



**Jornada Internacional sobre el impacto ambiental del mercurio
utilizado por la minería aurífera artesanal en Iberoamérica**

*Lima, Perú
26, 27 y 28 de setiembre de 2001*

Auspicio:
CYTED
GAMA (COSUDE, MEM)
CONCYTEC, CONAM



FUNSAD

FUNDACION SALUD AMBIENTE Y DESARROLLO

LA PEQUEÑA MINERIA DEL ORO: IMPACTOS EN EL AMBIENTE Y LA SALUD HUMANA EN LA CUENCA DEL RIO PUYANGO, SUR DEL ECUADOR

INVESTIGACIÓN REALIZADA CON EL APOYO DEL CENTRO
INTERNACIONAL DE INVESTIGACIONES PARA EL DESARROLLO DEL
CANADA, CIID

Quito, septiembre del 2001

Coordinación:

Oscar Betancourt

Equipo de investigación FUNSAD:

Oscar Betancourt
César Chalén
Cristina Merino
Marcos Maldonado
Alberto Narváez

Equipo exámenes de salud:

Paco Canelos
Guadalupe Guerrero
Bolívar Vera
Rocío Segovia
Sebastián Betancourt
Magdalena Cortés
Andrés Betancourt
Belén Naranjo

Equipo de apoyo de Portovelo:

Nelson Aguilar
Cumandá Lucero
Daniel Gálvez
Patricio Quinche
Mariela Alvarado
Daisy Pineda
Viviana Ramón
Jacqueline Ochoa
Laura Peñalosa
Henry Ramón
Eduardo Quezada
Jorge Eduardo Quezada

Equipo de investigación Servigemab:

Carlos Salinas
Manuel Sarango
Edwin Cueva
José Tamay
Juan Carlos Ochoa

Secretaria

Patricia Sánchez

Fundación Salud Ambiente y Desarrollo, FUNSAD

Calle Santa María 312 y La Rábida

Casilla postal 17-07-9382

Quito - Ecuador

Tel/fax (593-2)2525553

Correo electrónico.: funsad@ecuanex.net.ec

PEQUEÑA MINERÍA DEL ORO: IMPACTOS EN EL AMBIENTE Y LA SALUD HUMANA EN LA CUENCA DEL PUYANGO, SUR DEL ECUADOR

RESUMEN

Esta investigación ha estado dirigida a estudiar los impactos en el ambiente y en la salud humana que resulta de la actividad minera en la cuenca del río Puyango, ubicada en Suroeste del Ecuador.

Se incorporó en el Proyecto a tres ecosistemas, uno que corresponde a la cuenca alta, con los cantones de Portovelo y Zaruma, asentamiento minero más importante del Ecuador, un segundo en la cuenca media-baja, integrado por el cantón Marcabelí y la comunidad de Puyango Viejo y el tercer ecosistema se ubica en línea de frontera con el Perú, constituido por las comunidades de Las Vegas, Gramadales y Chaguarhuaycu

El objetivo central es el de evaluar la presencia e impactos de los metales pesado (mercurio, plomo, manganeso) y del cianuro.

En cada uno de estos ecosistemas se aplicó una encuesta de hogares, se realizaron estudios del río (agua, sedimentos, sólidos en suspensión), de los peces y de los alimentos; se llevaron a cabo estudios de salud en los pobladores, se tomaron muestras biológicas (sangre, orina y cabello) y se aplicó una batería de pruebas neuroconductuales para la determinación de manifestaciones tempranas de neurotoxicidad. También se utilizaron técnicas cualitativas (entrevistas a profundidad a informantes claves y dinámica de grupos)

Se encontraron niveles importantes de mercurio, plomo, manganeso en el río, inclusive por debajo de las plantas de beneficio.

En las personas examinadas existen altos niveles de plomo en sangre. A pesar de que los indicadores biológicos de mercurio son bajos (Hg en sangre, orina y cabello), las pruebas neuroconductuales reflejan diferencias notorias entre los pobladores de las distintas comunidades, en correspondencia con los diferentes eventos de exposición a los neurotóxicos.

Ha surgido una importante motivación en los habitantes de esta región del sur del Ecuador para buscar las soluciones adecuadas, dirigidas a evitar los impactos en el ambiente y en la salud humana. La investigación ha generado nuevos retos para profundizar el conocimiento de la dinámica de los contaminantes y de los efectos en la salud humana, además, ofrece información para definir mecanismos concretos de intervención con la participación de amplios sectores.

INTRODUCCIÓN

Es un proyecto realizado por la Fundación Salud Ambiente y Desarrollo (FUNSAD), con la participación de SERVIGEMAB (Servicios Geológicos Mineros y Ambientales) y con el apoyo del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo del Canadá (CIID).

Se lleva a cabo en la región Suroccidental del Ecuador que incluye a los cantones de Portovelo, Zaruma y Marcabelí y a las comunidades de Puyango Viejo, Gramadal, Las Vegas y Chauguarhuaycu, provincias de El Oro y Loja. El proyecto ha tenido una duración de dos años, a partir del segundo semestre de 1999.

Se trata de una investigación que ha tomado como referente teórico al *enfoque ecosistémico*. Desde el punto de vista técnico, utiliza *la triangulación metodológica* como un mecanismo para dar cuenta de los fenómenos estudiados. Se aplicaron técnicas cuantitativas, cualitativas y cuali-cuantitativas.

En diferentes fases del proyecto se incorporaron distintos miembros de las comunidades. Han sido los dirigentes y algunos grupos de jóvenes los que han tenido una participación más activa y permanente. Igualmente se han establecido vínculos del proyecto con autoridades municipales, del sector sanitario y educativo.

La investigación y la participación de los distintos actores sociales de la región abren el camino para el planteamiento y la ejecución de programas dirigidos a proteger el ambiente y la salud humana en el suroccidente del Ecuador.

Referente teórico

Al intentar explicar la causalidad de los problemas de salud, las teorías unicasalistas y multicasalistas han sido las predominantes en el mundo occidental desde hace varias décadas. A pesar de los grandes cambios experimentados, estos enfoques siguen predominando en la práctica médica, sus limitaciones han sido discutidos y superados en las dos últimas décadas.

En el momento actual no es posible desconocer la interacción permanente que existe entre los distintos componentes de la naturaleza. Esta interacción dinámica que surge entre los seres vivos de escalas inferiores (plantas, animales, microorganismos) y el ser humano se produce en un espacio físico de características particulares y en un momento determinado.

Las diferentes formas de vida del ser humano y de los otros seres vivos, sumadas a las características que van adoptando los otros componentes de la naturaleza dependen de la manera como se va dando esta interrelación dinámica.

Cuando se habla de la salud del ser humano, tradicionalmente se han visto pocas facetas de esta compleja relación. El ser humano ha sido aislado

artificialmente de su entorno y de su relación dinámica con los otros seres vivos y con el ambiente, perdiendo toda la riqueza de esa relación.

Por otro lado, al considerar de manera aislada los “efectos” en la salud, se ha dejado de apreciar los impactos que el mismo ser humano ocasiona en el ambiente, cambios que de una u otra manera van a incidir en la salud del mismo ser humano y posiblemente en su extinción.

El *enfoque ecosistémico* permite abordar el proceso salud-enfermedad en una amplia dimensión. La interacción entre la biomasa heterótrofa, la biomasa autótrofa, el medio físico y el ser humano inciden en las condiciones de vida y de salud de los distintos grupos humanos.

A pesar de la predominancia en masa de la vida vegetal y de las fuerzas inconmensurables de la naturaleza física, el papel transformador del ser humano, en tanto ser social, ha sido decisivo.

El *enfoque ecosistémico* posibilita una visión más integral del proceso salud-enfermedad, sin embargo, es necesario realizar otras abstracciones para encontrar las *especificidades* y las *diferencias* de las dimensiones de la vida natural y social.

Se debe reconocer la diversidad de un ecosistema y dentro de ella las particularidades, dinámica e historia de los distintos grupos sociales. De esta manera es posible establecer diferencias claras de los fenómenos físicos, biológicos y sociales.

Ha sido precisamente la intervención del ser humano desde su apareamiento en la naturaleza la que ha ido cambiando significativamente las otras dimensiones del *ecosistema*, hasta llegar a situaciones de una exagerada predominancia del metabolismo exosomático, esencia de los ecosistemas artificiales creados por él mismo. Este proceso si continúa en una misma dirección y sin la adopción de medidas de control, no sólo agravaría la salud humana, sino que, podría ser el principio del fin de los seres vivos y dentro de ellos de la especie humana.

Análisis especial se requiere para desentrañar los intereses económicos de los distintos grupos sociales, las particularidades culturales, religiosas y étnicas, las manifestaciones políticas y legales de los entes organizados y en fin, múltiples y complejas particularidades del ámbito social.

Para efectos prácticos y de sistematización de un conocimiento y acción es válido disgregar esta compleja realidad, sin perder la perspectiva integradora.

Bajo estos referentes, se estudió el impacto en la salud en las comunidades ribereñas del río Puyango, como consecuencia de la actividad minera artesanal. Se ha intentado entender estos impactos a la luz de los cambios que

sucedan en el ambiente biofísico, en los aspectos socio-económicos y en los estilos de vida de las comunidades¹

Antecedentes

La actividad minera en esta zona se remonta a siglos atrás. A comienzos del siglo veinte y hasta los años 50 Portovelo y Zaruma era la región más importante de la actividad minera en el Ecuador, período durante el cual, la South American Development Company (SADCO) fue la más representativa. Luego de la salida de la SADCO sigue una época de crisis de la producción empresarial, la cual, en los años 70 y coincidiendo con la aguda crisis económica y la caída de los precios del petróleo se reactivan de manera importante las formas artesanales e informales de explotación del oro.

La década de los años 80, para la región Sur del Ecuador es el inicio de la llamada "fiebre del oro"; se descubrió los yacimientos de Nambija, Guayzimi, Ponce Enríquez y por esa misma fecha, los mineros de la ex SADCO y otros pobladores intensifican en Portovelo y Zaruma lo que hoy es la actividad de la pequeña minería del oro.

A pesar de esta larga tradición minera, se han realizado pocos estudios sobre el impacto que ocasiona en el ambiente y en la salud humana. En los últimos años dos estudios han aportado con información valiosa, especialmente de la cuenca alta (Hrushka, F., Salinas, C.²; Bermeo, A. y col³). En cambio, prácticamente son inexistentes los estudios en las poblaciones fronterizas. Por tal razón el estudio ha puesto especial interés en estas comunidades.

Uno y otro estudio señalan que las plantas de beneficio son las que mayor contaminación ocasionan a la cuenca del río Puyango. Esta se produce especialmente al recibir los desechos de las plantas de beneficio ubicadas en la vega del río Calera y Amarillo, afluentes del Puyango. Además, al río y al entorno van a parar los insumos utilizados en el procesamiento del mineral, de manera especial el mercurio y cianuro.

En la cuenca alta (cerca de las plantas de beneficio) se han encontrado concentraciones de mercurio en los sedimentos que alcanzan hasta los 1650 ppm y de plomo, hasta 8350 ppm (Hruschka y Salinas, 1996). Los estudios de Prodeminca reportan valores de mercurio entre 1 y 5 mg/kg de sedimentos (1000 y 5000 ppb), superando entre 20 a 90 veces el valor de fondo.

El plomo, junto a otros metales llegan a concentraciones recuperables en el agua que "superan en más de 100 veces sus respectivos valores de fondo",

¹ Forget, G., Lebel, J., An Ecosystem Approach to Human Health, International Journal of Occupational and Environmental Health, suplemento to vol. 7 No. 2, april/june 2001.

² Hruschka, F., Salinas, C. y col. Estudio Colectivo de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental para las Plantas de Beneficio Mineral Aurífero ubicadas en la Vega del Río Calera/Salado, CENDA-COSUDE. Projekt Consult, mimeo, Zaruma, 1996.

³ Ministerio de Energía y Minas del Ecuador. Monitoreo Ambiental de las Areas Mineras en el Sur del Ecuador 1996-1998, PRODEMINCA-SES, Quito, 1999.

igual cosa sucede con estos metales en sedimentos. Inclusive río abajo la presencia de estos contaminantes es alta. El mercurio (Prodeminca, 1999).

Se ha demostrado que en la cuenca baja (no en la línea de frontera) también se encuentran los metales por encima de los valores de referencia de Estados Unidos y Canadá. Esto es así especialmente en los sedimentos, presentándose una importante concentración de “metales recuperables” (H. Tarras, 1999).

En la zona de mayor descarga de colas se ha encontrado concentraciones de CN total de 1200 µg/l, aunque se plantea que “la mayor parte de cianuro presente en los ríos se presenta en componentes o complejos bastante estables que no son fácilmente biodisponibles” (Prodeminca, 1999).

Como consecuencia de las descargas de los procesos de cianuración de las plantas, también en la cuenca baja las concentraciones de cianuro total y cianuro libre exceden los criterios ambientales para la protección de la vida acuática⁴.

Se ha valorado el impacto en algunos elementos de la biomasa heterótrofa. Se han encontrado altos niveles de plomo y cadmio en larvas de insectos, inclusive varios kilómetros río abajo (Tarras y Prodeminca). No se cuenta con información sólida y completa sobre el impacto en los peces del río.

En el *ámbito de la salud* se han realizado escasos estudios en la zona, los pocos existentes se han concentrado a la cuenca alta (Zaruma y Portovelo) y ninguno en la cuenca baja.

En un estudio realizado a 200 personas de Portovelo y Zaruma para determinar el impacto del mercurio en la salud, se encontró que el 52.4% y el 57.1% (Portovelo y Zaruma respectivamente), la mayoría mineros, presentaban manifestaciones de intoxicación mercurial, variando entre los niveles de impregnación y de intoxicación real (Martínez y Santos, 1994)⁵. Estos resultados se obtuvieron con base a las manifestaciones clínicas de las personas examinadas y utilizando técnicas exploratorias también de tipo clínico. No se dispone de los valores de mercurio en sangre y orina por deficiencias del laboratorio seleccionado.

En 1995 otro estudio se concentró exclusivamente a la determinación de mercurio en sangre de 30 mineros de 4 regiones del Ecuador (Bella Rica, Portovelo, Zaruma y Nambija) y de 22 personas ajenas a la actividad minera⁶. En 9 mineros los valores estuvieron por encima de los 18 µg/L que es el valor límite para Europa. Se encontraron cifras altas en compradores de oro (6 a 433 µg/L). En las personas no relacionadas con la minería las cifras estaban por

⁴ Tarras, N.H., Flachier, A., Lane, S.N., Sangfors, O. Environmental Impacts and Exposure of Aquatic Ecosystems in Rivers Contaminated by Small Scale Gold Mining: The Puyango River Basin, Southern Ecuador, The Science of Total Environment (in press), United Kingdom, 2001.

⁵ Martínez, J, Santos, J. Salud Ocupacional. Incidencia del Mercurio en la región de Zaruma y Portovelo, mimeo, PMSC, CENDA-COTESU, Zaruma, 1994.

⁶ Skerfving, S. Exposición a mercurio, plomo y cadmio en mineros de Ponce Enríquez, Portovelo, Zaruma y Nambija en Ecuador. Un informe preliminar, mimeo, Ecuador, 1995.

debajo del límite biológico de exposición. En ninguna de las personas se encontraron valores altos de plomo en sangre.

A más de lo citado, no existe ningún antecedente de estudios para la determinación de *alteraciones subclínicas (manifestaciones tempranas)* por exposición a los contaminantes y que incluya en un mismo proyecto componentes ambientales, socio-económicos y de salud de toda la cuenca del Puyango. Es la primera vez que se realizan estudios de salud en las comunidades fronterizas, asentadas a la rivera de este río.

Varios estudios realizados en los últimos años, especialmente en América, han demostrado que las alteraciones a la salud por exposición a metales pesados (Hg, Mn) de manera prolongada pueden pasar desapercibidas a las exploraciones médicas convencionales. Con la utilización de una batería de pruebas de alta sensibilidad se han encontrado alteraciones subclínicas (manifestaciones tempranas) del sistema nervioso por la exposición a contaminantes neurotóxicos (Lebel y col. 1996, 1998; Mergler y col. 1998; Beuter y col., 1999; Bowler y col. 1999; Dolbec, Mergler y col., 2000).

Las plantas de beneficio de la minería artesanal de Potovelo/Zaruma descargan a los afluentes del Puyango una gran cantidad de sólidos, aproximadamente 136.000 toneladas por año, que resultan del procesamiento del mineral (Hruschka y Salinas, 1996). Con estas descargas van los metales pesados y el cianuro que son transportados por el río hasta las comunidades del sur.

Los habitantes de la región sufrirán el impacto de estos tóxicos de distinta manera según la distancia a la que se encuentren ubicados en relación a las plantas de beneficio y según sus relaciones con el río. A excepción de los trabajadores de las plantas, la población ribereña sufre el impacto de una exposición prolongada, de concentraciones relativamente bajas y de muchos años de duración.

Las alteraciones en la salud pueden escaparse a las exploraciones clínicas, es por ello que en este proyecto ha sido necesario utilizar una amplia información en todos los ámbitos señalados en líneas anteriores. Además, ha sido necesario aplicar las técnicas que en otros estudios han demostrado ser muy útiles para el descubrimiento de alteraciones subclínicas en distintos grupos poblacionales.

OBJETIVO GENERAL

Lograr un mejor conocimiento de la contaminación por metales pesados y cianuro que resulten de la actividad minera, sus impactos en la salud y la relación con los aspectos socio-económicos-culturales y de género. Fomentar la participación activa de la comunidad para una gestión ambiental sustentable.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar la dinámica de comportamiento del mercurio, plomo, manganeso y cianuro en la cuenca del río Puyango.
2. Identificar la participación de la mujer, niños y niñas en el procesamiento del mineral (plantas de beneficio), las percepciones y valoraciones de esta participación relacionadas con el género.
3. Identificar eventos de exposición a los metales pesados y cianuro en la población ribereña de la cuenca del río Puyango
4. Determinar los efectos en la salud de la población ribereña ocasionados por los metales pesados y el cianuro.
5. Identificar los procesos socio-económicos, culturales y de género que favorecen, limitan o impiden la exposición y el desarrollo de estrategias de gestión ambiental.
6. Identificar, a través de la participación activa de la comunidad, soluciones (estrategias y herramientas) para una gestión ambiental sustentable.

METODOLOGÍA

Unidades de observación

Para el estudio se incluyeron las poblaciones y comunidades ubicadas en o cerca de la ribera del río Puyango. De la cuenca alta, los municipios de Portovelo y Zaruma, de la cuenca media-baja el municipio de Marcabelí y la comunidad de Puyango Viejo, de la cuenca baja las comunidades de Gramadal, Las Vegas y Chaguarhuaycu (ilustración 1).

Todas se encuentran en la ribera del río, a excepción de Marcabelí cuya población se ubica aproximadamente a 15 kilómetros del Puyango.

Portovelo/Zaruma y Marcabelí son poblaciones urbanas y las otras son rurales del trópico y subtropical ecuatoriano. A las primeras se llega por carreteras de primer y segundo orden y a las comunidades de la cuenca baja sólo es posible ingresar en verano. En época de lluvias (enero a junio) las comunidades fronterizas quedan completamente aisladas, la movilización en esta época se realiza exclusivamente a pie o en mulas.

Tomando como eje al río Puyango, entre la ciudad de Portovelo y las comunidades fronterizas de Las Vegas y Gramadal existe una distancia aproximada de 110 Km.

Para el componente ambiental, como se verá más adelante, se seleccionaron varios puntos de muestreo, ubicados en distintos lugares de la cuenca. Para el estudio en los pobladores se obtuvieron muestras representativas de los hogares y de las personas en las ciudades de Portovelo y Marcabelí. En las

comunidades rurales se estudió al universo, tanto de las familias como de los individuos.

La encuesta de hogares se aplicó en 407 familias. 12 corresponden a Chaguarhuaycu, 19 a Gramadal y las Vegas, 32 a Puyango Viejo, 178 a Portovelo y 166 corresponden a Marcabelí. A esto se suman 263 cuestionarios complementarios para análisis de género y 100 cuestionarios laborales.

Los exámenes de salud se realizaron a 229 personas, 100 de Portovelo, 69 de Puyango Viejo y 60 de Gramadal, Las Vegas y Chaguarhuaycu. Por razones que luego se discutirán, no se realizaron los estudios individuales de salud en la ciudad de Marcabelí.



Ilustración 1. Zona de la cuenca del Puyango desde Portovelo hasta Chaguarhuaycu

Componentes del Proyecto

Para alcanzar los objetivos del proyecto y en correspondencia con el referente teórico (enfoque ecosistémico), el estudio tiene varios componentes desarrollados por profesionales de diversas disciplinas.

1. Componente socio-económico
2. Componente de salud
3. Componente ambiental

Estos componentes se inscriben en el paradigma metodológico de la *triangulación*, en tal virtud, se aplicaron las siguientes técnicas:

- a. Encuesta de hogares
 - Elementos demográficos generales
 - Aspectos socio-económicos
 - Eventos de exposición
 - agua de los ríos Puyango, Calera y Amarillo
 - alimentos contaminados y peces
 - ambiente contaminado.
 - Percepción y conocimiento sobre contaminación, prevención y/o protección
 - Aspectos relacionados con enfermedad, muerte y demanda de atención
 - Algunos elementos sobre género
 - Organización.

- b. Estudios de salud
 - Historia clínica y socio-económica
 - Pruebas neuroconductuales
 - Estudios de laboratorio
 - Estudios de gabinete

- c. Estudios ambientales (dinámica de los contaminantes)
 - Hg, Pb y Mn en agua
 - Hg, Pb y Mn en sedimentos
 - Hg, Pb y Mn en sólidos en suspensión
 - Hg y Pb en peces
 - Hg y Pb en otros alimentos
 - HCN en agua
 - HCN en aire (plantas de beneficio)

- d. Técnicas cualitativas
 - Grupos piloto
 - Grupos homogéneos
 - Entrevistas a profundidad
 - Observación directa

Encuesta de hogares

Esta técnica se utilizó para obtener información fundamentalmente de los *eventos de exposición*, de los aspectos *socio-económicos* y *de género* de cada una de las poblaciones.

Se utilizó un instrumento de encuesta con 61 variables, la mayoría de tipo simple y algunas complejas. Se incluyeron preguntas cerradas y unas pocas abiertas. Por algunas razones técnicas y por la composición heterogénea de la población se aplicó la encuesta de manera dirigida. Previamente y para afinar el instrumento se realizó una prueba piloto en lugares similares a las poblaciones del estudio.

En las comunidades de la cuenca baja, en las que se contempló al universo de las familias, la aplicación de la encuesta fue realizada por el equipo de investigación.

Para los cantones de Marcabelí y Potovelo/Zaruma, con familias más numerosas, se reclutó y capacitó a personas de la localidad. Uno de estos grupos, el de Portovelo, participó activamente en los otros componentes del proyecto, tomó el nombre de "Grupo de Apoyo de Portovelo".

Como en estos dos cantones se utilizó una muestra representativa, luego del cálculo del número muestral, se realizó un sorteo aleatorio de las viviendas. Para el efecto se utilizó un croquis (plano) realizado por un miembro del grupo de apoyo de Portovelo. En Marcabelí fueron de mucha utilidad los croquis actualizados de la municipalidad de este cantón. En esta ciudad también se conformó otro grupo de apoyo con jóvenes del lugar.

Con la finalidad de descubrir las percepciones por género, a partir de la pregunta número 50, que se refieren al rol del padre y de la madre y a las percepciones sobre la contaminación, se preguntó a la pareja por separado. Esto se realizó en el 64% de las familias.

Para controlar los eventos de exposición laboral, especialmente al mercurio y cianuro, en el 40% de las familias se aplicó otro instrumento, la encuesta laboral, compuesta por 11 preguntas cerradas.

La aplicación de la encuesta de hogares tomó como promedio un tiempo de 40 minutos.

La base de datos se levantó en el programa Excel de Microsoft Office 2000 y el procesamiento se realizó en EpiInfo 6.04. Los resultados completos de la encuesta de hogares se encuentran en anexos.

Lo central de esta información ya fue discutida con los pobladores de Gramadal, Las Vegas, Chaguarhuaycu y Puyango Viejo.

Estudios de salud

Por estudios previos en la zona se conocía de la presencia de metales pesados en el río. El equipo de investigación ha inferido que el mercurio, plomo y manganeso pueden ocasionar manifestaciones subclínicas en la población. Por esta razón se definió, al inicio del proyecto, la aplicación de una batería de pruebas neuroconductuales para la determinación de estas manifestaciones tempranas.

Como fase previa a la ejecución de este componente fue necesario realizar una amplia revisión bibliográfica de las pruebas neuroconductuales y una rigurosa capacitación del equipo de investigadores para la aplicación de las mismas. Fue muy útil la experiencia de las investigadoras del CINBIOSE de la Universidad de Québec en Montreal.

Este componente se llevó a cabo en personas adultas, comprendidas entre los 18 y 70 años de edad. En las comunidades de la cuenca baja se trabajó con el universo.

En la ciudad de Portovelo se procedió de la siguiente manera: Se realizó el cálculo muestral con un nivel de confianza del 95% y una precisión del 5% y se obtuvo el número de personas adultas que debían ser examinadas. Luego se realizó un sorteo aleatorio de las familias en las que se aplicó la encuesta de hogares y al interno de ellas se sorteaba a la persona que ingresaría al estudio.

El número de personas examinadas en Portovelo fue de 100, en el cual se incluyen 17 trabajadores de las plantas de beneficio, representantes de cuatro tipos de procesadoras.

Para el estudio de los impactos de la salud se utilizó un instrumento que tiene la autorización firmada por la persona, una historia clínica especial, algunas preguntas del ámbito socio-económico, examen neurológico elemental, una batería de pruebas neuroconductuales y registro para las muestras de sangre, orina y cabello.

El equipo estuvo conformado por 15 personas, cada uno responsable de una parte de este componente y de un grupos de pruebas neuroconductuales.

Este componente se aplicó en tres momentos diferentes, primero en Puyango Viejo, luego en Portovelo/Zaruma y al final en las comunidades de la frontera. Para llegar a éstas fue necesario esperar el cese de las lluvias. En cada uno de estos lugares se adecuaron las escuelas, capillas o centros de la comunidad. Los estudios de salud se realizaron entre enero y junio del 2001.

La sensibilización, convocatoria, entrega de turnos y del frasco para la recolección de la orina se hizo en visitas casa por casa. En las comunidades de la cuenca baja se realizó con participación de los dirigentes de la comunidad y en la cuenca alta con el “grupo de apoyo” de Portovelo, constituido desde inicios del proyecto.

El contacto regular con los pobladores, a través de la encuesta de hogares y otros encuentros, sumado al interés que tienen por solucionar el problema de la contaminación permitió una amplia y decidida participación en estos exámenes.

Historia clínica especial y socio-económica

Antes del inicio de los exámenes de salud se realizaba nuevamente una explicación minuciosa de todos los procedimientos, de las ventajas y de los riesgos. Se obtenía el consentimiento y se refrendaba con una firma de autorización. La aceptación fue de la totalidad de las personas, solo tres, de las 229 examinadas, no autorizaron la obtención de la muestra de sangre, argumentando a que se pueden “debilitar”. Esta decisión fue respetada por el equipo.

En el contacto inicial se realizó una exploración general para definir la inclusión o exclusión en todo el estudio o en alguna de las pruebas. Se excluyeron a las personas con franca enfermedad neurológica o con enfermedades crónico-degenerativas (seis en total). En una de las comunidades de la cuenca baja y como se verá en los resultados, fueron excluidas de las pruebas en las que se requería agudeza visual normal (visión cercana). En las otras comunidades se utilizaron lentes de corrección para disminuir la “no respuesta”.

A pesar que en la encuesta de hogares se tiene información de los eventos de exposición, en la primera parte de la historia se incluyeron preguntas estrechamente relacionadas con los aspectos que pueden influir en las pruebas neuroconductuales, escolaridad, tiempo de residencia en la localidad, ingesta de peces, exposición a plaguicidas y solventes orgánicos, utilización del mercurio, consumo de alcohol, tabaco y drogas, antecedentes de alteraciones traumáticas o neurológicas.

Se realizó un examen neurológico elemental en el que se incluyó la maniobra de Branches (Lebel 1998). Para facilitar la evaluación se aplicó una escala de 0 al 3. Se utilizó el valor total que resulta de la suma de las 15 maniobras neurológicas. El valor de 0 significa ausencia absoluta de signos neurológicos y el máximo puntaje que se puede llegar es el de 31. Por ser de especial significado, la maniobra de Branches (movimientos alternados) se procesó de manera individualizada.

Casi en todos se realizó ecosonografía de tiroides para determinar el tamaño de la glándula. En las 69 personas de Puyango Viejo (cuenca media-baja) no fue posible hacer este examen porque el equipo electrónico se afectó en la movilización hasta este lugar. En su reemplazo se realizó inspección y palpación de tiroides.

Al inicio se recibía y registraba la orina y al final de todas las pruebas se obtenía la muestra de sangre. Inmediatamente cada persona recibía una explicación general de los aspectos más sobresalientes de lo encontrado en el estudio de salud y se indicaba las recomendaciones respectivas, en algunos casos inclusive se realizó prescripción médica ofrecida por el equipo sin ningún costo para los pobladores.

Para garantizar la tranquilidad de los examinados y la calidad del dato, se utilizaron espacios aislados para cada grupo de pruebas. En la realización de todos los procedimientos se ocupó un promedio de 2 horas y 30 minutos. En las comunidades de la cuenca baja acudía la familia entera, por ello, algunas personas permanecían en el local durante toda la mañana o toda la tarde.

Pruebas neuroconductuales

Se tuvo la prolijidad de seleccionar varias pruebas neuroconductuales que valoren la esfera cognitiva, motora, sensorial y emotivo-afectiva que se afectan por la exposición a metales pesados (Van Wendel, y col. 2000; Bohdan y Bazylewics 1991; You-xin Liang y col. 1993; Anger y col. 1993, Dudek y Bazylewicz 1993; Hartman, 1989).

A más de la capacitación rigurosa del equipo para estandarizar procedimientos, cada uno aplicó las mismas pruebas en todas las poblaciones. Para garantizar los procedimientos se disponía de protocolos de cada prueba, unos elaborados por el equipo y otros tomados del Manual de Pruebas Neuroconductuales, recientemente publicado⁷.

Cada examinado recibía la explicación específica de la prueba y la utilidad de la misma. Todas se realizaron en interiores a excepción de la prueba de Vistech (sensibilidad de contraste) que se realizaba en el exterior, esta prueba exige condiciones de luminosidad específicas.

Dominio cognitivo

Para determinar si existe compromiso del dominio cognitivo se aplicaron las pruebas de Dígitos, de Benton y de Vigilancia de Figuras Geométricas. Para la primera se utilizó la cartilla elaborada por Weschsler (1981) e incorporada por la Organización Mundial de la Salud, OMS, en 1986. Evalúa la memoria auditiva inmediata. La calificación total de la prueba se basó en el número de series acertadas (en el mismo orden y en orden inverso) que repitió el explorado, luego de haber escuchado al explorador.

Para la *prueba de Benton* se utilizó las veinte cartillas diseñadas por este autor, Benton (1983) e incorporada también por la OMS en 1986. Evalúa la memoria inmediata visual, el puntaje utilizado fue el número de cartillas acertadas con un máximo de 10.

La prueba de *Vigilancia de Figuras Geométricas* fue seleccionada en reemplazo a la prueba de Vigilancia de Dígitos. Esto se hizo porque los pobladores de las comunidades fronterizas son analfabetos o de nivel educativo bajo. Evalúa la atención sostenida. En este caso se obtuvo un índice que resulta de la división del número de figuras acertadas para el tiempo utilizado en señalar una de las figuras seleccionada con anterioridad.

Dominio cognitivo-motor

Para explorar estas funciones se aplicaron las pruebas de Santa Ana y la de Tableros, Clavijas y Ranuras. En la primera se utilizó la versión de Helsinki con un equipo diseñado por Hänninen y Lindström (1989) e incorporada por la OMS en 1996. Evalúa la destreza manual y la coordinación, el puntaje utilizado fue el número de clavijas giradas e introducidas en los agujeros cuadrados del tablero. Como se realiza en un tiempo determinado (30 segundos) y en varios intentos, se utilizó también un cronómetro. La prueba se realizó mano por mano, iniciando con la dominante.

En la prueba de *Tablero, Clavijas y Ranuras* se utilizó el equipo diseñado por Klove (1963), elaborado por Lafayette, modelo 32025. Evalúa destreza manual, movimientos motores finos, coordinación y desde nuestro punto de

⁷ Wendel de Joode, B., Mergler, D., Wesseling, C., Henao, S., Amador, A., Castillo, L. Manual de Pruebas Neuroconductuales, OPS/OMS, Costa Rica, 2000.

vista también valoraría la función estereognósica de la sensibilidad superficial, profunda e integración cortical. El puntaje utilizado fue el promedio del tiempo utilizado en colocar todas las clavijas en las ranuras del tablero. También se exploró mano por mano.

Dominio motor

Para valorar la fuerza de la mano y de los dedos se usó la Dinamometría de Agarre y la Dinamometría de Pinza. La presencia o ausencia de temblor y su magnitud fue valorada aplicando la prueba de Estabilidad de Nueve Agujeros, la rapidez motora y coordinación de los dedos se determinó a través de la prueba de Tamborileo.

En la *Dinamometría de Agarre* se utilizó el dinamómetro de mano de Lafayette, modelo 78010. La prueba desarrollada por Mathiowets (1985) sirve para evaluar la fuerza de agarre de las manos, también se aplicó en cada una de las manos. El puntaje, el promedio de la fuerza de las manos en Kg.

Para la *Dinamometría de Pinza* se utilizó el dinamómetro de pinza de B & L Engineering. La prueba desarrollada por Mathiowets (1985) evalúa la fuerza motora de pinza en los dedos de la mano. Con esta prueba se realizó tres tipos de mediciones, fuerza de pinza palmar, fuerza de pinza lateral y fuerza de pinza llave, dependiendo de cómo se colocan a los dedos en el momento de hacer la prueba. Como se recomienda, se hicieron varios intentos para cada mano y el puntaje es el promedio de los dos intentos. La unidad de medida son las libras que marca el aparato.

Para la prueba de *Tamborileo* se utilizó un registrador de palanca desarrollado por Reitan y Wolfson (1985) y elaborado por Lafayette. Igual que en las otras pruebas, se hicieron varios intentos en un tiempo determinado y el puntaje se obtuvo por el promedio de las veces que se presiona la palanca con el dedo índice de cada mano. Como se dijo antes, evalúa la rapidez motora y la coordinación del movimiento de los dedos.

En la prueba de *Estabilidad de Nueve Agujeros* se utilizó el explorador de estabilidad modelo 32011 y el cronómetro contador de multifunción modelo 54035A, ambos de Lafayette. El único de los aparatos que requería energía eléctrica pero ha funcionado también con baterías. Evalúa la estabilidad de las manos. El puntaje utilizado resultó del número de veces que se toca con el estilete los bordes de los agujeros de diferente diámetro. Además se utilizó el tiempo del contacto en milisegundos.

Dominio sensorial

En este dominio se aplicaron dos pruebas, la de *Sensibilidad de Contraste Visual o prueba de Vistech* y la Discriminación de Dos Puntos.

Para la primera se utilizaron las tarjetas del explorador de contraste multivisual de "Vistech Consultants, Inc" y un luxómetro simple de la misma Vistech. Desarrollado por Gainsburg (1984). Evalúa la discriminación de contraste visual

cercano, el puntaje utilizado fueron tomados de los valores de referencia que tienen las tarjetas para cada fila y columna. Estos valores se encuentran en relación con la frecuencia espacial (ciclos por grado) de cada uno de los círculos que identificó el explorado.

Como información complementaria fue necesario realizar la medición de la agudeza visual cercana y lejana. Para la última se utilizó la cartilla de Snellen para iletrados. A la persona explorada se le ubicó a tres metros. Para la visión cercana se utilizó la cartilla internacional también para iletrados (30 cm.).

Para la *Discriminación de Dos Puntos* se utilizaron los discriminadores de Mackinnon-Dellow. Evalúa la sensibilidad superficial. Los estímulos se aplicaron en el pulpejo de los dedos índice y meñique de cada mano. El puntaje, expresado en milímetros, corresponde a la distancias en que el explorado distinguió la aplicación de dos puntos.

Dominio afectivo-emotivo

Este dominio fue estudiado con dos pruebas clásicas de las ciencias psicológicas y psiquiátricas, el cuestionario 16, Q-16 y con el Inventario Breve de Síntomas, BSI.

Se utilizó el *Cuestionario 16, Q-16*, de Hogstedt y col. (1984), modificado por Amador y col. (1995). Evalúa manifestaciones neuro psicológicas y neuro psiquiátricas. El puntaje utilizado fue el del total de preguntas respondidas positivamente.

El formulario del *Inventario Breve de Síntomas, BSI*, aplicado fue el elaborado por Derogatis y Spencer (1982). Para ayudar al examinado se utilizó el dibujo acertadamente diseñado por Wesseling y col. (1997). Consiste en cinco rectángulos con pequeñas figuras estrelladas que van aumentando progresivamente para que la persona explorada responda más objetivamente. Evalúa igualmente síntomas neuro psicológicas y neuro psiquiátricas que pueden agruparse en nueve síndromes. Como en este caso se trata de tener una visión general de las alteraciones neuro psiquiátricas, se utilizó solo el puntaje del “gran total” de acuerdo a la calificación de cada una de las preguntas en una escala que va del 0 al 4.

Exámenes de laboratorio y gabinete

Para determinar la presencia de mercurio, plomo y efectos del cianuro se obtuvieron algunas muestras biológicas para luego ser analizadas en los laboratorios seleccionados.

Para el mercurio se tomó una muestra de sangre por punción venosa. Se utilizó un tubo “vacutainer” de 5 ml con anticoagulante K₃ EDTA. Para plomo se tomó la muestra de sangre en un tubo “vacutainer” de 10 ml sin ningún aditivo. Inmediatamente que era obtenida cada muestra se introducía en un congelador. En tubos del mismo tipo se tomaron las muestras para análisis de hormonas tiroideas (T4 libre y TSH ultrasensible). Estas últimas se realizaron

en las personas que presentaban alguna manifestación subclínica a la exploración de ecosonografía.

Las muestras de orina fueron de la primera orina de la mañana, recogidas por cada persona en un frasco de plástico de 100 ml. Enseguida que llegaban al lugar del examen se recibía, registraba y se conservaba en refrigeración. Esta muestra sirvió para la determinación de Hg total, tiocianatos y yodo.

El transporte de la muestras hacia los laboratorios se realizó en neveras que contenían en su interior hielos artificiales. Las muestras de sangre, a igual que las de cabello fueron analizadas en el Laboratorio de Biofísica de la Universidad de Río de Janeiro, UFR, del Brasil.

Las muestras de orina y plomo en sangre fueron analizadas en el Laboratorio de Toxicología del Instituto Nacional de Higiene del Ministerio de Salud Pública, MSP, del Ecuador. Los tiocianatos y las hormonas tiroideas fueron enviadas a laboratorios particulares de la ciudad de Quito. Las yodurias fueron determinadas en el laboratorio del Programa Nacional del Bocio del MSP.

Para análisis de metilmercurio se tomaron muestras de cabello en todas las comunidades a excepción de Portovelo, debido a la contaminación por mercurio metálico en el ambiente aéreo. El cabello fue obtenido de la región occipital, se ligó con hilo el segmento proximal y se colocó en una funda plástica. En esta forma se envió al laboratorio de la UFR.

Plomo en sangre y mercurio en orina fueron analizados por el método espectrofotométrico-vis, complejo de ditizona, con una sensibilidad para el plomo de 0,003 mg/100 ml y para el mercurio de 0,003 mg/L.

Técnicas cualitativas

Se utilizaron fundamentalmente dos técnicas, Grupos Focales, con su modalidad de Grupos Homogéneos y la Entrevista a Profundidad a Informantes Claves. Estas técnicas se aplicaron a pobladores de las tres regiones de la cuenca del río.

En Portovelo se enfatizó en las reuniones con los trabajadores de las plantas de beneficio y con las autoridades municipales.

Para cada una de las técnicas utilizadas se elaboró la guía respectiva que sirvió para estandarizar los temas de discusión entre el investigador responsable de este componente y los miembros del "grupo de apoyo de Portovelo". Para el trabajo en esta ciudad fue necesario realizar varias sesiones de capacitación a los miembros de este grupo que participaron activamente en este proceso.

Las sesiones se grabaron en audio casetes. Las cintas fueron transcritas por personal técnico experimentado para luego ser sistematizadas por el investigador responsable. En un segundo momento, cuando se requería ampliar informaciones específicas, se realizaron entrevistas sin grabadora para

no cohibir al entrevistado/a, realizando inmediatamente el registro en notas añadidas.

Las guías para los grupos focales u homogéneos como también para las entrevistas a profundidad fueron probadas y validadas en y con el equipo local de apoyo de la investigación.

Para conformar los grupos focales u homogéneos se realizaron invitaciones persona a persona y se registró la firma en la invitación escrita como compromiso de asistencia. Los requerimientos logísticos, lugar de reunión y refrigerios fueron cubiertos por el equipo de investigación.

Se realizaron por separado Grupos Focales de hombres y mujeres, adultos/as, Entrevistas a Profundidad a Informantes Claves Dirigidas a las autoridades regionales (minería y ambiente); autoridades locales (municipio); autoridades seccionales (salud); líderes comunitarios.

Se utilizaron dos horas de grabación en audio por grupo focal y una hora y treinta minutos en las entrevistas a profundidad, se grabaron en audio por duplicado.

Revisadas las transcripciones se procedió a realizar la agrupación de la información y la respectiva codificación, aplicando la “guía de codificación”. Se especifica: categorías, subcategorías, códigos y concepto explícito.

Agrupada y codificada la información se elaboró el “mapa conceptual”, a través del cual se han establecido las *relaciones* entre las diferentes categorías y subcategorías. Finalmente se ha procedido a elaborar la “escalera analítica” que son analizadas para obtener las “conclusiones y recomendaciones” de las técnicas cualitativas.

Procesamiento y análisis de la información

Como ya se anotó, la información de la encuesta de hogares se procesó en el programa Excel y en EpiInfo 6.04. La presentación de los resultados se realizaron con estadística descriptiva, a través de tablas y gráficos.

La información de los estudios de salud y de laboratorio fue ingresada en la base de datos del paquete estadístico StatView, versión 5.0.1 de SAS. El procesamiento también se realizó con este paquete. Los resultados de los estudios de tiroides, yodurias y tiocianatos surgen del procesamiento en EpiInfo, en el ámbito de las estadísticas descriptivas.

Se utilizó la estadística descriptiva también para presentar la caracterización de la población total del estudio y para obtener un perfil de las pruebas neuroconductuales. La comparación de las medias se realizó con la prueba de *t* de Student y χ^2 . Las relaciones entre resultados de laboratorio, de algunas pruebas neuroconductuales y otras variables serán analizadas a través de correlación múltiple. Como es de rigor en los estudios de salud, se establecieron los niveles de significación estadística en $p = 0.05$.

Componente ambiental

Por las características de la actividad minera de esta región y tomando como referencia estudios previos sobre la contaminación de los afluentes del Puyango, en este Proyecto se plantea el estudio de la dinámica del Hg, Pb, Mn y cianuro en toda la cuenca.

Efectivamente, este estudio se realiza en distintos lugares de la cuenca, considerando que en la parte alta se encuentran las plantas de beneficio y en la cuenca baja las comunidades que reciben el impacto de la contaminación.

Por los cambios de los caudales del río durante el año, se estudiaron estos elementos en dos momentos diferentes, uno en invierno (aguas altas) y otro en verano (aguas bajas). Se corresponden respectivamente a los meses de marzo del 2000 y de noviembre del mismo año.

Para seguir la dispersión de los contaminantes en el trayecto del río, se seleccionaron *15 puntos (estaciones) de muestreo*. Los puntos 1 y 2 corresponden a los “puntos blancos” de los ríos Amarillo y Calera, antes de sufrir la descarga de los relaves de las plantas de beneficio. De los puntos 3 al 8 son considerados como puntos “en la fuente”, es decir, se encuentran en relación con las plantas de beneficio (Portovelo/Zaruma). Los puntos 9 al 11 son los puntos de “mediana distancia”, uno pocos kilómetros por debajo de las plantas de beneficio. Los puntos 12 al 15 son puntos a “larga distancia”, van desde la zona de Marcabelí hasta las comunidades fronterizas de Gramadal y Las Vegas.

Como el cianuro es una sustancia que se degrada rápidamente se eligieron varios puntos inmediatamente por abajo de las plantas de beneficio, donde se esperaba que las concentraciones de cianuro sean las más altas. Para tener una mejor idea de las variaciones se realizaron mediciones de cianuro en el agua cada hora, entre las 8:00 y 17:00 horas.

Con la finalidad de obtener un conocimiento amplio de la dinámica de los contaminantes se tomó en consideración varias *matrices para la recolección de muestras*:

- a. **Sedimentos**. Constituidos fundamentalmente por sedimentos que son arrastrados por el río y que contienen descargas de sobreflujos de molienda y arenas de las colas de cianuración. Además provienen del material erosionado de las partes altas de la cuenca.
- b. **Sólidos en suspensión**. Se encuentran conformados por partículas finas de minerales que no son capaces de sedimentarse y por sustancia orgánica que puede ser parte de la microfauna y del plancton del río.
- c. Agua del río. Para efectos del estudio se tomó agua microfiltrada de los ríos Calera, Amarillo y Puyango
- d. **Aire**. Para determinar las concentraciones de cianuro en el aire, se tomaron muestras en varios centros de trabajo (plantas de

beneficio). Para el efecto se tomaron de manera directa en lugares de las plantas donde se realizan procesos diferentes: cianuración por agitación, volteo de arenas de precolación, tanques de solución y celdas de precipitación.

- e. **Agua de consumo humano.** Se tomaron algunas muestras de agua “potable” de Portovelo/Zaruma y agua entubada de Puyango Viejo. Las tomas se hicieron en las fuentes (tanques de tratamiento-recolección) y grifos de algunas viviendas.
- f. **Alimentos.** Para el análisis de los metales se recogieron algunas frutas y hortalizas ubicadas en la ribera del río. Se realizó la pesca de algunas especies que los pobladores comen con más frecuencia.
- g. **Suelos.** Se tomaron algunas muestras de suelos, con la finalidad de establecer un perfil geo-químico que indique la capa que tiene mayor captación de contaminantes.

La toma de las muestras, tratamiento y conservación se realizaron siguiendo técnicas rigurosas acordadas entre los miembros del equipo de investigación de este componente y el consultor en estudios ambientales.

Los análisis de los metales se llevaron a cabo en los laboratorios XRAL de Toronto-Canadá y en el laboratorio GEOTOP de la Universidad de Québec en Montreal. Los alimentos fueron analizados en el Laboratorio de Servicios y Asistencia Tecnológica de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Concepción, Chile.

RESULTADOS PRELIMINARES

En este momento del Proyecto (septiembre del 2001) se han concluido todos los trabajos de campo, el ingreso y depuración de las bases de datos. Se ha procesado y analizado casi en su totalidad la información de la encuesta de hogares.

Para el componente de salud, todavía no se han recibido los reportes de algunos resultados de los estudios de laboratorio y gabinete. Por el momento se han realizado unas pocas operaciones con los datos disponibles para obtener algunos resultados en el ámbito de las estadísticas descriptivas, son los que se presentan en este documento. Posteriormente a las “Jornadas Internacionales” de Lima se continuará con el análisis de esta información y se realizarán las correlaciones respectivas en el ámbito de la estadística analítica. Es necesario, además, contar con el informe definitivo de los estudios ambientales que también se encuentra en proceso.

Características de la población

La información recogida en la *Encuesta de Hogares* incluye un total de 1820 personas, la información condensada que se expone a continuación se refiere a las personas que habitan en las comunidades de Gramadal, Las Vegas, Cuaguarhuaycu, Puyango Viejo y a la muestra de familias de las ciudades de Marcabelí y Portovelo.

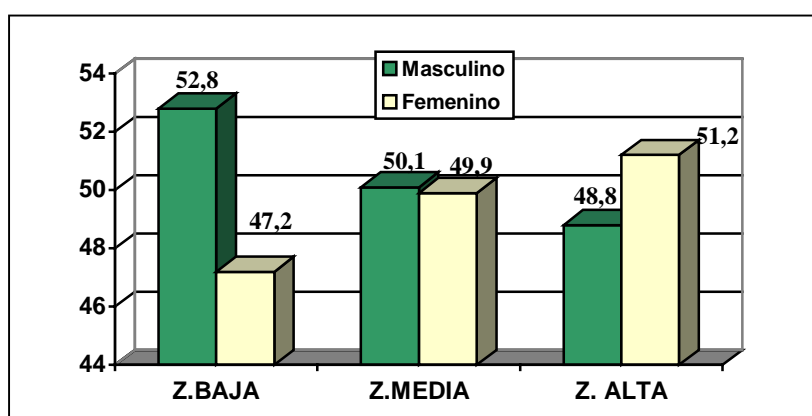
Para mayor facilidad del análisis, se considerarán tres zonas. Portovelo constituye la zona alta, Marcabelí, la media y las otras, la zona baja.

Sexo

Del total de pobladores registrados en la encuesta de hogares, el 50.1% corresponden al sexo masculino y el 49.9% al femenino. La diferencia entre los dos sexos es mínima. Solo en la zona alta existe una ligera predominancia femenina.

GRÁFICO No.1

**PORCENTAJES DE POBLACIÓN POR SEXO
ZONAS ALTA, MEDIA Y BAJA DE LA
CUENCA DEL PUYANGO 2000**



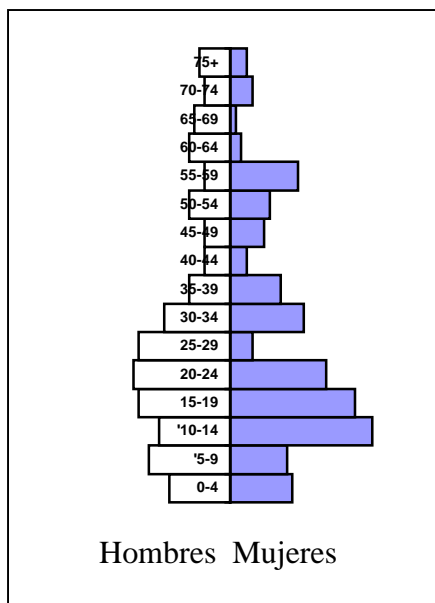
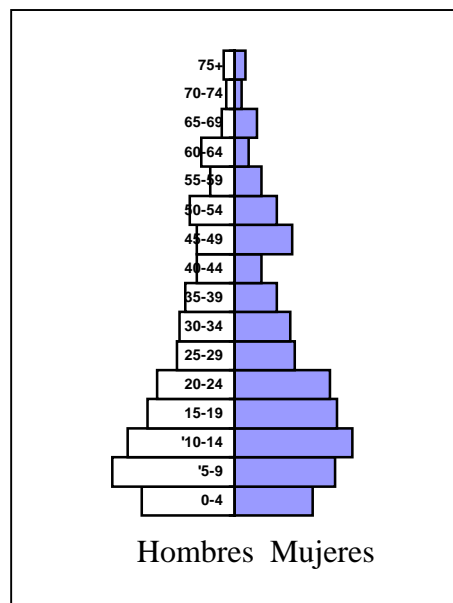
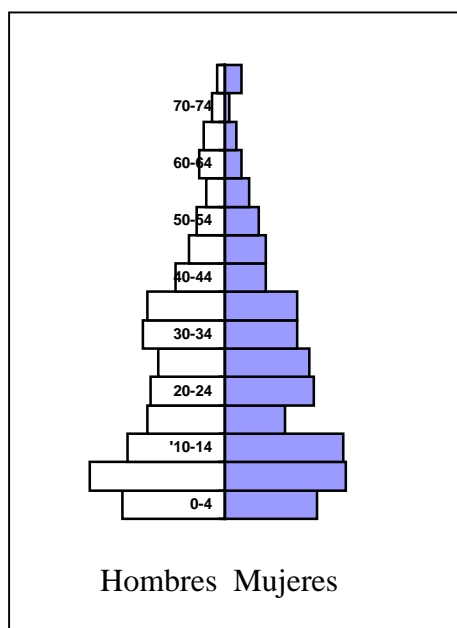
Fuente: Encuesta de hogares

Elaboración: C. Merino

Edad

para tener una visión más clara de lo que ocurre con la edad y sexo en cada una de las zonas, los gráficos de las pirámides poblacionales permiten observar la distribución por grupos de edad. Como se puede apreciar, las pirámides de base ancha, como se ve en la zona media y alta son las típicas de poblaciones “jóvenes”, numerosos niños y pocos ancianos. La de la zona baja es irregular, lo que indica que no existe un marcado predominio de un grupo etario determinado, aunque se nota una ligera predominancia de los adolescentes.

GRAFICO No. 2

PIRÁMIDE POBLACIONAL
DE LA ZONA BAJA. 2000PIRÁMIDE POBLACIONAL
DE LA ZONA MEDIA. 2000PIRÁMIDE POBLACIONAL
DE LA ZONA ALTA. 2000

Fuente: Encuesta de hogares

Elaboración: C. Merino

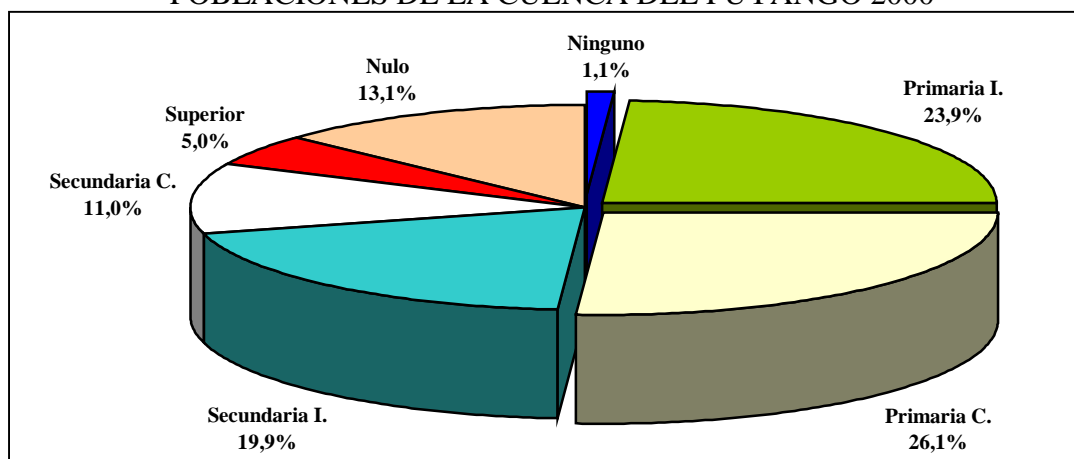
Educación

Para cada miembro de la familia que habita el hogar encuestado se investigó sobre educación o último grado alcanzado. Para este análisis se excluyó a los

niños menores de 6 años, por ello, el procesamiento se hizo sobre un total de 1.589 personas.

GRÁFICO No. 3

PORCENTAJES DE POBLACIÓN GENERAL POR NIVEL EDUCATIVO
POBLACIONES DE LA CUENCA DEL PUYANGO 2000



I. Incompleta, C. Completa

Fuente: Encuesta de hogares

Elaboración: C. Merino

Como se puede observar, los mayores porcentajes se ubican entre primaria completa e incompleta. Si a estos se añaden los porcentajes de analfabetismo se tiene que más de la mitad de la población (51.1%) tiene niveles bajos de educación. Claro, los niveles son más bajos en los pobladores de las comunidades fronterizas.

Trabajo

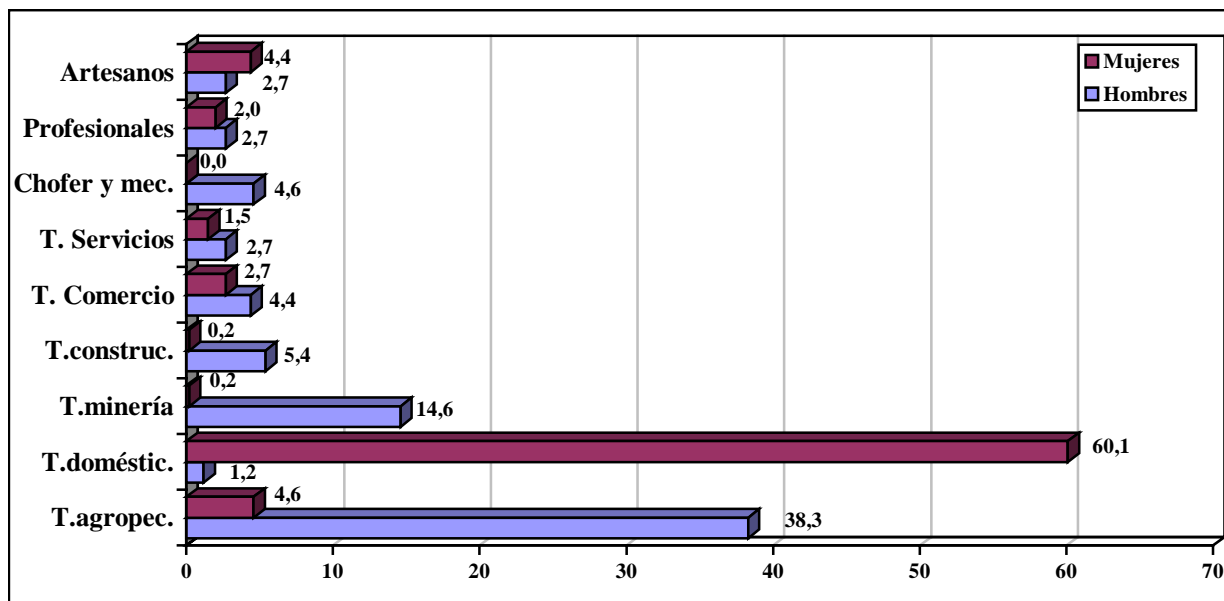
Se consideró para el análisis a las personas de 6 años y más. En este caso, la población total es de 1.613 personas.

Se ha realizado una separación por sexo y así se puede notar los cambios substanciales de las ocupaciones de los hombres y de las mujeres. Como se verá en el gráfico número 4, en los hombres es predominante el trabajo agrícola, que en estricto sentido es agropecuario. En la cuenca baja, casi la totalidad de la población se dedica a la agricultura y a la ganadería. El uso de agroquímicos, especialmente herbicidas es muy frecuente.

En las mujeres, en cambio, los quehaceres de la casa son los predominantes. En la división social del trabajo, la mujer sigue insertada a formas tradicionales de actividad.

GRÁFICO No. 4

PORCENTAJES DE ACTIVIDADES TOTALES SEGÚN
SEXO EN LAS POBLACIONES DE LA CUENCA DEL PUYANGO 2000



Fuente: Encuesta de hogares

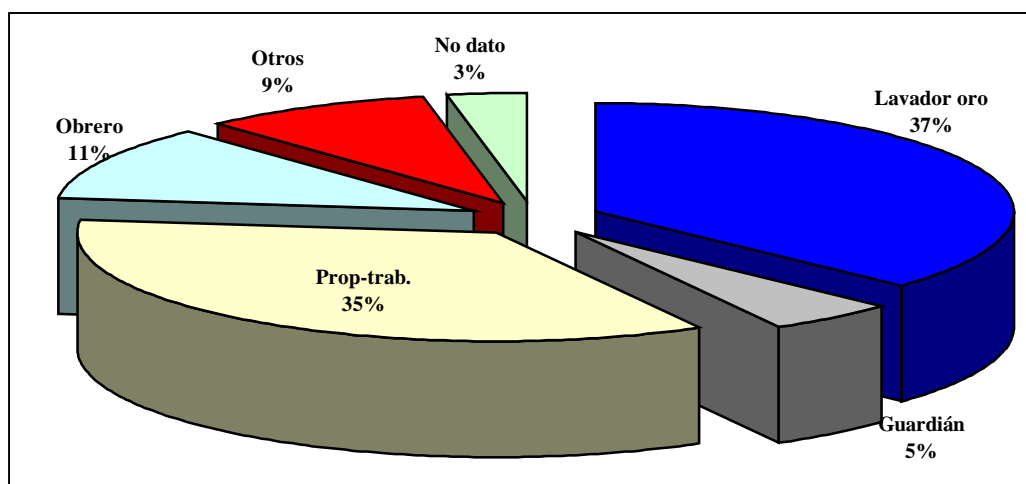
Elaboración: C. Merino

Es muy ilustrativo observar que la actividad minera es casi exclusivo de los hombres, entiéndase que en este grupo se incluyen también las personas que en toda la cuenca tienen la costumbre de lavar oro, como actividad complementaria al trabajo agropecuario.

De las personas que trabajan en la actividad minera, la posibilidad de exponerse a sustancias químicas y a otros procesos peligrosos para la salud depende del tipo de tareas que realiza y de su forma de insertarse al proceso de trabajo minero. Esta distribución se observa en el gráfico número 5.

De esas personas (actividad minera), todas las de Chaguarhuaycu, Puyango Viejo y Marcabelí son de lavadores de oro, en Gramadal y Las Vegas se podría afirmar algo similar aunque en un caso no se especifica la actividad laboral. En Portovelo existe una variedad de actividades laborales, referidas muchas de ellas a las que se realizan en las plantas de beneficio (propietario, obrero, guardián y otros).

GRÁFICO No. 5
PORCENTAJES DE POBLACIÓN DEDICADA A LA MINERÍA SEGÚN TIPO DE ACTIVIDAD EN POBLACIONES DE LA CUENCA DEL PUYANGO 2000



Otros incluye: Usuario, Comprador de oro, Vendedor de insumos, Barrenador y paleador y un 2% en el que se une a lavador de oro y propietario-trabajador como actividades conjuntas.

Fuente: Encuesta de hogares

Elaboración: C. Merino

Uso del mercurio y su protección

Es una práctica común de la zona usar el mercurio para amalgamar el oro, esto es así en la zona alta, fundamentalmente en las actividades de las plantas de beneficio. En la cuenca baja se relaciona con el lavado de oro en el río.

CUADRO No.1
PORCENTAJES DE TRABAJADORES QUE UTILIZAN MERCURIO SEGÚN TIEMPO EN QUE LO HAN REALIZADO POR POBLACIONES CUENCA DEL PUYANGO 2000

Población	TIEMPO DE TRABAJO CON MERCURIO							
	< 1 año		1 a 3 años		4 a 6 años		> 6 años	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Chaguarhuaycu	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2	100.0
Gramadal y Las Vegas	0	0.0	1	11.1	0	0.0	8	88.9
Puyango Viejo	1	16.7	2	33.3	1	16.7	2	33.3
Marcabelí	1	33.3	1	33.3	1	33.3	0	0.0
Portovelo	7	12.7	7	12.7	5	9.1	33	60.0

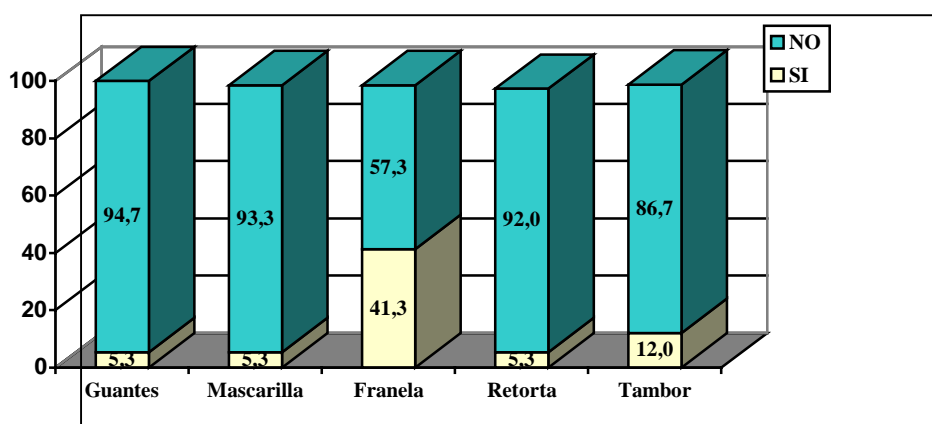
Fuente: Encuesta de hogares

Elaboración: C. Merino

Como se puede ver, inclusive en la cuenca baja, a excepción de Chaguarhuaycu, se utiliza mercurio. Cuando lo usan, la protección es casi inexistente.

GRÁFICO No. 6

PORCENTAJES* DE MEDIDAS DE PROTECCIÓN QUE UTILIZAN LOS TRABAJADORES QUE TIENEN CONTACTO COM MERCURIO, CUENCA DEL PUYANGO 2000



* Cuando la suma de los porcentajes no alcanza el 100% se debe a las no respuestas.

Fuente: Encuesta de hogares

Elaboración: C. Merino

La franela húmeda es la práctica más frecuente tanto en las plantas de beneficio como en el lavado de oro. El uso de retortas y de tambores de amalgamación es una práctica exclusiva de pocas plantas de beneficio.

Uso del cianuro y su protección

El uso de *cianuro* o la participación en tareas de cianuración es mucho menor, así tan sólo un 22.0% de personas lo hacen, el 69.0% no y de un 9.0% no se obtiene el dato.

CUADRO No. 2

PORCENTAJES DE PERSONAS QUE UTILIZAN CIANURO EN SU TRABAJO CUENCA DEL PUYANGO 2000

Población	USO DE CIANURO					
	SI		NO		NO DATO	
	No.	%	No.	%	No.	%
Chaguarhuaycu	0	0.0	1	50.0	1	50.0
Gramadal y Las Vegas	0	0.0	4	40.0	6	60.0
Puyango Viejo	0	0.0	5	83.3	1	16.7
Marcabelí	0	0.0	3	100.0	0	0.0
Portovelo	22	27.8	56	70.9	1	1.3

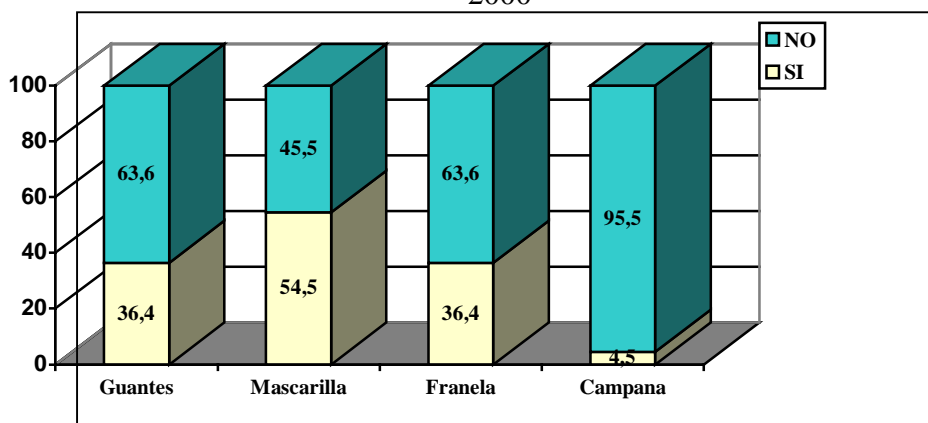
Fuente: Encuesta de hogares

Elaboración: C. Merino

El uso de cianuro es exclusivo de la zona alta (Portovelo). A diferencia del mercurio, esta sustancia se incorpora en los procesos de cianuración de algunas plantas de beneficio. Aparentemente la protección es algo mejor que cuando se usa mercurio, sin embargo, muchas personas usan también la franela que no protege en absoluto la salud de las personas.

GRÁFICO No. 7

PORCENTAJES DE MEDIDAS DE PROTECCIÓN QUE UTILIZAN LOS TRABAJADORES EN CONTACTO CON CIANURO, CUENCA DEL PUYANGO 2000



Fuente: Encuesta de hogares

Elaboración: C. Merino

Generalmente las mascarillas tampoco son las adecuadas. En la mayoría de los casos se ha visto que usan las mascarillas simples, diseñadas para la protección contra humos y polvos. Las de filtro químico específico se usan en caso aislados.

Como se ve en el gráfico 7, casi la totalidad de las medidas de protección son de tipo personal y son mínimas, son casi inexistentes las medidas de protección colectiva.

Eventos de exposición

Los principales eventos de exposición a contaminantes a los que estarían expuestos los habitantes tienen distintas fuentes. A través de la encuesta de hogares se ha visto la relación de las familias con el agua del río Puyango o sus afluentes, con los peces que consumen y con los alimentos que se producen en las orillas, especialmente plátano verde, yuca y maní. De la amplia información recogida, en este documento sólo se registrará lo más sobresaliente

Consumo del agua para beber

Un indicador importante del uso del río es la frecuencia con que se toma el líquido de esta fuente para beber

CUADRO No. 3

**PORCENTAJE DE FAMILIAS QUE BEBEN AGUA DE LOS RÍOS
PUYANGO Y AFLUENTES POR TEMPORADA,
CUENCA DEL PUYANGO 2.000**

<i>Frecuencia</i>		Al menos 1 vez por semana		Al menos 1 vez por mes		Ocasional-mente		Nunca o No dato		Total	
Poblaciones	Tempo-rada	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Chaguar-huaycu	Invierno	0	0.0	0	0.0	0	0.0	12	100.0	12	100
	Verano	1	8.3	0	0.0	0	0.0	11	91.7		
Gramadal y Las Vegas	Invierno	10	52.6	3	15.8	0	0.0	6	31.6	19	100
	Verano	13	68.4	0	0.0	0	0.0	6	31.6		
Puyango Viejo	Invierno	0	0.0	0	0.0	0	0.0	32	100.0	32	100
	Verano	3	9.4	0	0.0	1	3.1	28	87.5		
Marcabelí	Invierno	0	0.0	1	0.6	0	0.0	165	99.4	166	100
	Verano	1	0.6	2	1.2	0	0.0	163	98.2		
Portovelo	Invierno	2	1.1	0	0.0	0	0.0	176	98.9	178	100
	Verano	1	0.6	0	0.0	0	0.0	177	99.4		
TOTAL	Invierno	12	2.9	4	1.0	1	0.2	390	95.8	400	100
	Verano	19	4.7	2	0.5	1	0.2	385	94.6		

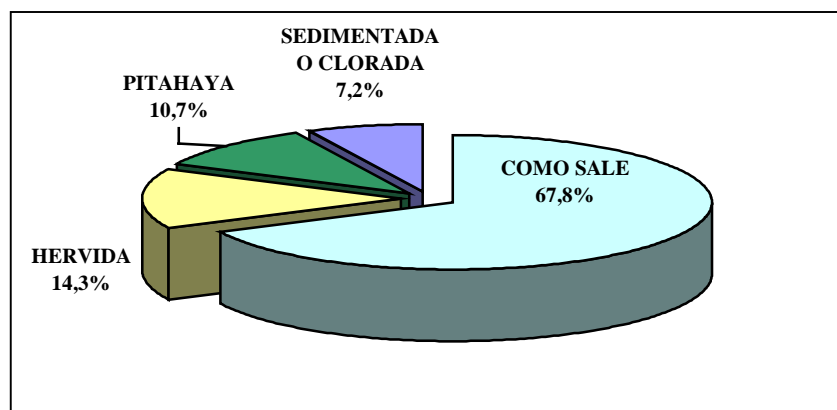
Fuente: Encuesta de hogares

Elaboración: C. Merino

En la zona alta y media prácticamente no se usa el río para estos fines, en cambio, en las comunidades fronterizas, el río es su única fuente. Las respuestas son relativamente bajas porque en invierno utilizan el agua de las lluvias. A las personas que reconocen beber agua del río se les preguntó si lo hacen directamente o tienen algún cuidado como hervirla, filtrarla, tratarla con cloro o algún otro mecanismo que ellos han adoptado para “mejorarla”.

GRÁFICO No. 8

**PORCENTAJE DE LAS FORMAS DE CONSUMO
DEL AGUA DEL RÍO. ZONAS BAJA, MEDIA Y ALTA 2000**



La mayoría consume el agua sin ningún tratamiento. Como se verá luego, los contaminantes se encuentran en los sólidos en suspensión y de esa manera podrían ingresar al organismo.

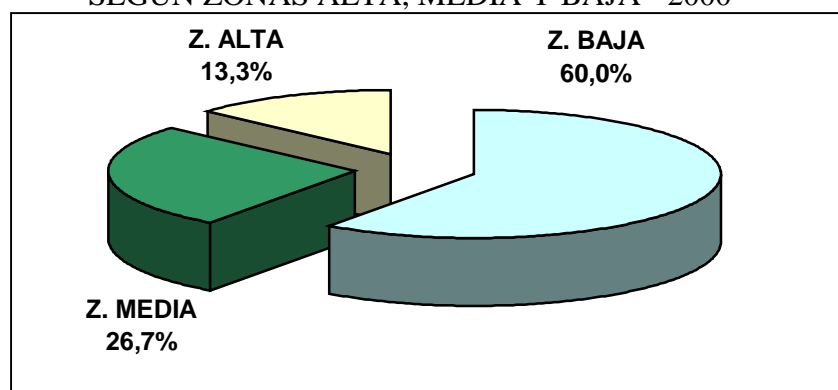
Algunas personas de la cuenca baja utilizan en invierno una planta denominada *pitahaya* que tiene la propiedad de flocular y precipitar algunos sólidos en suspensión. Como complemento a este estudio se están haciendo los esfuerzos para estudiar las características de esta planta.

Cultivos

La distribución de las familias que tienen cultivos cerca de los ríos se presenta en el gráfico siguiente.

GRÁFICO No. 9

PORCENTAJE DE FAMILIAS QUE TIENEN CULTIVOS
CERCA DE LOS RÍOS PUYANGO, CALERA Y AMARILLO
SEGÚN ZONAS ALTA, MEDIA Y BAJA - 2000



Fuente: Encuesta de hogares
Elaboración: C. Merino

Los habitantes de la zona baja tienen una mayor probabilidad de comer alimentos que podrían estar contaminados con las aguas del río Puyango. Además, las vías de acceso a las comunidades de la frontera son muy limitadas y la producción agrícola es fundamentalmente para autoconsumo.

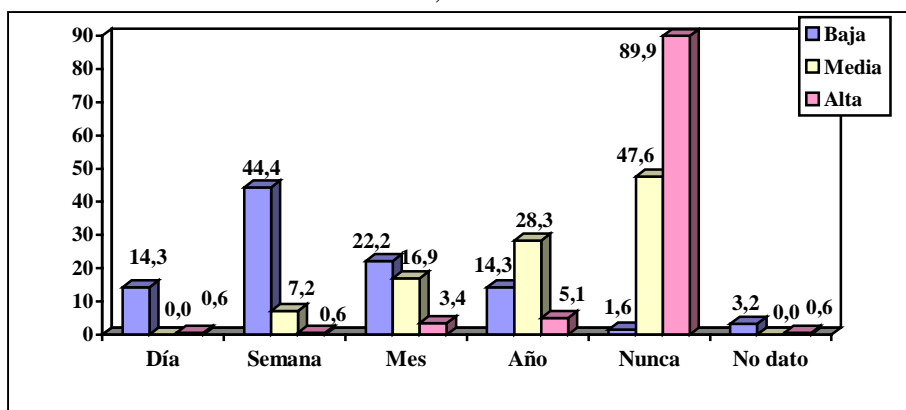
Ingesta de peces

Es conocido que los peces son una de las principales víctimas de la contaminación de los ríos y de los lagos. Una expresión de ello es lo que los pobladores de la cuenca baja comentan. Desde hace algunos años ha disminuido notablemente la cantidad de peces en el río. Algunas especies incluso tienden a desaparecer, como es el caso de la raspa.

A pesar de lo anotado, los peces son la principal fuente de ingesta de proteínas de la familia. Como se verá en el gráfico número 10, en la cuenca baja es importante la frecuencia de este consumo.

GRÁFICO No. 10

PORCENTAJES DE INGESTA DE PECES SEGÚN FRECUENCIA
POR ZONAS ALTA, MEDIA Y BAJA 2000



Fuente: Encuesta de hogares

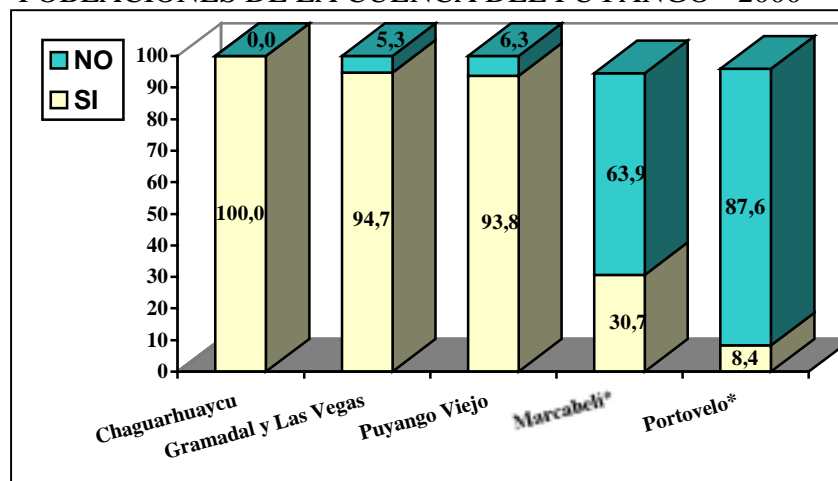
Elaboración: C. Merino

Llama la atención las respuestas positivas en Portovelo, donde se produce la descarga de las plantas de beneficio. Podría ser que las respuestas se refieran a otro río cercano como el Pindo o al mismo río Amarillo pero en la parte alta.

Estas respuestas de la población se encuentra en coherencia con la frecuencia de la práctica de pesca en el río.

GRÁFICO No. 11

PORCENTAJES DE FAMILIAS QUE PESCAN POR
POBLACIONES DE LA CUENCA DEL PUYANGO - 2000



* En estos casos la suma no llega al 100% porque falta un 5.4% y un 3.9% de "no respuesta" tanto en Marcabelí como en Portovelo.

Fuente: Encuesta de hogares

Elaboración: C. Merino

El producto de esa pesca es generalmente para consumo familiar, excepto en dos casos en Puyango Viejo y otros dos en Marcabelí, que a más de ser para ello es también para la venta generalmente en la misma zona.

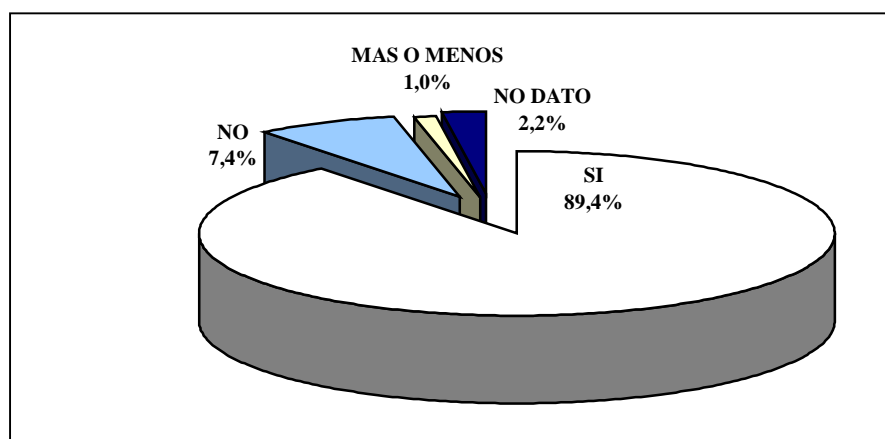
La variedad que más se consume en invierno es el ciego y en verano el sábalo.

Percepción de la contaminación

La percepción sobre contaminación de los ríos Puyango, Calera y Amarillo es alta como se puede apreciar a continuación.

GRÁFICO No. 12

PORCENTAJES SOBRE LA PERCEPCIÓN DE CONTAMINACIÓN
DE LOS RÍOS PUYANGO, CALERA Y AMARILLO
ZONAS BAJA, MEDIA Y ALTA. 2000



Fuente: Encuesta de hogares

Elaboración: C. Merino

La percepción sobre la contaminación del río es aún mayor que en zona alta, afirmada por el 95.5% de los encuestados, a diferencia del 88.9% de la zona baja y del 83.1% de la media.

Es notoria la diferencia de esta percepción a través de las técnicas cualitativas. En las entrevistas a profundidad o en el trabajo con grupos las opiniones son contrarias, es decir, muchos consideran que el río no se encuentra contaminado, o en su defecto, tienen diversas concepciones sobre la contaminación.

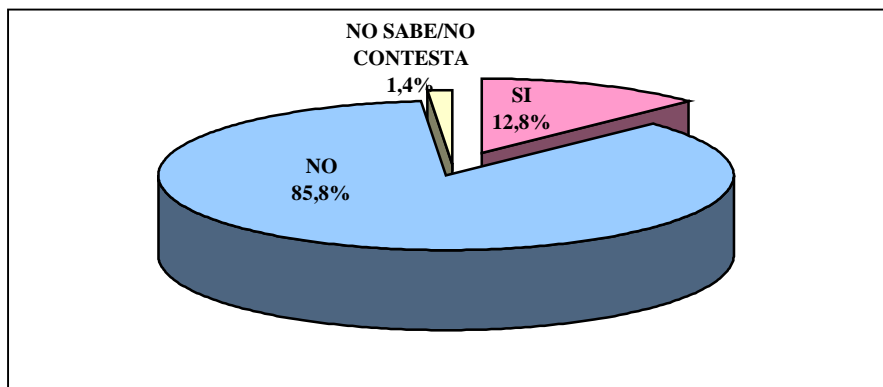
Educación relacionada con la contaminación

El conocimiento alrededor de la contaminación proviene de comentarios de distinta fuente, de percepciones, de programas radiales o televisivos y de charlas. Sobre estas últimas se averiguó en la encuesta de hogares. La pregunta estaba dirigida a saber si algún miembro de la familia ha recibido o ha participado en charlas o cursos sobre contaminación ambiental y medidas de protección o prevención de la salud.

Es bien alto el porcentaje de personas que no han recibido esta información a través de cursos o reuniones con la comunidad, generalmente organizados por instituciones públicas o privadas.

GRÁFICO No. 13

PORCENTAJES SOBRE LA RECEPCIÓN DE CHARLAS RELACIONADAS CON LA CONTAMINACIÓN, POBLACIONES CUENCA DEL PUYANGO 2000



Fuente: Encuesta de hogares

Elaboración: C. Merino

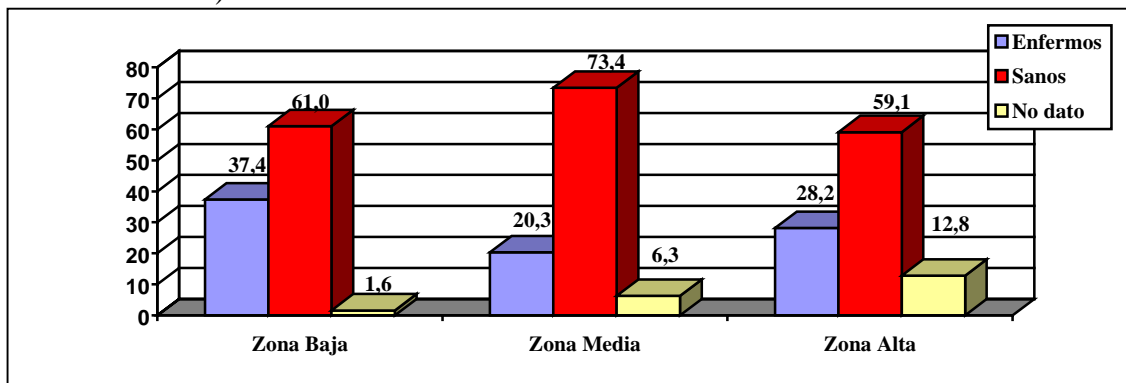
Además de este bajo porcentaje de respuestas positivas, es aún más preocupante cuando se analiza por zonas. El 90.5% de personas que habitan en la zona baja manifestó que ningún miembro de la familia ha recibido charlas relativas a la contaminación. Las pocas que han recibido son de Puyango Viejo. En las comunidades fronterizas, ninguna persona ha tenido esta experiencia.

Morbilidad y mortalidad general

Con la encuesta de hogares se investigó sobre la salud de los miembros de la familia, tomado como referencia los quince días anteriores a la fecha de aplicación de la misma. Del total de personas, el 26.4% tuvo algún problema de salud, este porcentaje varía cuando se analiza por zonas.

GRÁFICO No. 14

PORCENTAJE DE HABITANTES CON PROBLEMAS DE SALUD (ÚLTIMOS 15 DÍAS) SEGÚN ZONAS DE LA CUENCA DEL PUYANGO 2000

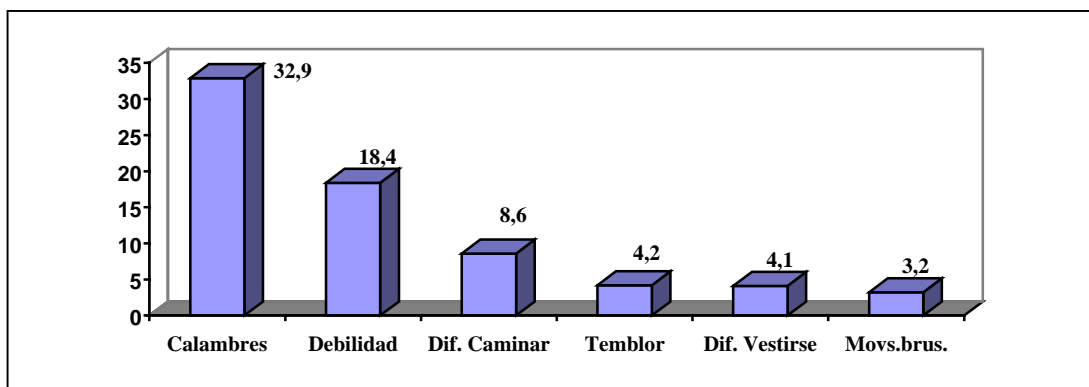


En la zona baja, donde las condiciones de vida son más difíciles se encuentra un mayor porcentaje de personas con problemas de salud. Es necesario añadir que en estas comunidades no existen servicios de salud de ningún tipo.

También se averiguó sobre la presencia de manifestaciones clínicas relacionadas con la exposición a metales pesados. Las respuestas se pueden ver en los siguientes gráficos.

GRÁFICO No. 15

PORCENTAJES DE PERSONAS CON PROBLEMAS DE MOTILIDAD
CUENCA DEL PUYANGO - 2000



Calambres en los pies, piernas, brazos o manos; Debilidad en los brazos y piernas; Dificultad o retardo para caminar, Temblor en las manos, en la lengua o en los labios, Dificultad para ponerse la ropa (vestirse) o peinarse; Movs bruscos: Presencia de movimientos bruscos, sin dirección.

Fuente: Encuesta de Hogares

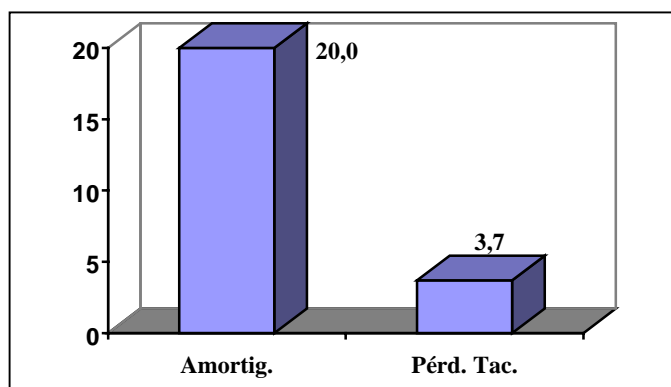
Elaboración: C. Merino

Los habitantes de la *zona baja* son los que presentan un mayor porcentaje de los problemas relacionados con la *motilidad*.

Las alteraciones de la *sensibilidad* se averiguó a través de dos preguntas, una sobre la sensación de amortiguamiento u hormigueo en alguna parte del cuerpo y otra sobre la pérdida del tacto

GRÁFICO No. 16

PORCENTAJES DE PERSONAS CON PROBLEMAS DE SENSIBILIDAD
CUENCA DEL PUYANGO - 2000



Amortig.: Amortiguamiento u hormigueo de alguna parte del cuerpo

Pérd. Tac.: Pérdida del tacto

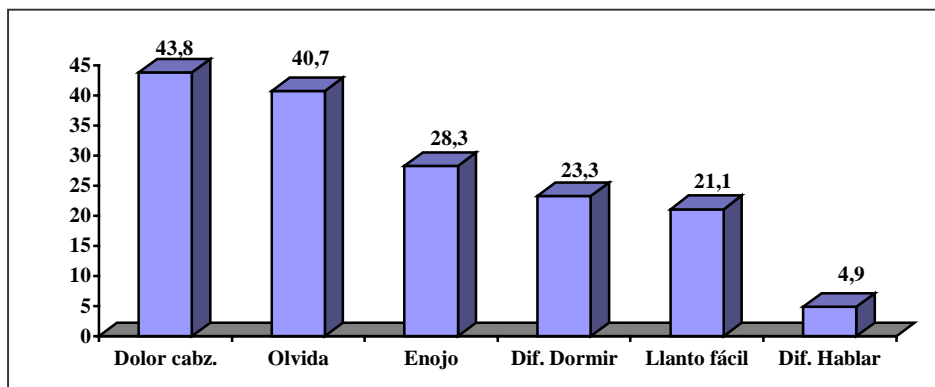
Fuente: Encuesta de Hogares

De la misma manera que con la motilidad, los problemas de amortiguamiento son más frecuentes en la *zona baja*.

Es conocido también que los metales pesados afectan las denominadas funciones cerebrales superiores, a pesar del carácter inespecífico, se realizaron algunas preguntas relacionadas con la atención, memoria, carácter, etc.

GRÁFICO No. 17

PORCENTAJES DE POSITIVOS SEGÚN PROBLEMAS DE FUNCIONES CEREBRALES SUPERIORES, CUENCA DEL PUYANGO - 2000



cabz: cabeza.

Dif: dificultad

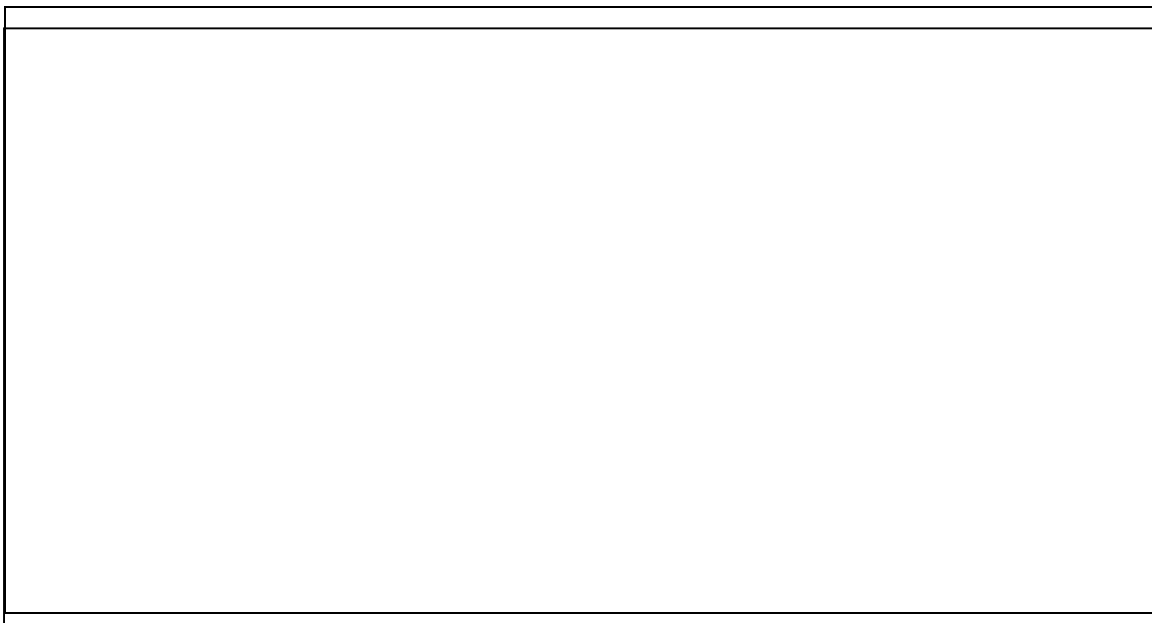
Fuente: Encuesta de Hogares

Elaboración: C. Merino

El fenómeno se repite, la mayor parte de los síntomas se presentan con mayor frecuencia en los pobladores de la zona baja.

Un indicador sensible de lo que sucede en una población es el de la mortalidad de los hijos en una familia. Cuando las condiciones son más precarias el porcentaje es más alto. Es precisamente lo que se observa en el gráfico número 18 (siguiente página)

GRÁFICO No. 18

PORCENTAJES DE FAMILIAS CON HIJOS MUERTOS
POR POBLACIONES DE LA CUENCA DEL PUYANGO – 2000

Fuente: Encuesta de hogares

Elaboración: C. Merino

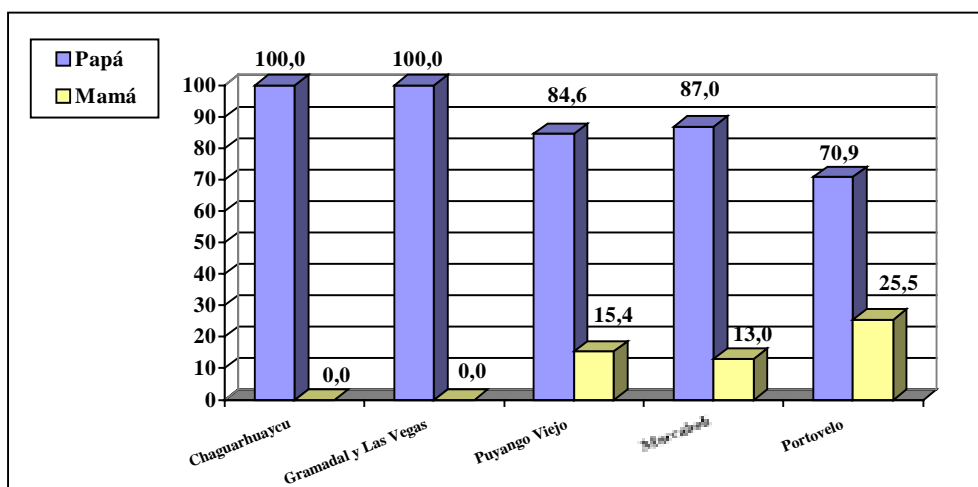
A pesar de un alto porcentaje de “no dato” se puede observar que en las comunidades de la cuenca baja, en donde las condiciones sanitarias y de vida son precarias, la mitad de las familias han tenido uno o más hijos fallecidos.

Percepciones de género

La percepciones que tienen hombres y mujeres sobre su propio rol fue investigada en varios momentos y por diversas técnicas. En esta encuesta se incluyeron algunas preguntas dirigidas a la pareja, unas se refieren a la importancia que se atribuye al trabajo de cada quien, otras al aporte dentro del hogar y a la toma de decisiones. Los gráficos que se presentan a continuación son muy ilustrativos.

GRÁFICO No. 19

PORCENTAJES DE LAS PERCEPCIONES SOBRE QUIEN REALIZA EL TRABAJO MÁS IMPORTANTE EN EL HOGAR, POR POBLACIONES, CUENCA DEL PUYANGO 2000



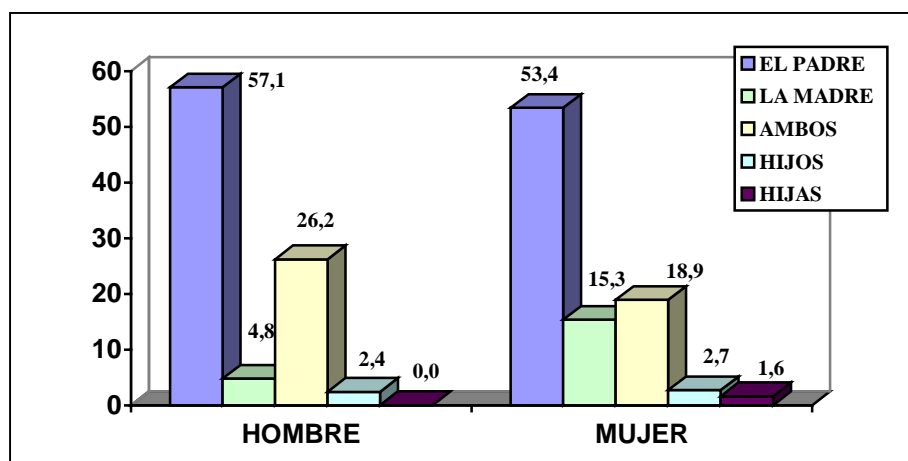
Fuente: Encuesta de hogares

Elaboración: C. Merino

Los resultados de esta percepción es expresada por hombres y mujeres. En otras palabras, la misma ama de casa considera que el hombre (padre) es el que realiza el trabajo más importante. Si se recuerda la información presentada en páginas anteriores, la mayoría de mujeres trabajan en quehaceres domésticos. Esta actividad no es valorada por los hombres ni por las mismas mujeres. El contenido económico de la actividad puede ser, entre otras cosas, el que define esta percepción.

GRÁFICO No. 20

PORCENTAJES DE ENCUESTADOS SEGÚN QUIEN CONSIDERAN APORTA MÁS AL HOGAR POR SEXO DE QUIEN CONTESTA 2000



Fuente: Encuesta de hogares

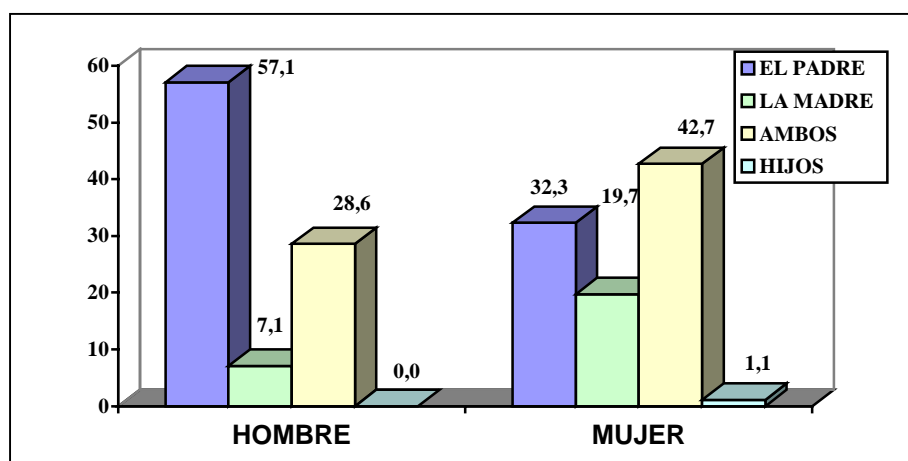
Elaboración: C. Merino

La pregunta sobre aporte en el hogar se hizo con la finalidad de averiguar dos cosas, una sobre la concepción del "aporte" y otra la valoración que dan a los miembros de la pareja.

Parecería que el “aporte” fue concebido como aporte económico, y en ese sentido, la valoración de hombres y mujeres es preponderante hacia el padre de familia. Por esta misma razón, el que fundamentalmente decide sobre los gastos es el padre de familia.

GRÁFICO No. 21

PORCENTAJES SEGÚN QUIEN DECIDE SOBRE
LOS GASTOS MÁS IMPORTANTES EN EL HOGAR, POR SEXO 2000



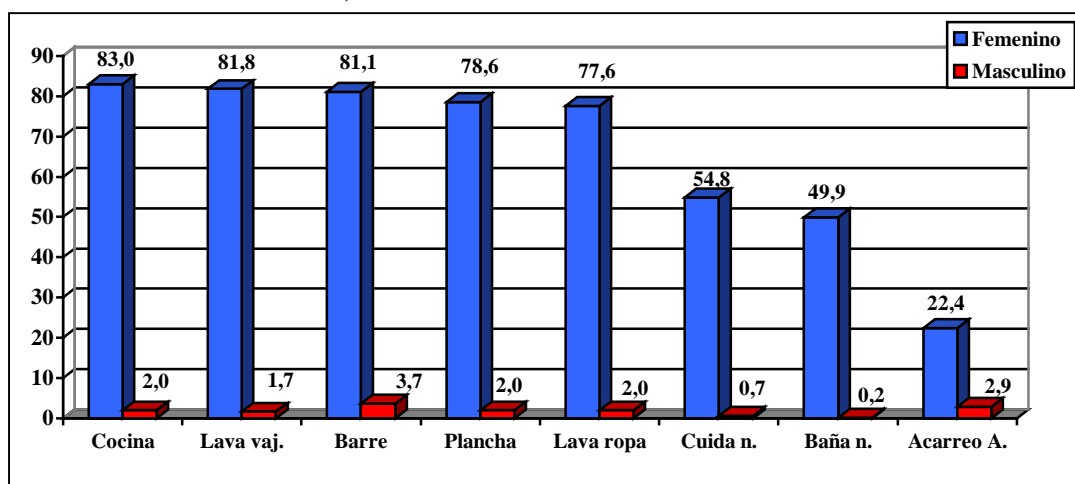
Fuente: Encuesta de hogares
Elaboración: C. Merino

A pesar que las mujeres se ubican también en un plano inferior al del hombre, reconocen de manera importante la participación conjunta, cosa que no surge en la percepción del hombre.

En estas comunidades, se reproduce la costumbre ancestral de delegar todas las actividades del hogar a la mujer.

GRÁFICO No. 22

PORCENTAJES* DE EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES DEL HOGAR SEGÚN
SEXO, CUENCA DEL PUYANGO 2000



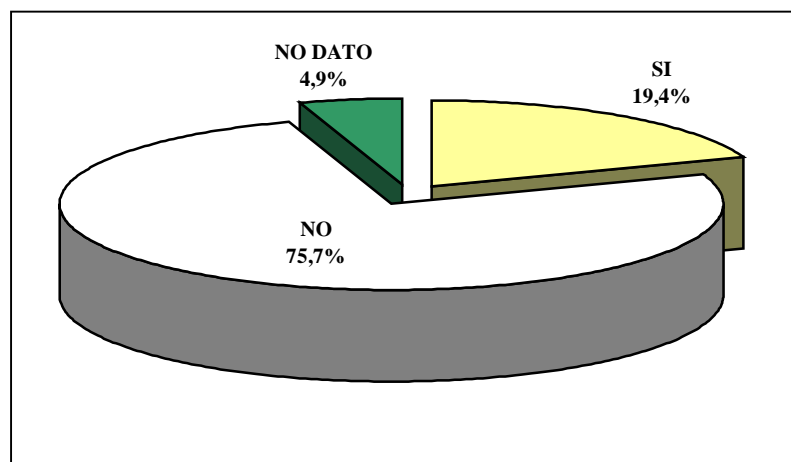
* Los porcentajes no suman el 100% porque no se incluyó los porcentajes que hacen referencia a varias personas, a datos nulos y blancos.
vaj. vajilla; n. niños. A. agua

Organización

Para conocer los niveles de organización de la comunidad se utilizaron las técnicas cualitativas, sin embargo en esta encuesta se realizaron algunas preguntas de carácter general. Una de ellas permiten afirmar que las comunidades de la cuenca son poco organizadas, considerando las formas convencionales de organización.

GRÁFICO No. 23

PORCENTAJE DE FAMILIAS QUE UNO O VARIOS
DE SUS MIEMBROS PERTENECEN A ALGUNA ORGANIZACIÓN
CUENCA DEL PUYANGO 2000



Fuente: Encuesta de hogares

Elaboración: C. Merino

De las personas que pertenecen a alguna organización, la mayoría son hombres. Las organizaciones comunitarias y sociales (comuna, club pro-mejoras, comité de padres de familia, etc) son las que permiten el mayor aglutinamiento de los miembros de la comunidad.

Estudios individuales de salud

Por las razones señaladas en páginas anteriores, en este documento solo se presentarán unos pocos resultados de los estudios de salud. La finalidad es ofrecer una idea general de algunas manifestaciones subclínicas detectadas con la aplicación de pruebas de alta sensibilidad.

Es la primera vez que se lleva a cabo este tipo de exámenes en los pobladores de toda la cuenca.

Como se indicó en la parte de metodología, para realizar estos exámenes individuales se tomó al universo de las poblaciones de Gramadal, Las Vegas, Chaguarhuaycu y Puyango Viejo. En Portovelo se trabajó con una muestra representativa.

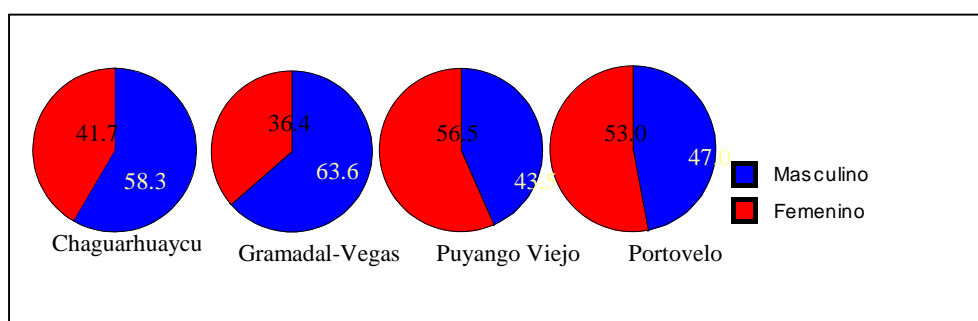
Variables socio-demográficas

En total fueron examinadas 229 personas en toda la cuenca. La información que se presenta se refiere a este número. En algunos casos es menor por la exclusión de varias personas en unas pocas pruebas.

Sexo y edad

Del total de personas estudiadas, el 49,3% pertenecen al sexo masculino y el 50,7 femenino. La distribución en las diferentes localidades muestra importantes variaciones, según puede apreciarse en el siguiente gráfico.

GRÁFICO N° 24
DISTRIBUCIÓN DE LAS PERSONAS EXAMINADAS POR SEXOS Y POBLACIÓN, CUENCA DEL PUYANGO 2001



Fuente: Historia clínica-socio económica
Elaboración: Funsad

La participación de los hombres en las comunidades fronterizas fue predominante, a pesar de que en la Encuesta de Hogares se observó que los hombres y las mujeres tenían una distribución igualitaria. Hay que recordar que para los exámenes de salud se incluyeron solamente a personas mayores de 18 años, como puede verse en el siguiente cuadro.

CUADRO N° 4
VALORES MEDIOS Y DISPERSIÓN DE EDADES EN LA POBLACIÓN ESTUDIADA CEÑUDA DEL PUYANGO 2001

	Media	DE	n	Mínimo	Máximo
Total	39,9	15,4	229	18,0	80,0
Chagarhuaycu	37,9	14,8	36	18,0	67,0
Gramadal-Vegas	40,1	13,7	24	18,0	71,0
Puyango Viejo	42,6	18,4	69	18,0	80,0
Portovelo	38,6	13,5	100	18,0	75,0

Fuente: Historia clínica-socio económica
Elaboración: Funsad

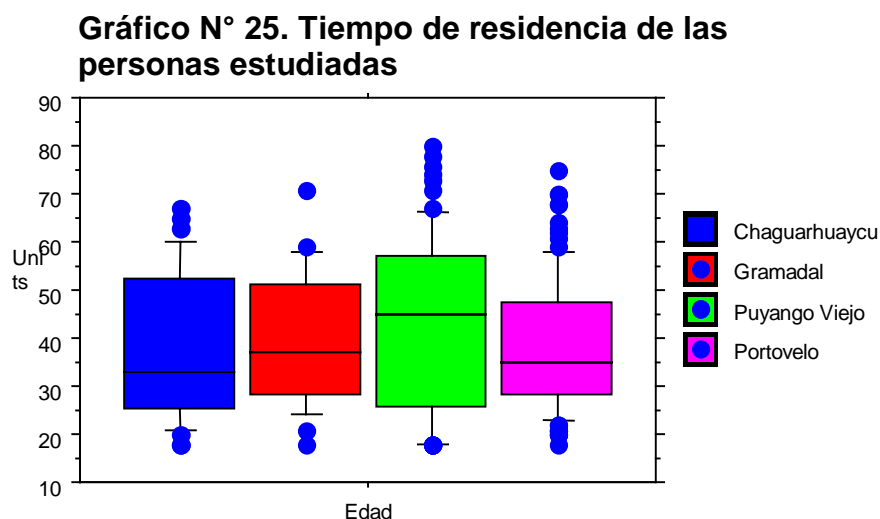
La edad de los examinados tiene un valor medio de 39,9 años. El 95% de esta población se ubicó entre 18 y 70 años, límites definidos para este estudio. Se observa unas pocas personas que llegan a los 80, incluidos intencionalmente para analizar la influencia de la edad en las pruebas neuroconductuales.

En todas las comunidades el grupo mayoritario fue el comprendido entre 35 y 64 años de edad, sólo en Chaguarhuaycu el predominante fue el grupo de 18 a 34 años.

Las personas de edad avanzada, cuya edad podría influir significativamente en las pruebas neuroconductuales es mínimo, en el mejor de los casos, no pasa del 6 %.

Tiempo de residencia

El gráfico N° 25 muestra los percentiles 10, 25, 50, 75 y 90 para los años de residencia de las personas examinadas en cada una de las poblaciones de la cuenca. Se puede ver que la mayoría han vivido más de 10 años en su lugar actual de residencia.



Fuente: Historia clínica-socio económica
Elaboración: Funsad

Escolaridad

En la población que participó en los estudios de salud, solo el 25% de personas tiene más de 6 años de instrucción formal. Hay grandes diferencias entre las localidades en. En Portovelo esta cifra alcanza el 50%, mientras que en los sitios restantes no supera el 5%.

CUADRO No. 5
NIVEL DE INSTRUCCIÓN FORMAL EN LA POBLACIÓN EXAMINADA,
CUENCA DEL PUYANGO, 2001

	Chaguarhuaycu	Gramadal	Puyango Viejo	Portovelo
Analfabeto	0	0	2 (2.9%)	2
Primaria incompleta	8 (22.2%)	10 (41.7%)	23 (33.3%)	11
Primaria completa	26 (72.2%)	13 (59.1%)	41 (59.4%)	37
Secundaria incompleta	1 (2.8%)	1 (4.5%)	1 (1.4%)	16
Secundaria completa	1 (2.8%)	0	1 (1.4%)	22
Superior	0	0	1 (1.4%)	12
Totales	36 (100%)	24 (100%)	69 (100%)	100

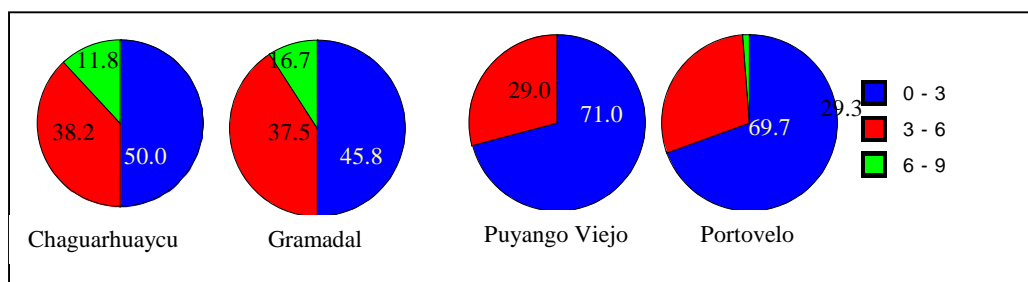
Fuente: Historia clínica-socio económica

Elaboración: Funsad

Hacinamiento

De todos los examinados, el 35% vive de manera hacinada. Esta situación es más grave en las localidades de la cuenca baja, donde alcanza el 50%.

GRAFICO No. 26
NIVEL DE HACINAMIENTO EN LA POBLACIÓN EXAMINADA,
CUENCA DEL PUYANGO, 2001



Fuente: Historia clínica-socio económica

Elaboración: Funsad

Ingesta de peces

Por la importancia que tiene para la salud, fue necesario preguntar de manera individual (no solo de la familia) la frecuencia de consumo de peces.

Entre las personas examinadas, el consumo de peces del río Puyango en la cuenca baja y media es muy cercano al 100%. Como se observa en el siguiente cuadro, en Portovelo, ninguna de las personas que participó en el estudio declaró consumir peces del río Amarillo.

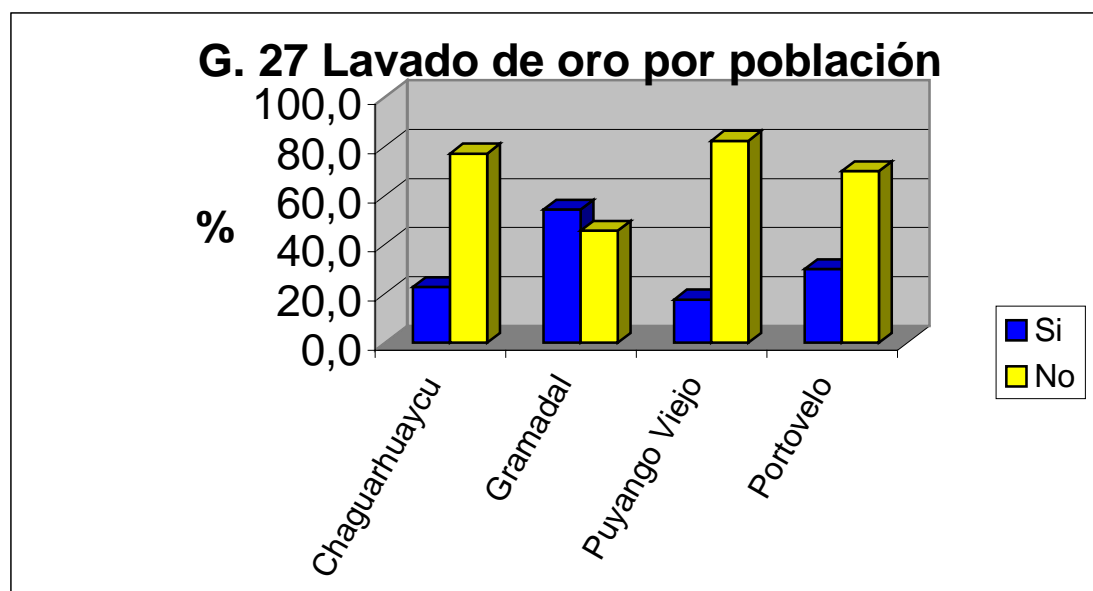
CUADRO N° 6
CONSUMO DE PECES DEL RÍO AMARILLO O PUYANGO EN LAS PERSONAS
EXAMINADAS, 2001.

	Total	Chaguarhuaycu	Gramadal-Vegas	Puyango	Portovelo
Si	128	35	24	69	0
No	101	1	0	0	100
Total	229	36	24	69	100

Fuente: Historia clínica-socio económica
Elaboración: Funsad

Lavado de oro

Otra información que fue necesaria recuperar de manera individual fue la costumbre de lavar oro en el río. Una importante proporción de personas incluidas en el estudio lavan oro. El porcentaje varía entre 18% en Puyango y 59% en Gramadal.



Fuente: Historia clínica-socio económica
Elaboración: Funsad

Uso de Mercurio

Por el efecto que tiene en las funciones neuroconductuales era imprescindible conocer con precisión la exposición al mercurio por el uso en actividades de amalgamación del oro. Una proporción importante de las personas estudiadas usa o ha usado este metal. El porcentaje varía entre 17,6 y 50%.

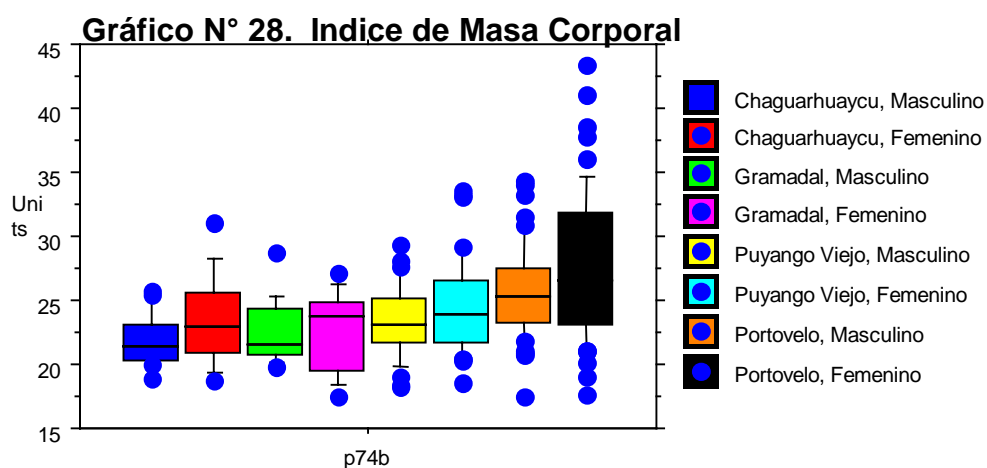
CUADRO N° 7
USO DE MERCURIO POR POBLACIÓN, CUENCA DEL PUYANGO, 2001

	Total	Chaguarhuaycu	Gramadal	Puyango	Portovelo
Si	31,3	20,0	48,0	17,6	40,0
No	68,7	80,0	52,0	82,4	60,0
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: Historia clínica-socio económica
Elaboración: Funsad

Indice de Masa Corporal

Se observaron pocos casos en los que el índice de masa corporal (IMC) estuvo por debajo de los límites considerados normales (20-25). Las mujeres tuvieron, en todas las localidades, valores de IMC superiores a los hombres, y también fueron superiores los valores en las localidades de la cuenca alta (Portovelo) con respecto a los de las cuencas media y baja.



Fuente: Historia clínica-socio económica
Elaboración: Funsad

Examen neurológico elemental

En el examen neurológico, de un puntaje máximo posible de 32 (a mayor puntaje mayor deterioro), el 95% de las personas estudiadas se mantuvo por debajo de 6. Las personas procedentes de la cuenca baja tuvieron valores medios y dispersiones mayores que en la cuenca alta.

CUADRO N° 8
EXAMEN NEUROLÓGICO ELEMANTAL POR POBLACIONES, CUENCA
DEL PUYANGO 2001

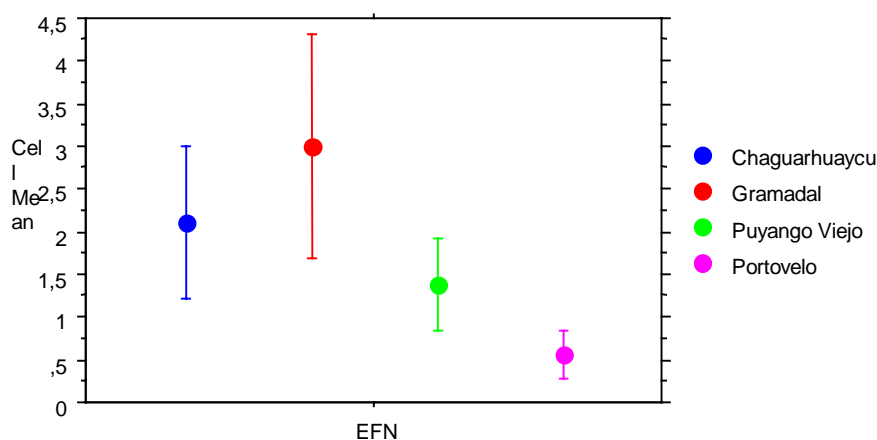
	Mean	Std. Dev.	Minimum	Maximum	# Missing
Total	1,3	2,3	0,0	9,0	2
Chaguarhuaycu	2,1	2,6	0,0	7,0	0
Gramadal	3,0	3,2	0,0	9,0	0
Puyango Viejo	1,4	2,2	0,0	7,0	0
Portovelo	,6	1,4	0,0	7,0	2

Fuente: Historia clínica-socio económica

Elaboración: Funsad

Si se analiza los resultados del examen neurológico, expresado en un puntaje total de las diferentes maniobras, se ve que en las dos comunidades de la frontera el deterioro es mayor, a pesar que en general los valores son bajos. Estos valores bajos se corresponden con las limitaciones de las exploraciones *clínicas* para detectar manifestaciones tempranas.

Gráfico N° 29. Examen Neurológico por Población



Fuente: Historia clínica-socio económica

Elaboración: Funsad

Maniobra de Branches

En esta prueba, que evalúa la rapidez y coordinación de los movimientos alternados, de gran utilidad en este tipo de estudios, las personas procedentes de la cuenca baja mostraron con mayor frecuencia lentitud y desorden, tal como se observa en el siguiente cuadro.

CUADRO N° 9
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS PARA PUNTAJES DE LA MANIOBRA DE
BRANCHES, POR COMUNIDAD CUENCA DEL PUYANO 2001

Desde (>=)	Hasta (<)	Total	Chaguarhuaycu	Gramadal	Puyango Viejo	Portovelo
0,0	1,0	70,7	51,4	44,0	69,6	85,0
1,0	2,0	16,6	31,4	24,0	14,5	11,0
2,0	3,0	12,7	17,1	32,0	15,9	4,0
	Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: Historia clínica-socio económica
Elaboración: Funsad

Indice dedo-nariz

Como puede verse en el cuadro número 10, el porcentaje de personas cuyo desempeño en esta prueba se consideró fallido es, en general, bajo. No se encontró, a diferencia de otras pruebas, un patrón definido de diferencias entre las personas procedentes de la cuenca baja con respecto a aquellas que se estudiaron en la cuenca alta.

CUADRO N° 10
VALORES PARA LA PRUEBA DEDO NARIZ, POR POBLACIONES, CUENCA
DEL PUYANGO, 2001

Desde (>=)	Hasta (<)	Total	Chaguarhuaycu	Gramadal	Puyango Viejo	Portovelo
0,0	1,0	95,6	100,0	92,0	91,3	98,0
1,0	2,0	4,4	0,0	8,0	8,7	2,0
	Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: Historia clínica-socio económica
Elaboración: Funsad

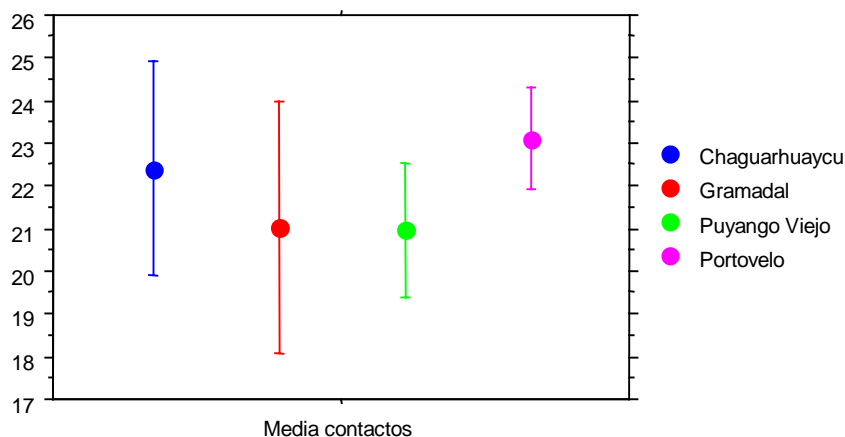
Pruebas neuroconductuales

De la batería de pruebas neuroconductuales aplicadas para descubrir manifestaciones tempranas, se indicarán los resultados de las más representativas para cada dominio.

Estabilidad de nueve agujeros (Dominio motor)

Es muy útil para determinar la estabilidad de la mano, estrechamente relacionada con la exposición a mercurio inorgánico

**Gráfico N° 30. Número de contactos prueba 9
Agujeros por Población**

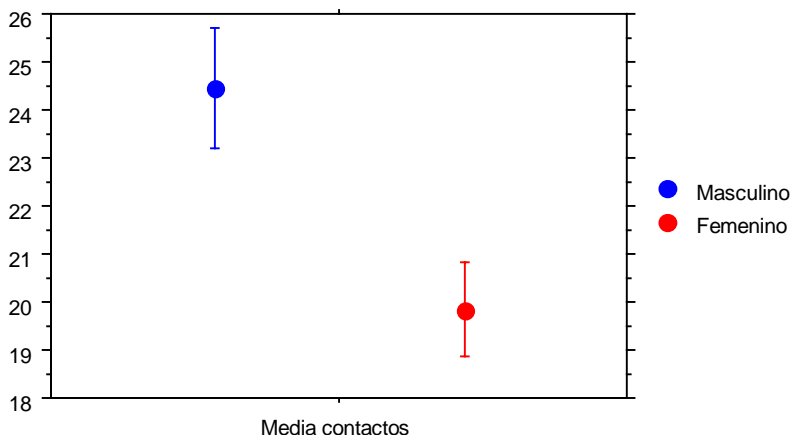


Fuente: Pruebas Neuroconductuales
Elaboración: Funsad

La p es significativa (0.03) solamente para la diferencia de medias entre Puyango y Portovelo. A mayor número de contactos, menor estabilidad. La diferencia significativa entre las dos poblaciones se puede explicar porque en los examinados de Portovelo existen un buen número de mineros que utilizan el mercurio en la amalgamación del oro.

Si se separa por sexo, la predominancia del bajo rendimiento (menor estabilidad) en los hombres se encuentra en correspondencia con el hecho de que las mujeres no participan en las labores de las planats de beneficio y en la exposición directa al mercurio elemental. La diferencia es altamente significativa ($p < 0.0001$).

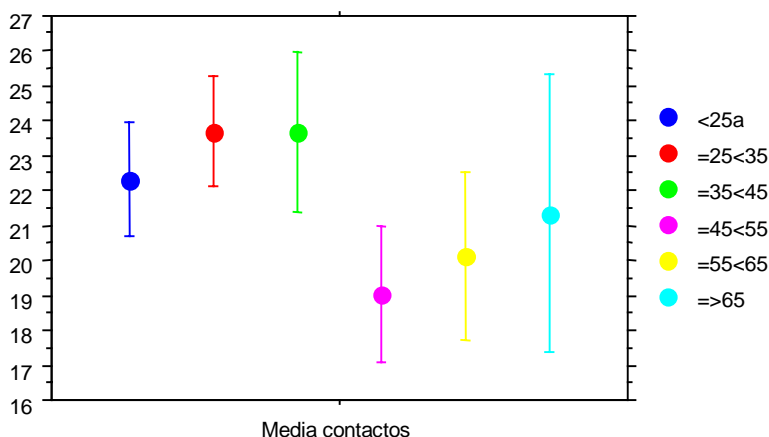
**Gráfico N° 31. Número de contactos prueba 9
agujeros por sexo**



Fuente: Pruebas neuroconductuales
Elaboración: Funsad

Se sabe que la edad influye en muchas de las pruebas neuroconductuales, en esta prueba no se ve que la edad ha influido, más bien la exposición a mercurio elemental es la que podría estar definiendo el rendimiento en esta prueba. Como se ve en el gráfico número 32, el mayor número de contactos se produce en los jóvenes.

Gráfico N° 32. Número de contactos prueba 9 agujeros por edades.

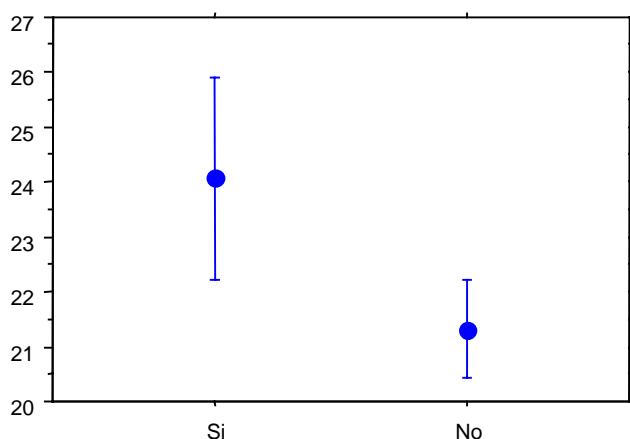


Fuente: Pruebas neuroconductuales
Elaboración: Funsad

Si se dicotomiza la variable edad, las diferencias son muy significativas ($p < 0.0001$) para los menores de 45 años con respecto a los que tienen esta edad o más.

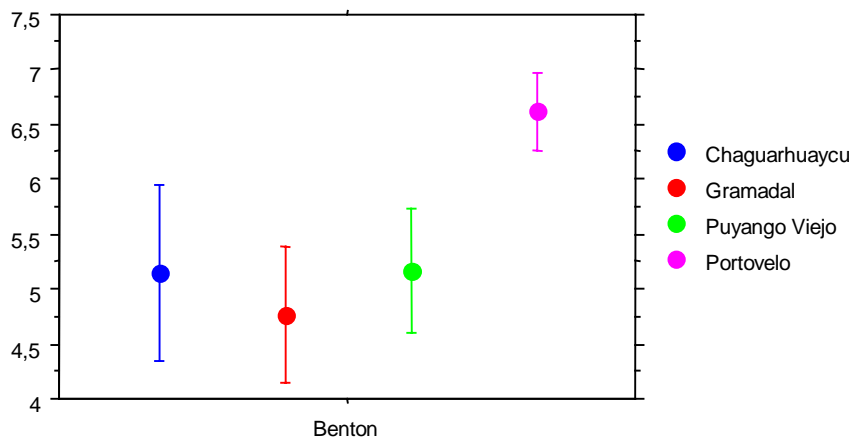
El uso del mercurio, como ya se dijo, influye notablemente en la estabilidad, inclusive se sabe a nivel clínico se expresa con temblor de las manos y de los labios. Con esta prueba se pueden descubrir alteraciones de la estabilidad que pueden pasar desapercibidas a la exploración clínica convencional. La diferencia es significativa ($p < 0.0028$) entre los que usan y los que no usan mercurio

Gráfico N°33 . Número de contactos prueba 9 agujeros por uso Hg



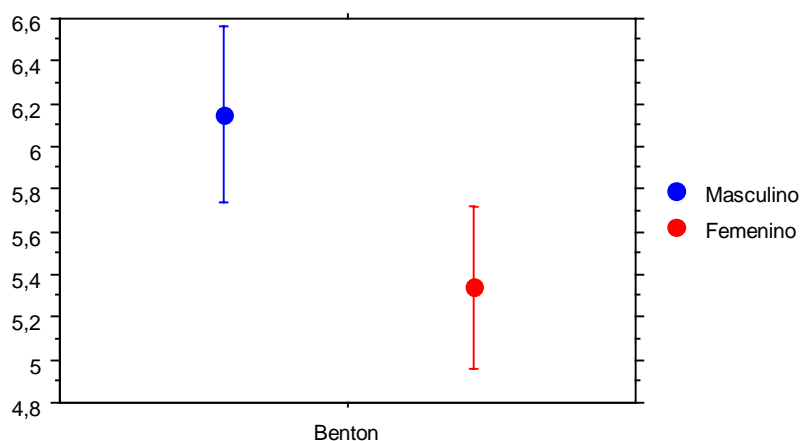
Prueba de Benton (Dominio cognitivo)

Gráfico N°34 . Resultados prueba de Benton por poblaciones



La diferencia es significativa solamente para Portovelo con respecto a las demás poblaciones. Esta prueba habla de la exposición crónica a metales pesados que compromete las funciones cerebrales superiores. Habría que profundizar en el análisis, porque, además, existen diferencias significativas ($p < 0.0045$) entre los dos sexos. Se encuentra un menor rendimiento en la mujer.

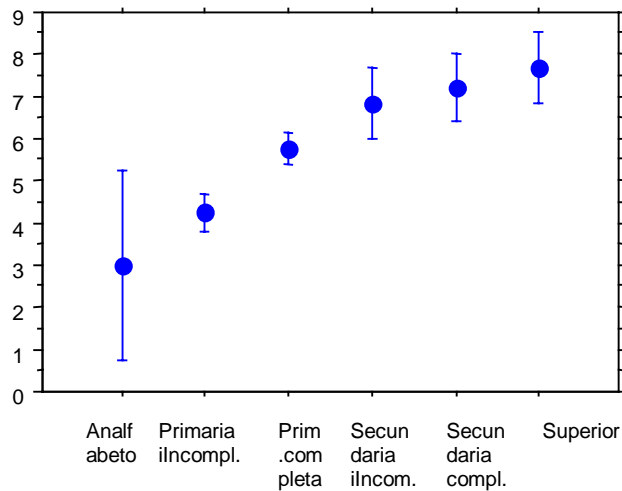
Gráfico N° 35 . Resultados prueba de Benton por sexo



Fuente: Pruebas neuroconductuales
Elaboración: Funsad

Es una de las pruebas en las que influye el nivel de escolaridad, como puede verse en el siguiente gráfico. $p < 0.0001$ para las diferencias entre los que completaron primaria y los que no.

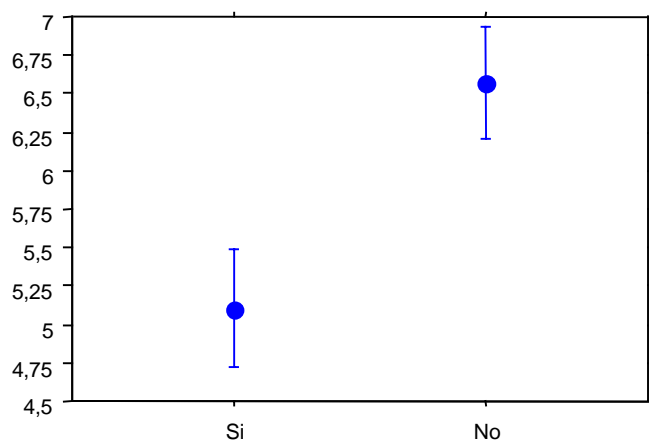
Gráfico N° 36 . Resultados prueba de Benton por escolaridad



Fuente: Pruebas neuroconductuales
Elaboración: Funsad

La posibilidad de que la ingesta de peces contaminados con metales pesados (Hg y Pb) influyan en las pruebas de dominio cognitivo se puede observar en el siguiente gráfico. Se ve que el bajo rendimiento en la prueba de Benton se encuentra estrechamente relacionado con la ingesta de peces ($p < 0.0001$)

Gráfico N° 37. Resultados prueba Benton por ingesta peces



Fuente: Pruebas neuroconductuales
Elaboración: Funsad

Prueba de Santa Ana (Dominio cognitivo-motor)

La posibilidad de que los peces sean un vehículo de la exposición a metales pesados en las personas de la cuenca se ve con claridad en esta otra prueba. El rendimiento es muy diferente entre los que consumen y no consumen peces, con alta significación estadística ($p < 0001$).

Gráfico N°38. Resultados Santa Ana por ingesta de peces

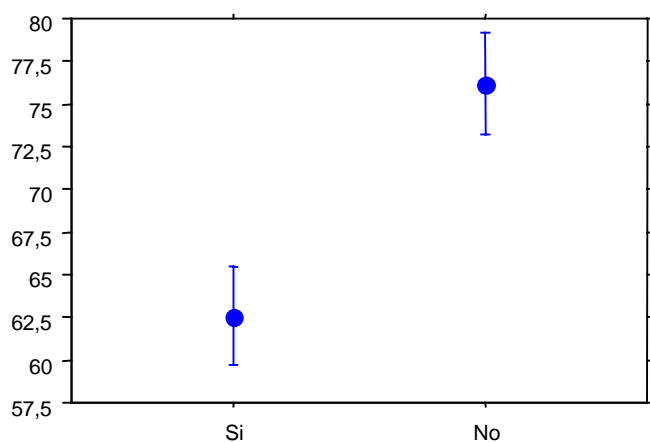
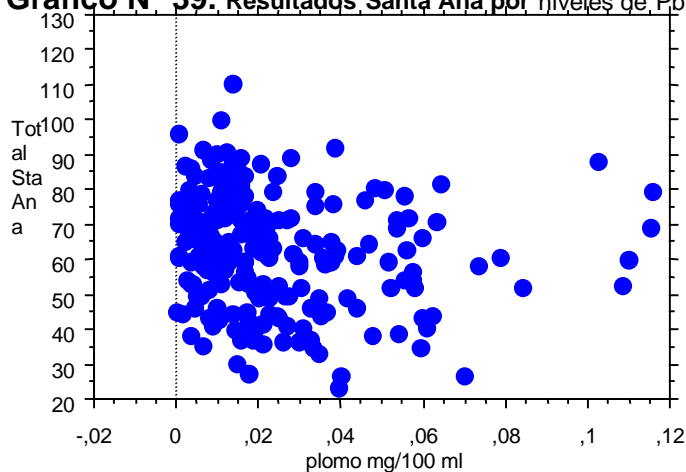


Gráfico N° 39. Resultados Santa Ana por niveles de Pb

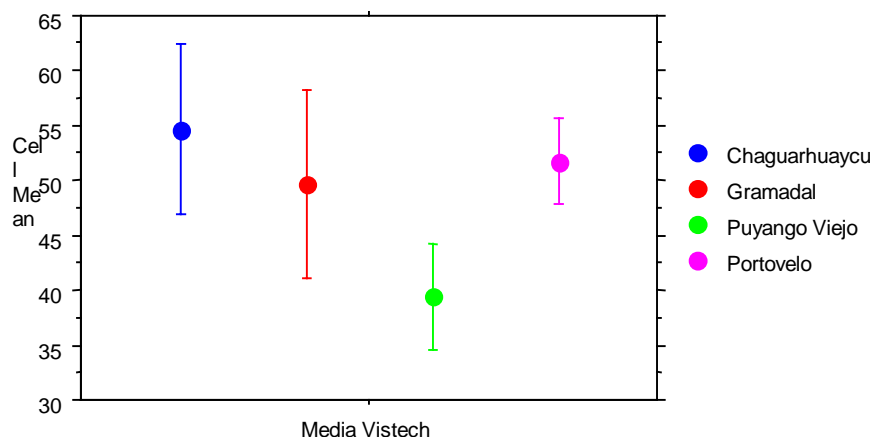


La correlación no es significativa. Sin embargo la diferencia de medias es significativa entre quienes tienen valores de Pb en sangre menores a 20 ug/100ml y los que tienen un valor igual o superior.

Prueba de sensibilidad de contraste (Dominio sensitivo)

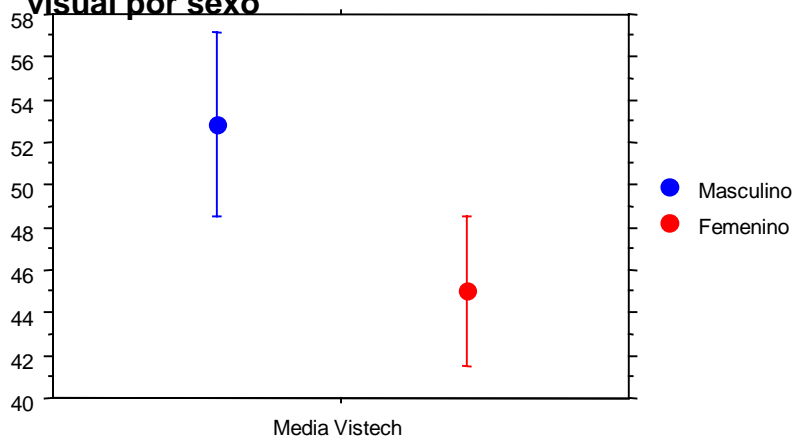
Es otra prueba estrechamente relacionada a la exposición ambiental crónica a metales pesados.

Gráfico N° 40 . Resultados contraste visual por poblaciones



Se puede ver que en la población de Puyango Viejo el rendimiento es más bajo. Se está analizando el fenómeno que se ha observado en esta población en relación al plomo. Es el grupo que mayores niveles tienen en sangre, superando los valores considerados como normales.

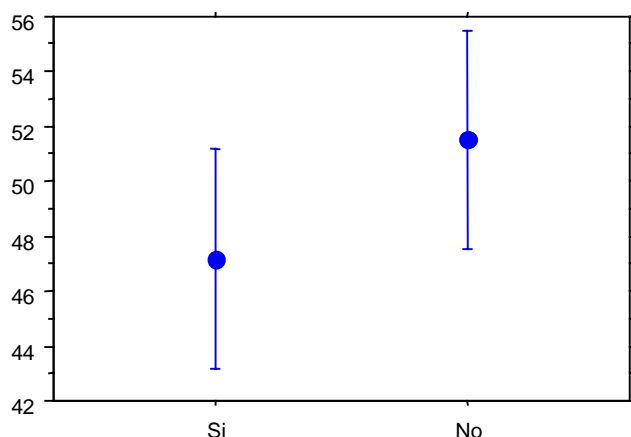
Gráfico N° 41 . Resultados contraste visual por sexo



La diferencia entre los dos sexos es altamente significativo ($p=0.006$), otro dato que amerita ser analizado a mayor profundidad.

A pesar que las diferencias no son significativas por ingesta de peces, en esta prueba se encuentra una diferencia notable entre los que consumen peces y los que no lo hace.

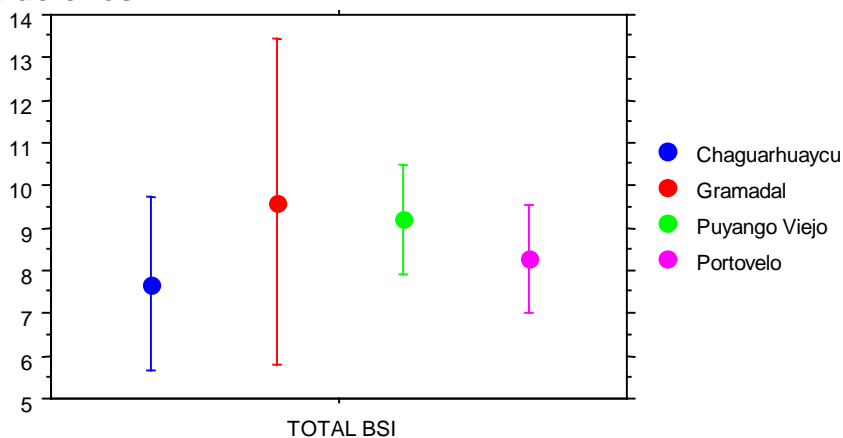
Gráfico N° 42 . Resultados contraste visual por ingesta de peces



Inventario Breve de Síntomas, BSI (Dominio afectivo-emotivo)

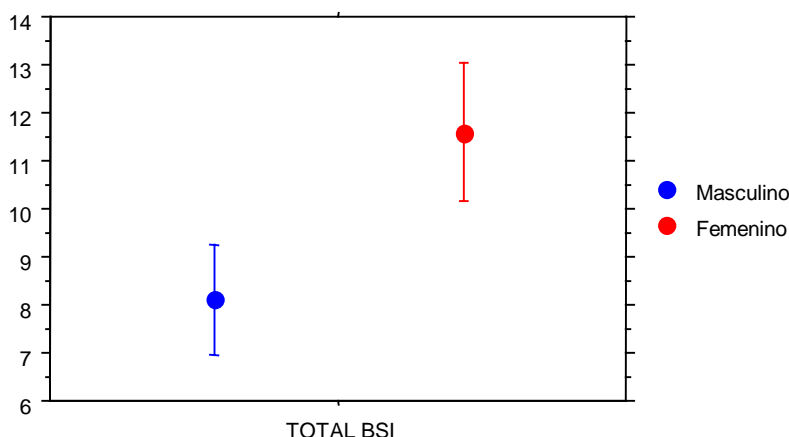
Son los cambios de personalidad y las alteraciones psicológicas y psiquiátricas los que aparecen con la exposición a metales pesados, por ello se aplicaron dos pruebas para evaluar este dominio. Para ilustración se presenta una de las pruebas de mayor sensibilidad.

Gráfico N° 43. Resultados Inventario Breve de Síntomas por poblaciones



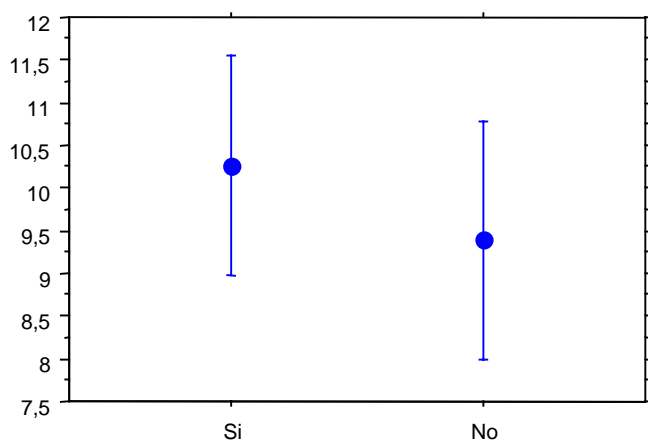
A pesar que las diferencias no son significativas, se encuentra que los pobladores de la parte más lejana de la cuenca tienen valores más altos, es decir con mayor compromiso de este dominio. Cuando se analiza por sexo, las diferencias son muy significativas ($p < 0.0002$). Es necesario hacer notar que esta prueba se encuentra también estrechamente ligada a condiciones de vida y con las relaciones familiares.

Gráfico N° 44. Resultados Inventario Breve de Síntomas por sexos



Nuevamente se repite la influencia de la ingesta de peces con el rendimiento de esta prueba. A pesar que las diferencias no son significativas, se nota que aparecen mayor número de síntomas en los que consumen peces del río.

Gráfico 45. Inventario Breve de Síntomas por ingesta de peces



Estudios ambientales

Monitoreo Aguas Bajas y Altas

La cuenca hidrográfica del río Puyango en época de aguas bajas (verano) y altas (invierno), obedece a algunas particularidades:

- Caudal de agua: es notoria la diferencia en la cantidad de agua de una cuenca, como la del Puyango. Durante el verano el volumen de agua es pequeño, en el invierno se incrementa considerablemente, provocando inundaciones y fuertes crecidas. El incremento en el caudal de agua se

ve reflejada en el efecto de dilución que sufren las sustancias químicas, disuelta en forma de sales o adheridos en las partículas en suspensión.

- Arrastre de sedimentos y erosión pluvial: cosa igual ocurre, pues mientras en el verano el arrastre es menor, el incremento de las lluvias provoca una mayor erosión de los suelos del cauce de los ríos, quebradas y demás componentes del sistema hídrico. El arrastre (erosión) de igual manera se ve reflejada en la variación del contenido de los elementos químicos que componen los sedimentos o carga sólida que arrastran los ríos y quebradas.
- Los niveles freáticos: en verano decrecen, cosa contraria ocurre en la época de aguas altas. Al subir los niveles freáticos puede haber un interesante intercambio hidro-geo-químico con las colas de cianuración y relaves de molienda.

Luego de la ejecución de las dos campañas (aguas altas y bajas) se ha visto que el contenido de los contaminantes en agua filtrada, en sedimentos y en sólidos suspendidos se comportan de manera diferente.

Los cambios señalados influyen en el comportamiento de los contaminantes, en calidad del agua y en otros parámetros de la cuenca hidrográfica. De allí la importancia de haber realizado dos campañas para la recolección de muestras.

Red de Monitoreo

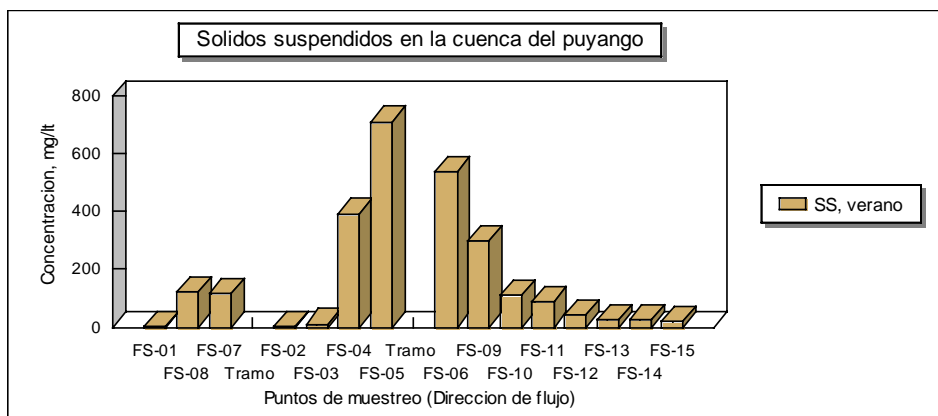
Se definió la red de monitoreo de manera que permita dilucidar las relaciones o implicaciones entre los distintos contaminantes y en general con todo el ecosistema de la cuenca del Puyango, incluyendo los hábitos, costumbres y estilos de vida de las comunidades ribereñas.

La cuenca del Puyango cubre una superficie aproximada de 306 mil Km². En este estudio se cubre con 15 puntos de muestreo, distribuidos en tres sectores:

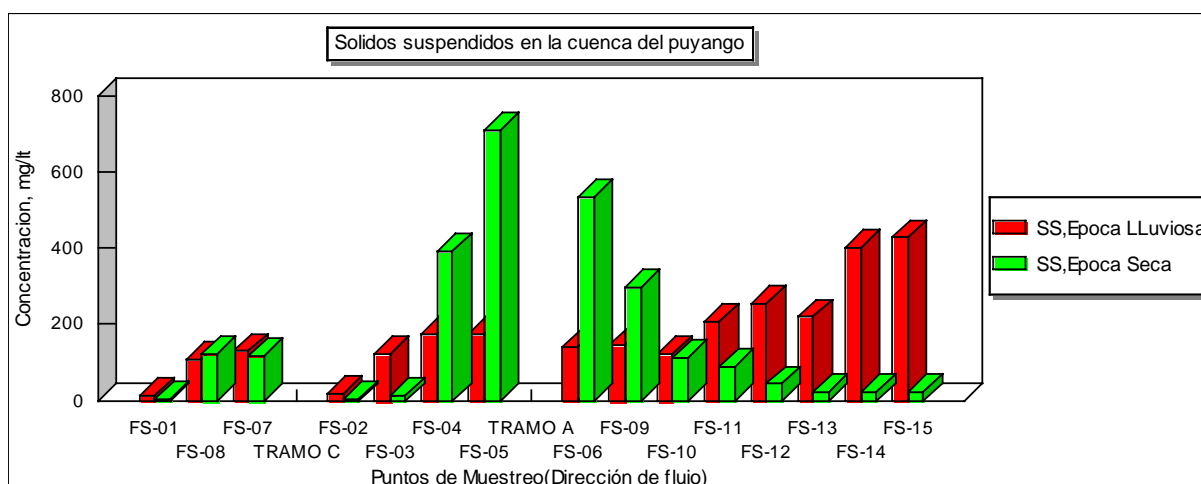
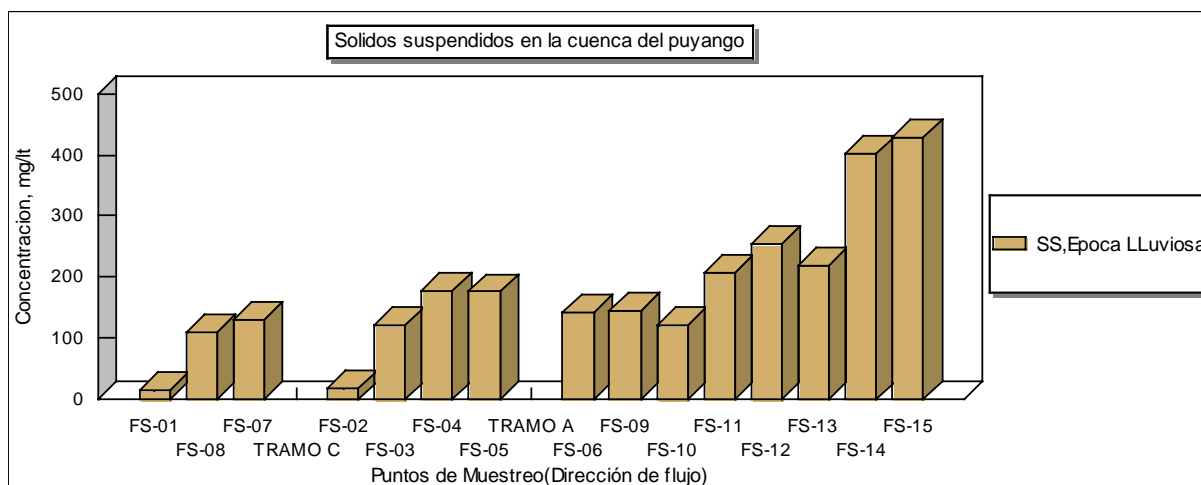
- Sector de puntos blancos (valores de fondo)
- Sector de fuentes de contaminación (plantas de beneficio mineral en Portovelo-Zaruma)
- Sector abajo de las fuentes de contaminación

RED DE MONITOREO CUENCA DEL PUYANGO

Código	Localización Puntos Monitoreo
FS-01	Río Amarillo, 200m arriba puente vía Zaruma-Guizhaguña
FS-02	Río Salado, 200 m arriba puente vía Huertas-Paccha
FS-03	Río Calera, puente de buza antes de unión con Q. Buza
FS-04	Río Calera, puente de El Pache vía Piñas
FS-05	Río Calera, puente a Piedra Blanca antes unión con río Amarillo
FS-06	Río Amarillo, 300 m aguas abajo del vivero de Predesur
FS-07	Río Amarillo, puente Negro antes de unión con el Calera
FS-08	Río amarillo, puente de Portovelo antiguas instalaciones SADCO
FS-09	Río Pindo, 300 m aguas abajo de unión río Amarillo y Ambocas
FS-10	Río Pindo, 200 m antes de unión con el río Yaguachi
FS-11	Río Pindo, en el puente vía Loja-Balsas
FS-12	Río Puyango, construcción de posible represa de Marcabelí
FS-13	Río Puyango, sector de Puyango Viejo
FS-14	Río Puyango, sector de Gramadales
FS-15	Río Puyango, sector La Vega
FS-Z1	Conducción a planta agua potable Zaruma (no es parte de la red de monitoreo)
FS-Z2	Domicilio Zaruma(no es parte de la red de monitoreo)
FS-P1	Canal bocatoma planta de agua Portovelo (no es parte de la red de monitoreo)

Sólidos Suspendedos*Sólidos Suspendedos Verano*

Sólidos Suspendidos Invierno



El aumento del caudal en época de invierno marca una notable diferencia en la zona abajo de las fuentes de contaminación.

Un mayor arrastre de sólidos suspendidos en la época de lluvias coadyuva en el contenido de los contaminantes (Hg, Pb, Cu, otros) en los sedimentos, en el agua y los sólidos suspendidos (ss).

Otro aspecto interesante es que las comunidades de la cuenca baja, en época de aguas altas, se ven obligados a utilizar métodos caseros para disminuir la turbiedad del agua del río que usa para consumo doméstico.

La variación de ss desde los puntos blancos hacia el punto más distante del área de estudio es:

Verano.-

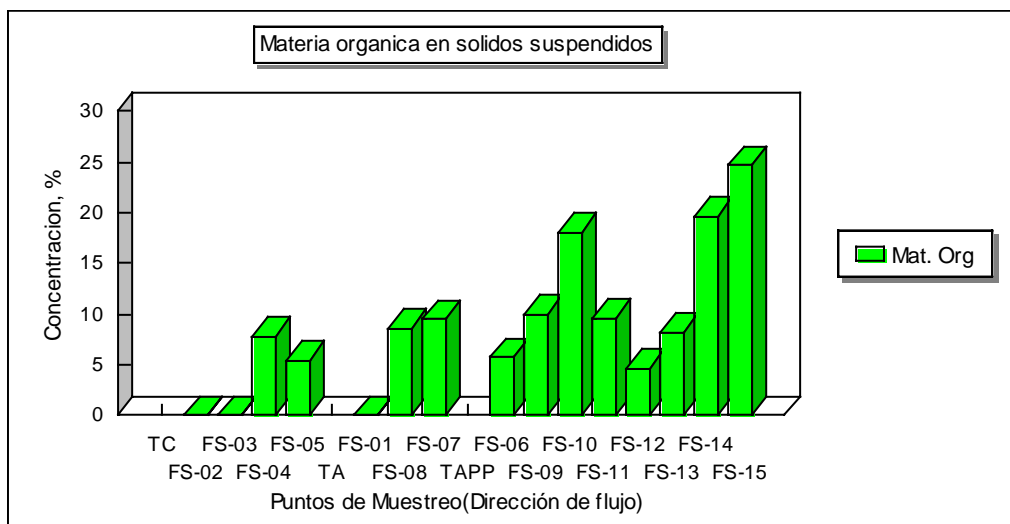
2.7 mg/L (blanco) >>>> 710 mg/L (fuentes de contaminación) >>>>21.5 mg/L (final)

Invierno:

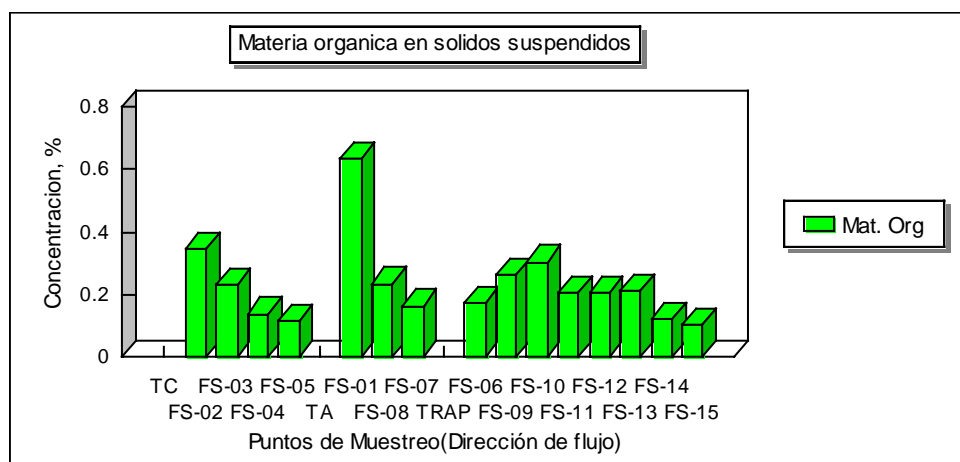
14.6 mg/L(blanco) >>>> 157 mg/L (fuentes de contaminación) >>>>427.7 mg/L(final)

Materia Orgánica en los Sólidos Suspendidos

Materia Orgánica en la Época de Verano



Materia Orgánica en la Época de Invierno



Los resultados obtenidos de las determinaciones del % de materia orgánica presente en los sólidos suspendidos indican que:

- En la época de verano, a una menor turbidez por debajo de las fuentes de contaminación, indican un incremento del porcentaje de materia orgánica.
- En la época de aguas altas (invierno), a una mayor turbidez en el sector indicado, el porcentaje de materia orgánica decrece.

Esto podría explicar la mayor presencia de Hg en la cuenca baja del en el verano. Experiencias anteriores indican que el Hg se relaciona mucho más con la materia orgánica en los sólidos suspendidos.

El porcentaje de materia orgánica desde los puntos blancos hacia el punto más distante del área de estudio es:

Verano.-

0 % (blanco) >>>> 9.5% (fuentes de contaminación) >>>>24.6% (final)

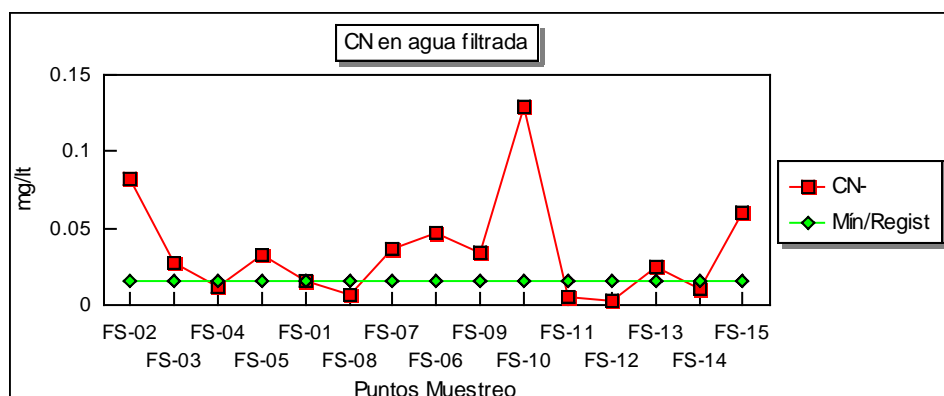
Invierno:

0.35% (blanco) >>>> 0.16% (fuentes de contaminación) >>>> 0.10% (final)

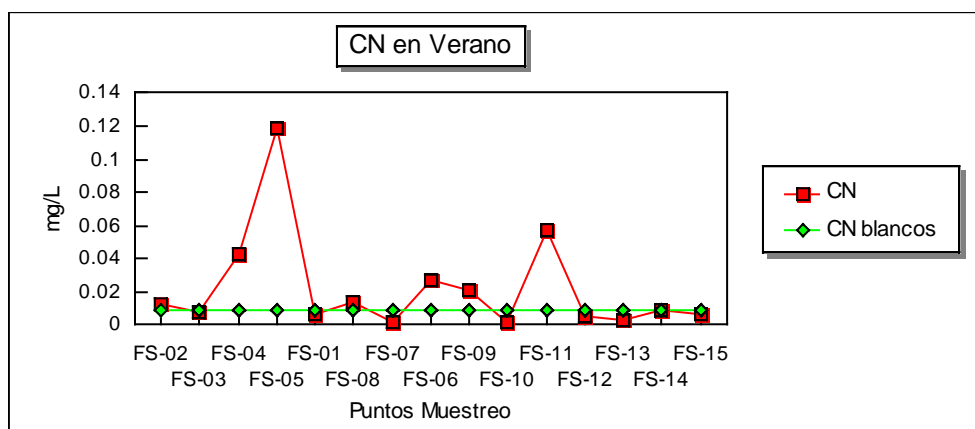
Cianuro en agua filtrada

El cianuro usado por las plantas de agitación y percolación en Portovelo-Zaruma, para recuperar el oro de la ganga mineral, muestra un comportamiento caótico, el cual mas que de la dilución, depende de la forma inesperada y variable de desalojo de soluciones desgastadas de cianuro y colas de cianuración.

CN en Invierno



CN en Verano



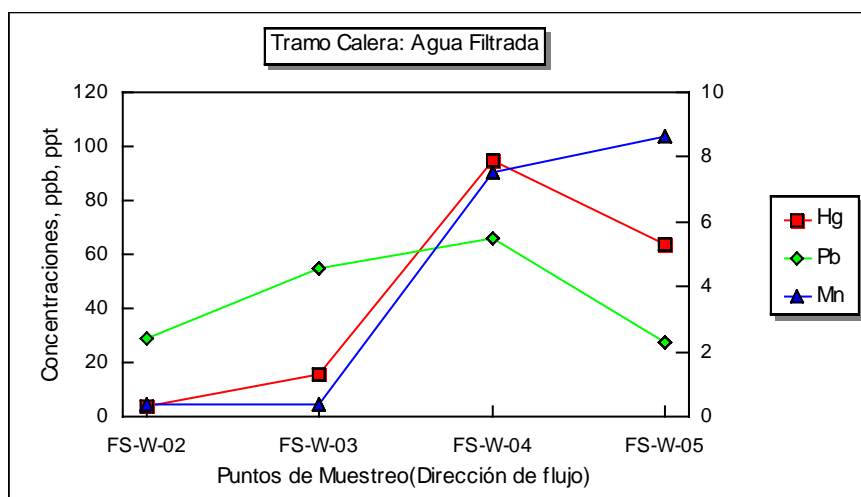
Observando las gráficas del CN en invierno y verano se nota que no existe un patrón o relación del cianuro, se tiene picos en diferentes puntos a lo largo de la cuenca. Además se puede notar que el menor caudal de agua no es una causa fuerte para la dilución de los niveles de cianuro.

Metales en agua filtrada

En vista de no contar con determinaciones de Hg y Pb en la época de aguas altas a lo largo de la cuenca del Puyango se presentan los resultados de la campaña de verano.

Tramo Calera

Elemento	Hg	Pb	Mn	Fe	Al
Código del método	GEOTOP	GEOTO P	ICMS70	ICMS70	ICMS70
Unidad de análisis	ppt	ppb	ppb	ppb	ppb
Límite de detección	0.3	0.1	5	50	50
Código Muestra					
FS-W-02	0.3	2.4	5	50	50
FS-W-03	1.3	4.6	5	50	50
FS-W-04	7.9	5.5	90	50	50
FS-W-05	5.3	2.3	104	50	50



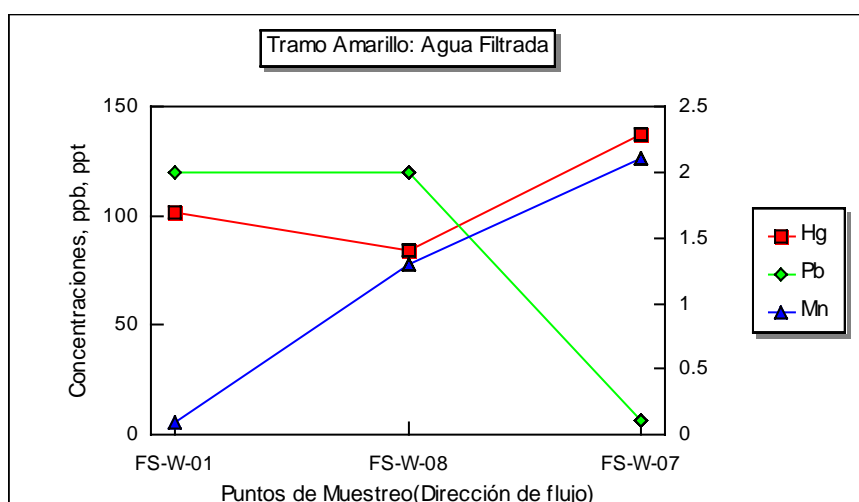
El gráfico y la tabla indican que en la zona de las plantas el Pb, Hg y Mn se incrementan (especialmente los dos últimos), dando un pico en el punto FS-W-04 (puente del Pache), con una tendencia a decrecer en el punto FS-W-05 (puente Piedra Blanca).

El Plomo muestra un comportamiento casi uniforme en este tramo, si bien hay un ligero incremento en el punto FS-W-04, la variación con respecto al contenido fondo casi no es notoria.

El comportamiento del Pb, Hg y Mn en la micro-cuenca del Calera muestra la relación de los contaminantes con la actividad minera.

Tramo Amarillo

Elemento	Hg	Pb	Mn	Fe	Al
Código del método	GEOTO P	GEOTO P	ICMS70	ICMS70	ICMS70
Unidad de análisis	Ppt	ppb	ppb	ppb	ppb
Límite de detección	0.3	0.1	5	50	50
Código Muestra					
FS-W-01	1.7	2	5	50	50
FS-W-08	1.4	2	78	50	50
FS-W-07	2.3	0.1	127	50	50



En el tramo río Amarillo los contaminantes presentan un comportamiento un tanto diferente si se compara con el río Calera.

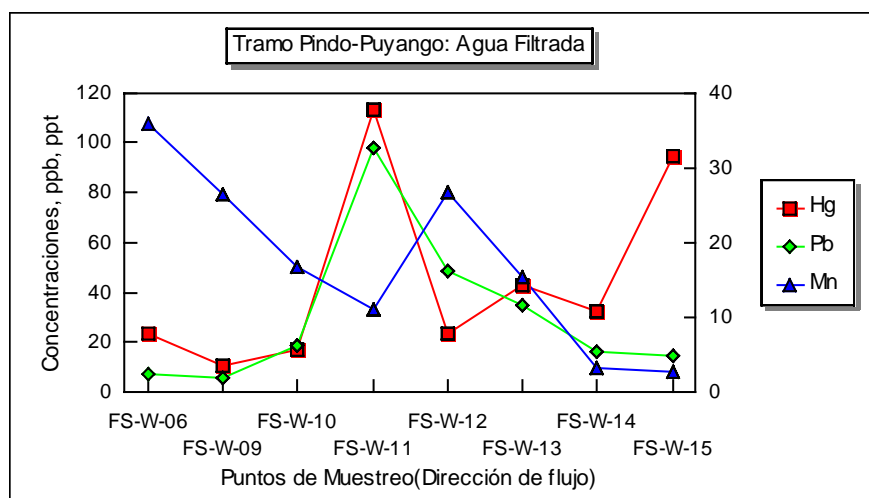
El Mn marca una curva que se relaciona con el incremento de la actividad minera hacia la unión con el Calera.

El Hg luego de un descenso en el sector de Portovelo, se incrementa hacia el puente Negro (FS-W-07), sin embargo, el contenido de Hg entre el punto blanco y el punto pico, no presenta una marcada diferencia.

El Pb hacia la confluencia con el Calera decrece considerablemente y alcanza un valor abajo del contenido fondo.

Tramo Amarillo-Pindo Puyango

Elemento	Hg	Pb	Mn	Fe	Al
Código del método	GEOTOP	GEOTO P	ICMS70	ICMS70	ICMS70
Unidad de análisis	ppt	Ppb	ppb	ppb	Ppb
Límite de detección	0.3	0.1	5	50	50
Código de muestra					
FS-W-06	7.7	2.3	108	50	50
FS-W-09	3.6	1.9	79	50	50
FS-W-10	5.6	6.3	50	50	50
FS-W-11	37.9	32.7	33	50	50
FS-W-12	7.7	16.3	80	50	50
FS-W-13	14.4	11.7	46	50	50
FS-W-14	10.7	5.4	10	50	50
FS-W-15	31.5	4.9	8	50	50



Aguas abajo de la zona de las plantas de beneficio mineral, en los puntos FS-W-05 y FS-W-07, el comportamiento de los contaminantes tiene sus propias diferencias que se resumen en las siguientes:

El Mn se ve afectado por la dilución debido al ingreso de caudales de agua no contaminados, presentando un pico en el puente colgante (posible represa Marcabelí) FS-W-12. Aguas abajo decrece y alcanza un contenido cercano al de los puntos blanco.

El Pb registra, al igual que el Hg, un incremento sustancial, lográndose un pico en el punto FS-W-11 (puente del Pindo, vía Loja-Balsas-Machala). Luego el plomo hacia Las Vegas decrece como consecuencia del ingreso de caudales no contaminados que diluyen los contenidos en el verano. El contenido de

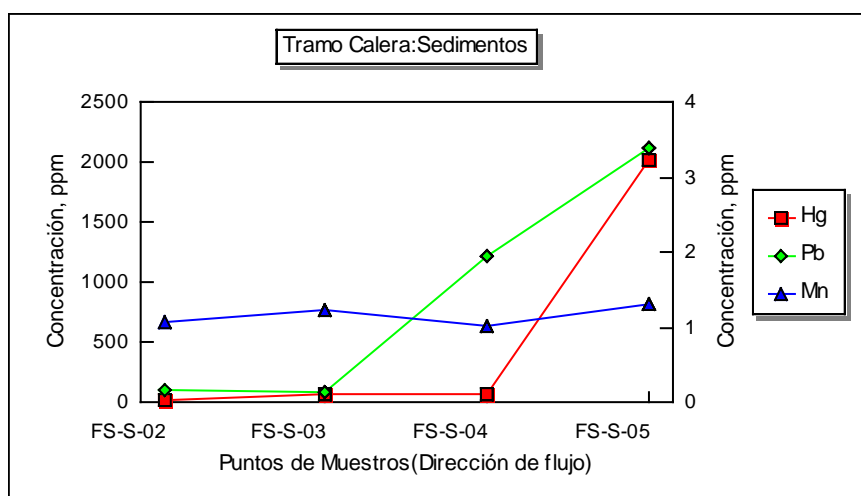
plomo en agua filtrada en el sector de Las Vegas es dos veces más alto que los contenidos en los blancos Calera y Amarillo

El contenido de Hg, luego del pico (FS-W-11), decrece en Puyango Viejo, pero hacia Las Vegas (FS-W-15) aumenta, alcanzando un pico. Este comportamiento refleja la baja solubilidad del Hg en el agua, si se compara con el Pb y el Mn

Metales en Sedimentos

Tramo Calera

Elemento	Hg	Pb	Mn	Fe	Al
Código del método	CHM-20	ICMS70	ICMS70	ICMS70	ICMS70
Unidad de análisis	ppm	ppm	ppm	%	%
Límite de detección	0.005	2	5	0.01	0.01
Código Muestra					
FS-S-02	0.031	103	677	4.08	2.87
FS-S-03	0.126	91	772	5.29	2.3
FS-S-04	0.115	1220	644	3.05	0.35
FS-S-05	3.240	2120	823	5.48	0.51

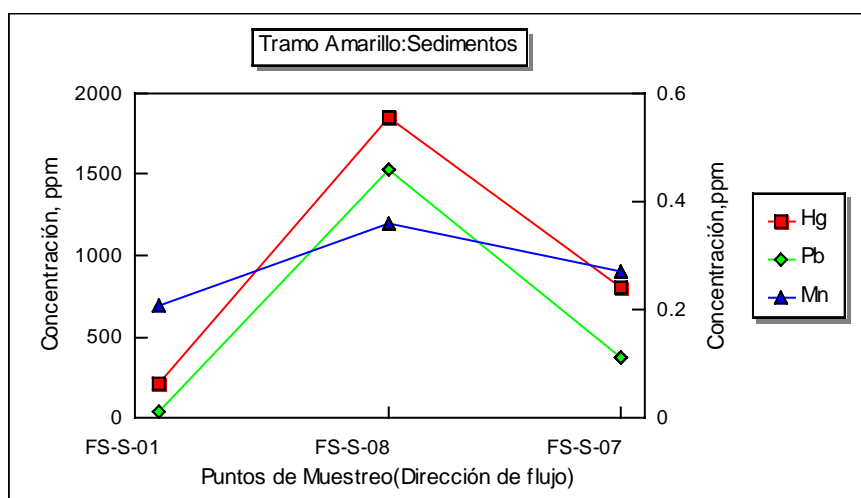


El Mn presente en los sedimentos de la micro-cuenca del Calera muestra un comportamiento bastante uniforme y se puede decir que no se manifiesta una relación del Mn con la actividad minera. La variación entre el contenido fondo y el contenido en la desembocadura del Calera no es muy notoria.

Tanto el contenido del Pb como del Hg en el punto FS-S-05 se incrementan, dándose un pico que refleja relación con la actividad minera.

Tramo Amarillo

Elemento	Hg	Pb	Mn	Fe	Al
Código del método	CHM-20	ICMS70	ICMS70	ICMS70	ICMS70
Unidad de análisis	ppm	ppm	ppm	%	%
Límite de detección	0.005	2	5	0.01	0.01
Código Muestra					
FS-S-01	0.063	38	695	3.29	1.98
FS-S-08	0.555	1530	1200	3.58	0.95
FS-S-07	0.241	369	908	3.68	2.47

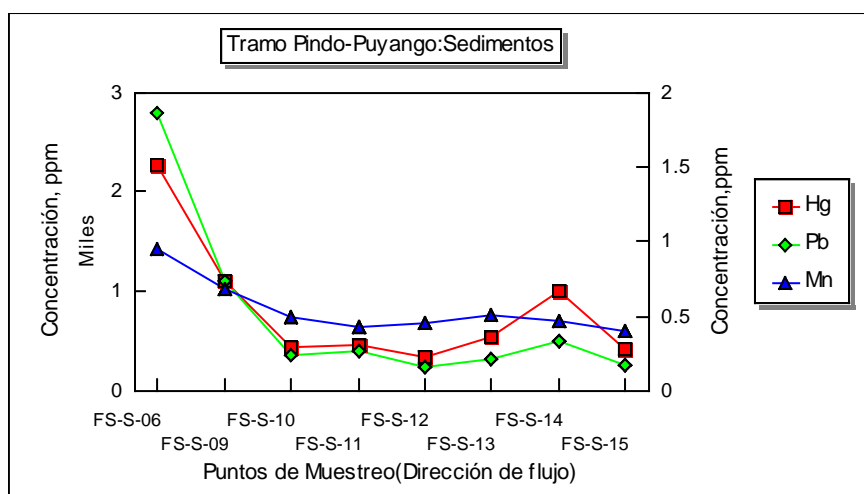


En el Amarillo, los tres metales Hg, Pb y Mn muestran un patrón de comportamiento similar, presentando un pico en el punto FS-S-8. Este pico ha sido detectado en anteriores estudios.

Aguas abajo del FS-S-8 (Portovelo), hacia la desembocadura en el Calera, los contenidos de plomo, manganeso y mercurio decrecen, pese a no tener el ingreso de caudales de agua no contaminados.

Tramo Amarillo-Pindo-Calera

Elemento	Hg	Pb	Mn	Fe	Al
Código del método	CHM-20	ICMS70	ICMS70	ICMS70	ICMS70
Unidad de análisis	ppm	ppm	ppm	%	%
Límite de detección	0.005	2	5	0.01	0.01
Código Muestra					
FS-S-06	1.517	2800	1420	5.47	0.41
FS-S-09	0.74	1100	1030	2.73	0.48
FS-S-10	0.296	365	732	3.76	1.36
FS-S-11	0.305	395	645	3.94	1.06
FS-S-12	0.222	243	672	4.01	1.28
FS-S-13	0.361	311	751	3.26	1.32
FS-S-14	0.666	494	708	3.79	1.31
FS-S-15	0.278	257	605	3.51	1.38



Si se observa la tabla y el gráfico se desprende que en este tramo el aporte de caudales (que arrastran sedimentos no contaminados) coadyuva al fenómeno de dilución del Pb, Mn y Hg en la cuenca baja.

Es de anotar que el Pb y el Hg, especialmente este último, en el punto FS-S-14 presentan un pequeño pico. Podría estar relacionado con las condiciones más favorables de la cuenca baja para la sedimentación del material particulado.

Pese a la dilución de los contenidos del Pb, Mn y Hg se tiene lo siguiente:

- Los contenidos de mercurio en Las Vegas son hasta 10 veces más altos que los contenidos fondo
- Los contenidos de plomo en Las Vegas son hasta 5 veces más altos que los contenidos fondo
- Los contenidos de Mn en Las Vegas son casi similares a los contenidos fondo

Comparándose los resultados de Hg en las dos estaciones climáticas se puede anotar el siguiente perfil:

Verano.-

0.03-0.06 ppm (blanco) >> 3.2 ppm(fuentes de contaminación) >> 0.27 ppm (final)

Invierno:

0.03-0.05 ppm (blanco) >> 1.78 ppm (fuentes de contaminación) >> 0.16ppm (final)

Este perfil de resultados indica que en verano, a una menor turbiedad en el sector de Gramadales-Las Vegas, el contenido de Hg es más alto que en invierno. En cambio en el sector de las fuentes de contaminación, en invierno el efecto de dilución hace que el contenido de Hg sea más bajo.

Para el plomo se tiene el siguiente perfil:

Verano.-

103-38 ppm (blanco) >> 2120 ppm(fuentes de contaminación) >> 257 ppm (final)

Invierno:

32-58 ppm (blanco) >> 3650 ppm (fuentes de contaminación) >> 212ppm (final)

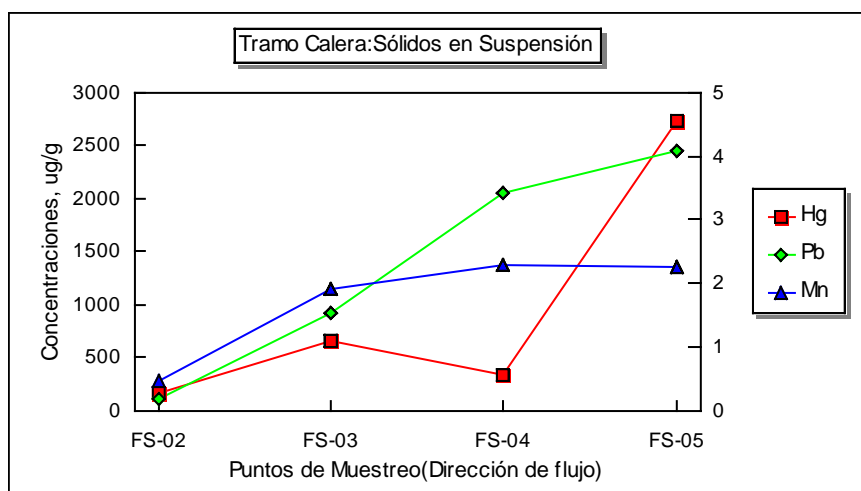
En ambas estaciones el ingreso de caudales no-contaminados incide en los contenidos de plomo en los sedimentos, teniéndose el efecto de dilución.

En los puntos blancos, se observa que a una mayor cantidad de agua en este tramo de la cuenca alta del Puyango, disminuyen los contenidos de Pb en los sedimentos de los puntos blancos

Metales en Sólidos Suspendidos

Tramo Calera

Elemento	Hg	Pb	Mn	Fe	Al
Código del método	CHM-20	ICMS70	ICMS70	ICMS70	ICMS70
Unidad de análisis	ug/g	Ug/g	ug/g	%	%
Límite de detección	0.005	2	5	0.01	0.01
Codigo de Muestra					
FS-02	0.279	117	291	0.96	0.62
FS-03	1.090	922	1148	4.02	1.59
FS-04	0.550	2047	1366	5.30	1.50
FS-05	4.535	2454	1359	6.07	1.42



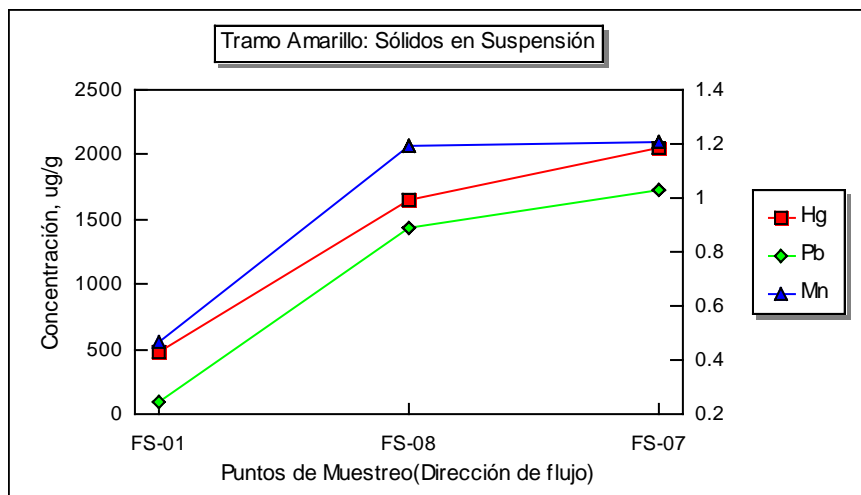
El Pb, el Hg y el Mn manifiestan en los sólidos suspendidos un comportamiento casi similar. Al final de la zona de las plantas de beneficio mineral, en el punto FS-05, se presenta un pico.

El pico de Pb y Mn en los sólidos suspendidos refleja la relación directa de los niveles de contaminación con la intensa actividad minera en esta micro-cuenca.

En cambio, el Hg con un descenso en el Puente del Pache (FS-05) se incrementa para alcanzar el contenido pico.

Tramo Amarillo

Elemento	Hg	Pb	Mn	Fe	Al
Código del método	CHM-20	ICMS70	ICMS70	ICMS70	ICMS70
Unidad de análisis	ug/g	ug/g	ug/g	%	%
Límite de detección	0.005	2	5	0.01	0.01
Código de Muestra					
FS-01	0.434	94	565	1.44	1.07
FS-08	0.994	1443	2069	3.42	0.84
FS-07	1.182	1724	2100	3.03	0.78

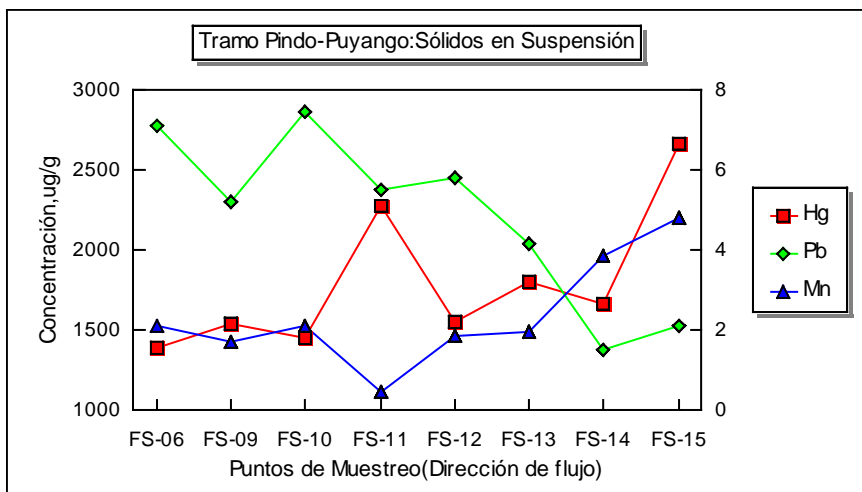


El comportamiento del Hg, Pb y Mn en la micro-cuenca del Amarillo presenta un patrón de comportamiento similar al del Calera, es decir en la desembocadura del Amarillo en el Calera (punto FS-07, Puente Negro) se presenta el pico de contenidos altos de plomo, manganeso y mercurio en los sólidos suspendidos.

Refleja nuevamente la relación entre los niveles de contaminación con la actividad minera en este tramo, sin embargo es necesarios destacar que los niveles de contaminación de esta micro-cuenca son más bajos que los del Calera, evidenciando la mayor actividad minera en la micro-cuenca de este último.

Tramo Amarillo-Pindo-Puyango

Elemento	Hg	Pb	Mn	Fe	Al
Código del método	CHM-20	ICMS70	ICMS70	ICMS70	ICMS70
Unidad de análisis	ug/g	ug/g	ug/g	%	%
Límite de detección	0.005	2	5	0.01	0.01
Codigo de Muestra					
FS-06	1.574	2771.00	1529.00	4.23	0.93
FS-09	2.148	2297.00	1425.00	3.88	0.92
FS-10	1.798	2857.00	1527.00	4.33	1.12
FS-11	5.084	2367.00	1115.00	3.78	0.96
FS-12	2.180	2447.00	1463.00	3.92	1.13
FS-13	3.216	2035.00	1493.00	3.60	1.07
FS-14	2.630	1378.00	1964.00	2.85	0.95
FS-15	6.616	1519.00	2194.00	3.06	0.96



Abajo de la unión del Calera y el Amarillo, los contenidos de Hg y Mn son bajos. Probablemente están relacionados con el efecto de dilución ocasionado por el Amarillo que tiene menos actividad minera.

Los contenidos de mercurio en los sólidos suspendidos abajo del puente sobre el río Pindo (límite de las provincias de Loja y El Oro), presentan un pico en el punto FS-11. En Puyango Viejo los valores de mercurio decrecen y se da un nuevo pico en Las Vegas (FS-15), alcanzando a niveles 12 veces mayor que los contenidos de fondo.

Este comportamiento del mercurio muestra que a pesar de ser menos turbia el agua en la cuenca baja, este elemento se encuentra estrechamente ligado a los sólidos suspendidos y a la materia orgánica en los ss.

Este fenómeno puede ser un factor de riesgo para las comunidades de Gramadales y Las Vegas que consumen el agua directamente del río, más aún si en verano es el agua es más clara.

El Mn en Marcabelí, al contrario del Hg, decrece y luego su contenido en los ss se incrementa para terminar en un valor pico en Las Vegas (FSW-15), con un valor de 4 veces más alto que los contenidos de fondo.

El Plomo, cuyo contenido en los ss es alto luego de la unión del Calera y el Amarillo casi se mantiene cercano al de los picos en el Calera y Amarillo. Abajo del FS-11 decrece, como consecuencia del ingreso de caudales no contaminados que ayudan al fenómeno de dilución en los sólidos suspendidos.

A pesar de esta dilución, el valor del Pb en Las Vegas es 10 a 15 veces más alto que los contenidos de fondo.

Los resultados de Hg en las dos estaciones climáticas, para los sólidos suspendidos anotan el siguiente perfil:

Verano.-

0.27-0.43 $\mu\text{g/g}$ (blanco) >> 4.53 $\mu\text{g/g}$ (fuentes de contaminación) >> 6.61 $\mu\text{g/g}$ (final)

Invierno:

0.09-0.07 $\mu\text{g/g}$ (blanco) >> 1.2 $\mu\text{g/g}$ (fuentes de contaminación) >> 0.22 $\mu\text{g/g}$ (final)

El perfil en verano es muy diferente al de invierno. Los contenidos de Hg en los sólidos suspendidos muestran estrecha relación con el incremento de materia orgánica en la cuenca baja.

Abajo de las fuentes de contaminación, a pesar de que el agua es menos turbia en verano, si un efecto de dilución, los contenidos de Hg son más altos que en invierno.

Si en el invierno se da el efecto de dilución y en el verano no, es notoria la poca solubilidad del Hg en el agua y su estrecha relación con los sólidos suspendidos y la materia orgánica presente en los ss.

Para el plomo se tiene el siguiente perfil:

Verano.-

117-94 $\mu\text{g/g}$ (blanco) >> 2454 $\mu\text{g/g}$ (fuentes de contaminación) >> 1519 $\mu\text{g/g}$ (final)

Invierno:

70-26 $\mu\text{g/g}$ (blanco) >> 667 $\mu\text{g/g}$ (fuentes de contaminación) >> 165 $\mu\text{g/g}$ (final)

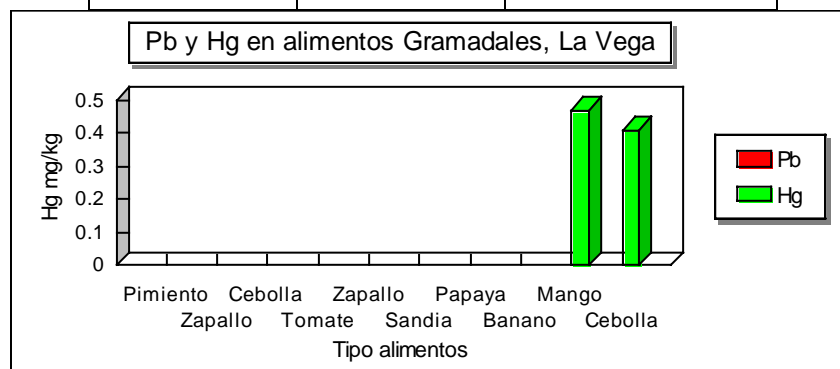
En ambas estaciones el ingreso de caudales no contaminados incide en los contenidos de plomo en los sólidos suspendidos, lo que da como resultado la dilución del plomo en los ss. Se observa además que en el invierno con un mayor caudal de agua en los valles, disminuyen los contenidos de plomo en los ss.

Metales en Peces y Alimentos

La estrecha relación que tienen con el río las comunidades de Gramadales y Las Vegas debido al consumo de agua y la pesca en la dieta alimenticia, definió la necesidad de recolectar las muestras de alimentos y peces. Los resultados se observan en el siguiente cuadro.

METALES PESADOS EN ALIMENTOS, CUENCA DEL PUYANGO

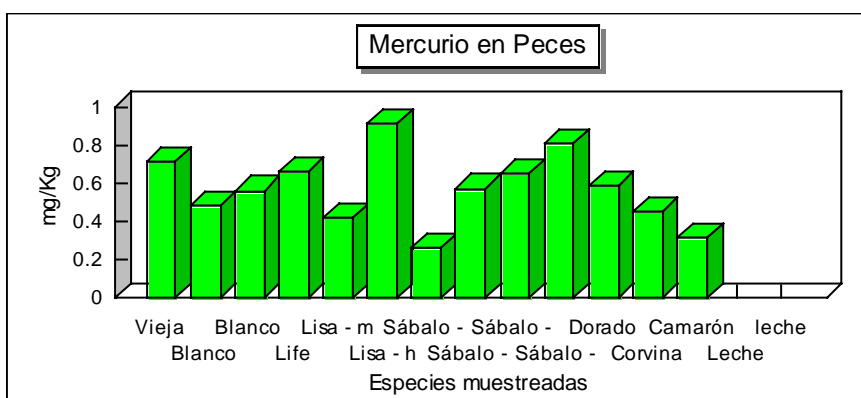
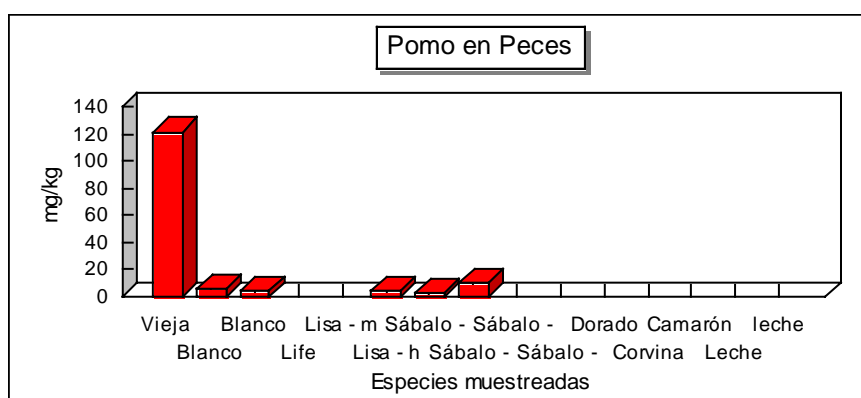
Muestra	Pb mg/kg	Hg mg/kg
Pimiento	Nd	Nd
Zapallo	Nd	Nd
Cebolla	Nd	Nd
Tomate	Nd	Nd
Zapallo	Nd	Nd
Sandia	Nd	Nd
Papaya	Nd	Nd
Banano	Nd	nd
Mango	Nd	0.47
Cebolla	Nd	0.41



Solamente el mango y la cebolla, tomado en un huerto permanente de Las Vegas tienen contenidos de mercurio.

Ninguna de las muestras contienen plomo. Esto se debe considerar como un antecedente de que los niveles de plomo y mercurio en muchas de las muestras son muy bajos.

Muestra	Pb mg/kg	Hg mg/kg
Vieja	122	0.71
Blanco	5	0.48
Blanco	3.8	0.56
Life	N.D.	0.66
Lisa – m	N.D.	0.42
Lisa – h	4.3	0.91
Sábalo – m	2.5	0.26
Sábalo – h	9.62	0.57
Sábalo – m	N.D.	0.65
Sábalo – h	N.D.	0.81
Dorado	N.D.	0.59
Corvina	N.D.	0.45
Camarón	N.D.	0.31
Leche	N.D.	N.D.
Leche	N.D.	N.D.



De los resultados de los análisis de peces, se observa que el mercurio está presente en casi todas las muestras y especies colectadas. A pesar de esto, el plomo (Pb) registra el mayor contenido en un pez "vieja", el cual según la

encuesta de hogares la “vieja” no es el más popular en la dieta alimenticia de las comunidades ribereñas.

Sin embargo de lo anotado una muestra de sábalo y lisa presentaron contenidos de plomo. El consumo tanto del sábalo como de la lisa según la “encuesta de hogares” registra un buen porcentaje en la dieta alimenticia de las comunidades de Gramadales, La Vega y Puyango Viejo.

Preliminarmente se puede concluir que la presencia de mercurio en los peces, con seguridad está relacionada con el contenido de mercurio en los sedimentos y sólidos suspendidos.

Por su parte los alimentos que se producen en la zona, y que no son de ciclos o períodos permanentes, tienen una baja relación con las aguas contaminadas, por lo tanto no presentan contenidos altos de metales pesados.