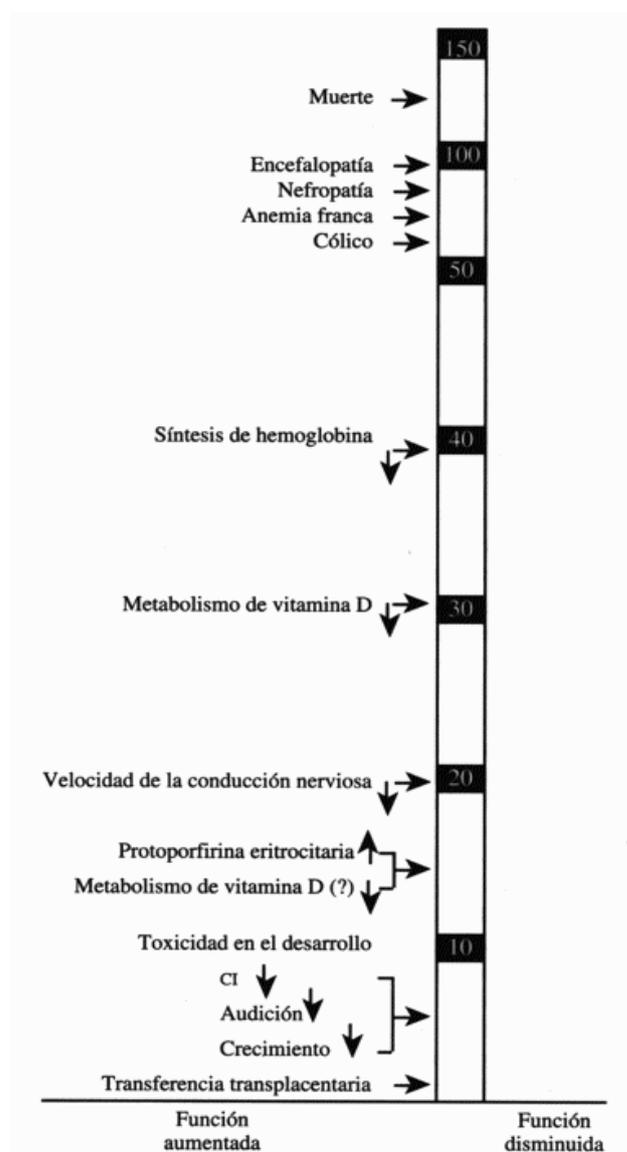
2.5.4 TOXICIDAD^{xvi}

El plomo se absorbe por ingestión o por inhalación. La relación entre la exposición y los niveles de plomo sanguíneo constituye un proceso dinámico en el cual el plomo que se encuentra en la sangre representa el producto de exposiciones recientes, excreción y equilibrio con otros tejidos. Los niños que tienen deficiencias de hierro, proteínas, calcio y/o zinc, absorben con mayor facilidad el plomo, cuya mayoría se almacena en los huesos.

En niveles altos en sangre (más de 70 $\mu\text{g}/\text{dl}$), el plomo puede ocasionar encefalopatía y la muerte. Los sobrevivientes de encefalopatías pueden ser víctimas de secuelas incapacitantes durante el resto de su vida, como convulsiones y retraso mental.

La intoxicación por plomo afecta prácticamente a todos los órganos pero, sobre todo, a los sistemas nervioso central y periférico, los riñones y la sangre. En el gráfico 2.1 se muestran los niveles en los cuales se produce alteraciones por intoxicación por plomo. Este metal interfiere con las enzimas que catalizan la formación del grupo Hem Inhibe el crecimiento pre y postnatal y afecta la agudeza auditiva.

GRAFICO 2.1



Niveles de efectos mínimos de plomo inorgánico observados en niños

Fuente: www.cepis.org.pe

El plomo ha resultado carcinogénico en animales de laboratorio y existe cierta evidencia de sus propiedades carcinogénicas en trabajadores expuestos a este metal, aunque no existen evidencias actualmente en los niños.

A pesar de que se ha reportado daño en las funciones cognitivas en niveles superiores a los 10 µg/dl, no se ha identificado un umbral.

Los niveles inferiores a dicha cifra pueden ocasionar un impacto no detectable en un niño en particular, pero sí puede ser significativo en toda una población infantil.

En diversos estudios se ha encontrado una asociación entre los niveles de plomo y el desempeño intelectual de los niños. En una investigación dicha asociación resultó en un aumento del 4 al 16% de niños con deficiencias graves (CI inferior a 80). En esa muestra, se esperaba que el 5% de los niños tuviera un CI superior a 125. Sin embargo, de aquellos que presentaron niveles de plomo elevados, ninguno rebasó un CI de 125.27; 28. Este conjunto de estudios se examinó por medio de meta-análisis y se encontró que la relación entre los niveles de plomo y las deficiencias en el CI eran notablemente consistentes. En algunos estudios se encontró que por cada incremento de 10 µg/dl de plomo en sangre, la media de CI en los niños disminuía de cuatro a siete puntos.

Los efectos del plomo en las **funciones cognitivas** se encuentran después de ajustar por factores tales como nivel de inteligencia de los padres, condición socioeconómica, educación y deficiencia de hierro. Si bien en muchos de los estudios previos sobre exposición a plomo en dosis más bajas no se manejaron en forma adecuada esos factores, en las investigaciones que se han publicado a partir de 1979 sí se han tomado en cuenta. No obstante, en algunos se demostraron los efectos del plomo como en el estudio que realizaron Hansen y colaboradores con un grupo de niños daneses en los cuales había poca variabilidad entre ciertos factores como pertenencia étnica, nivel cultural y atención médica.

Por otra parte, también se han estudiado los efectos de la exposición a plomo en niños a partir del nacimiento; Bellinger y colaboradores hicieron un seguimiento de una cohorte de niños que nacieron en el Hospital para Mujeres de Boston (Boston Hospital for Women). La mayoría de los sujetos procedía de familias blancas de clase media. Los puntajes del cociente de la Escala de Desarrollo Infantil Bayley (Bayley infant development scale), ajustados por covarianza a la edad de tres años, fueron significativamente más bajos en aquellos niños que tuvieron niveles

de plomo sanguíneo en cordón umbilical superiores a los 10 µg/dl (media 14 µg/dl).

Los niveles de plomo en sangre a los dos años de edad tuvieron un efecto perceptible cuando los niños llegaron a los 57 meses de edad. Un incremento del nivel de plomo sanguíneo de 10 µg/dl en el rango 0-25 µg/dl a los 24 meses de edad, se asoció con una disminución de 5.8 puntos en la Escala Revisada de Inteligencia Infantil de Weschler (Weschler Intelligence Scale for Children-Revised).

A los 57 meses de edad, ya no era aparente, en el desarrollo, el efecto de la exposición prenatal a plomo. Diversos estudios llevados a cabo en otras poblaciones han confirmado la asociación entre los niveles de plomo prenatales y el puntaje de la Escala de Desarrollo Infantil Bayley. En otros dos estudios se confirmó la posible importancia de los efectos de los niveles de plomo a los 24 meses de edad, sobre las funciones cognitivas en los escolares.

Las exposiciones a plomo durante los dos primeros años de vida representan un riesgo de retrasos constantes en el desarrollo, así como de deficiencias en las funciones cognitivas.

Evidencias recientes sugieren que los efectos de exposiciones tempranas a plomo pueden persistir. Se clasificó a un grupo de sujetos por los niveles de plomo en dientes en el primer y segundo años de primaria y se les hizo seguimiento hasta la edad adulta. En este estudio se encontró que aquéllos con niveles altos de plomo en dientes durante su infancia, tuvieron siete veces más probabilidades de no llegar a graduarse en la secundaria y seis veces más de tener calificaciones en la lectura por lo menos dos grados inferiores a lo esperado, después de ajustar por factores que incluían *status* socioeconómico y CI de los padres. Asimismo, los niños tuvieron un ausentismo más marcado durante el último año escolar, vocabulario más limitado y puntos más bajos en materia de razonamiento, además de reacciones más lentas y una mala coordinación visual-motora.

2.5.5 TOXICO CINETICA^{xvii}

El plomo es absorbido por inhalación, ingestión y a través de la piel. La vía de ingreso, el tamaño de la partícula y el tipo de compuesto de plomo (orgánico o inorgánico), determinan la concentración y la posibilidad de difusión del plomo hacia el organismo.

Además de esto, la absorción depende de factores del organismo, tales como edad, el estado fisiológico y la integridad de los tejidos. También es importante considerar factores nutricionales y metabólicos.

Un 35% del plomo ambiental se deposita en las vías aéreas, pero es un porcentaje mucho menor el que llega al tracto respiratorio inferior y pasa al torrente sanguíneo. La absorción gastrointestinal en adultos representa menos del 10% del plomo ingerido, pero en los niños, principalmente lactantes, llega al 50%.

Se estima que la absorción total diaria de plomo en la población no ocupacionalmente expuesta, varía de 150 a 300 mg, siendo un bajo porcentaje de esto por el aire inhalado y el restante por los alimentos.

El plomo absorbido es transportado por la sangre, en donde establece un rápido equilibrio entre eritrocitos y plasma, en una proporción 16:1, a diversos órganos y tejidos, principalmente los huesos. La acumulación en estos últimos es a largo plazo, representando aproximadamente el 90% del contenido total corporal del metal. Los tejidos blandos y la sangre, que después de un tiempo establecen un rápido equilibrio respecto al plomo, reflejan la exposición reciente. El plomo traspasa además la barrera placentaria, siendo la concentración en la sangre del recién nacido similar a la materna.

El mecanismo tóxico del plomo está dado por tres modalidades:

1. Compite con metales esenciales, especialmente el calcio y el zinc, en sus sitios de inserción.
2. Afinidad por los grupos sulfhidrilos (-SH) de las proteínas, lo que significa alteración de la forma y función de ellas.
3. Alteración del transporte de iones esenciales.

La interferencia del plomo se hace en algunas etapas enzimáticas de la biosíntesis del Hem, en la utilización del hierro y en la síntesis de globulina en los eritrocitos.

La inhibición de la enzima deshidratasa del ácido delta aminolevulínico (AAL-D) y de la hemosintetasa está bien documentada, así como la acumulación en el organismo de los sustratos de estas enzimas. Otros mecanismos de interferencia son la alteración (inhibición y estimulación) de la enzima sintetasa del ácido delta aminolevulínico (AAL-S) y la inhibición de las enzimas de la transformación del coproporfirinógeno III en protoporfirina IX. Todo esto se traduce clínicamente en diversos grados de anemia, cuando se alcanzan niveles de plomo en sangre alrededor de 50 mg/dl.

También modelos experimentales apoyan el rol causal del plomo en los déficits neuropsicológicos a dosis bajas (Carpenter et al., 1994). No existe aún una teoría única coherente respecto a la base neurobiológica de la neurotoxicidad por plomo. Sin embargo, datos recientes sugieren que la disrupción de la homeostasis del Calcio en el cerebro inmaduro podría interferir con su desarrollo normal (Winneke, Lilienthal & Kramer, 1996).

Las deficiencias de hierro y calcio en el organismo hacen más evidentes, respecto a la anemia, los efectos del plomo en él. Estas deficiencias, asociadas a una dieta rica en vitamina D o en lípidos, pueden favorecer la absorción de plomo en el tracto digestivo. Hay evidencias de la asociación entre niveles elevados de plomo

y déficit de hierro en el organismo, siendo esta asociación mayor si además existe anemia (Redondo, Alvarez & Blanco, 1994; Hammand, Sexton & Langenberg, 1996). Además, se ha observado que al suplementar con hierro estas poblaciones, los niveles de plomo disminuyen.

2.6 EFECTOS DEL PLOMO EN LA SALUD^{xviii}

Diversos estudios han reconocido *los efectos nocivos de la contaminación plúmbica en la salud humana:*

Los efectos reproductivos no han sido bien estudiados, pero se describe alteraciones espermáticas en el hombre y trastornos ovulatorios en la mujer (Corey & Galvao, 1989). Un estudio experimental en monos determinó el efecto de la exposición crónica a plomo en la ultraestructura testicular, revelando daños en las células de Sertoly y las espermatogonias (Foster et al., 1997).

La exposición a plomo puede deteriorar la función renal de la población. Se ha demostrado que con niveles promedio de plomo sanguíneo de 34 mg/dl se produce un aumento de la N-acetil-beta-D-glucosaminidasa, que es un parámetro sensible para daños renales (Verberk et al., 1996). Con niveles que sobrepasan los 50 mg/dl se observa: Nefropatía franca.

La asociación entre plomo y alteraciones de la Presión Arterial no ha logrado ser bien documentada (Staessen, 1995). Estos efectos pudieran relacionarse, especialmente en el adulto, con la acción del plomo sobre el calcio que es el mediador de la contractilidad de la musculatura vascular (Goyer, 1993).

Otros síntomas de toxicidad por plomo son: fatiga, anorexia, palidez, astenia, irritabilidad, alteraciones del sueño, cambios bruscos de conducta y retardo mental.

Síntomas más serios son torpeza motora, ataxia, dolor abdominal, vómitos, constipación y alteraciones de conciencia debido a encefalopatía.

La exposición crónica a niveles altos de plomo en sangre, se asocia a alteraciones.

Neurofisiológicas, electroencefalográficas, defectos en la audición y disminución en la velocidad de conducción nerviosa (Otto et al., 1982; Schwartz & Otto, 1986; Seppalainen & Hernberg, 1982; Calderón et al., 1996). Cuando los niveles sobrepasan los 70 mg/dl la intoxicación puede provocar coma cerebral y muerte.

2.6.1 PLOMO EN NIÑOS

En las últimas décadas los estudios *se han centrado preferentemente en la población infantil*. En relación a la *exposición fetal*, se sabe que el plomo cruza la barrera placentaria y se acumula en los tejidos fetales durante la gestación (McMichael et al., 1986; Dietrich et al., 1987). La medición isotópica del plomo del esqueleto durante el embarazo ha demostrado que existe una movilización acelerada del plomo depositado en los huesos, especialmente en la segunda mitad de la gestación, siendo la contribución promedio de +/- 31%.

La razón de plomo en sangre cordón/materna varía de 0,54 a 1,05 (Gulson et al., 1997). La exposición intrauterina temprana condicionaría bajo peso al nacer, retardo del crecimiento intrauterino (Bellinger et al., 1991) e interferiría en el crecimiento del niño en el primer año de vida (Schwartz, Angle & Pitcher, 1986). Algunos datos (Needleman, Rabinowitz & Leviton, 1984) relacionan la exposición prenatal con anomalías congénitas menores. La hiperbilirrubinemia neonatal moderada podría precipitar un aumento de la sensibilidad a la exposición a plomo (Damm et al., 1993).

Varios estudios prospectivos han mostrado consistentemente que la exposición prenatal a plomo estaría asociada a déficit en el desarrollo tanto físico como

mental del niño durante el primer año de vida (Bellinger et al, 1984, 1986, 1987; Faust & Brown, 1987), demostrándose efectos nocivos en sujetos con niveles sanguíneos menores de 7 mg Pb/dl, lo que cuestiona la existencia de un umbral de seguridad. Estos efectos pueden tener una expresión más dramática si están presentes otros factores que comprometen el desarrollo del niño, como es la malnutrición o un nivel socioeconómico bajo.

La exposición a plomo es endémica en áreas de extrema pobreza y mala calidad de las viviendas (Alvarez et al., 1997).

En la última década, el conocimiento acerca de la *toxicidad de la exposición crónica a plomo en dosis bajas en niños* ha ido creciendo. La toxicidad del plomo es evidente en glóbulos rojos y sus precursores, riñones y sistema nervioso central y periférico. Estudios de seguimiento han demostrado que durante los primeros años de vida se puede afectar el desarrollo pondoestatural en forma significativa (Shulka et al., 1989, 1991). Un estudio revela que con concentraciones promedio de plomo sanguíneo de 11,9 mg/dl se incrementa en forma significativa la oscilación postural, implicando un pobre balance postural (Bhattacharya et al., 1995).

2.6.2 PLOMO EN SANGRE Y COEFICIENTE INTELECTUAL

También se ha visto una asociación entre el nivel de plomo en sangre, el Coeficiente Intelectual (CI) y otros indicadores del desarrollo neuropsicológico de los niños expuestos (McMichael et al., 1994). Numerosos estudios de seguimiento (Baghurst, 1992; Dietrich et al., 1990, 1992, 1993a, 1993b; Leviton et al., 1993; McMichael et al., 1988; Wigg et al., 1988) muestran una relación inversa entre los niveles de plomo en sangre y el desarrollo mental y motor temprano, encontrándose un efecto máximo en el Coeficiente Intelectual en la edad preescolar y sugieren que el promedio acumulado de plomo en sangre sobre 20 mg/dl se asocia con un déficit en el CI de rendimiento de aproximadamente 7 puntos, al compararlo con concentraciones medias menores o iguales a 10 mg/dl. Los metaanálisis de estudios transversales y prospectivos concluyen que al doblar

la concentración de plomo en sangre de 10 a 20 mg/dl se perdería en promedio 1 a 2 puntos en el CI (Needleman & Gatsonis, 1990; Pocock, Smith & Baghurst, 1994).

También se ha intentado medir los efectos de la exposición a largo plazo (Needleman et al., 1990; Tong et al., 1996); un estudio de seguimiento en niños de nivel socioeconómico medio y bajo mostró que niveles elevados de plomo en sangre a los 24 meses de edad se asocian con déficits en el rendimiento intelectual y académico a los 10 años. Un estudio de cohorte retrospectivo (Fergusson, Horwood & Lynskey, 1997) hasta los 18 años encontró una relación dosis-respuesta significativa entre niveles elevados de plomo en dientes de leche (obtenidos entre los 6 y 8 años) y una pobre capacidad de lectura, abandono escolar precoz y malas calificaciones.

Otros datos (White et al., 1993) sugieren que los sujetos expuestos a plomo que cursan con encefalopatía aguda en la infancia permanecen con encefalopatía crónica subclínica asociada a disfunción cognitiva aún después de los 50 años de edad.

2.6.3. PLOMO Y CONDUCTAS ANTISOCIALES

Se ha demostrado mayor incidencia de conductas antisociales asociadas al síndrome de déficit de atención en los niños expuestos a plomo (Needleman et al., 1979). Un estudio de cohorte retrospectiva (Needleman et al., 1996) en una comunidad escolar evaluó la asociación entre la carga corporal de plomo, medida por espectroscopía de fluorescencia de rayos X de tibia, y el ajuste social. A los 7 años, ya se observaron asociaciones entre los niveles de plomo y agresión a profesores y delincuencia. A los 11 años esto fue más fuerte, observándose además comportamientos ansioso-depresivos, problemas de atención y problemas sociales.

2.7 CUADRO CLINICO

Hay pocos síntomas precisos de la intoxicación con plomo. Los niveles muy altos pueden provocar una encefalopatía aguda, mientras que los niveles bajos de plomo se cree que afectan el desarrollo mental y se los ha relacionado con la disminución del CI y del funcionamiento mental. Sin embargo, las evidencias de esto aún son cuestionables. Es común la anemia por intoxicación con plomo.

Los síntomas específicos son imprecisos a excepción de hiperirritabilidad, comportamiento agresivo, disminución del apetito y de la energía, mal dormir, dolor de cabeza, estreñimiento y pérdida de destrezas del desarrollo recién adquiridas. También pueden presentarse cólicos abdominales.

En la intoxicación severa con plomo, se desarrolla una encefalopatía con vómitos, andar tambaleante, debilidad motora por una neuropatía periférica, convulsiones y coma.

Los síntomas de intoxicación por plomo son numerosos y afectan a muchos sistemas corporales diferentes. La exposición crónica incluso a niveles bajos de plomo va en detrimento del desarrollo mental de los niños y se le ha relacionado con una disminución en el cociente intelectual y con problemas de comportamiento.

Otros síntomas de intoxicación por plomo pueden ser: irritabilidad, comportamiento agresivo, disminución del apetito y la energía, sueño insuficiente, dolores de cabeza, estreñimiento y pérdida de destrezas del desarrollo recientemente adquiridas (en niños pequeños). También son comunes la anemia y los cólicos abdominales.

También puede producir anemia

- Otros síntomas por intoxicación de plomo
 - Temblores
 - convulsiones

- parálisis
- dolor muscular
- fatiga
- debilidad
- artralgias
- atetosis
- anomalías de la vista

- gastrointestinales
 - pérdida de apetito
 - pérdida de peso
 - estreñimiento
 - vómito
 - diarrea
 - dolor abdominal

- cardiovasculares
 - hipertensión arterial
 - agitación
 - coma
 - alucinaciones
 - apatía
 - irritabilidad
 - cefalea
 - dificultad para dormir
 - confusión ^{xix}

En general la intoxicación por plomo es clínicamente imperceptible; inclusive la historia clínica más cuidadosa puede pasar de largo ante muchas de las fuentes de exposición a plomo comúnmente conocidas. La historia clínica no puede ofrecer la exactitud de una prueba de sangre.

La toxicidad del plomo está en relación tanto de la dosis como del tiempo de exposición. El papel del médico es el de garantizar realmente que la detección temprana y el control de la fuente de exposición puedan minimizar las consecuencias sobre la capacidad intelectual y la conducta de cada niño. Los padres también pueden alarmarse si los médicos no hacen caso de su preocupación. Es necesario establecer, a la mayor brevedad, medidas adecuadas para detectar y eliminar las fuentes de exposición, a fin de asegurar el bienestar emocional de las familias.

2.8 DIAGNOSTICO

Desde los años setenta se ha recurrido a la medición de la protoporfirina eritrocitaria sanguínea (PE) para la detección de plomo. Debido a la baja sensibilidad en concentraciones menores de plomo en sangre los CDC recomendaron, en 1991, recurrir a las muestras de plomo en sangre venosa en lugar de la PE. Se pueden hacer pruebas a partir de una muestra por punción en dedo, lo cual resulta más conveniente desde el punto de vista práctico. Sin embargo, este tipo de muestra se contamina fácilmente con el plomo ambiental, incrementando la tasa de falsos positivos, de tal manera que una muestra por punción que exceda los 15 µg/dl habrá de confirmarse mediante otra realizada en sangre venosa. La confiabilidad de la muestra por punción depende de la técnica empleada y los problemas serán obvios a partir de la tasa de falsos positivos. En caso de disponer de muestras de plomo en sangre venosa, éstas se pueden emplear para la detección inicial. Las pruebas de laboratorio para determinar los niveles de plomo requieren de gran capacidad, misma que puede adquirirse participando en los programas que para tal fin ofrecen los CDC.

La urgencia y el alcance del seguimiento dependen de la clasificación del riesgo y de los niveles de plomo en sangre venosa confirmados. El primer paso consiste en realizar una prueba confirmatoria del nivel de plomo en sangre venosa, lo cual habrá de llevarse a cabo inmediatamente si los resultados de la detección superan los 70 µg/dl; o bien a las 48 horas, si los niveles se encuentran entre los

45 y los 69 µg/dl; a la semana si las cifras están entre 20 y 44 µg/dl; y en un mes si van de los 15 a los 19 µg/dl (cuadro II). El seguimiento individual de los niños se inicia con niveles de 15 µg/dl y la valoración médica a los 20 µg/dl.

CUADRO 2.2

CALENDARIZACIÓN SUGERIDA PARA CONFIRMAR LOS RESULTADOS DE PLOMO EN SANGRE CAPILAR CON LAS MEDICIONES DE PLOMO EN SANGRE VENOSA*	
Niveles de plomo en sangre (µg/dl)	Lapso en el que habrán de obtenerse los niveles de plomo
<10	No se realiza
10-14	No se realiza
15-19	En un mes
20-44	En una semana
45-69	En 48 horas
≥70	Inmediatamente

Fuente: Del CDC²

2.9 MANEJO Y TRATAMIENTO

2.9.1 EDUCACIÓN DEL PACIENTE

El brindar información a los padres acerca de las fuentes nutricionales de calcio, hierro, zinc y ascorbato es importante para todos los niños, pero en particular para aquellos que presentan niveles de plomo sanguíneo de 10 µg/dl o más. Es necesario dirigir la atención de los padres hacia las siguientes medidas, a fin de evitar que sus hijos se expongan al plomo: a) la eliminación de la pintura con plomo, así como la renovación y remodelación de la casa deberá llevarlas a cabo personal entrenado y con experiencia, sin que esté presente la familia y la vivienda deberá asearse en forma adecuada antes de volverla a habitar; b) controlar el polvo y las partículas de pintura; c) evitar que los niños ingieran polvo o sustancias extrañas; d) en caso de desempeñar algún trabajo en el que esté presente el plomo, cambiarse la ropa y lavarse antes de regresar a casa; e) evitar el empleo de plomo cerca de la casa por cualquier propósito o pasatiempo; f) lavarse las manos; y g) beber el agua de la llave fría, empleando sobre todo esta agua en la preparación de la leche de fórmula. En los organismos de salud

pública, así como en la declaración de los CDC "Prevenir la intoxicación por plomo en niños" existe información disponible al respecto.

2.9.2 TRATAMIENTO NUTRICIONAL

Los niños con deficiencias de hierro, calcio, zinc y ascorbato tienen mayor disposición a absorber y/o retener el plomo que ingieren. La grasa de los alimentos puede favorecer la absorción de plomo. Es importante el tratamiento de la deficiencia de hierro en todos los niños, pero en especial en aquellos que presentan niveles de plomo sanguíneo de 10 µg/dl o más.

2.9.3. INTERVENCIÓN AMBIENTAL

En el caso de niveles de plomo sanguíneo de 15 µg/dl o más, persistentes, o de 20 µg/dl confirmados en sangre venosa, el paciente habrá de ser referido con el fin de que se investiguen las condiciones ambientales en las que se encuentra el niño y se saneen. Es necesario informar al organismo de salud pública local y la atención deberá ser coordinada. Los organismos de salud pública mantendrán informado al pediatra acerca de los resultados de la investigación.

Evaluación médica y manejo de los niveles de plomo en sangre confirmados de 20 µg/dl y más

2.9.4 HISTORIA CLÍNICA

Los médicos deberán investigar acerca del tipo de vivienda, la condición de la pintura, el hábito de pica, el uso de remedios propios de otras etnias, el empleo de cerámica vidriada, los pasatiempos y la ocupación de los padres.

Consumo de peces, consumo de agua

2.9.5 HIERRO

Es necesario evaluar las deficiencias de hierro de los niños con niveles elevados de plomo en sangre ya que pueden darse sin que exista anemia. Un nivel de

ferritina en suero por debajo de los 12 µg/dl, o bien una proporción anormalmente baja de hierro sérico con respecto a la capacidad de enlace del hierro, constituye el indicador más específico de deficiencia férrica.

2.10 OTROS PROCEDIMIENTOS DE DIAGNOSTICO

Existen muchas pruebas para detectar la intoxicación por plomo que son innecesarias. La radiografía abdominal es útil sólo en aquellos casos de ingestión elevada del metal o de inusual persistencia de valores elevados de plomo en sangre. Las líneas de plomo en las radiografías de hueso y el punteado basófilo de los eritrocitos pueden asociarse con exposición crónica a niveles elevados, pero también pueden resultar negativos aun en presencia de graves exposiciones a plomo. Dado que las pruebas de pelo y uñas están expuestas a la contaminación ambiental externa, resultan en una estimación poco confiable del contenido de metal en el cuerpo y no se recomiendan.

2.10.1 PRUEBAS DE SEGUIMIENTO

Las mediciones seriadas de los niveles de plomo son las que proporcionan la información más confiable de la exposición. Los lineamientos de los CDC (cuadro I) indican recomendaciones en cuanto a la periodicidad de las pruebas de seguimiento en los niños que tienen niveles elevados de plomo en sangre.

2.10.2 DETERMINACIONES EN OTROS NIÑOS

Es necesario realizar pruebas en los niños que habitan la misma vivienda que aquel que presenta niveles de plomo sanguíneo más allá de los 20 µg/dl, cuando se piensa que la fuente de exposición se encuentra en la casa. En caso de detectar contaminación por plomo en otros sitios como las guarderías, escuelas, sitios de juego o las casas de las personas encargadas de cuidar a los niños, será necesario realizar pruebas en los niños que se encuentran en ese entorno.

2.10.3 TERAPIA POR QUELACION

La quelación no es recomendable en los casos con niveles de plomo superiores a los 25 µg/dl. Ha quedado demostrado que el nivel de plomo en sangre se reduce mediante la quelación, pero no se tienen datos con respecto a la prevención o el mejoramiento en los casos de retraso en las funciones cognitivas. No se trata de una medida de sustitución para proteger al niño de la fuente de exposición. Si el médico no tiene experiencia en el tratamiento de la intoxicación por plomo, es recomendable hacer otra consulta o referir al paciente cuando se considera conveniente la terapia quelante y en áreas en donde existen "programas contra el plomo".

Existen cuatro agentes quelantes: la sal sódica de etilen-diamino-tetracetato (CaNaedta), el bal, la penicilamina-D y el succimer. La quelación acelera la excreción urinaria del plomo. La mayoría de los riesgos concomitantes de la quelación se asocian con la excreción, al mismo tiempo que el plomo, de metales básicos (en especial calcio, magnesio y zinc). La penicilamina-D ocasiona los mismos efectos secundarios que otras penicilinas. El bal y el succimer son mercaptanos y el bal y la CaNaedta son nefrotóxicos.

La práctica común ha sido la de someter a terapia quelante a los niños con niveles de plomo en sangre de 45 µg/dl o más y de vigilar y considerar la posibilidad de recurrir a esta terapia en los casos en que los niveles son de 25 µg/dl o más 65. En niveles de plomo en sangre por debajo de los 70 µg/dl, cuando la terapia quelante se justifica, se emplean los siguientes productos en niños: CaNaedta, penicilamina-D y succimer. La penicilamina-D no está catalogada para usarse en la intoxicación por plomo y la descripción del succimer especifica su uso en aquellos casos donde los niveles superan los 45 µg/dl. Cuando los niveles en sangre son de 70 µg/dl o más, generalmente se recomienda el tratamiento que combina CaNaedta y bal. Cuando el niño presenta signos de encefalopatía el tratamiento debe aplicarse en una unidad de terapia intensiva. Los agentes de

quelación pueden estimular considerablemente la absorción de plomo de tracto gastrointestinal.

Estas terapias pueden resultar peligrosas si no se retira al niño de la fuente de exposición a plomo. Es posible que se requiera hospitalizar al paciente en las etapas iniciales del tratamiento, cuando no se han establecido las medidas tanto para evitar la exposición al metal, como para garantizar la observancia absoluta del tratamiento y el seguimiento.

Por esta razón resulta más adecuado administrar por vía oral los agentes succimer y penicilamina-D en pacientes ambulatorios mientras no se tomen medidas para reducir la exposición al plomo en que se encuentra el niño.

Los efectos en la salud derivados de la presencia de plomo en el organismo se reconocen desde la década del 40, especialmente en las personas laboralmente expuestas, pero es en la década de los 70 donde se comienzan a estudiar sus efectos a niveles de exposición menores.

En 40 años, de 1950 a 1990, la epidemiología y las políticas públicas referentes al plomo han tenido enormes avances. En un lapso de 20 años, el CDC bajó su recomendación de nivel máximo permitido de plomo en niños en 50 puntos (Berney, 1993).

Estudios orientados a la población infantil han demostrado que es en este grupo donde los daños pueden ocurrir con la presencia de pequeñas cantidades de plomo en sangre, debido a ciertas condiciones especiales como: *la menor masa corporal, sistema nervioso en desarrollo, mayor tasa de absorción intestinal de plomo y menor tasa de eliminación, proximidad al suelo y tendencia de poner objetos y tierra en la boca.*

Los avances tecnológicos en materia de *screening* y de análisis estadísticos han permitido demostrar que se asocia el déficit intelectual con la presencia de plomo

en el organismo, controlando por un sin número de variables confundentes, especialmente del ámbito social (Berney, 1993; Needleman, 1993).

Los investigadores han examinado los efectos de la exposición ambiental a plomo en lactantes y niños pequeños (Davis, 1987): neurológicos (hiperactividad, trastorno de la atención, retraso del desarrollo psicomotor), psicológicos (trastornos conductuales), hematológicos (reducción en la síntesis del grupo Hem, anemia), metabólicos (reducción de la concentración de 1–25 dihidroxivitamina D y trastornos en el metabolismo de la pirimidina eritrocitaria) y cardiovasculares (hipertensión arterial).

La demostración de alteraciones neuropsicológicas a niveles considerados seguros previamente, hace pensar que la magnitud del riesgo en salud pública de la exposición infantil a plomo es mayor que lo anteriormente estimado. Estos antecedentes han hecho modificar el valor aceptable de plumbemia en niños. En 1985 el Centro de Control de Enfermedades de Estados Unidos (CDC) recomendaba como límite máximo de Plomo en sangre 25 mg/dl; desde 1991 ya sobre 10 mg/dl se considera riesgoso para la salud (U.S. Department of Health, 1991).

Por otro lado la Organización Mundial de la Salud también ha modificado su recomendación al mismo valor (World Health Organization, 1994). Se estima que los niños de EE.UU. en edades entre 1 y 5 años presentan en promedio 2,7 mg/dl de plomo en sangre, y que un 8,9% de ellos tendría un nivel de plomo sanguíneo superior a 10 mg/dl (Dietrich et al., 1991).

2.11 SINTOMAS DE ANEMIA^{xx}

Dependiendo de la severidad de la anemia el niño puede tener sensación de frío, cansancio, presentar palidez o presentar la actitud de ingerir tierra o sustancias similares (pica). Cuando la anemia es más severa aparece pérdida total de apetito

(anorexia), aumento de la frecuencia de los latidos cardíacos (taquicardia) e irritabilidad.

La palidez no se detecta en el color de la piel o el rostro sino en el color de la mucosa conjuntival (parte interna de los párpados) y del lecho ungueal ("raíz" de las uñas), sobretodo por la palidez palmar.

Existen otros síntomas que aparecen debido a la deficiencia de hierro en el cuerpo cuando ésta es la causa de la anemia: somnolencia (sueño excesivo), hiporexia (disminución del apetito), apatía, decaimiento, disminución del rendimiento escolar.

2.11.1 CAUSAS DE ANEMIA

En orden decreciente de frecuencia las principales causas de anemia son:

- Deficiencia de hierro: Es la principal causa de anemia infantil. Ocurre cuando la dieta es pobre en alimentos ricos en hierro (carnes rojas y vísceras). Existen vegetales ricos en hierro (como las espinacas, las acelgas) pero éste no es asimilado en cantidad por el organismo humano debido a que ellos contienen fitatos, sustancias que bloquean la absorción.
- Parasitosis intestinal: Existen helmintos que provocan pérdida sanguínea a nivel intestinal o se alimentan de sangre llevando a la anemia. Se trata de las uncinarias y el estrongiloides.
- Empleo de leche entera de vaca: Los niños menores de seis meses no deben tomar leche entera de vaca u otros animales pues la digestión de ésta no es adecuada y se puede producir una enteropatía perdedora de glóbulos rojos enfermedad en la cual se produce salida periódica de éstos hacia la luz intestinal y con el tiempo anemia. Muchas veces no se puede ver esto a simple vista pero sí detectarse mediante pruebas como el THEVENON EN

HECES. Los niños pequeños sólo deben tomar leche materna o en su defecto, formulas maternizadas.

- **Infección Crónica:** Existen algunas infecciones que producen anemia por diferentes mecanismos. Nos referimos, entre otras, a la Infección Urinaria, Tuberculosis Infantil, Fiebre Malta (Brucelosis) y Fiebre Tifoidea.
- **Deficiencia de Vitamina B12 y/o Acido Fólico:** Ocurre cuando la dieta es pobre en alimentos que contienen vitamina B12 (vísceras, queso, pescado, leche, huevos), o ácido fólico (vegetales verdes frescos como lechuga, espinaca, brócolis y frutas frescas). Asimismo, cuando existe la presencia en el organismo del parásito difilobotrio.
- **Intoxicación Crónica por Plomo:** La exposición diaria a la contaminación ambiental, agua y otros productos que producen las pinturas, tintes de cabello, baterías y talleres de metalmecánica que se encuentran en la vecindad o el vivir dentro de ellas puede llevar a la intoxicación progresiva del organismo por partículas de plomo las cuales pueden ingresar por vía respiratoria o digestiva. Esta enfermedad genera la aparición de una forma de anemia recurrente (de difícil tratamiento) y la presencia de otros síntomas tales como hiporexia, pérdida de peso, constipación, apatía, pérdida del rendimiento escolar, debilidad, dolores de cabeza, brazos y piernas.
- **Medicamentos:** Existen algunos pocos antibióticos que producen anemia: cloramfenicol, trimetoprim, sulfas (cuando es usada por largo tiempo). No es cierto que todos los antibióticos produzcan anemia.
- **Causas menos frecuentes:** Neoplasias, deficiencias o defectos congénitos.

2.11.2 CLASIFICACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL

Con el objeto de evaluar el estado nutricional, se utilizan los indicadores antropométricos y los sistemas de clasificación del estado nutricional, y que son

de bajo costo, y si la técnica es adecuada se puede lograr un alto nivel de exactitud.

Entre estos sistemas de clasificación del estado nutricional tenemos:

- El Peso para la Edad: que fue el primer indicador usado y de él derivó la Clasificación de Gómez, se basa en el porcentaje de déficit de peso de un individuo en relación a un valor de referencia
- Waterlow publico 1972, la clasificación que define cuatro categorías cualitativamente diferentes: a) Eutróficos, con buen peso para la talla y talla para la edad; b) retardados en el crecimiento, pero no desnutridos, con talla baja para la edad pero buen peso para la talla, lo que indica un episodio de desnutrición en el pasado del cual el individuo se ha recuperado; c) desnutridos sin retardo en el crecimiento con buena talla para la edad pero bajo peso para la talla, indicando desnutrición aguda, d) desnutridos con retardo en el crecimiento: con bajo peso para la talla y baja talla para la edad, lo que indica desnutrición crónica agudizada. Expresada en un tabla de 4 x 4

CUADRO 2.3

		Peso / Talla			
		-3	-2	-1 M	+1 +2
TALLA/ EDAD	-3	Crónico	Compensado		
	-2				
	-1 M	Agudo	Eutrófico		
	+1 +2				

- La Talla /Edad, es un indicador del crecimiento lineal alcanzado, y refleja la historia nutricional del sujeto. Cuando se restringe la ingesta alimentaría, la velocidad del crecimiento en peso y talla disminuye, el peso se recupera más o menos rápidamente al reanudarse la alimentación, pero la recuperación en talla es mucho más lenta y la recuperación total en talla para la edad puede incluso no llegar a ocurrir. Sin embargo la recuperación del peso para una talla

ocurre cuando se restablece la alimentación adecuada. Este es un mecanismo compensatorio de Homeorresis. Por lo tanto, una talla baja, independiente del peso, indica la probabilidad de un episodio de desnutrición en el pasado y puede proveer una estimación de la duración de dicho episodio

- **Peso/Talla** (peso esperado a determinada talla), es un indicador del estado nutricional actual. Si la homeorresis ha ocurrido, el peso para la talla será normal, aunque la talla para la edad será baja. Un bajo peso para una talla dada indica emaciación o desnutrición aguda. Este indicador, tiene la ventaja de ser independiente de la edad y del grupo étnico entre las edades de 1- 10 años^{xxi}

2.12 COEFICIENTE INTELECTUAL^{xxii}

Habría que acercarse antes al concepto de Inteligencia. La Teoría Monárquica defiende que la inteligencia es una facultad única o unitaria no compuesta por otras facultades inferiores.

La Teoría Oligárquica propone la existencia de un Factor General o "G" denominado Inteligencia General y un segundo factor específico constituido por la capacidad concreta para cada tipo de actividad (Factores S)

La teoría Multifactorial sostiene la existencia de un conjunto de factores (13, de los cuales los 6 primeros se consideran como de habilidades primarias) independientes entre sí y que constituyen lo que llamamos Inteligencia.

Estas teorías conducen a una concepción determinista de la Inteligencia considerándola de forma estática y reduciendo la capacidad mental a una cifra (Coeficientes Intelectuales). Se ha de tomar con mucho cuidado este concepto, ya que las personas tenemos diferente capacidad de respuesta y de adaptación al medio. Otros autores la definen, quizás de forma más certera como la habilidad para aprender, capacidad para pensar abstractamente, habilidad para adaptarse a situaciones nuevas o también como conjunto de procesos cognitivos como

memoria, categorización, aprendizaje y solución de problemas, capacidad lingüística o de comunicación, conocimiento social.

2.12.1 CLASIFICACION^{xxiii}

El criterio psicométrico es el que se impone, utilizando el C.I. (Coeficiente Intelectual) -introducido por Setern - para clasificar la deficiencia mental. Dicho coeficiente es el resultado de dividir la Edad Mental entre la Edad Cronológica y multiplicado por 100.

En este estudio se utilizo el **Test Baremos Wisc** (Ver Anexo 4), después de realizar el análisis y la evaluación correspondiente se utilizó las siguientes categorías:

CUADRO 2.4

Escala de Baremos Wisc – Categorías	
+ de 120	Genialidad
110 – 120	Brillante
90 – 120	Normal
75 – 90	Limite normal (bajo)
69 – 75	Fronterizo
69 - 55	Deficiencia mental leve
54 - 40	Deficiencia mental moderada
39 - 25	Deficiencia mental severa
25 – 0	Deficiencia mental profunda

Fuente: GESELL Arnold "*Diagnostico del desarrollo normal del niño*"

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

3. METODOLOGIA

3.1 ENFOQUE O TIPO DE INVESTIGACION²⁵

El tipo de estudio exploratorio, Observacional de corte Transversal.

El área de estudio comprendió las comunidades de Sotomayor con 691 habitantes, en la Segunda Sección del Municipio de Yamparaez, en el Departamento de Chuquisaca.

3.2 SUJETOS, PROCEDIMIENTOS Y FUENTES DE INFORMACION

3.2.1 SUJETOS

a) Universo

La población objetivo de estudio estuvo conformada niños entre 1 a 10 años que viven en Sotomayor en la ribera del río Pilcomayo siendo éstos 161 en total.

b) Unidad muestral

Niño entre 1-10 años de edad con residencia desde hace 6 meses por lo menos, siendo la muestra de 50 niños.

c) Tamaño de la muestra.

Sotomayor cuenta con una población total de 691 habitantes, correspondiendo al grupo etáreo de 1 – 10 años el 23.32% siendo = 161 niños.

Para poder determinar el tamaño de la muestra se realizó el cálculo de la misma mediante el paquete informático EpiInfo 6.04, para ello se utilizó Statcalc y se

delimitó el tamaño muestral del total de niños que suman 161, se sacó el valor esperado con un intervalo de confianza al 95%, resultando 60 niños menores de 10 años como unidad muestral para un intervalo de confianza del 90% a 48 niños como unidad muestral. Habiéndose tomado en este estudio 50 niños.

Posteriormente se realizó el muestreo aleatorio simple obteniéndose para el presente estudio una muestra de 50 niños menores de 10 años, teniendo como limitación el costo del análisis laboratorial de la concentración de plomo.

d) Criterios de Inclusión

Se tomó como criterio de inclusión los niños entre los 1 a 10 años residentes del lugar.

e) Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión se basaron en lo siguiente:

- Quienes rehusaron participar en el estudio
- Aquellos que estaban en el grupo fuera del rango de edad elegido
- Los residentes temporales

3.2.2 Procedimientos

Los procedimientos para desarrollar el trabajo de campo fueron los siguientes:



Figura 8. Extracción de la sangre. Sotomayor



Figura 9. Niños de 1-10 años. Sotomayor

La población de estudio estuvo conformada por cincuenta niños, entre 1- 10 años escogidos al azar, quienes aceptaron participar del estudio, y que acudieron al Centro de Salud de Sotomayor, acompañados de sus madres, a quienes primero se informo sobre los alcances favorables en el control de salud de sus niños, por los riesgos que implica la contaminación del río Pilcomayo; obteniendo de esta manera el rigor científico y el aval de consentimiento informado para este estudio.

Se tomaron 50 muestras de sangre venosa en la comunidad de Sotomayor. Los niños correspondían al grupo etáreo de 1 -10 años siendo el promedio de 5 años 4 meses, con una media de 5 años.



Figura 10. Toma de la prueba de coeficiente intelectual. Escala de Baremos Wisc.



Figura 11. Grupos de Niños de 1-10 años. Sotomayor.

Luego de pesar, tomar la talla y medición de la presión arterial a cargo de personal de salud responsable se registraron en las fichas respectivas, posteriormente se les aplico la prueba para coeficiente intelectual de Baremos Wisc, a cargo de la Licenciada en Psicología. (Anexo N°4)

Seguidamente en otro ambiente se procedió a la toma 5 cc. de sangre venosa, para la dosificación del plomo en tubos especialmente tratados, y 1 cc. para la realización de dosaje de Hemoglobina y Hematocrito.

El equipo de trabajo estuvo conformado por:

- Un Médico: encargado de control pondoestatural y presión arterial.

- Una Psicóloga: encargada de la prueba de coeficiente intelectual.
- Una Enfermera: responsable de la toma de la muestra sanguínea.
- Un Médico: encargado de tipificación y conservación de muestras.
- Personal de apoyo para seguir el flujo y el procedimiento establecido en la toma de muestras de pacientes.

Finalmente una vez obtenidos los datos, se procedió a su análisis estadístico mediante el paquete informático EpiInfo en su versión 6.04.

3.2.3 FUENTES DE INFORMACION

Las fuentes de información fueron secundarias ya que se recolectaron datos estadísticos del Instituto Nacional de Estadística, libros de Pediatría e Intoxicación, Internet, Registros de Laboratorio (INSO).

Como fuente primaria se realizaron encuestas en base al llenado de cuestionarios dirigidos a las madres de los niños menores de 10 años.

3.3 OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES

CUADRO 3.1

Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICION	ESCALA	INSTRUMENTO
Edad	Periodo transcurrido desde el nacimiento hasta una fecha determinada. Contada en años calendario	1-10	Que edad tiene el niño. (pregunta a la madre)
Sexo	Condición orgánica que distingue al hombre de la mujer	Masculino Femenino	Observación directa
Peso	Cualidad de un cuerpo resultante de la acción que ejerce la gravedad sobre el cuerpo	Kilos	Medición en balanza de pie
Talla	Estatura.	Cm	Medición tallímetro
Presión arterial	Presión producida por la sangre sobre la pared de las arterias	Presión sistólica (mmHg) Presión diastólica (mmHg)	Tomada con tensiómetro
Nivel de hemoglobina por edad	Cantidad de hemoglobina por dl	mgrs / dl	Dosificación realizada en laboratorio microhematocrito
Nivel de concentración de plomo en sangre	Cantidad de plomo detecta en un dl de sangre venosa	mgrs / dl	Dosificación realizada por espectrofotometría
Nivel de coeficiente intelectual	Categoría alcanzada tomando en cuenta la edad cronológica y la edad mental	Escala de Baremos Wisc	Evaluación realizada aplicando Test

3.3.1 Indicadores

- Porcentaje de los niveles de concentración de plomo.
- Porcentaje de concentración de plomo por edad
- Porcentaje de concentración de plomo por sexo
- Determinación del peso según la edad y sexo
- Determinación de la talla por edad y sexo
- Relación peso / talla
- Relación de la presión arterial por edad

- Nivel de hemoglobina por edad
- Nivel de concentración de plomo en sangre
- Nivel de coeficiente intelectual
- Determinar síntomas de intoxicación

3.4 DESCRIPCION DE INSTRUMENTOS²⁶

a) Ficha de recolección de datos (Anexo N° 3)

Conteniendo datos como ser:

a) Nombre, b) Edad, c) Sexo, d) Peso, e) Talla y f) Presión arterial.

b) Test de Baremos Wisc

Contiene los siguientes datos: a) Reproducción de figuras, b) Evocación de objetos – Reproducción de movimientos, c) Evocación de palabras d) Evocación de un relato, e) Repetición de palabras, f) Corte de un diseño.

3.5 TECNICAS Y PROCEDIMIENTOS ADELANTADOS

3.5.1 PREPARACION DE LAS SANGRE ESPECTOFOMETRIA

METODO DE ANALISIS

PRIMERA ETAPA

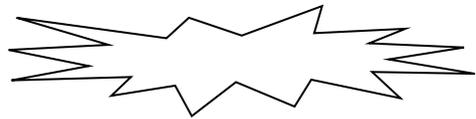
Toma de Muestra 10 – 15
gramos/mls de sangre.



Se pesa la sangre y se añade 10mls
de HNO₃ conc.



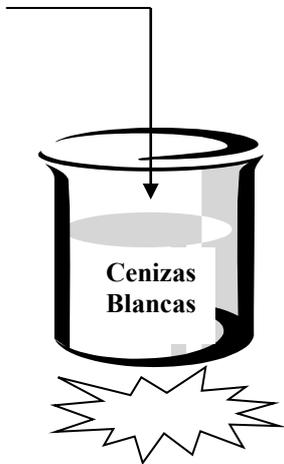
Se lleva a calor lento hasta
sequedad.



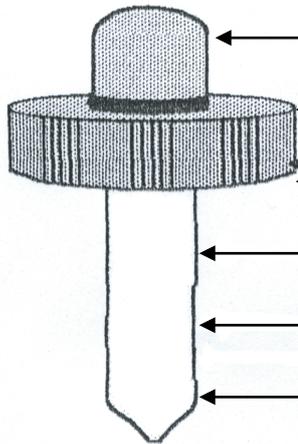
- ◆ Se añade 5 mls. De HNO₃ y 3 mls de H₂O
- ◆ Se lleva a sequedad.
- ◆ Esta operación se realiza hasta cenizas blanquecinas.

SEGUNDA ETAPA

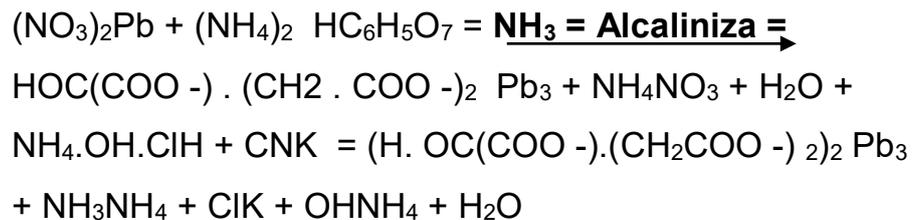
25 mls de HNO₃



Se disuelve y la sol. De (NO₃)₂ Pb se lleva a un embudo de separación.

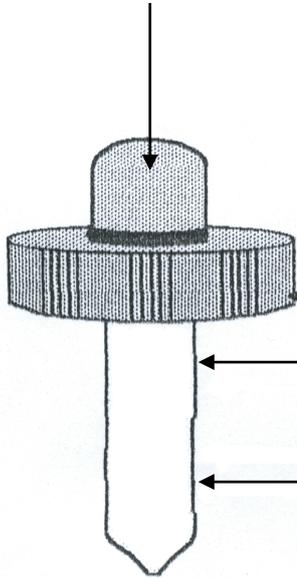


1. 15 mls. de citrato de amonio
2. 2 – 3 gotas de rojo fenol.
3. Neutraliza con NH₃ = color rosa
4. 5 mls. CNK 10%
5. 1 ml de hidroxilamina
6. AGITA Y MEZCLA



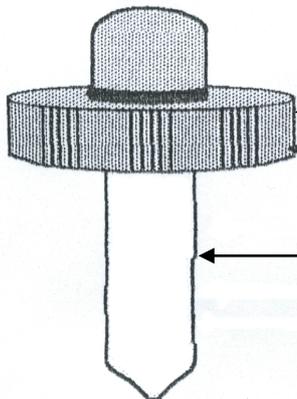
TERCERA ETAPA

5ml de Ditizona Extractora



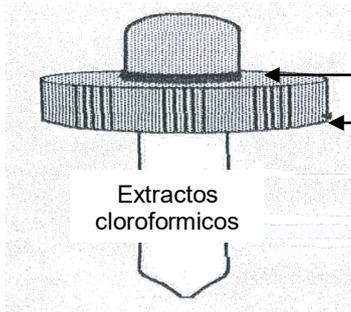
AGITA 2 MINUTOS

- ❖ Si el color de ditizona no es verde original .- se añade otros 6 mls. de D.E.
- ❖ Se extrae hasta que la D.E. mantenga su color original

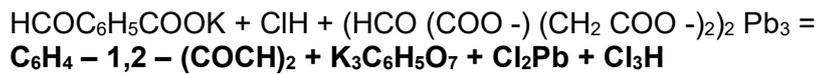


- ❖ Los extractos clorformicos se llevan a un squib con 50 ml. de agua.
- ❖ Se agita 10 veces, para lavar extractos

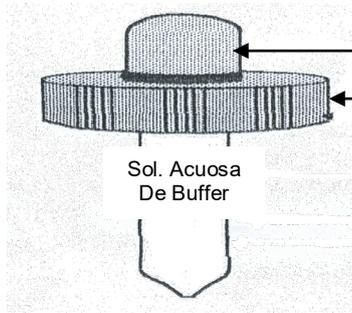
CUARTA ETAPA



- ❖ Solución buffer 50 mls
- ❖ Agita 3 minutos.



SE DESECHA LA FASE CLOROFORMICA



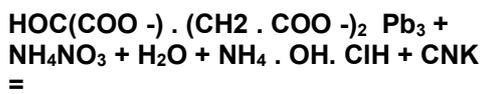
- ❖ 5mls. amonio cianurada
- ❖ 7 mls de ditizona standart.

AGITA = LECTURA 520 mm T° - A°
CNK + NH₃ + Cl₂Pb = ClK + CNH + Pb

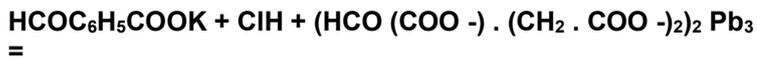
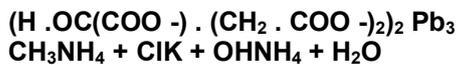
REACCIONES



=NH₃ = Alcaliniza =



=



AGITA = LECTURA 520 mm T° - A°
CNK + NH₃ + Cl₂Pb = ClK + CNH + Pb

3.5.2 Anemia

Para la determinación de la anemia se basó en los valores de la hemoglobina de acuerdo a los criterios de impedimento de su formación, aumento de su destrucción o alteración del número de glóbulos rojos circulantes. Los mismo se detallan en el siguiente cuadro:

CUADRO 3.2

VALORES NORMALES DE HEMOGLOBINA Y HEMATOCRITO POR EDAD

Edad	Hemoglobina (g/dl)	Hematocrito (%)
Recién nacido	16.8 (13.7 – 20.1)	55 (45 – 65)
2 semanas	16.5 (13.0 – 20.0)	50 (42 - 66)
3 meses	12.0 (9.5 -14.5)	36 (31 - 41)
6 meses – 6 años	12.0 (10.5 -14.0)	37 (33 - 42)
7 -12 años	13 (11.0 – 16.0)	38 (34 – 40)

Los datos son medias y rangos entre paréntesis. De Behrman RE, Kliegman Rm Jonson HB 8eds). Nelson Textbook of Pediatrics. 16°ed Filadelfia, Pa: WB Saunders Co; 2000:1462

Si bien el valor no goza de total consenso se considera como anemia, en niños menores de cinco años, un valor de hemoglobina sérica menor a 11 gr% (ó gr/dl). También es equivalente un valor de hematocrito menor de 33%.

CAPITULO IV

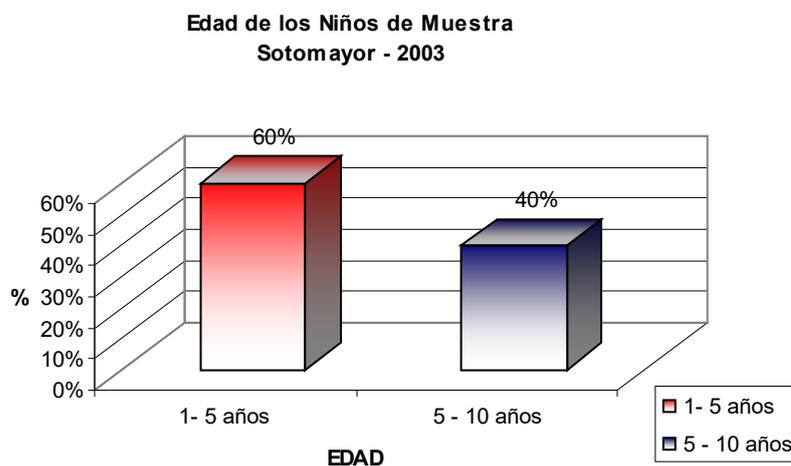
ANALISIS DE LA INFORMACION

4. ANALISIS DE LA INFORMACION

El estudio se realizo en 50 niños entre 1-10 años, que viven en la comunidad de Sotomayor, en la Segunda Sección del Municipio de Yamparáez. (Anexo N°5)

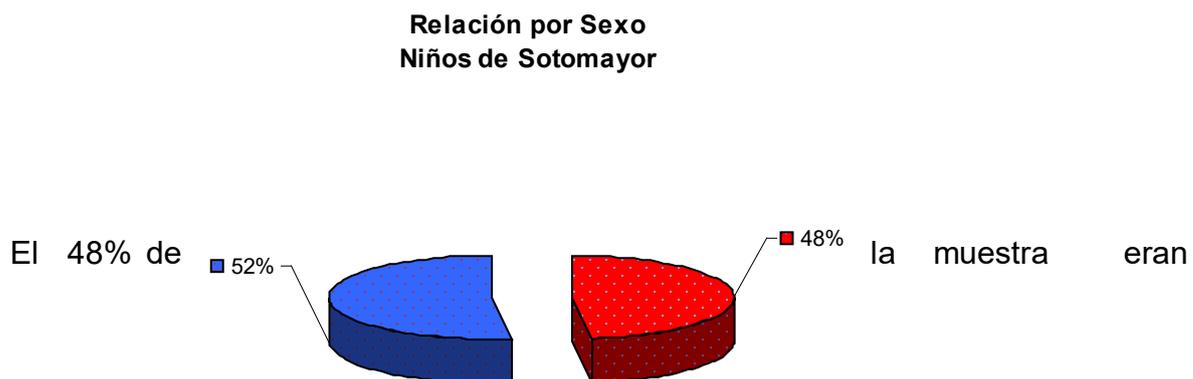
Los resultados fueron procesados en el paquete informático EpiInfo versión 6.04, y SPSS versión 11.5 (en español)

GRAFICO 4.1
EDAD DE LOS NIÑOS DE LA MUESTRA



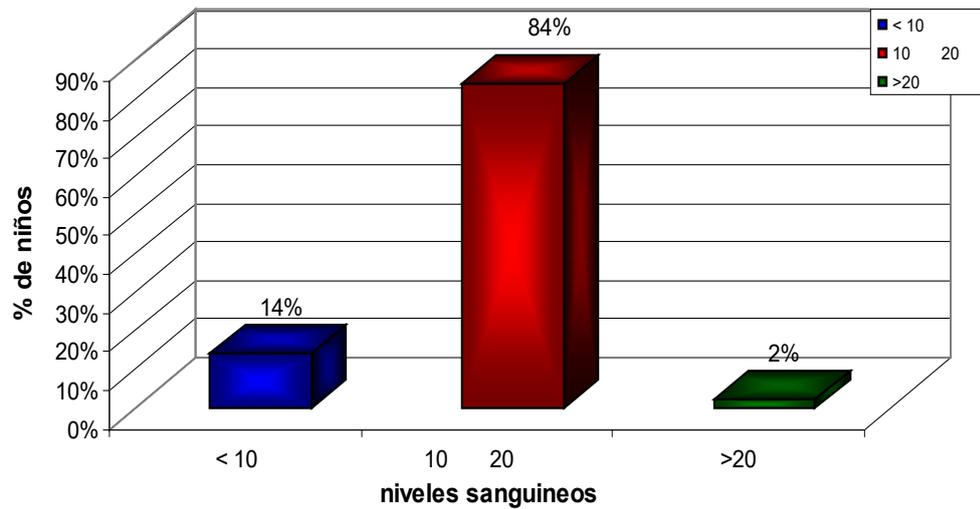
De los 50 niños, 30 tenían de 1 a 5 años representando el 60% de la muestra y 20 niños de 6 a 10 años, (40%).

GRAFICO 4.2
RELACIÓN POR SEXO - NIÑOS DE SOTOMAYOR



mujeres y 52% varones.

GRAFICO 4.3
CONCENTRACION DE PLOMO EN SANGRE

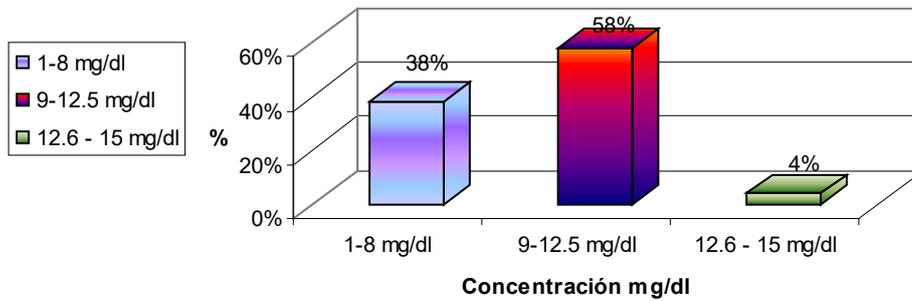


En relación a la concentración de plomo en sangre, se observa los siguientes resultados: en 7 niños (14%) se encontró una concentración de plomo menor a 10 mg/dl, en 42 niños (84%) concentraciones de plomo de 10 a 20 mg/dl, y en un niño (2%) niveles superiores a 20 mg/dl.

Cabe resaltar que el 100% de los niños tienen algún grado de concentración de plomo en sangre, siendo lo normal 0. El CDC de Atlanta considera a valores menores de 9 como no intoxicados, según la misma Institución cuando se encuentran concentraciones entre 10 a 14mg/dl se deben realizar actividades de prevención y evaluación frecuente, y por último con concentraciones entre 15 a 19 mg/dl se deben realizar intervenciones nutricionales y educativas

GRAFICO 4.4

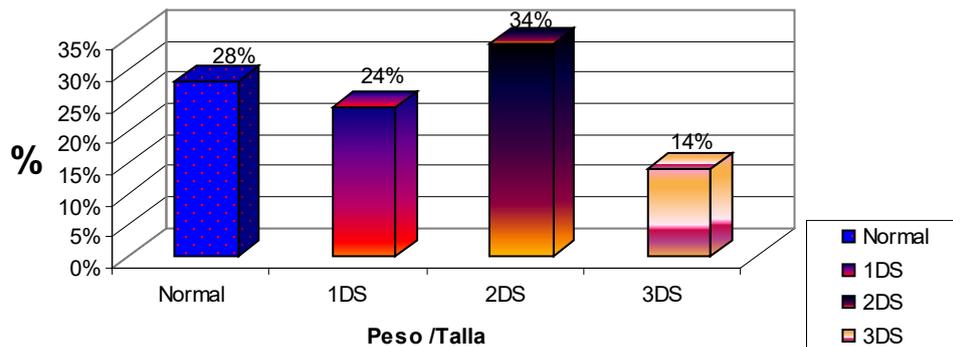
CONCENTRACION DE HEMOGLOBINA EN SANGRE



Con referencia a la concentración de hemoglobina se encontraron los siguientes resultados: 19 niños (38%) presentaron una concentración de Hb de 1 a 8 mg/dl, resultado compatible con anemia grave; 29 niños (58%) presentaron una concentración de 9 a 12.5mg/dl, compatible con anemia moderada y finalmente solo 2 niños (4%) tuvieron una concentración de Hb dentro de los límites normales (12.6 a 15 mg/dl) lo que significa que el 96% de los niños presentan algún grado de anemia.

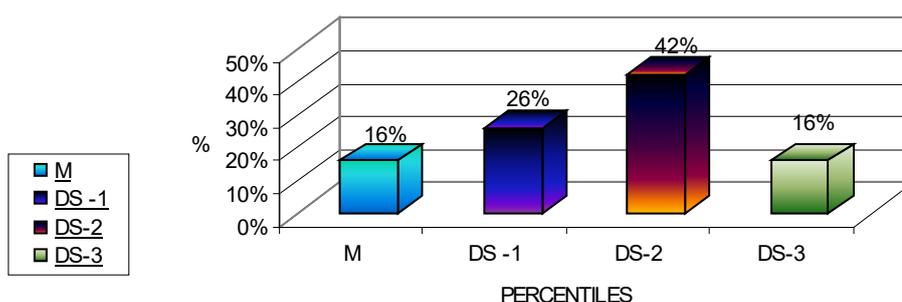
GRAFICO 4.5

INDICES ANTROPOMETRICOS RELACION PESO / TALLA



Entre los Indicadores Antropométricos, para conocer el grado de nutrición de los niños se utilizó el indicador Peso/Talla, encontrando los siguientes resultados: 14 niños (28%) tenían un grado de nutrición normal, 12 niños (24%) un grado de desnutrición leve, 17 niños (34%) un grado de desnutrición moderada y finalmente 7 (14%) un grado de desnutrición grave. Esto muestra que el 72% de los niños tenían algún grado de desnutrición, de leve a grave.

GRAFICO 4.6 INDICES ANTROPOMÉTRICOS RELACION PESO / EDAD

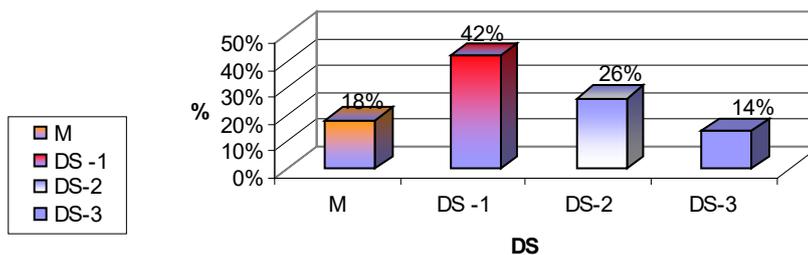


En relación al Peso/Edad, se encontró lo siguiente: 8 niños (16%) presentaron un peso normal para su edad, 13 niños (26%) se encontraban con un peso en la desviación estándar 1, 21 niños (42%) en la desviación estándar 2 y finalmente 8 niños (16%) en la desviación estándar 3. Esto nos muestra que el 84% de los niños tenían algún grado de desnutrición de leve a grave.

Este indicador muestra el déficit de peso para la edad, pero no indica si es por desnutrición o por retardo de crecimiento intrauterino, ya que cada niño tiende a permanecer dentro de su "canal de crecimiento" que está influenciado por el peso al nacer. En este estudio en particular no podemos decir si el déficit de peso para la edad se deba a un bajo peso al nacer puesto que no se tiene información sobre el peso de nacimiento de los niños comprendidos en el estudio, o que se deba a una deficiente alimentación.

GRAFICO 4.7

INDICES ANTROPOMETRICOS RELACION TALLA / EDAD

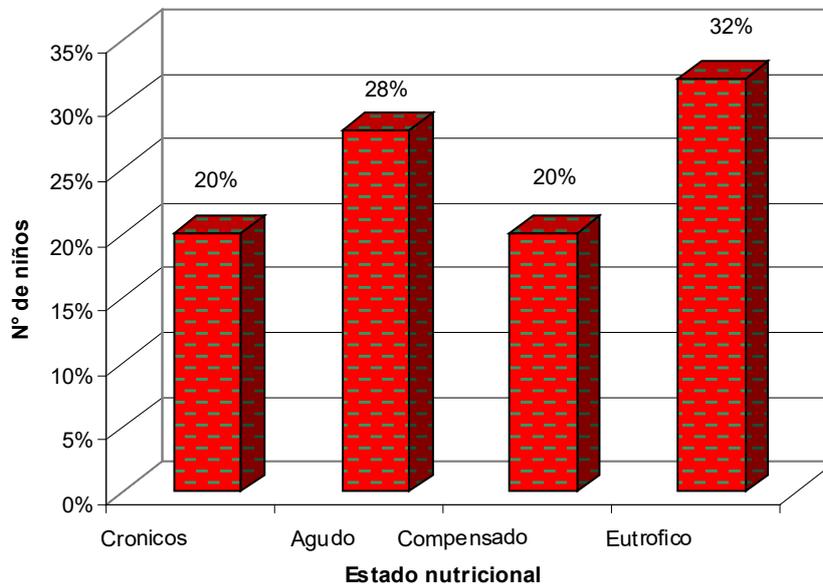


Si relacionamos la Talla con la Edad en los 50 niños, vemos que 9 (18%) están dentro de los parámetros normales, 21 (42%) están con una desviación estándar (DS), 13 niños (26%) con 2 DS, 7 niños (14%) con 3 DS, lo que significa que un 82% de la muestra tiene algún grado de Desviación en relación Talla/Edad.

Este indicador refleja la historia nutricional del sujeto. Si se restringe la ingestión alimentaría, la velocidad del crecimiento en peso y talla se ven afectas; el peso se recupera rápidamente con una buena alimentación, pero la recuperación en talla es muy lenta, y la recuperación total en talla para la edad puede no ocurrir.

Una talla baja, independiente del peso, indica la probabilidad de un episodio de desnutrición en el pasado y puede proveer una estimación de la duración de dicho episodio.

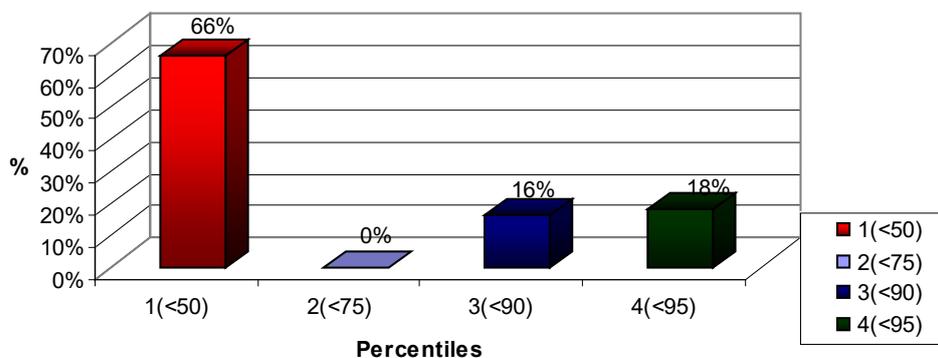
GRAFICO 4.8
ESTADO NUTRICIONAL, CLASIFICACIÓN DE WATERLOW



Waterlow, define cuatro categorías cualitativas del estado nutricional de diferente rango: a) eutróficos con un buen peso para la talla y talla para la edad; b) Compensado con un retardo de crecimiento, pero no desnutrido, con talla baja para la edad pero buen peso para la talla, lo que indica un episodio de desnutrición en el pasado del cual el individuo se ha recuperado, c) Desnutrido agudo, sin retardo en el crecimiento con buena talla para la edad pero bajo peso para la talla, d) Desnutrido crónico con retardo en el crecimiento, con bajo peso para la talla y baja talla para la edad.

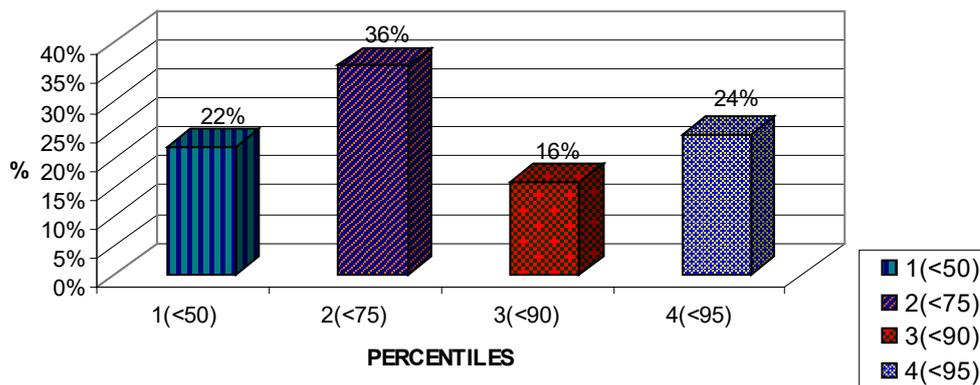
Según la clasificación de Waterlow, se encontró que 10 niños (20 %) son desnutridos crónicos, 14 (28%) presentan desnutrición aguda, 10 (20%) son desnutridos compensados y 16 niños (32%) son eutróficos, lo que significa que 68% de los niños presentan algún grado de desnutrición.

GRAFICO 4.9
PERCENTILES DE PRESION SISTOLICA



La presión sistólica en relación a la edad muestra que: 33 (66%) de los niños se encuentra por debajo del percentil 50; 8 (16%) están por encima del percentil 90 y 9 (18%) están por encima del percentil 95.

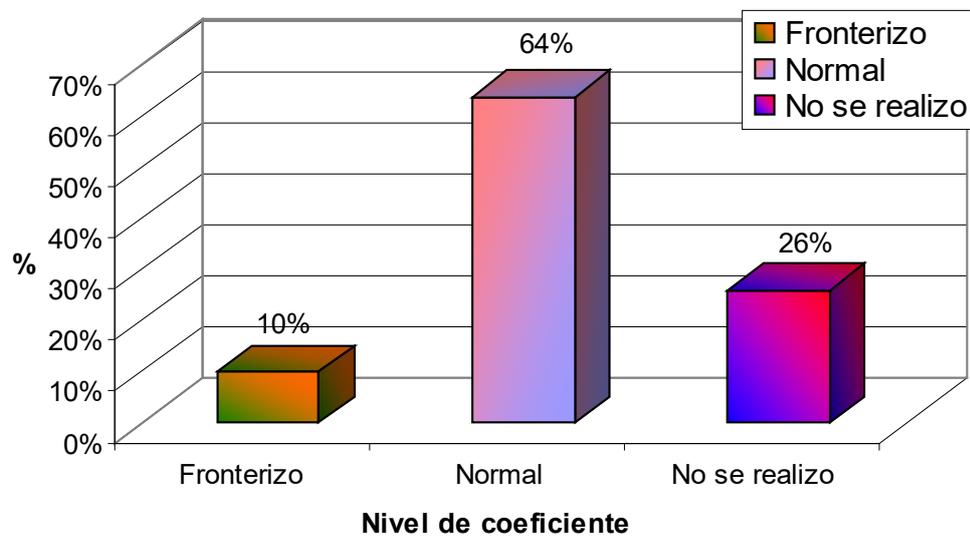
GRAFICO 4.10
PRESION DIASTOLICA



En cuanto a la presión diastólica se observa que 11 (22%) de los niños se encuentran por debajo del percentil 50, 19 niños (38%) están por encima del percentil 75; 8 niños (16%) por encima del percentil 90 y 12 (24%) por encima del

percentil 95, existiendo mayor variación en la presión diastólica en relación a la sistólica.

GRAFICO 4.11
NIVEL DE COEFICIENTE INTELECTUAL, ESCALA DE WISC



En relación al grado de coeficiente intelectual, vemos que 5 niños (10%) están en el límite fronterizo, 32 (64%) de los niños tienen coeficientes dentro de los parámetros normales, y finalmente en 13 (26%) no se pudo realizar por su corta edad o porque algunos eran muy tímidos.

CUADRO 4.1
COEFICIENTE DE CORRELACION

Sperman´s rho			
VARIABLES		Coeficiente de Correlacion	Sig. (Bilateral)
Y	Concentración Microgramos/delitro	1.000	
X1	Edad	-0.567**	0.000
X2	Sexo	-0.123	0.393
X3	Peso	-0.560**	0.000
X4	Talla	-0.572**	0.000
X5	Waterloo	-0.162	0.261
X6	Hb	-0.097	0.504
X7	Hto	-0.338*	0.016

Se estableció una correlación no paramétrica utilizando el coeficiente de Sperman´s entre las variables cuantitativas, esta correlación solo fue significativa en relación a la edad, peso, talla, a mayor peso menor concentración de plomo, a mayor talla menor concentración de plomo y a mayor edad mayor concentración de plomo. No se halló correlación significativa con la hemoglobina pero sí con el hematocrito.

Tabla N° 4.1
CONCENTRACION DE PLOMO – COEFICIENTE INTELECTUAL
COEFICIENTE

PLO	 	FRONTERIZO	NO	NORMAL	 	Total
1-10	 	1	4	13	 	18
11-20		4	8	19		31
21-30		0	1	0		1
Total	 	5	13	32	 	50

CUADRO 4.2
TABLA DE FISHER

CONCENTRACION MICROGRAMOS / DECILITRO	Nivel Intelectual (Constante)	
	8,00	2,126
9,00	1,701	-2,459
10,00	2,030	-3,036
11,00	4,094	-6,178
12,00	4,203	-6,415
13,00	2,456	-3,371
14,00	1,910	-2,747
15,00		
16,00		
17,00		
18,00	1,910	-2,747
19,00	1,910	-2,747
20,00		
21,00		

En el cruce de variables entre plomo y coeficiente intelectual encontramos que 32 niños (64%) son normales, 5 niños (10%) son fronterizos y en 13 niños (26%) no se pudo realizar por su corta edad.

Resultando un chi-cuadrado menor de 5 (3,79) y un valor de $P = 0.43$ no significativo, se utilizo la prueba para variables cualitativas dicotómicas de Fisher, no encontrándose una correlación significativa entre concentración de plomo y coeficiente intelectual.

Tabla N° 4.2
RELACION DE CONCENTRACION DE PLOMO Y
CONCENTRACIÓN DE HEMOGLOBINA EN SANGRE

PLO	HEMO			Total
	12.6 a 15	1 a 8	9 a 12.5	
1-10	0	5	13	18
11-20	2	14	15	31
21-30	0	0	1	1
Total	2	19	29	50

CUADRO 4.3
TABLA DE FISHER

CONCENTRACION MICROGRAMOS / DECILITRO	Hb	(Constante)
	8,00	12,863
9,00	12,755	-61,814
10,00	12,400	-58,475
11,00	4,249	-21,491
12,00	4,125	-20,354
13,00	4,393	-22,849
14,00	4,528	-24,162
15,00		
16,00		
17,00		
18,00	4,228	-21,294
19,00	4,369	-22,620
20,00		
21,00		

En el cruce de variables entre el grado de concentración de plomo y concentración de hemoglobina encontramos que los 18 niños (36%) que tenían una concentración de plomo de 1 a 10 ug/dl presentaban algún grado de anemia, que de los 31 niños (62% de la muestra) que tenían concentraciones de plomo de 11 a 20 ug/dl, 29 presentaban diferentes grados de anemia, y el niño que tenía una concentración de plomo de 21 a 30 ug/dl presentaba también anemia.

Siendo el Chi cuadrado menor a 5 (3.94) y un valor de $P = 0.41$; se utilizo la prueba de Fisher, no encontrándose una correlación significativa entre la concentración de plomo en sangre y la concentración de hemoglobina .

TABLA 3
RELACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE PLOMO Y EL TIPO DE DESNUTRICIÓN
SEGÚN CLASIFICACIÓN DE WATERLOW

PLO	NUTRICION				Total
	AGUDO	COMPENSADO	CRONICO	EUTROFICO	
1-10	5	2	3	8	18
11-20	9	7	7	8	31
21-30	0	1	0	0	1
Total	14	10	10	16	50

CUADRO 4.4
TABLA DE FISHER

CONCENTRACION MICROGRAMOS / DECILITRO		Waterloo	(Constante)
	8,00	2,880	-6,858
	9,00	1,728	-3,172
	10,00	2,029	-3,957
	11,00	1,662	-3,572
	12,00	2,327	-5,282
	13,00	2,105	-4,649
	14,00	1,861	-4,025
	15,00		
	16,00		
	17,00		
	18,00	1,745	-3,755
	19,00	1,551	-3,343
20,00			
21,00			

Sin embargo al relacionar el grado de nutrición utilizando la clasificación de Waterlow encontramos que 10 de los 18 niños con concentraciones de 1 a 10 ug/dll de plomo presentan algún grado de desnutrición y solo 8 son eutróficos; 23 de los 31 niños con concentraciones de 11 a 20 ug/dl de plomo presentan algún grado de desnutrición y solo 8 son eutróficos; y el niño con concentración de 21 a 30 ug/dl de plomo presenta desnutrición compensada.

Siendo el Chi cuadrado mayor a 5 (6.27) y un valor de $P = 0.39$, existe correlación entre la concentración de plomo en sangre y el grado de nutrición de los niños.

No se detectaron mas asociaciones ya que este trabajo tiene como limitaciones el de no contar con un grupo control, por lo cual no fue posible detectar factores de Confusión.

El tamaño de la muestra no permitió obtener otro tipo de correlaciones significativas pues solo se trata de un estudio transversal.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

La contaminación del Río Pilcomayo es un problema de salud pública.

El "problema de la contaminación de Plomo" en el Río Pilcomayo no se ha reducido, ni resuelto a pesar de las leyes de medio ambiente y los riesgos de exposición persisten debido a que este problema no ha sido dimensionado en su real magnitud, de tal manera que una solución a corto plazo es imposible.

Debemos tener en cuenta, las concentraciones de plomo en sangre y poder realizar las intervenciones de acuerdo a las recomendaciones del CDC de Atlanta:

CLASE	Ug/dl	ACCIONES
I	<9	No es considerado intoxicado por plomo
II A	10 a 14	Actividades de prevención Evaluación frecuente
II B	15 - 19	Intervenciones nutricionales y educativas Evaluación frecuente. Si persisten deben ser hechas investigaciones e intervenciones ambientales
III	20 - 44	Evaluación y acciones ambientales. Evaluación médica. Puede necesitar tratamiento farmacológico
IV	45- 69	Intervenciones médicas y ambientales incluyendo terapia de quelación
V	>70	Es una emergencia médica Control médico y ambiental de inmediato

En el estudio:

- Se encontró que el 100% de los niños de la muestra tienen algún grado de concentración de plomo en sangre, el mayor porcentaje (84%) presentan una concentración de 10 a 20 mg/dl.
- En relación a la concentración de hemoglobina en sangre, el 96% de los niños de la muestra presentan algún grado de anemia (38% anemia grave, 58% anemia moderada), y solo un 4% tienen valores normales de hemoglobina.
- Utilizando el indicador Peso/Talla para ver el estado nutricional vemos que 36 niños (72%) presentan algún grado de desnutrición y solo 14 (28%) son eutróficos.
- El indicador Peso/Edad nos muestra que en 42 niños de la muestra (84%) presentan algún grado de desnutrición y solo 8 (16%) son eutróficos
- El indicador Talla/Edad de la misma manera nos muestra que 41 niños de la muestra (82%) tienen algún grado de desnutrición y solo 9 (18%) son eutróficos
- Según la clasificación de Waterlow 34 niños (64%) presentan algún grado de desnutrición y solo 16 (32%) son eutróficos.
- Con relación a la presión sistólica 17 niños (34% de la muestra) presentan presión sistólica por encima del percentil 90 y 33 niños (66%) están por debajo del percentil 50. Con relación a la presión diastólica 39 niños (78%) se encuentran por encima del percentil 75 y solo 11 (22%) de los niños se encuentra por debajo del percentil 50.

- En relación al grado de coeficiente intelectual, vemos que 32 niños (64%) tienen coeficientes dentro de los parámetros normales 5 niños (10%) están en el límite y finalmente en 13 niños (26%) no se pudo realizar por su corta edad.
- Utilizando el coeficiente de correlación de Spearman's solo se encontró que a mayor peso menor concentración de plomo, a mayor talla menor concentración de plomo y a mayor edad mayor concentración de plomo. No se halló correlación significativa con la hemoglobina pero si con el hematocrito.
- En el cruce de variables entre concentración de plomo y coeficiente intelectual, no se encontró una correlación significativa
- No se encontró una correlación significativa. entre la concentración de plomo en sangre y la concentración de hemoglobina .
- Sin embargo al relacionar el grado de nutrición utilizando la clasificación de Waterlow, se encontró que existe correlación entre la concentración de plomo en sangre y el grado de nutrición de los niños, sin embargo se debe hacer notar que no se controlaron los factores confundentes.

5.2. RECOMENDACIONES

- Realizar acciones de sensibilización, difusión, información, para que autoridades, instituciones, población reconozcan que la contaminación del río Pilcomayo es un problema de Salud Pública, al haberse encontrado concentraciones de plomo en los niños que habitan en Sotomayor.
- Realizar una labor interinstitucional, aunando esfuerzos para evitar que continúe la contaminación del río Pilcomayo.
- Elaborar un programa interinstitucional de defensa del medio ambiente en el Río Pilcomayo para preservar los recursos naturales, el agua de riego y la

producción piscícola de la región para precautelar la salud de la población que habita en sus riberas.

- Aunar esfuerzos para la pronta construcción del Dique de Colas de San Antonio en cumplimiento de la Ley del Medio Ambiente, que hasta hoy no se cumple haciendo que los Ingenios existentes, continúen vertiendo sus desechos al río Pilcomayo
- El personal de salud deberá desarrollar acciones de prevención para evitar que la población en general consuma agua contaminada.
- Fomentar un ambiente y prácticas ocupacionales seguros de tal forma que los padres puedan prevenir la exposición al plomo en sus hijos
- Orientación acerca de las medidas generales de prevención (higiene, nutrición).
- Realizar Intervenciones nutricionales, como la administración de hierro en los niños de 1- 10 años de Sotomayor
- La detección de plomo en sangre deberá formar parte de la vigilancia de salud rutinaria en los niños, lo cual puede lograrse facilitando el acceso de los mismos a los servicios de salud y proporcionando a estos los recursos técnicos y económicos necesarios
- Realizar pruebas de tamizaje en los niños sobre todo en la edad preescolar, ya que pueden existir comunidades con alto riesgo de contaminación o comunidades de bajo riesgo que no requieran intervenciones. En la medida en que se obtengan más datos, podrá evidenciarse que existen sitios donde resulte más adecuada la detección selectiva de niños que la de rutina.

- Realizar monitoreo de concentración de plomo en sangre, identificando a los niños que se encuentran en alto riesgo y cuyos niveles de plomo deberán verificarse con mayor frecuencia
- Fortalecer el laboratorio regional para que pueda realizar pruebas de detección de plomo en sangre
- El presente estudio requiere ser complementado y profundizado con un estudio de casos y controles para identificar los factores intervinientes que pudieran estar asociados en el estado nutricional, presión arterial y coeficiente intelectual de los niños que habitan en la ribera del río Pilcomayo.
- Las agresiones ambientales y nutricionales en las etapas tempranas de la vida tienen consecuencias en la salud, la sobre vivencia y la calidad de vida en años posteriores, por lo que las medidas tendientes a mejorar el medio ambiente y la nutrición son inversiones en el **capital humano que repercuten positivamente en el desarrollo económico y social de los niños (as) bolivianos (as)**.

TERMINO

**GLOSARIO DE TERMINOS ESPECIALIZADOS
(OMS/OPS)**

**GLOSARIO DE TERMINOS ESPECIALIZADOS
(OMS/OPS)**

Absorción	Absorption	Paso de un principio activo del sitio de administración a la circulación
Absorción gastrointestinal	Gastrointestinal absorption	Absorción relacionada a la vía tracto gastrointestinal (estómago y/o intestinos)
Absorción respiratoria	Respiratory Absorption	Absorción relacionada a la vía respiratoria a través del tracto espiratorio por inhalación
Absorción pasiva	Passive absorption	Proceso de absorción que se realiza por difusión pasiva a través de membranas y ocurre desde una región de alta concentración relativa del principio activo a una región de baja concentración relativa.
Acción del medicamento	Drug action	En un sentido estricto, dicese del estímulo que provoca la administración del medicamento o el mecanismo de acción que medía el efecto o la respuesta. No debe usarse como sinónimo de estos dos últimos términos. Véase efectos del medicamento.
Acumulación	Accumulation/ cumulation	Situación que resulta cuando la cantidad de medicamento ó sustancia que llegan al cuerpo o a uno de sus comportamientos en un intervalo de tiempo excede a la cantidad que es eliminada del mismo durante ese período. El fenómeno de acumulación es función de su vida media y de la frecuencia de administración; el nivel de acumulación, en cambio, es función, además, de la magnitud de las dosis administradas. La acumulación conduce progresivamente a un estado de equilibrio o comúnmente denominado estado estacionario. Véase este último término.
Coefficiente de variación	Coefficient of variation	Medida de dispersión expresada como un porcentaje de la razón entre la desviación estándar de los resultados de análisis replicados entre el valor promedio de dichos análisis
Concentración	Concentration	1) La concentración de la sustancia o principio activo se expresa generalmente de las siguientes formas: peso/peso, peso/volumen, dosis unitaria ("unit dose")/volumen. 2) Incorrectamente, se emplea como sinónimo de dosis de un medicamento.
Contraindicación	Contra indication	Situación clínica o régimen terapéutico en el cual la administración de un medicamento determinado debe ser evitada.
Diferencia significativa	Significant difference	Concepto estadístico donde el valor de la diferencia se elige arbitrariamente. En la mayoría de los casos, una diferencia se considera estadísticamente significativa cuando $p < 0,05$ (p =probabilidad). Un valor de $p < 0.05$ indica que la diferencia observada tiene una probabilidad inferior del 5% de ser generada al azar, es decir, que existe una probabilidad inferior al 5% de cometer un error de tipo I. Una diferencia estadísticamente significativa no implica necesariamente una diferencia clínicamente importante.

Distribución	Distribution	Proceso reversible por el cual una sustancia o sus metabolitos pasan del compartimiento central a otros compartimientos farmacocinéticos del cuerpo.
Distribución, vida media de	Distribution half-life	Estimado de la velocidad con la cual un medicamento se distribuye. Se calcula empleando la constante híbrida de distribución alfa.
Dosificación/posología	Dosage	Describe la dosis de un medicamento, los intervalos entre las administraciones y la duración del tratamiento,. No debe confundirse con el término dosis.
Dosis	Dose	Cantidad total de medicamento que se administra de una sola vez o total de las cantidades fraccionarias administradas durante un período determinado. Véase dosificación.
Dosis, intervalo de	Dosing interval	Tiempo que transcurre entre una y otra administración del medicamento en un régimen de dosificación de dosis múltiples.
Dosis de carga/dosis de ataque	Loading dose	Cantidad del medicamento que se administra inicialmente para obtener luego de una sola o pocas administraciones, las concentraciones corporales deseadas del medicamento. No debe utilizarse como sinónimo de dosis inicial, toda vez que no siempre las dosis iniciales tienen la magnitud de dosis de carga. Véase dosis inicial.
Dosis efectiva mediana	Median effective dose	La dosis mínima requerida para producir un efecto determinado en el 50% de la población.
Dosis inicial	Initial dose	La primera dosis de un tratamiento multidósico o de un régimen terapéutico. Véanse dosis de carga, dosis de mantenimiento y régimen terapéutico.
Dosis letal mediana	Median lethal dose	Dosis mínima de un medicamento requerida para causar la muerte en el 50% de la población.
Dosis umbral	Threshold dose	Dosis de un medicamento justamente suficiente para producir un efecto de intensidad predeterminada. Si la intensidad predeterminada es el primer efecto detectable, entonces la dosis umbral corresponde a la dosis más pequeña requerida para producir un efecto detectable. Encambio si el efecto preseleccionado fuese una disminución en el 50% de la tasa cardiaca, entonces la dosis umbral correspondería a la dosis requerida para producir este efecto.
Droga	Drug/medicament/medicine	El uso de este término como sinónimo de medicamento es deplorable por varias razones. Entre ellas, porque en un sentido estricto el término solamente se debe usar para referirse a aquellos principios activos o sustancias de origen vegetal, animal o mineral, en contraposición a los productos de

		síntesis. En consecuencia, su empleo para referirse a principios activos sintéticos refleja un anglicismo, en tanto que constituye una traducción incorrecta de "drug", especialmente cuando en inglés se hace la distinción entre "drug" y "raw drug" o "cruce drug". Además, en la actualidad, su otra acepción como narcótico, estupefaciente o cualquier otra sustancia de similar tipo de abuso ha llegado a tal grado en el uso vulgar, que su empleo en el lenguaje técnico puede causar confusión. Por lo tanto, úsese el término medicamento y producto medicamentoso para referirse al principio activo y al principio activo formulado en una forma farmacéutica, respectivamente.
Ecología	Ecology	Ciencia que se refiere a los organismos según son modificados por los factores del medio ambiente que los rodea; estudio del medio y de la historia vital de los organismos.
Efectividad	Effectiveness	Se refiere al desempeño de un medicamento de comprobada eficacia y eficiencia en la población de pacientes, o sea, en grupos mucho más numerosos que aquellos empleados en ensayos clínicos controlados de Fase II y III. La efectividad es determinada, por lo tanto, a través de estudios epidemiológico, o sea, en la fase IV de los estudios clínicos.
Efecto colateral	Side effect	Denota aquel o aquellos efectos que se derivan de la acción farmacológica primaria de un medicamento, o sea, aquella que produce su efecto terapéutico. Por ejemplo, la atropina, que muestra una acción anticolinérgica, tiene como efecto primario la propiedad antiespasmódica y como efectos colaterales sequedad de la boca y trastornos de la visión por acomodación defectuosa. En tanto que un medicamento es selectivo, menores son sus efectos colaterales. No debe emplearse como sinónimo de efecto secundario. Véase selectividad y efecto secundario.
Efecto indeseable	Undesirable effect	Cualquier efecto que produce un medicamento que no sea el que se persigue a través de su administración. Los efectos indeseables se clasifican como efectos por sobredosificación efectos colaterales, efectos secundarios, idiosincrasias, sensibilizaciones, reacciones alérgicas y habituación.
Eliminación	Elimination	Suma de todos los procesos que contribuyen a la depuración (claramiento) del principio activo del organismo. Comprende tanto los procesos de biotransformación como los de excreación (renal o biliar) del principio activo intacto o sus metabolitos.
Epidemiología	Epidemiology	La ciencia que investiga las causas y la historia de las enfermedades y como ellas se

		desarrollan en la presencia o ausencia de intervenciones o contactos generales o específicas. Los estudios epidemiológicos pueden ser descriptivos (recolección de datos sobre estadísticas de salud), analíticos (investigación de una relación causa-efecto) y, hasta cierto grado experimental (medición del efecto en una población predefinida de una intervención activa).
Hemoglobina	Hemoglobin	Pigmento transportador de oxígeno de los eritrocitos, que se forman a partir de los eritrocitos en desarrollo en la médula ósea.
Iatrogenia	Iatrogeny	Un estado anormal o condición que resulta de la actividad del médico o de otro personal autorizado. En algunos países, el término conlleva una connotación legal al referirse a la iatrogenia como situación resultante de un "tratamiento inadvertido o erróneo".
Intervalo de confianza	Confidence interval	Dícese del intervalo entre dos valores que, dentro de cierto límite de confianza (dígase el 95%), contienen el valor verdadero para cierto parámetro de la población.
Límite permisible	Permissible limited	Uno ó más agentes riesgosos que pueden permitirse que existan en un determinado ambiente, por debajo del cual no debe causar daño o enfermedad alguna.
Medicamento	Drug/drug product/drug substance/medicament/medicine	En el uso legal y técnico, este término recibe dos acepciones. 1) En la primera, el término medicamento se emplea para describir al principio activo o fármaco, que para su administración debe formularse. 2) En la segunda de ellas, se entiende por medicamento todo producto farmacéutico empleado para la prevención, diagnóstico y tratamiento de una enfermedad o estado patológico o para modificar sistemas fisiológicos en beneficio de la persona a quien le fue administrada. En esta acepción el término medicamento se refiere al producto farmacéutico o producto medicamentoso. En la literatura técnica y legal anglosajona, se hace una distinción muy clara entre estas dos acepciones, al distinguirse entre medicamento como principio activo (drug, drug substance) y medicamento en un producto farmacéutico (drug product, medicine). En este glosario se recomienda usar medicamento como un término genérico que abarque ambas acepciones y que, cuando sea necesario hacer una distinción entre ellas, se utilicen los términos propios.
Plomo	Lead	Elemento químico (Pb) n.a. 82 y p.a. 207.21
Salud Pública	Public Health	Rama de las ciencias médicas que trata de los problemas generales de salud en una población. Incluye las condiciones de vida y salud, incidencia y prevalencia

		de enfermedades, su prevención, alivio y curación.
Toxicología	Toxic	Ciencia que estudia la naturaleza, las propiedades y el modo como actúan los tóxicos, así como la sintomatología, las intoxicaciones, su diagnóstico, tratamiento y prevención.
Tóxico	Toxic	Sustancias que dañan o matan las células de los organismos, como los venenos y las toxinas
Toxicidad aguda	Acute toxicity	Aquella que se observa a corto plazo luego de la administración de una sustancia en una dosis o en varias dosis en un periodo de tiempo de un día o menos.
Toxicidad crónica	Chronic toxicity	Aquella observada después de transcurrido cierto tiempo luego de la administración de dosis repetidas de un principio activo.
Vigilancia	Surveillance	En Salud Pública, la recolección e interpretación de datos obtenidos a través de programas de monitorización y de cualquier otra fuente, los cuales sirven para detectar y evaluar cambios en la situación sanitaria de una o más poblaciones. La vigilancia requiere del análisis profesional y cuidadoso de los datos y debe resultar en recomendaciones sobre acciones de control

ANEXOS

ANEXO N° 1

Concentración de plomo ITA



FUNDACIÓN
INSTITUTO DE TECNOLOGÍA
DE ALIMENTOS

Servicios

**Análisis Físico-Químico
Microbiológico y
Toxicológico en:**

- * Alimentos.
- * Aguas.
- * Suelos.

Análisis de:

- * Aditivos.
- * Metales Pesados
- * Pesticidas
- * Fertilizantes
- * Insumos agropecuarios.

**Asesoramiento Técnico
y Capacitación en:**

- * Control de calidad.
- * Saneamiento industrial.
- * Tecnologías limpias.

**Investigación Aplicada
en:**

- * Procesos productivos de alimentos.
- * Conservación.
- * Control del medio ambiente.

Dirección

Zona de Gara Punku s/n

Teléfonos:
(591) (064) 54698
(591) (064) 55174
(591) (064) 62672 FAX

E-mail:
ita@mara.scr.entele.net.bo

Casilla No. 369

Sucre - Bolivia

INFORME DE LABORATORIO

N° 219/2001

Código de Laboratorio: AARN/175

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

Producto: Agua de Río

Cantidad aproximada: 4000 ml
 Procedencia del Producto: Río Pilcomayo
 Lugar: Después de la conflu. con Icla
 Solicitante: Comisión Nacional de los Ríos Pilcomayo y Bermejo
 Muestreador: I.T.A.
 Fecha y hora del muestreo: 18/09/2001, hrs. 12:15
 Fecha de emisión del informe: 06/12/2001.

Observaciones:

RESULTADOS

PARAMETROS	MUESTRA ORIGINAL	VALORES REFERENCIALES (*)
Caudal: [m ³ /s]	10,86	
Temperatura: [°C]	18,0	
Turbiedad: [UNT]	151	< 10; < 200-10000
pH	8,40	6,0 a 8,5 ; 6,0 a 9,0
Conductividad: [uS/cm]	1534	
Conductividad a 25°C: [uS/cm]	1754	
Salinidad: [° / °C]	0,6	
Oxígeno Disuelto: [mg-O ₂ /L]	7,87	> 80% sat. ; > 50% sat.
DBO ₅ : [mg-O ₂ /L]	< 2	< 2 ; < 30
DQO: [mg-O ₂ /L]	24	< 5 ; < 60
Sólidos en Suspensión: [mg/L]	158	
Fósforo: [mg-PO ₄ ³⁻ /kg]	< 0,08	0,4 ; 1,0
Arsénico Total: [mg-As/L]	0,354	0,05 ; 0,1
Cadmio: [mg-Cd/L]	0,010	0,005 ; 0,005
Cianuros: [mg-CN /L]	< 0,02	0,02 ; 0,2
Mercurio: [mg-Hg/L]	0,003	0,001 ; 0,001
Plomo: [mg-Pb/L]	0,47	0,05 ; 0,1
Cromo hexavalente: [mg-Cr ⁶⁺ /L]	< 0,04	0,05 ; 0,05
Boro: [mg-B/L]	1,02	1,0 ; 1,0
Coliformes Totales UFC/100 ml	10 000	
Escherichia coli UFC/ 100 ml	200	5 a 50; 5 000 a 50 000

(*) Valores obtenidos de la Reglamentación de la Ley del Medio Ambiente No. 1333, pág. 215, 1995
 El valor de la izquierda corresponde a aguas de Clase A y el valor de la derecha a Aguas de Clase D.

SECRETARÍA EJECUTIVA DE BOLIVIA
 DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA
 Y GANADERÍA
 SIBCA - Lucy E. Romero Ortega
 Encargada Lab. Procesos
 FUNDACIÓN I.T.A.



Dr. Ana Ma. Pintone Páucarico
 DIRECTORA NACIONAL EJECUTIVA a.i.
 FUNDACION I.T.A.

ANEXO N° 2
Concentración de Hemoglobina / dl
Sotomayor 2003

Edad	Sexo	Hb	Hto
3a.8m	F	13.2	40
4a 7m	M	12.7	41
2	M	9.0	30
1a 4m	M	8.2	32
3a 7m	M	11.5	40
1	F	8.4	33
6a.1m	F	9.2	32
3a 9m	F	9.4	32
4a 1m	F	11.3	32
2a 5m	M	10.5	37
2a 9m	M	8.5	35
3ª	M	9.7	36
2ª	M	7.2	30
5a 3m	M	10.5	39
3a1m	M	9.7	40
3a 4m	F	9.9	36
3a2m	M	8.5	32
6	F	9.9	36
5a 3m	M	9.4	36
3a3m	M	8.2	31
5a 5m	M	7.0	28
3a 6m	M	8.5	36
5a9m	M	9.5	38
4	F	8.9	36

Edad	Sexo	Hb	Hto
2ª	F	9.9	40
2a 5m	M	7.0	22
2ª	F	8.9	36
3a.8m	F	13.2	40
4a 7m	M	12.7	41
2	M	9.0	30
1a 4m	M	8.2	32
3a 7m	M	11.5	40
1	F	8.4	33
6a.1m	F	9.2	32
3a 9m	F	9.4	32
4a 1m	F	11.3	32
2a 5m	M	10.5	37
2a 9m	M	8.5	35
3ª	M	9.7	36
2ª	M	7.2	30
5a 3m	M	10.5	39
3a1m	M	9.7	40
3a 4m	F	9.9	36
3a2m	M	8.5	32
6	F	9.9	36
5a 3m	M	9.4	36
3a3m	M	8.2	31
5a 5m	M	7.0	28
3a 6m	M	8.5	36
5a9m	M	9.5	38
4	F	8.9	36
2ª	F	9.9	40
2a 5m	M	7.0	22
2ª	F	8.9	36

ANEXO N° 3

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

N° de ficha.....

Nombre y apellidos.....

Ocupación del padre.....

Ocupación de la madre.....

Fecha de Nacimiento.....

Edad.....

Sexo Masculino.....

Femenino.....

Peso

Talla

Presión arterial

Aplicación de Test de Binnet – Santucci- Guessel

Consumen agua del río Pilcomayo Si..... No.....

Consumen peces del río Pilcomayo Si..... No.....

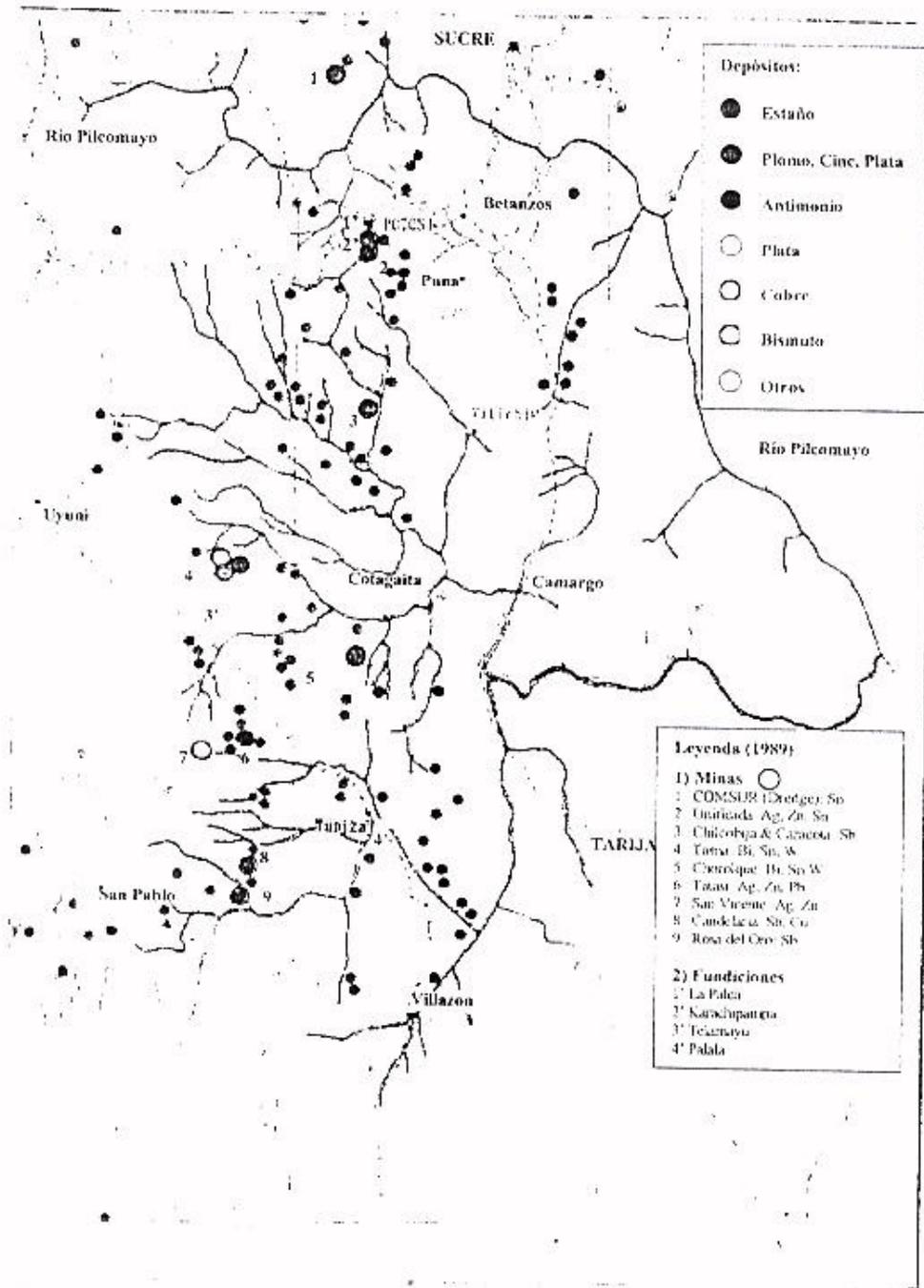
RESULTADO DE EXAMEN DE HEMOGLOBINA	CONCENTRACION DE PLOMO EN SANGRE	ESTADO NUTRICIONAL	RESULTADO DEL TEST
OBSERVACIONES	OBSERVACIONES	OBSERVACIONES	OBSERVACIONES

ANEXO N°4

INTOXICACION POR PLOMO EN NIÑOS DEL RIO PILCOMAYO

N°	Edad	Sexo	Peso	P/E	Talla	T/E	P/T	WATERLOO	Presión arterial	Cons. Agua	Cons.Peces	Hb	Hto
1	3a.8m	F	10	DE -3	90	DE-2	DE-3	cronico	70/40	Ocasional	Si	13.2	40
2	4a 7m	M	15	DE-2	108	DE-1	DE-2	agudo	130/70	Ocasional	Si	12.7	41
3	2	M	8	DE-3	82	DE-1	DE-3	agudo	120/60	No	Si	9.0	30
4	1a 4m	M	7	DE-3	78	DE-1	DE-3	agudo	20/60	No	Si	8.2	32
5	3a 7m	M	16	N	87	DE-3	DE+3	compensado	130/60	Si	No	11.5	40
6	1	F	5	DE-3	70	DE-2	DE-3	cronico	60/30	No	Si	8.4	33
7	6a.1m	F	15	DE-2	103	DE-3	DE-1	compensado	70/40	No	Si	9.2	32
8	3a 9m	F	12	DE-2	92	DE-2	DE-1	compensado	80/60	Si	Si	9.4	32
9	4a 1m	F	20	DE+2	92	DE-3	DE+3	compensado	80/60	No	Si	11.3	32
10	2a 5m	M	10	DE-2	89	N	DE-2	agudo	80/65	No	Si	10.5	37
11	2a 9m	M	10	DE-2	94	N	DE-3	agudo	80/60	No	Si	8.5	35
12	3a	M	10.5	DE-3	89	DE-2	DE-2	cronico	70/50	No	Si	9.7	36
13	2a	M	12.5	N	75	DE-3	DE+2	compensado	80/60	No	Si	7.2	30
14	5a 3m	M	15	DE-2	106	N	DE-1	eutrofico	80/60	No	Si	10.5	39
15	3a1m	M	11	DE-2	92	DE-1	DE-2	agudo	75/60	No	Si	9.7	40
16	3a 4m	F	11	DE-1	91	DE-2	DE-1	compensado	90/70	No	Si	9.9	36
17	3a2m	M	13	DE-1	91	DE-1	N	eutrofico	90/60	No	Si	8.5	32
18	6	F	16	DE-1	110	DE-1	DE-1	eutrofico	80/60	No	Si	9.9	36
19	5a 3m	M	16	DE-1	92	DE-3	DE+2	compensado	90/70	No	Si	9.4	36
20	3a3m	M	12	DE-2	94	DE-1	DE-2	agudo	90/70	No	Si	8.2	31
21	5a 5m	M	14	DE-1	103	DE-2	DE-2	cronico	80/60	No	Si	7.0	28
22	3a 6m	M	11	DE-3	95	DE-3	DE-3	cronico	70/40	No	Si	8.5	36
23	5a9m	M	14	DE-3	104	DE-2	DE-2	cronico	80/60	No	Si	9.5	38
24	4	F	13	DE-2	93	DE-2	DE-2	cronico	80/50	No	Si	8.9	36
25	2a	F	12	N	90	DE+2	DE-1	eutrofico	90/60	No	Si	9.9	40
26	2a 5m	M	10	DE-2	87	DE-1	DE-2	agudo	90/70	No	Si	7.0	22
27	2a	F	10.5	DE-1	82	DE-1	DE-1	eutrofico	70/50	No	Si	8.9	36

28	2a8m	F	9.5	DE-3	83	DE-2	DE-2	cronico	70/50	No	Si	8.5	35
29	4a 2m	F	13	DE-2	90	DE-3	N	compensado	85/60	No	Si	9.0	37
30	6 2 m	F	15	DE-2	108	DE-2	DE-2	cronico	100/80	No	Si	9.5	39
31	5a	F	19	DE+1	107	DE-1	DE+1	eutrofico	100/80	Si	Si	10.2	39
32	8a	M	20	DE-2	120	DE-1	DE-1	eitrofico	110/80	Si	Si	10.3	40
33	7a	F	19	DE-1	115	DE-1	N	eutrofico	90/60	No	Si	9.2	37
34	10a	M	21	DE-2	127	DE-1	DE-2	agudo	90/60	No	Si	9.9	40
35	10a	F	21	DE-2	131	DE-1	DE-3	agudo	100/70	No	Si	9.4	40
36	10a	F	23	DE-2	130	DE-1	DE-2	agudo	100/60	No	Si	10.0	41
37	5a	M	15	DE-2	109	N	DE-2	agudo	100/80	No	Si	8.5	38
40	8a	F	18	DE-2	115	DE-2	DE-3	cronico	80/60	No	Si	8.4	34
42	4a8m	M	15	DE-1	111	DE+1	DE-2	agudo	100/75	No	Si	8.2	35
43	10a	M	28	DE-1	143	DE+1	DE-2	agudo	110/90	No	Si	9.9	40
44	10a	F	24	DE-1	133	DE-1	DE-2	agudo	100/80	No	Si	10.0	41
45	10a	M	26	DE-1	128	DE-1	N	eutrofico	110/90	No	Si	9.9	40
46	9a	F	25	DE-1	124	DE-1	N	eutrofico	120/80	Si	Si	9.0	37
47	9a	M	28	N	130	DE-1	N	eutrofico	110/60	Si	Si	8.9	39
48	8a	M	17	DE-3	110	DE-3	DE-1	compensado	90/70	No	Si	8.9	39
49	8a	F	19	DE-2	116	DE-1	DE-1	eutrofico	110/80	No	Si	9.7	40
50	7a	F	17	DE-2	110	DE-2	DE-1	compensado	80/60	No	si	9.4	39
51	6a	F	21	N	117	N	N	eutrofico	100/70	No	Si	9.7	40
52	8a	F	21	DE-1	124	DE-1	DE-1	eutrofico	90/70	Si	Si	8.9	36
54	8a	M	20	DE-2	119	DE-1	DE-1	eutrofico	90/60	Si	No	9.9	40



Localización de Depósitos, Minas y Fundiciones en la Cuenca del Río Pilcomayo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ⁱ www.ine.com.bo/estadisticas/chuquisaca
- ⁱⁱ Quiroga Antonio "Bolivia Atlas Estadístico de Municipios" La Paz INE 1999
- ⁱⁱⁱ www.olicomayo.org.py/cuenca.html
- ^{iv} www.cicplata.org.ar/links/comisiones/pilcomayo/cuenca.html Fecha de consulta Agosto 2003
- ^v www.oni.escuelas.edu.ar/202/formosa/pilcomayo
- ^{vi} www.cicplata.org.ar/links/comisiones/pilcomayo/cuenca/desechosmineros.html
- ^{vii} www.aguabolivia.org/prensa/2000agosto/18-25 Artículo escrito QUISPE Zeballos Tania Lili "El río Pilcomayo no muere solo los Potosinos le acompañan en la agonía"
- ^{viii} www.aguabolivia.org/laprensa/2000agosto/15-20
- ^{ix} www.conservacion.org/xp/CIWEB/progras/awars/2003/bolivia
- ^x www.quechuanetwork.org/news_template.cfm Campesinos Bolivianos protestan contra envenenamiento del río pilcomayo Adipal Sucre Bolivia
- ^{xi} PINTO Ana Maria "Identificación y diagnóstico de los niveles de contaminación de los principales cursos de agua de la cuenca del Pilcomayo" Sucre ITA 2002
- ^{xii} A Ignacio "Intoxicación por plomo en pediatría" Arch. Pediatría Urug 2001, 72,2:133-8
- ^{xiii} www.callao.org/mediaambiente/plomo%20 Plomo y Salud
- ^{xiv} www.cepis.org.pe/bvsana/el/fulltext/intoxica/intoxica.html
- ^{xv} www.cepis.org.pe/bvsana/el/fulltext/fisiologia/fisiologia.html
- ^{xvi} www.cepis.org.pe/bvsana/el/fulltext/toxicidad/toxicidad.html
- ^{xvii} www.cepis.org.pe/bvsana/el/fulltext/toxicinetica/toxicinetica.html
- ^{xviii} www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/001653.html
- ^{xix} www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article
- ^{xx} www.geocities.com/hotspring/villa/1333/anemia.html
- ^{xxi} Fernando Vio del R, Cecilia Albala B, Indicadores Antropométricos Clasificación de Estado Nutricional y patrones de referencia, Santiago Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos Universidad de Chile
- ^{xxii} GESELL Arnold "diagnóstico del desarrollo normal y anormal del niño" Editorial Paidós México 1999
- ^{xxiii} ZAZZO Rene "Nueva escala métrica de la inteligencia" Editorial Kapelusz Buenos Aires 1998

²⁵ BARRANTES Echavarría Rodrigo “ *Investigación Un camino al conocimiento*”
Editorial Nuevo Sol México 2001

²⁶ PINEDA Elia Beatriz, Eva Luz de Alvarado, +Francisca H. de Canales
“*Metodología de la investigación*” Washinton , D.C. Organización Panamericana de
la Salud 1994