



El Instituto Peruano de Educación en Derechos Humanos y la Paz –IPEDH– es una asociación civil sin fines de lucro fundada en 1985. Desde entonces trabaja por el fortalecimiento de la democracia y la vigencia de los derechos humanos, a fin de promover la justicia social y de contribuir a la construcción de una cultura de paz en el Perú.

Promueve procesos educativos significativos orientados a desarrollar las capacidades de las personas y de las organizaciones y a propiciar espacios de encuentro y diálogo entre las autoridades estatales y la sociedad civil, a través de cuatro líneas de trabajo: escuela y formación docente; fortalecimiento de actores sociales; gestión del Estado y políticas públicas y, apoyo a desarrollos institucionales. Estas líneas se trabajan a partir de los enfoques de derechos, interculturalidad, género y desarrollo humano sostenible.

En su experiencia de más de 25 años, el IPEDH ha desarrollado una metodología formativa de carácter participativo y lúdico, que promueve la reflexión crítica y la construcción colectiva de los aprendizajes.

El IPEDH es miembro de la Coordinadora Nacional de Derechos Humanos, de la Red Peruana de Educación en Derechos Humanos, del Consejo de Educación de Adultos de América Latina, de la Red de Propuestas Nacionales para la Equidad –PROPONE– y de la Red Internacional para la Educación Ciudadana y la Transformación Social.



El proyecto “Educación ciudadana para la defensa y gestión sustentable del medio ambiente en la sierra de La Libertad - Perú”, se viene

desarrollando conjuntamente con AMAS desde el año 2009, gracias al apoyo financiero de MISEREOR. Tiene la siguiente estructura de objetivos y resultados.

Objetivo general

Contribuir al proceso de fortalecimiento de la democracia y de vigencia de los Derechos Humanos en el Perú.

Objetivo Específico

Promover el desarrollo de una cultura democrática basada en el conocimiento, respeto y vigencia de los derechos humanos y en la defensa y gestión responsable del medio ambiente en las provincias seleccionadas de la sierra de La Libertad.

Resultados Esperados

1. Directores y docentes de las instituciones educativas seleccionadas, son capacitados y promueven acciones de defensa y cuidado del medio ambiente, realizadas desde la comunidad educativa, en beneficio de la población.
2. Las rondas campesinas incrementan sus capacidades de interlocución para la vigilancia democrática de sus derechos de propiedad de la tierra, defensa y gestión del medio ambiente, y la promoción del desarrollo sostenible de su localidad.
3. La población de las zonas de intervención recibe información adecuada y suficiente sobre la democracia, el respeto de los derechos humanos, la defensa y gestión del medio ambiente, así como sobre los logros y resultados del proyecto.

Con el apoyo de:



VIGILANCIA CIUDADANA DE LA CALIDAD DE AGUA

Una experiencia desde la sociedad civil en el departamento de La Libertad en el Perú



La **Compañía de María (Marianistas)** es una Congregación Religiosa de la Iglesia Católica, fundada en Burdeos (Francia) a inicios del siglo XIX por el beato Guillermo José Chaminade. Está conformada por sacerdotes y hermanos quienes viven en comunidad, igualdad y armonía fraterna.

En el Perú, la Compañía de María trabaja apostólicamente desde hace más de 72 años. Cuenta con varias obras pastorales, educativas y sociales, labor que desarrolla desde una opción preferencial por los pobres, aportando desde su práctica y apostolado al desarrollo de las comunidades más alejadas y excluidas del país.

Desde su llegada al Perú los marianistas han fundado cuatro colegios: Santa María Marianistas y María Reina Marianistas en Lima; San Antonio Marianistas en el Callao; y San José Obrero Marianistas en Trujillo. Atienden dos parroquias: Santa María Reina en San Isidro y María Madre del Redentor en el Callao. En el Callao cuentan con el Centro Hermano Thomas Helm para atender a niños en alto riesgo social y el Centro Juvenil Padre Albert Mitchel y últimamente tienen a su cargo la administración del Instituto Superior Tecnológico Público Simón Bolívar.

En la última década, la Compañía de María ha intensificado su acción pedagógica, evangelizadora y social en los pueblos de la sierra de La Libertad formando agentes pastorales y comunidades de fe. En ese marco ha creado el Centro de Formación Pastoral Rural María Madre del Buen Consejo en la ciudad de Otuzco; posteriormente, la emisora “Chami Radio” para establecer puentes de comunicación con los caseríos más alejados y también ha constituido la Asociación Marianista de Acción Social (AMAS).



En la segunda mitad del año 2003, los marianistas, respondiendo a su compromiso de preocupación por la justicia, la paz y el cuidado del planeta, fundaron **AMAS**: Asociación Marianista de Acción Social, con el propósito de dotar a las poblaciones

en áreas de influencia minera de las cuencas de la sierra de La Libertad de herramientas técnicas para la defensa de sus derechos ambientales en la gestión de propuestas de desarrollo sostenibles. AMAS cuenta con un grupo de profesionales que trabaja para contribuir en los procesos de desarrollo humano de los pobladores de las zonas rurales de la sierra de La Libertad desde la perspectiva cristiana de la opción preferencial por los más pobres.

En los últimos años, AMAS ha intensificado su labor para el monitoreo del agua en la Región, siendo significativa la participación de los mismos campesinos dentro de este proyecto. También ha publicado folletos para la capacitación continua de los campesinos sobre los impuestos mineros y sobre la calidad de agua: física, química y bacteriológica; y ha tenido diálogos con candidatos a gobiernos regionales y gobiernos locales en las tres cuencas de la zona, presentándoles una agenda ambiental para el desarrollo sostenible con justicia en la Región.

VIGILANCIA CIUDADANA DE LA CALIDAD DE AGUA

**Una experiencia desde la sociedad civil
en el departamento de La Libertad
en el Perú**





© Compañía de María (Marianistas)
Región Perú
Av. Del Río 424

Pueblo Libre
Lima - PERÚ
Teléfono: 423.2703, Fax: 431.0084
mariasm@smp Peru.com.pe

Trabajo de campo y elaboración del informe
Equipo AMAS



Walter Pereda Ruiz
Ronald Gabriel Aguilar
Manuel Hora Revilla

Análisis de resultados

Laboratorios ECOLAB
Universidad de Trujillo - UNT
Laboratorio AMAS

Asistencia técnica

Dr. Ronald Postigo De La Motta
Dr. César Medina Tafur - UNT



© Instituto Peruano de Educación en
Derechos Humanos y la Paz - IPEDEHP

Calle Comandante Jiménez Nº 480
Magdalena del Mar
Lima – PERÚ
Teléfono: 616.8200, Fax: 616.8223
ipedehp@ipedehp.org.pe
www.ipedehp.org.pe

Apoyo en la formulación de conclusiones y
recomendaciones. Edición y corrección de
estilo
Wilián López Prieto

Diagramación de interiores
Renato López Prieto

Diseño de Carátula
Edgar Rueda Bruno

Depósito Legal: 201110908



Este documento se ha realizado en el marco del Proyecto "Educación Ciudadana para la defensa y gestión sustentable del medio ambiente en la Sierra de La Libertad – Perú" y con la asistencia financiera de MISEREOR. Los puntos de vista que en él se exponen reflejan exclusivamente la opinión de los autores y, por lo tanto, no representan en ningún caso el punto de vista oficial de MISEREOR.

Este documento puede ser reproducido total o parcialmente por métodos electrónicos o convencionales, siempre que se cite la fuente.

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	5
RESUMEN EJECUTIVO	9
I ANTECEDENTES	13
II COMPETENCIA PARA LA REALIZACIÓN DEL INFORME	19
III METODOLOGÍA DE TRABAJO	23
1. Procedimiento para el monitoreo de la calidad físico - química del agua	23
2. Procedimiento para el análisis de la calidad biológica del agua	29
IV RESULTADO	47
1. Cuenca del Río Perejil	47
2. Cuenca del Río Chuyuhual	65
3. Cuenca del Río Caballo Moro	89
V CONCLUSIONES	101
VI RECOMENDACIONES	103
ANEXOS	109
Anexo 1: Alturas y distancias de las estaciones de control en las cuencas de los ríos Perejil, Chuyuhual y Caballo Moro	111
Anexo 2: Minería, minerales y ambiente	115
Anexo 3: Criterios de evaluación y legislación	123
BIBLIOGRAFÍA	127

PRESENTACIÓN

El presente año la Compañía de María Marianistas -Región Perú, cumple 72 años de presencia en el país. En ese lapso ha desarrollado labores educativas y pastorales muy importantes, tanto en Lima, como en el Callao, Arequipa y La Libertad. Uno de los logros más importantes ha sido expandir su actividad pastoral en asentamientos humanos marginales y en áreas rurales para llevar mensajes de paz y solidaridad cristianas. En el departamento de La Libertad, desde hace algo más de 16 años, laicos, laicas, religiosos y sacerdotes marianistas llevaron estos mensajes a las zonas rurales más empobrecidas de la región. Zonas donde la exclusión social contrasta con el significativo potencial de sus recursos minerales, agrícolas y ganaderos, cuyo aprovechamiento adecuado ayudaría a disminuir la pobreza de sus pobladores.

En los primeros meses del año 2003 los agentes marianistas de pastoral rural recibieron algunas inquietudes de los campesinos que habitan en la cuenca del río Perejil, subsidiario de la cuenca formada por el río Chicama. Las preocupaciones tenían relación con los impactos sobre el agua de las actividades de exploración minera que se estaban realizando en los orígenes del río. Los campesinos de esta zona, conocen los impactos que generan las actividades de la gran minería, que se encuentra desde comienzos del siglo pasado en Shorey y Quiruvilca, distrito Quiruvilca, provincia de Santiago de Chuco; habiendo presenciado el deterioro que han sufrido las aguas del río Moche. Asimismo, algunos campesinos tienen explotaciones de minas de carbón en las márgenes de río Perejil y no desconocen los impactos negativos en su río.

Por eso, cuando se iniciaron las operaciones de exploración de la empresa Minera Barrick Misquichilca S.A., subsidiaria de la empresa canadiense Barrick Gold Co., los campesinos de la zona sintieron mucho temor sobre los impactos que generarían estas nuevas actividades en sus fuentes de agua. Solicitaron

explicaciones sobre los posibles impactos ambientales, que no les resultaron satisfactorias, lo que aumentó su temor sobre las mismas. De ahí que, confiaron en los agentes marianistas de pastoral rural para buscar las respuestas que requerían en la búsqueda de la tranquilidad social.

Con las actividades de acompañamiento realizadas se generó un espacio de reflexión guiados por la opción pastoral por los más pobres, y se decidió organizar un pequeño equipo marianista que desarrolle un acompañamiento técnico para que los campesinos discernan y defiendan sus derechos de acceso al agua y de propiedad de la tierra bajo el amparo de la Constitución, de los acuerdos internacionales suscritos por el Estado peruano, y de la legislación vigente sobre derechos humanos y estándares de calidad ambiental. Este equipo fue bautizado con el nombre de Asociación Marianista de Acción Social (AMAS), como obra de la Compañía de María Marianistas, en la sierra del departamento de La Libertad.

AMAS, con el apoyo de la Comisión Episcopal de Acción Social (CEAS) y del Centro de Investigaciones de Geografía Aplicada (CIGA) de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), y en coordinación con las organizaciones locales de Rondas Campesinas, en el año 2005 puso en marcha un proceso de vigilancia ciudadana mediante monitoreos participativos de la calidad del agua, transfiriendo herramientas técnicas y desarrollando capacidades en los campesinos y campesinas moradores naturales de las cuencas de los ríos Perejil, Chuyuhual y Caballo Moro, con la finalidad de que sean capaces de defender sus derechos cuando se trata de la protección de sus recursos, teniendo como eje el cuidado de los bienes de la creación y especialmente del agua, elemento fundamental y esencial para su desarrollo económico, social, cultural y ambiental.

Así, en junio del año 2005, se realizó el primer monitoreo de la calidad del agua en las cuencas de los ríos Perejil, Chuyuhual y Caballo Moro. Desde entonces, los análisis físico-químicos de las muestras tomadas se realizan en los laboratorios de la empresa internacional ECOLAB S.A. En agosto del año 2008, AMAS firma un convenio con la Universidad Nacional de Trujillo (UNT), mediante el cual especialistas de su facultad de Ciencias Biológicas participan con estudios de marco invertebrados para ampliar el estudio de la calidad del agua en las tres cuencas.

En febrero del año 2009 la Compañía de María Marianistas firma un convenio

con el Instituto Peruano de Educación en Derechos Humanos y la Paz (IPEDEHP), para implementar el proyecto *“Educación ciudadana para la defensa y gestión sustentable del medio ambiente en la sierra de La Libertad - Perú”*, con el propósito de apoyar el desarrollo de capacidades de los miembros de las Rondas Campesinas¹. Las acciones del proyecto se suman a la labor de AMAS en la formación de Monitores Ambientales y en el apoyo a la organización de Rondas Campesinas en la defensa del ambiente y propiedad del agua y de la tierra, desde la perspectiva del desarrollo sostenible. El proyecto es apoyado financieramente por MISEREOR, que es una obra episcopal de la Iglesia Católica Alemana para la Cooperación al Desarrollo.

Luego de seis años de experiencia ciudadana participativa de monitoreo de la calidad de agua, el equipo de AMAS se ha abocado a la elaboración de este informe, con el objetivo de sistematizar la información y dar a conocer al público en general, en especial a los pobladores de la zona, la situación preocupante de la calidad del agua en las cuencas observadas, y contribuir a la toma de conciencia sobre los problemas que generan o pueden llegar a generar las actividades extractivas; asimismo, llamar la atención de las autoridades públicas para que cumplan con su labor fiscalizadora y sean garantes de la dignidad y de los derechos fundamentales de las personas; finalmente, para promover la participación activa de la ciudadanía y de sus organizaciones en la vigilancia ambiental para la defensa de sus derechos.

Las sociedades necesitan los metales para su desarrollo, y la inversión privada nacional y extranjera es una de las palancas necesarias e importantes del crecimiento económico, pero los Estados deben procurar especial cuidado en promover una minería responsable y que las actividades extractivas se realicen en un marco de justicia, paz y respeto por los derechos de todos los actores involucrados en estos procesos. Éste es el pedido de los Obispos Latinoamericanos en el Documento Final de Aparecida, y que refleja la preocupación por un efectivo rol del Estado en la supervisión de las actividades extractivas. En este sentido, *“Respecto a las actividades de las industrias extractivas y al uso de los recursos*

1 En el segundo resultado esperado del proyecto: *“Las Rondas Campesinas incrementan sus capacidades de interlocución para la vigilancia democrática de sus derechos de propiedad de la tierra, defensa y gestión del medio ambiente, y la promoción del desarrollo sostenible de su localidad”*.

naturales no renovables hay que tener presente el principio del destino universal de los bienes de la creación, especialmente de los recursos de vital importancia como el agua, el aire, la tierra. Este es el principio fundamental de todo el orden ético-social”².

Esperamos que el presente informe contribuya también a sensibilizar a las empresas mineras y extractivas en general, para mejorar su gestión ambiental, respetar los derechos de las poblaciones que se encuentran en su ámbito de actividades, y contribuir con responsabilidad social a su desarrollo integral. En este sentido, *“Hay algunas experiencias que muestran que es posible pensar en una actividad extractiva racional y responsable que coexista con la agricultura, se desarrolle de acuerdo a los estándares internacionales y por ende tenga en cuenta la sostenibilidad, la inclusión social, la regulación y la máxima reducción de los efectos en el ambiente. Es necesario informarse y conocer cuáles son los marcos normativos, sociales, culturales y políticos que han posibilitado dichas experiencias para ver en qué medida son replicables en otros lugares”³.*

Finalmente, nuestro agradecimiento al equipo de AMAS, principal promotor de la experiencia junto con los miembros y dirigentes de las Rondas Campesinas; a CEAS y a la PUCP por acompañarnos en los momentos fundantes, que son siempre los más críticos; a los laboratorios ECOLAB S.A. y a la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNT, por brindar garantía y eficiencia técnica en los análisis de muestras, y a MISEREOR que brinda generosamente los recursos para la presente publicación.

Hno. Felipe Melcher Jukes S.M.
Superior Regional
Compañía de María Marianistas
Región Perú

Wilian López Prieto
Presidente del Consejo Directivo
IPEDEHP

Otuzco, Agosto 2011

2 Numeral 34. Documento conclusivo del Seminario Internacional “Industrias extractivas y la misión de la Iglesia”. Departamento de Justicia y Solidaridad del Consejo Episcopal Latinoamericano (CELAM). Lima, Perú 14 al 16 de junio de 2011. (Cfr. Carta Encíclica “Laborem Exercens” de SS Juan Pablo II, 19).

3 Idem, Numeral 26.

RESUMEN EJECUTIVO

1. Este informe presenta los resultados del monitoreo ciudadano participativo de la calidad del agua en las cuencas del río Perejil, río Chuyuhual y río Caballo Moro (departamento de La Libertad), en cuyas cabeceras se realizan operaciones mineras de la compañía Minera Barrick Misquichilca S.A., y donde también existen algunas explotaciones de carbón. Los monitoreos se realizaron desde el año 2005 (año base) para determinar los cambios en la calidad del agua del año 2006 al 2010.
2. El informe ha sido elaborado por la Asociación Marianista de Acción Social, en base a la información recabada mediante procesos participativos organizados por la misma institución, los cuales se iniciaron a pedido de la población de las cuencas mencionadas. Para este efecto, se realizó un proceso de capacitación a los dirigentes y miembros de Rondas Campesinas seleccionados democráticamente en sus organizaciones, para participar en los monitoreos de la calidad del agua.
3. Las muestras de agua que sustentan este informe fueron levantadas con participación de la población rural organizada en Rondas Campesinas. La toma y análisis de muestras físico-químicas fueron realizadas por la empresa ECOLAB, certificada por el INDECOPI-CRT, con Registro N° LE – 017. La toma y análisis biológicos de muestras de los macro invertebrados fueron realizadas por la Universidad Nacional de Trujillo.
4. La legislación peruana y los acuerdos internacionales contemplan diversos derechos de participación ciudadana, incluyendo el seguimiento y control de las decisiones de gestión ambiental. La realización de este estudio por AMAS, conjuntamente con los miembros de las Rondas Campesinas de las cuencas del Perejil, Chuyuhual y Caballo Moro, se sustenta en tales derechos.

5. El análisis realizado incluye la evaluación de la calidad físico-química del agua y de su calidad biológica. En la calidad físico-química se han analizado las concentraciones de 38 parámetros incluyendo metales, no metales y compuestos peligrosos. Para el análisis de la calidad biológica se ha evaluado la presencia de macro invertebrados bentónicos, en base a lo cual se elaboraron índices de calidad biológica que permitieron calcular puntajes para clasificar la calidad biológica de los cuerpos de agua.
6. Los resultados obtenidos evidencian la existencia de serios problemas de contaminación en los puntos de toma de muestras, próximos al lugar de las operaciones mineras de la compañía Minera Barrick Misquichilca S.A.
7. Se observa también que la presencia de actividades extractivas artesanales de carbón en las riberas del río Perejil estarían contribuyendo a la contaminación de dicho río.
8. El informe recomienda al Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA, que solicite al Congreso de la República que amplíe el alcance de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental, para incorporar a representantes de organizaciones sociales y de la sociedad civil en las labores fiscalizadoras del OEFA.

Por otro lado, el informe recomienda también al OEFA establecer un período de excepción no mayor a seis meses al ejercicio del derecho a la información vinculada a investigaciones ambientales en trámite, concordante con lo que estipula el artículo 15° de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública⁴.
9. Asimismo, se recomienda a la Autoridad Nacional de Agua – ANA, impulsar la creación de Comités de Vigilancia y Monitoreo Participativo de la Calidad de Agua en las cuencas de los ríos Perejil, Chuyuhual y Caballo Moro, con la función principal de determinar las condiciones físicas y

4 Ver la recomendación con mayor detalle en pp. 103-104.

químicas de la calidad de agua en los ríos y lagunas de las tres cuencas, y su concordancia con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua – ECA, así como la correcta aplicación de la metodología que contempla el protocolo respectivo.

El informe también recomienda a la ANA realizar un estudio comparativo sobre control biológico de la calidad de agua en otros países, con el fin de establecer una normativa nacional al respecto, por ser esta una metodología de análisis más estricta y que ayuda a proteger mejor el medio ambiente⁵.

- 10.** El informe recomienda, igualmente, a la Compañía Minera Barrick Misquichilca S.A., facilitar la realización de monitoreos inopinados de la calidad del agua en zonas localizadas dentro de su ámbito de concesión. Asimismo, que tome medidas para evitar la contaminación y recuperar la calidad del agua en las tres cuencas monitoreadas. Finalmente, el informe solicita su colaboración desinteresada en el análisis químico, biológico, geológico y de salud en todo el ámbito de las cuencas de los ríos Perejil, Chuyuhual y Caballo Moro, para poder determinar con más precisión los tipos y grados de contaminación, su impacto en el ambiente y sus responsables⁶.
- 11.** Por último, el informe recomienda a los pobladores, comuneros y Rondas Campesinas de la cuenca de los ríos Perejil, Chuyuhual y Caballo Moro, fortalecer la vigilancia ciudadana participativa en el monitoreo de la calidad del agua de sus cuencas, incrementando el número de puntos de toma de muestras de agua y biota; avanzar en nuevas etapas del monitoreo de agua con el apoyo de la biología molecular en el análisis de biota, con estudios geológicos de la zona, y con la elaboración de una línea de base con indicadores ambientales y de salud; finalmente, realizar una mayor difusión local, nacional e internacional de los resultados de los estudios efectuados⁷.

5 Ver la recomendación con mayor detalle en pp. 104-105.

6 Ver la recomendación con mayor detalle en p. 105-106.

7 Ver la recomendación con mayor detalle en pp. 106-107.

I

ANTECEDENTES

El 4 de noviembre del 2003 AMAS se puso en contacto con los dirigentes de base de las Rondas Campesinas de la Cuenca El Perejil con el fin de iniciar las actividades de monitoreo de la calidad de agua en la zona. Sin embargo, estudiando el área de influencia de las actividades del proyecto Lagunas Norte de la Minera Barrick Misquichilca S.A. y, de acuerdo al Estudio de Impacto Ambiental presentado por dicha empresa minera al Ministerio de Energía y Minas, se encontró que sus actividades podrían impactar las cuencas El Perejil (Distrito Usquil – Provincia Otuzco); El Caballo Moro (Distrito Quiruvilca – Provincia Santiago de Chuco); y, El Chuyuhual (Distrito Sanagorán – Provincia Sánchez Carrión). Si bien es cierto que las nuevas actividades mineras se ubican a más de 4,000 m.s.n.m., éstas se encuentran en zonas de bofedales que en buena parte de su extensión constituyen las cabeceras de cuenca que alimentan agua para aproximadamente 35 caseríos por cuenca. Frente a esta constatación, se decidió contactar a los dirigentes de Rondas Campesinas de las otras dos cuencas, a fin de ampliar la zona de estudio.

En el siguiente mapa presentamos gráficamente la ubicación del área de influencia de la Minera Barrick Misquichilca S.A., que es el área de estudio que se determinó y materia del presente informe:

MAPA N° 1
DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD
PERÚ



La intervención que inicia AMAS se desarrolla en un contexto de elevada pobreza y exclusión de sus habitantes. Una mirada a la situación socioeconómica de la zona que abarca el estudio permite observar que en las partes altas de las cuencas las propiedades forman grandes extensiones de terrenos potencialmente pecuarios, y en las partes medias y bajas mayoritariamente son pequeñas propiedades que producen alimentos y permiten una explotación casi de subsistencia. Cabe señalar que el 29,7% de la población del departamento de La Libertad vive en condiciones de extrema pobreza, porcentaje que se incrementa en las provincias de la sierra, alcanzando en

Sánchez Carrión el 79%, en Santiago de Chuco el 68,5% y en Otuzco el 66,6%⁸. Otros datos que nos ayudan a entender la situación de aguda pobreza de estas provincias son los que se ofrecen en el Informe de Desarrollo Humano del PNUD 2009. En este informe se elabora un Índice de Densidad del Estado con 5 indicadores: (i) identidad, que mide el porcentaje de personas sin documento de identidad, ya sea partida de nacimiento o adultos sin DNI; (ii) salud, que mide el número de médicos por cada 10 mil habitantes; (iii) educación, que mide la tasa de asistencia a secundaria de 12 a 16 años; (iv) saneamiento, que mide el porcentaje de viviendas con acceso a agua potable e instalación sanitaria; y (v) electrificación, que mide el porcentaje de viviendas con alumbrado dentro de la vivienda.

CUADRO N° 1
INDICADORES SOBRE LA DENSIDAD DEL ESTADO
PROVINCIAS DE OTUZCO, SÁNCHEZ CARRIÓN Y SANTIAGO DE CHUCO

Provincia	Población con DNI o Partida de Nacimiento (%)	Médicos por cada 10 mil habitantes	Tasa de asistencia neta a secundaria de 12 a 16 años (%)	Vivienda con acceso a agua y desagüe (%)	Viviendas con electricidad
Otuzco	94,82	4.1	45,06	36,97	41,75
Sánchez Carrión	94,02	2.6	36,62	8,70	25,15
Santiago de Chuco	95,85	3.3	55,51	20,96	34,75

Fuente: Informe sobre Desarrollo Humano Perú 2009. PNUD.

Para entender las grandes brechas que muestra el cuadro comparemos el indicador de salud de dos grandes ciudades costeñas como Lima Metropolitana, que cuenta con 28,6 médicos por cada 10 mil habitantes y Trujillo, capital del departamento de La Libertad, que dispone de 25 médicos por cada 10 mil habitantes.

8 "Región en Cifras". Gerencia Regional de Planeamiento, Presupuesto y Acondicionamiento Territorial. Gobierno Regional de La Libertad. Marzo de 2007. El texto completo puede encontrarse en: <http://www.regionlalibertad.gob.pe/publicaciones/RegionenCifras2005.pdf>

De otro lado, los índices de Desarrollo Humano de las tres provincias están por debajo del promedio nacional (0.6234) y muy por debajo de la provincia de Trujillo (0.7013). Recordemos que el Índice de Desarrollo Humano se elabora en base a tres indicadores: esperanza de vida al nacer, conocimientos e ingreso per cápita. Conforme la cifra del índice se acerque a 1 significa que hay un mayor desarrollo humano en la población, y en el caso de las provincias, objeto del presente informe, sus índices de Desarrollo Humano son preocupantes a pesar de la riqueza de recursos naturales existentes en su territorio.

CUADRO N° 2
ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO
PROVINCIAS DE OTUZCO, SÁNCHEZ CARRIÓN Y SANTIAGO DE CHUCO

Provincia	IDH	Esperanza de vida al nacer (años)	Conocimientos			Ingreso familiar per cápita (S/.)
			Alfabetismo (%)	Escolaridad (%)	Logro educativo (%)	
Otuzco	0.5527	72.74	84,36	69,22	79,31	178.3
Sánchez Carrión	0.5721	69.90	71,68	71,15	71,50	142.1
Santiago de Chuco	0.5721	72.74	85,69	78,85	83,41	213.7

Fuente: Informe sobre Desarrollo Humano Perú 2009. PNUD.

Las poblaciones de las áreas rurales de la zona se encuentran agrupadas en caseríos y su organización más desarrollada, representativa y legitimada es la Ronda Campesina, que se ha constituido en su principal soporte en la defensa de sus derechos. Las Rondas Campesinas se organizaron inicialmente para defenderse del abigeato, pero ante la ausencia del Estado pronto asumen funciones de seguridad y justicia comunal, competencia que será reconocida por la Constitución de 1993 (Art. 149º), al amparo del Convenio 169 de la OIT del cual el Perú es país miembro.

Para iniciar el monitoreo de agua AMAS contactó con especialistas en cuestiones ambientales y de defensa de derechos, de la Comisión Episcopal de Acción

Social (CEAS) y del Centro de Investigaciones de Geografía Aplicada (CIGA) de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). En una visita preliminar conjunta por las cuencas, se confirmó la existencia de un serio temor por parte de la población con relación al incremento de las actividades mineras, por los posibles impactos negativos que dichas actividades podrían tener sobre sus recursos naturales y con ello sobre sus pobres economías y precarias fuentes de ingresos. El trabajo de campo permitió también establecer que la mayor preocupación de la población se refería a la posible contaminación de sus fuentes de agua.

Con el fin de analizar la posibilidad de realizar un monitoreo de la calidad del agua con la participación de las poblaciones locales, se efectuaron reuniones y asambleas con dirigentes ronderos en distintos poblados, caseríos, capitales de distrito y de provincia. En dichas reuniones se determinó, conjuntamente con CEAS, CIGA y dirigentes de Rondas Campesinas, que los monitoreos de agua constituían una herramienta técnica que permitiría visualizar la calidad del agua en las áreas de influencia de las actividades mineras. En todas las reuniones los dirigentes expresaron su deseo de participar en el proceso que estaba por iniciarse, por lo que se decidió diseñar una metodología activa de enseñanza–aprendizaje que permitiera transferir información y desarrollar capacidades en un grupo de dirigentes ronderos para participar con pleno conocimiento en cada etapa del monitoreo de agua.

Un grupo de ronderos fueron seleccionados en asambleas mediante elección democrática y participaron en los talleres de capacitación denominados “Formación de Monitores de la Calidad del Agua”. En el año 2005 fueron capacitados 17 dirigentes de las Rondas Campesinas, y el siguiente año, 52, provenientes de las tres cuencas. En el año 2009, en el marco del proyecto *“Educación ciudadana para la defensa y gestión sustentable del medio ambiente en la sierra de La Libertad - Perú”*, se rediseña el plan de formación de los Monitores Ambientales para reforzar el conocimiento y manejo de los protocolos en el recojo y análisis de información del agua y la biota, y para fortalecer las capacidades ciudadanas de los líderes de las Rondas Campesinas y animar el fortalecimiento de sus organizaciones. En la actualidad se programan

anualmente las actividades conjuntas de monitoreo de la calidad de agua, que incluye talleres de actualización y reforzamiento de conocimientos; de la misma manera se planifican talleres para formar nuevos monitores de agua e incorporar a nuevos dirigentes en los procesos de vigilancia de la calidad de agua.

En junio del año 2005 se realizó de manera inopinada, y antes que se iniciaran las actividades extractivas del proyecto Lagunas Norte de la Minera Barrick Misquichilca S.A., el primer monitoreo base de la calidad del agua en las cuencas de los ríos Perejil, Chuyuhual y Caballo Moro. Los análisis físico-químicos de las muestras se realizaron en los laboratorios de la empresa internacional ECOLAB S.A., elegida por contar con reconocimiento de imparcialidad y prestigio profesional en el ramo.

Desde el año 2008 estos monitoreos se complementan con los análisis de macro invertebrados efectuados conjuntamente con la facultad de Ciencias Biológicas de la UNT, en el marco del Convenio de Cooperación Interinstitucional establecido entre AMAS y la Universidad Nacional de Trujillo (UNT). El aporte de esta entidad al sistema de vigilancia, ha consistido en la implementación de una metodología participativa de estudio de macroinvertebrados para determinar la calidad del agua.

Hasta el año 2008 se realizó un solo recorrido anual para recoger las muestras de agua. A partir del año 2009, en el marco del proyecto *“Educación ciudadana para la defensa y gestión sustentable del medio ambiente en la sierra de La Libertad - Perú”*, se vienen realizando tres recorridos anuales de forma aleatoria.

En diciembre de 2010, las organizaciones de Rondas Campesinas de la zona, la Compañía de María Marianistas, AMAS y el IPEDEHP acordaron sistematizar la información y elaborar un primer informe que dé cuenta de los primeros resultados del análisis de muestras físico-químicas y de la calidad biológica efectuados, de modo que el presente informe registra la forma en que ha ido cambiando la calidad del agua en varios puntos de muestreo en las tres cuencas durante un período de 6 años (desde el 2005 hasta el 2010).

II

COMPETENCIA PARA LA REALIZACIÓN DEL INFORME

La Constitución en el Perú reconoce que todas las personas tienen derecho a “...gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida” (Artículo 2°, numeral 22), de lo cual se desprende que todos los ciudadanos y ciudadanas tenemos un derecho fundamental a vivir en un ambiente libre de contaminación. En su informe N° 116⁹, la Defensoría del Pueblo ha desarrollado los fundamentos del derecho a un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de la vida de las personas. En dicho informe se señala también (página 6) las obligaciones del Estado incluidas en el Protocolo Adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos en materia de derechos económicos, sociales y culturales, según el cual “*toda persona tiene derecho a vivir en un medioambiente sano (...)*” y, por lo tanto, “*los Estados partes promoverán la protección, preservación y mejoramiento del medio ambiente*” (Artículo 11°, incisos 1 y 2).

El Informe Defensorial N° 116 señala también los lineamientos establecidos por el Tribunal Constitucional en su Sentencia del 6 de noviembre del 2002, Expediente N° 0018-2002-AI/TC, con relación al contenido de este derecho y las obligaciones del Estado para su vigencia. El párrafo 8 de dicha sentencia establece que “*...la protección del derecho a un medio ambiente equilibrado debe incluir el conjunto de bases naturales de la vida y su calidad, lo que comprende, a su vez, sus componentes abióticos, como el agua, el aire o el subsuelo, además de los ecosistemas e, incluso, la ecósfera, esto es, la suma de*

9 La calidad del aire en Lima y su impacto en la salud y la vida de sus habitantes. Informe Defensorial N° 116. Defensoría del Pueblo, Lima, Perú.

todos los ecosistemas, que son las comunidades de especies que forman una red de interacciones de orden biológico, físico y químico. A todo ello habría que sumar los elementos sociales y culturales que aporta el grupo humano que lo habite” (p.6).

Con relación al medio ambiente adecuado para el desarrollo de la vida, el Informe Defensorial N° 116 destaca la consideración del Tribunal Constitucional de que este derecho “...se traduce en la obligación concurrente del Estado y de los particulares de mantener aquellas condiciones naturales del ambiente a fin de que la vida humana exista en condiciones ambientales dignas” (p.6). De ello se desprende que en un Estado de Derecho “...no sólo se debe garantizar la existencia física de la persona o cualquiera de los demás derechos que le son reconocidos en su condición de ser humano, sino también de protegerlo contra los ataques al medio ambiente en el que se desenvuelva esa existencia, para permitir que la vida se desarrolle en condiciones ambientales aceptables” (p.6).

Por otra parte, la Ley General del Ambiente (LGA) establece el derecho de todas las personas a participar en el seguimiento y control de las decisiones de gestión ambiental. Así, en su Artículo 46º, de la participación ciudadana, la LGA dispone que “*Toda persona natural o jurídica, en forma individual o colectiva, puede presentar opiniones, posiciones, puntos de vista, observaciones u aportes, en los procesos de toma de decisiones de la gestión ambiental y en las políticas y acciones que incidan sobre ella, así como en su posterior ejecución, seguimiento y control*”. Precisamente, el presente informe elaborado por AMAS recoge las observaciones de la población de las cuencas del río Perejil, río Chuyuhual y río Caballo Moro sobre los problemas de contaminación del agua en dichas cuencas. En adición, el artículo 48º de la LGA, sobre los mecanismos de participación ciudadana, señala la obligación de las autoridades públicas no solamente de establecer mecanismos formales para facilitar la efectiva participación ciudadana en la gestión ambiental y promover su desarrollo en los procesos de toma de decisiones ambientales, particularmente en su

seguimiento y control; sino también de promover la generación de capacidades en las organizaciones dedicadas a la defensa y protección del ambiente y los recursos naturales, así como alentar su participación en la gestión ambiental.

Así pues, la ley reconoce claramente no sólo el derecho de los ciudadanos a participar en el seguimiento y control de las decisiones ambientales que les afectan, sino también la obligación del Estado de promover y apoyar dicha participación. En tal sentido, se considera que este informe es una contribución de las poblaciones de las cuencas antes mencionadas para el cumplimiento por parte del Estado en su deber de proteger los derechos ambientales de la ciudadanía.

Más aún, el artículo 49° de la LGA, sobre las exigencias específicas al Estado en materia de participación ciudadana, precisa que *“Las entidades públicas promueven mecanismos de participación de las personas naturales y jurídicas en la gestión ambiental estableciendo, en particular, mecanismos de participación ciudadana en los siguientes procesos: (...) d. Seguimiento, control y monitoreo ambiental, incluyendo las denuncias por infracciones a la legislación ambiental o por amenazas o violación a los derechos ambientales”*. En consecuencia, las poblaciones de las cuencas incluidas en este informe así como la Asociación AMAS, se encuentran plenamente legitimadas por la ley para la elaboración del presente informe.

III

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para organizar los monitoreos participativos de la calidad del agua en las cuencas de los ríos Perejil, Caballo Moro y Chuyuhual, se definieron los lugares donde se recogerían las muestras de agua tomando como referencia, por un lado, la localización del tajo abierto de la compañía Minera Barrick Misquichilca S.A., los botaderos de desmonte y el material de relave, y por otro lado, el conocimiento que tienen los campesinos de toda el área.

1. PROCEDIMIENTO PARA EL MONITOREO DE LA CALIDAD FÍSICO - QUÍMICA DE AGUA

A. Formación de monitores de la calidad del agua

La formación se inició con reuniones de planificación de los talleres y de las actividades de campo, del equipo de AMAS con líderes de las Rondas Campesinas de las tres cuencas.

En los talleres los participantes adquirieron conocimientos para ejercer una vigilancia activa durante los monitoreos del agua. La parte teórica desarrolló temas relacionados con el ambiente y la importancia que tiene el agua como elemento esencial de la vida y de la naturaleza; se enseñó a diferenciar las sustancias



químicas a utilizar, así como el momento en que deben ser empleadas, de acuerdo al elemento que se quiere conservar. La parte práctica desarrolló la manipulación de equipos de medición del agua en campo y las técnicas de recojo de muestras para el análisis en laboratorio.



También aprendieron a diferenciar la cantidad del agua que deben recoger, acorde a los parámetros establecidos con los que se desea efectuar el análisis (ver Cuadro N° 3); y el procedimiento correcto que se debe aplicar para trasladar una muestra al laboratorio, así como las condiciones de transporte y de la cadena de custodia. Los talleres concluyeron con un trabajo práctico en ríos y quebradas cercanos, con el fin de experimentar los protocolos de un monitoreo de agua.

B. Monitoreo de agua



Dirigentes y miembros de las Rondas Campesinas formados, fueron convocados para realizar vigilancia ambiental participativa en los monitoreos de agua. Estos fueron inopinados, y las fechas de su programación no se hicieron de conocimiento público, salvo de algunos dirigentes de las Rondas Campesinas que, en el momento oportuno, se encargaban de convocar a los monitores ambientales de su comunidad.

Para realizar el monitoreo de agua en los puntos de control y los puntos problema¹⁰ estos fueron ubicados mediante un procedimiento denominado georeferenciación¹¹, tomando en cuenta además el conocimiento de la zona que tienen los miembros de las Rondas Campesinas.

C. Análisis de muestras de agua

Técnicos del laboratorio ECOLAB y miembros de AMAS recogieron muestras de agua por separado, mientras que los campesinos asumieron la vigilancia del procedimiento, asegurando así un proceso transparente durante el muestreo. Luego, ECOLAB realizaba el análisis químico de sus muestras, cuyos resultados se presentan en este informe; y, las muestras tomadas por AMAS las analizaba con sus equipos en su laboratorio.



10 Punto Control: punto de monitoreo sin influencia significativa de actividades antrópicas; por ejemplo, agricultura y ganadería dispersa. Punto Problema: punto de monitoreo influenciado significativamente por actividades antrópicas; por ejemplo, minería.

11 Georeferenciación se refiere al posicionamiento con el que se define la localización de un objeto espacial (representado mediante punto, vector, área, volumen) en un sistema de coordenadas y datum determinado. Este proceso es utilizado frecuentemente en los Sistemas de Información Geográfica.

D. Elaboración de materiales de difusión

Con la información proporcionada por ECOLAB y el laboratorio de AMAS, se procedía a la elaboración de folletos, con lenguaje y explicación sencilla, para dar a conocer los resultados del análisis de las muestras de agua. Con este material de divulgación se desarrollaron reuniones con las distintas organizaciones de las



Rondas Campesinas y comunidades de las tres cuencas. Posteriormente, fueron presentados en conferencias de prensa y reuniones a diferentes entidades locales y nacionales dedicadas a temas ambientales para que emitan sus opiniones.

E. Formación en participación ciudadana y derechos ambientales

Desde el año 2009, en el marco del proyecto *“Educación ciudadana para la defensa y gestión sustentable del medio ambiente en la sierra de La Libertad - Perú”*, se fortalece la formación de los monitores de la calidad del agua en participación ciudadana y derechos ambientales.



Se promueve el desarrollo de capacidades de 90 líderes y miembros de las Rondas Campesinas de las tres cuencas en derechos humanos, en habilidades comunicativas y de negociación, en el conocimiento de la ley sobre justicia comunal, en ciudadanía y defensa de derechos ambientales, propiedad del

agua y de la tierra. Este proceso formativo los debe empoderar y animar a propiciar espacios de diálogo, concertación y negociación con autoridades locales, funcionarios estatales y empresas mineras de la zona.

F. Tipo de análisis y parámetros utilizados

El siguiente cuadro muestra el tipo de análisis y los parámetros analizados para determinar la calidad de agua en base a la legislación ambiental vigente en el Perú. Asimismo, se tomó en cuenta el contexto geográfico en que se encuentran los cuerpos de agua que fueron analizados.

CUADRO N° 3

ANÁLISIS	PARÁMETROS	
General	<ul style="list-style-type: none"> • Conductividad • Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) • Oxígeno disuelto (OD) • Potencial de Iones hidronio (pH) • Temperatura • Caudal 	
Microbiológico	<ul style="list-style-type: none"> • Coliformes fecales • Coliformes totales 	
Iones	<ul style="list-style-type: none"> • Cianuro total • Cianuro WAD • Nitratos • Nitrógeno amoniacal • Sulfatos 	
Metales totales y disueltos	<ul style="list-style-type: none"> • Aluminio (Al) • Arsénico (As) • Berilio (Be) • Cadmio (Cd) • Calcio (Ca) • Cobalto (Co) • Cobre (Cu) • Cromo (Cr) • Estaño (Sn) • Estroncio (Sr) • Hierro (Fe) • Magnesio (Mg) 	<ul style="list-style-type: none"> • Manganeso (Mn) • Mercurio (Hg) • Molibdeno (Mo) • Níquel (Ni) • Plata (Ag) • Plomo (Pb) • Potasio (K) • Sodio (Na) • Talio (Tl) • Titanio (Ti) • Vanadio (V) • Zinc (Zn)
No metal total y disuelto	<ul style="list-style-type: none"> • Boro 	

G. Límites referenciales para evaluar calidad del agua

Para determinar la calidad del agua en las zonas investigadas se utilizaron los parámetros establecidos en la legislación nacional, como el reglamento de la Ley General de Aguas, Ley N° 17752, válida hasta el 30 de julio del 2008, los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, ECA, establecidos por el Ministerio del Ambiente (MINAM) el 31 de julio del 2008, mediante D.S. 002-2008-MINAM y, la Ley de Recursos Hídricos N° 29338 del 23 de marzo del 2009 que incorpora los ECA establecidos por el MINAM el año anterior.

También se utilizó la legislación internacional, aunque solo tiene validez referencial en el análisis y cubre aquellos espacios que no contempla la ley peruana en materia de agua.

CUADRO N° 4

Normatividad aplicada y organismo	Tipo	Observación
Consumo humano		
Ley General de Aguas N° 17752 (1983)	Clase I	Aguas de abastecimiento doméstico con simple desinfección.
Organización Mundial de la Salud (2004) Guías para la calidad del agua potable	Consumo humano	Reglamentos y normas orientados a garantizar la inocuidad del agua potable.
Unión Europea (1998) Estándares Europeos de Calidad del Agua Potable (Directiva 93/83/EC)	Consumo humano	Calidad del agua destinada a consumo humano.
Ley de Recursos Hídricos N° 29338 (2009) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA)	Categoría 1: A1	Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.
Ley de Recursos Hídricos N° 29338 (2009) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA)	Categoría 1: A2	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.
Ley de Recursos Hídricos N° 29338 (2009) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA)	Categoría 1: A3	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado.
Agricultura, riego de plantas y bebida para animales		
Ley General de Aguas N° 17752 (1983)	Clase III	Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales.
Guía sudafricana de Calidad de Agua (1996) SA-agricultura	Agricultura	Diferentes tipos de vegetales cultivables.
Guía sudafricana de Calidad de Agua (1996) SA-ganadería	Ganadería	Diferentes tipos de animales pecuarios, aves de corral, cerdos, etc.
Ley de Recursos Hídricos N° 29338 (2009) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA)	Categoría 3	Agricultura y ganadería.
Conservación del ambiente acuático		
Ley de Recursos Hídricos N° 29338 (2009) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA)	Categoría 4	Aguas que permiten el desarrollo de vida acuática.

En el caso de las tres cuencas monitoreadas, las aguas de los ríos Perejil, Chuyuhual y Caballo Moro son utilizadas a lo largo de todo su recorrido por los pobladores que no cuentan con servicios de agua potable y alcantarillado. En el mejor de los casos, los pobladores hierven el agua; sin embargo, ello no logra eliminar las sustancias químicas ni los metales pesados que contienen y que representan un peligro para su salud. Por este motivo se consideró pertinente verificar que la calidad del agua cumpliera los estándares de esta categoría (C1), porque también son de consumo humano.

2. PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DE LA CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA

La realización de este tipo de monitoreo se decidió debido a que los campesinos señalaban que algunas especies ribereñas estaban desapareciendo, como los batracios y peces, que tiene como consecuencia el rompimiento de las cadenas tróficas¹² y el posterior empobrecimiento de la fauna acuática.

El incremento en el caudal de los ríos puede originar que las sustancias ajenas a sus ecosistemas posiblemente pasen inadvertidas, generando de esta manera una distorsión en el análisis de la calidad del agua. En este sentido, el recojo de muestras de agua para el análisis físico-químico, en forma intermitente, no asegura registrar todas las evidencias del paso de sustancias contaminantes, lo que limitaría el análisis del impacto que algunas sustancias habrían generado. Por esta razón surgió la necesidad de identificar un tipo de estudio que permitiera analizar estos procesos, lo que llevó a realizar el primer monitoreo participativo de macroinvertebrados a partir del año 2008, con la participación de la Universidad Nacional de Trujillo (UNT). Los resultados encontrados evidencian una extraordinaria coincidencia entre la disminución o incremento de algunas especies de macroinvertebrados¹³ y la disminución en la calidad del agua en los puntos de monitoreo seleccionados.

Para efectuar este análisis, durante el recojo de muestras de agua en cada punto del monitoreo habitual se recogen las muestras de macro invertebrados

12 Se refiere a la relación existente entre un grupo de seres vivos por la cual unos son el alimento de otros permitiendo la subsistencia de estos mediante la transeferencia de energía.

13 Un macroinvertebrado es un organismo vivo superior a 3 milímetros de tamaño y que se caracteriza porque no tienen columna vertebral y viven toda o parte de su vida en el agua.

bentónicos¹⁴, de tal manera que se puede complementar los resultados del monitoreo de agua y del monitoreo de macro invertebrados para un análisis más efectivo. Las muestras se recogen en mallas especiales y el contenido de cada redada se vacía en una fuente de color blanco, luego de lo cual las muestras colectadas se almacenan en envases de plástico. Luego, los resultados se trasladan a un informe de lenguaje sencillo, para ser devueltos a las comunidades participantes de estos monitoreos en asambleas en cada cuenca.

A. Muestreo y análisis

La toma de muestras de macroinvertebrados fue realizada en los mismos puntos del monitoreo de agua, por personal de AMAS y biólogos de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo (UNT), mediante un proceso de vigilancia participativa, acompañados por miembros de las Rondas Campesinas y pobladores de las cuencas de los ríos Perejil, Chuyuhual y Caballo Moro.

Las muestras colectadas en el campo son seleccionadas, conservadas y remitidas a los laboratorios de esta facultad, donde se identifican los especímenes colectados hasta llegar a nivel de familias y se determina la calidad del agua.

En la actualidad, el Perú no cuenta con legislación biológica ambiental a diferencia de países como España o Gran Bretaña, por lo que los resultados obtenidos sólo son referenciales para la calidad del agua. Sin embargo, esto no invalida su utilización como indicadores de contaminación o salubridad de la misma.

El uso de macro invertebrados bentónicos constituye un método alternativo que puede ser complementario al análisis físico-químico de la calidad de agua; tiene algunas ventajas sobre este último pues nos permite, por ejemplo, visualizar algún antecedente de contaminación pasada. Esto quiere decir que cuando uno analiza parámetros físico-químicos en algún punto de monitoreo, como la presencia de ciertos metales, nutrientes, etc., se puede detectar algún grado de contaminación que sucede en el momento pero, si se analiza el agua mediante bioindicadores, entonces podrá detectarse evidencias de contaminación sucedida con anterioridad mediante la presencia o ausencia

14 Los macroinvertebrados bentónicos son aquellos que se han adaptado y viven y desarrollan sus funciones vitales de manera estricta en el sustrato o fondo de un río, quebrada, laguna, etc., y son excelentes indicadores de la calidad del agua.

de diferentes familias de macroinvertebrados, aplicando para esto índices y parámetros biológicos establecidos por la comunidad científica. Entonces, de acuerdo a lo descrito, en algún momento podría encontrarse una buena calidad físico-química de agua pero una pobre calidad biológica.

B. Índice de calidad de agua

Índice de calidad biológica es un dato que registra la información sobre los macroinvertebrados que se van encontrando en un área determinada y a los cuales se les asigna un puntaje. Esta información puede ser enriquecida constantemente con nuevas familias de macroinvertebrados. La calidad biológica se valoró mediante el índice biótico nPeBMWP¹⁵ considerado para los ríos de la costa norte del Perú, el cual se basa en una modificación y adaptación del índice biótico andino¹⁶. Esta metodología tiene como base algunas incorporaciones de familias y sus puntajes, teniendo como referencia los modelos de Armitage et al. (1983), Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega (1988); Alba-Tercedor (1996); Alba-Tercedor & Pujante (2000), y los aportes latinoamericanos de Zúñiga de Cardoso (2001); Roldán (2003) y Sánchez-Herrera (2005).

El índice biótico nPeBMWP, para los ríos de la costa norte del Perú y sus similares, son índices aditivos que van sumando puntos según el número de familias encontradas, cada una de las cuales tiene un valor numérico del 1 al 10, relacionado con su sensibilidad a la polución. El valor es más elevado cuanto más intolerante es la familia a la contaminación (Alba-Tercedor y Sánchez-Ortega, 1988 y Prat et al., 2006).

Los resultados de los muestreos y análisis de macroinvertebrados realizados se presentan en este informe; anteriormente han sido presentados anualmente en asambleas públicas donde también se convocó a representantes de las mineras incluida la compañía Minera Barrick Misquichilca S.A.

15 Un índice biótico hace referencia a un conjunto de macroinvertebrados los que han sido agrupados por familias de acuerdo a su tolerancia a la contaminación de las aguas; existen diferentes índices bióticos y son inherentes a cada país. El índice biótico nPeBMWP significa north Perú Biológico Monitoring Working Party, y corresponde a una adaptación a los ríos del norte del Perú del índice de macroinvertebrados británico adaptado previamente a las características geomorfológicas y climáticas de los ríos de Cataluña .

16 (ABI) (Ríos et al., 2006) y de sus similares elaborados para Inglaterra, (BMWP: Biological Monitoring Working Party Score); España (IBMWP), Colombia (IBMWP/Col), Venezuela (IBMWP (RP-NdS)), Costa Rica (BMWP-CR) y Chile (ChBMWP).

C. Metodología

Las muestras de macroinvertebrados bentónicos estuvieron constituidas por dos réplicas por punto de muestreo, cubriendo una longitud de 500 m, aproximadamente. Además, se aseguró un muestreo representativo de cada uno de los microhábitats¹⁷, con y sin vegetación, zonas de piedras, arenas, en corriente y sin ella. El muestreo se hizo de aguas abajo hacia aguas arriba, utilizando una malla de 300 μm ; mediante dos redes triangulares “D-net”, con las cuales se realizaron “barridos” a lo largo de las orillas con vegetación.

El contenido de cada redada se vació en una fuente de color blanco y luego las muestras colectadas fueron almacenadas en envases plásticos de 250 ml., rotulados y fijados en alcohol al 70%, más dos gotas de glicerina. En el laboratorio de evaluación de recursos naturales de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo, se separaron y determinaron con ayuda de un estereoscopio Olympus ocular micrométrico a nivel de orden y familia, utilizando las claves de Bouchard (2004), Domínguez y otros (1994) y Fernández y Domínguez (2001).

Los resultados fueron clasificados según las siguientes calificaciones, conforme a los valores indicados, a los cuales se les asignó colores que indican el nivel de calidad biológica del agua.

CUADRO N° 5
VALORES DEL ÍNDICE BIOLÓGICO NPEBMWP SEGÚN LOS RANGOS DE CALIDAD
(Prat y otros, 2000)

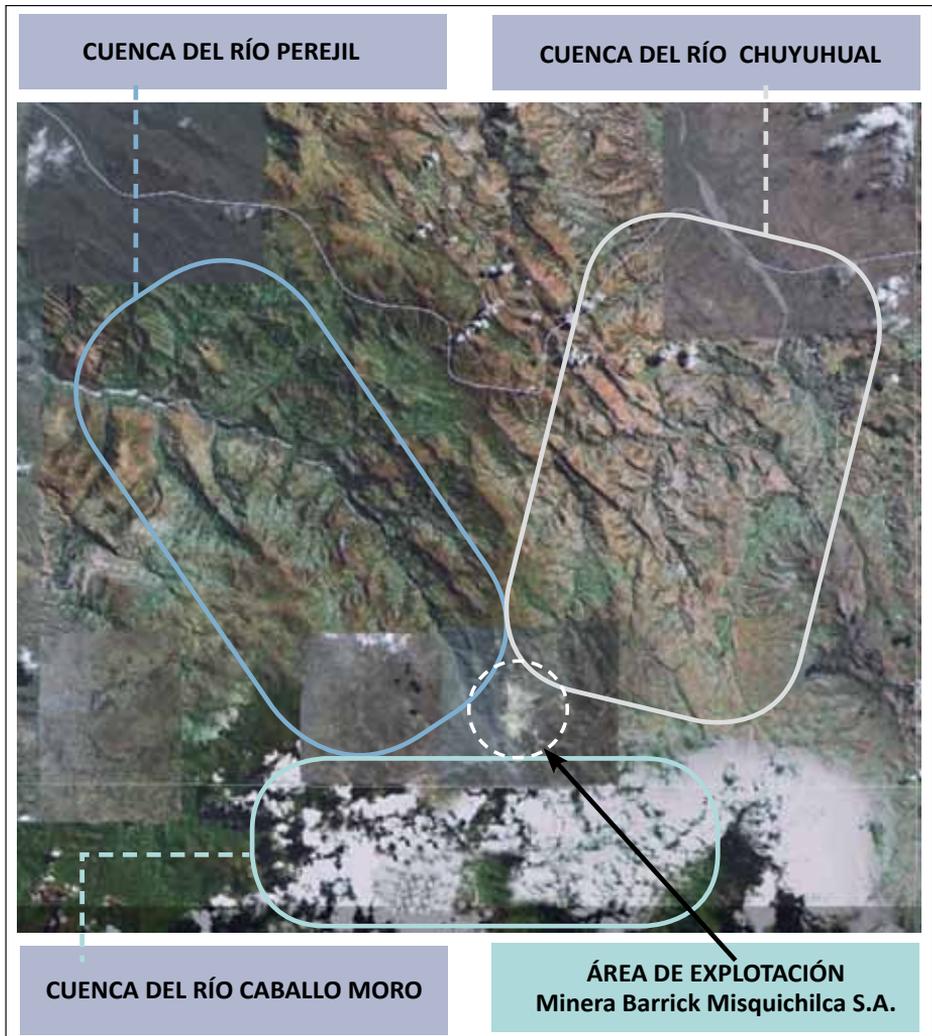
CLASIFICACIÓN	VALORES	COLOR	CALIDAD BIOLÓGICA
Aguas muy limpias	> 100	 Azul	Buena
Aguas con signos de estrés	61 - 100	 Verde	Aceptable
Aguas contaminadas	36 - 60	 Amarillo	Regular
Aguas muy contaminadas	16 - 35	 Naranja	Mala
Aguas extremadamente contaminadas	< 15	 Rojo	Pésima

¹⁷ Un microhábitat es un pequeño ecosistema con características ambientales y territoriales particulares dentro de un ecosistema más grande, esto hace que el microhábitat permita la existencia de un tipo particular de flora o fauna. Ejemplo, el tronco caído en el cauce de un río puede constituir un microhábitat.

3. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PUNTOS DE MONITOREO DEL AGUA

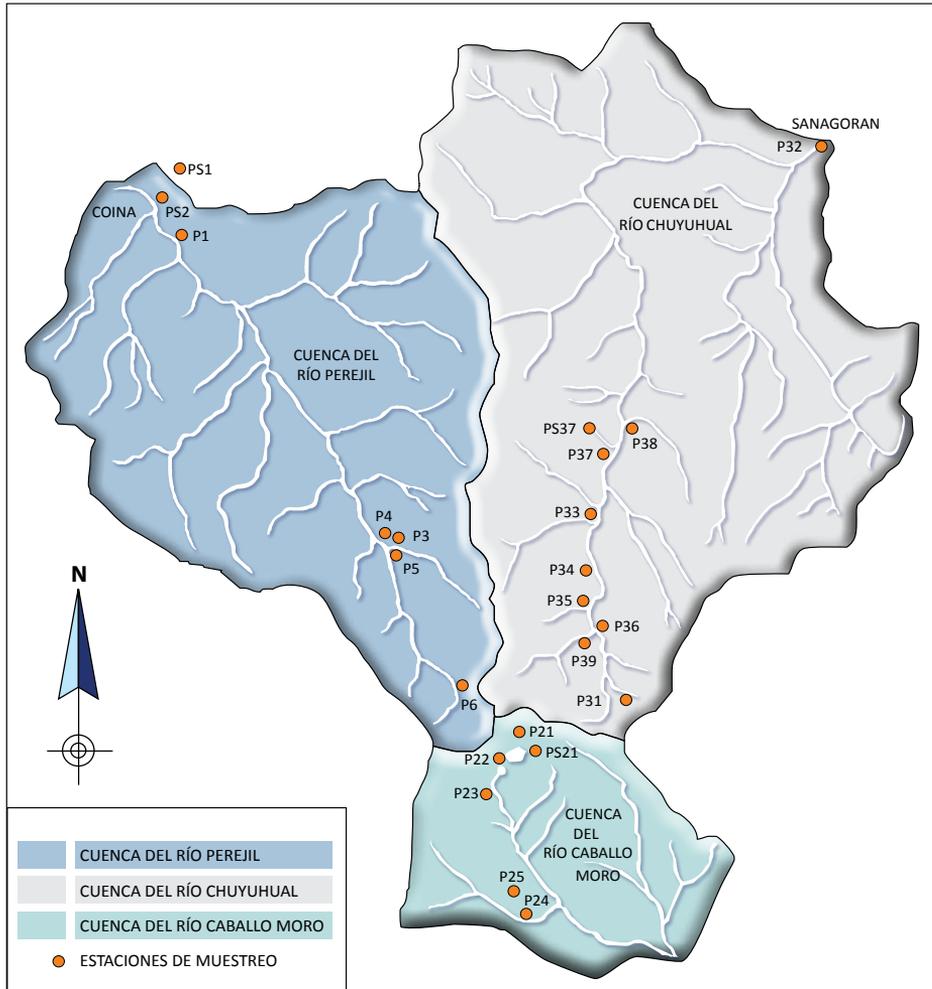
La siguiente fotografía de satélite muestra las cuencas del río Perejil, río Chuyuhual y río Caballo Moro, donde se realizó el monitoreo participativo de la calidad del agua.

FOTO N° 1



El siguiente mapa presenta un esquema de la ubicación de los puntos de toma de muestras de agua en las tres cuencas monitoreadas.

MAPA N° 2
ÁREA DE PRESENCIA DE LA MINERA BARRICK MISQUICHILCA S.A.



Con fines de ubicación geográfica de los puntos de monitoreo, a continuación se presentan cuadros de localización (coordenadas UTM y altura m.s.n.m.) en las tres cuencas, con indicación de las fechas de muestreo.

- El punto **P6**, punto control (PC), es un afluente al río Perejil que está ubicado a 3,965 m.s.n.m., cerca de Callacuyán, a 30 m. antes de la desembocadura del afluente al río Perejil, en la cabecera de la cuenca en una zona cercana al área de operaciones de la Minera Barrick Misquichilca S.A. La vertiente en la que se ubica no recibe influencia de la empresa minera, y se han identificado actividades de pastoreo pero de manera difusa en los alrededores de este punto de monitoreo.



FOTO N° 2

P6 punto control, afluente al río Perejil

- Los puntos **P3**, **P4** y **P5** son puntos problema (PP) que se ubican a la altura de los poblados San Pedro y Canibamba Alto, aguas abajo del punto **P6**.
- El punto **P3** (PP) se ubica a 3506 m.s.n.m. en el río Negro, 300 m. antes de la desembocadura al río Perejil, cuya nacimiento se origina en el área de operaciones de la Minera Barrick Misquichilca S.A. Adicionalmente, a lo largo de la ribera de este río se ubican minas que se dedican a la extracción de carbón mineral, cuyo número se incrementa año a año.



FOTO N° 3

P3 desmonte de minería de carbón a orillas del río Negro

- El Punto **P4** (PP) se ubica a 3254 m.s.n.m. en el río Perejil a 50 m. después de la desembocadura del río Negro, y recibe influencia directa del punto **P3**.
- El punto **P5** (PP) se sitúa a 3444 m.s.n.m. en el canal “El Grillo” de Canibamba después de la toma del río Perejil, aguas arriba del punto **P4** y no está influenciado por el punto **P3**.
- El punto **P1** también es determinado como (PP) se ubica a 1982 m.s.n.m. en el canal Siguis de riego, a 20 m. de la toma del río Chicama a la altura del poblado de Coina (Sector la Fundición); sus aguas abastecen las parcelas de cultivo de los habitantes de este centro poblado, que en su mayoría se dedica a la siembra de frutales y productos de pan llevar.

FOTO N° 4

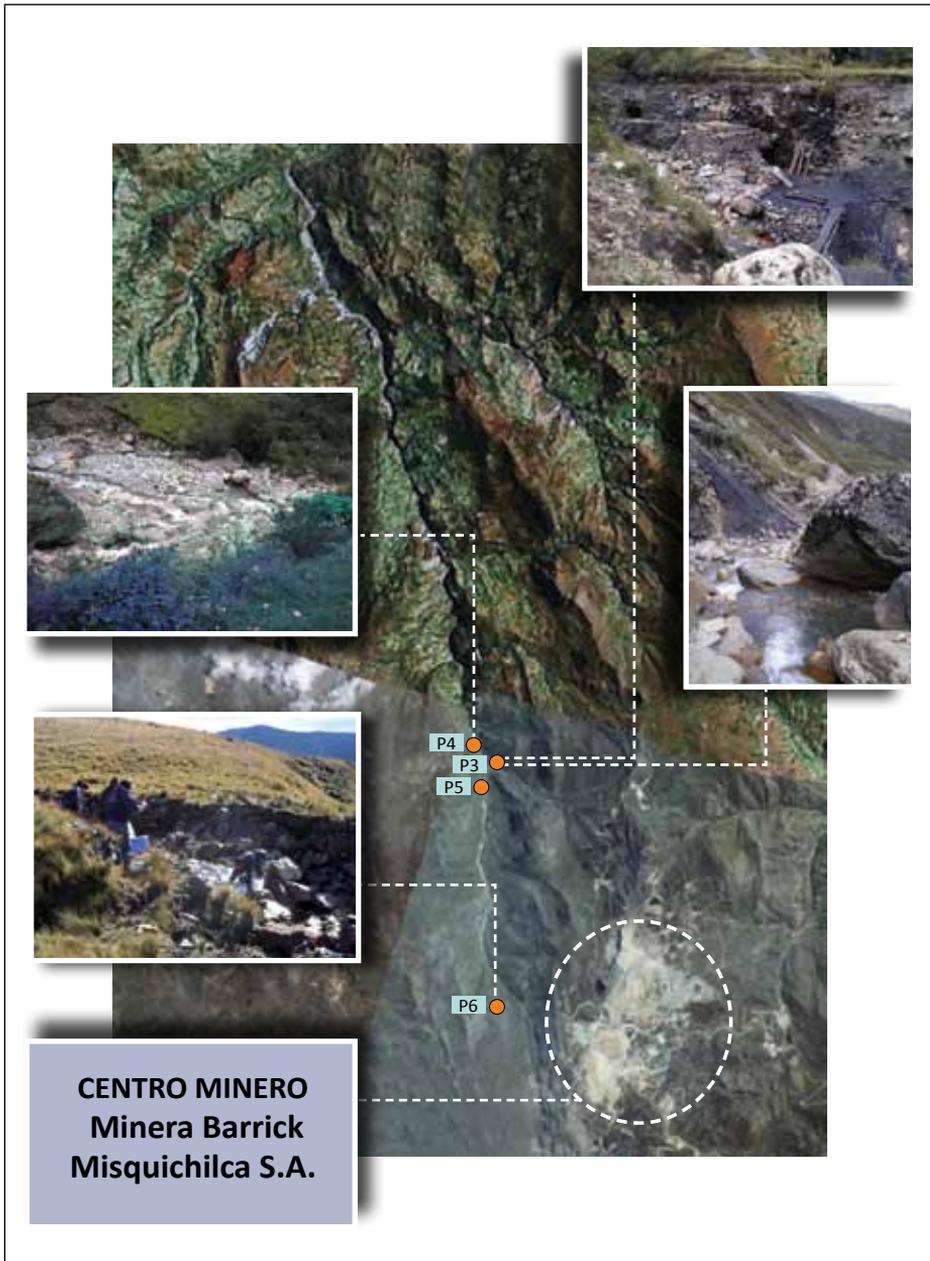


P1 análisis de pH, nótese el color del agua debido a la erosión que ocurre aguas arriba

- El punto **PS1** determinado como (PC) se ubica en el río Chambuc a 5 m. antes de la toma del canal Chambuc a 2357 m.s.n.m., sus aguas irrigan los cultivos de los habitantes de la misma localidad, la Pauca y Pampa Verde.
- El punto **PS2** determinado con (PP) se ubica en San Benito, Pesquería a 200 m. de la mina Shumin, altura del puente a 1844 m.s.n.m., estas aguas se dirigen al río Chicama.

Para una mejor visualización, a continuación se muestra en foto satelital la ubicación de los puntos señalados. Esta foto muestra también la ubicación de la explotación de la Minera Barrick Misquichilca S.A.

FOTO N° 5



- El punto **P31** determinado como (PC) está localizado en la quebrada Vira Vira a 3842 m.s.n.m. donde se han identificado actividades de pastoreo de ovinos a pequeña escala. Este punto se ubica en la cabecera de la cuenca y es la naciente del río Chuyuhual, se encuentra posicionado aguas arriba de los puntos **P35**, **P36** y **P39**, los que a su vez se sitúan a la altura del campamento de la Minera Barrick Misquichilca S.A.
- El punto **P39** se encuentra a 3770 m.s.n.m. en la quebrada modificada que forma el efluente de la Laguna Negra situada en el área de operaciones de la MBM. Este punto de monitoreo influye directamente los puntos **P35** y **P36** al ser un tributario del río Chuyuhual y ubicarse aguas arriba de estos puntos.
- El punto **P36** está localizado en el río Chuyuhual a 3753 m.s.n.m. a 20 m. de la desembocadura de la quebrada Negra al Chuyuhual.

FOTO N° 6



P39 ingreso de agua entubada al río Chuyuhual

FOTO N° 7

- El punto **P35** se ubica a 3647 m.s.n.m. en el río Chuyuhual a 40 m. de la confluencia de la quebrada Quishuar Sur y el Chuyuhual.



P35 nótese la abundancia de algas filamentosas¹⁸

- El punto **P34** determinado también como (PP) se localiza a 3590 m.s.n.m. en la quebrada Quishuar Norte que desemboca en el río Chuyuhual, aguas abajo de los puntos **P35** y **P36**.
- El punto **P33** se ubica en la quebrada Vizcachas a 3294 m.s.n.m. que nace a la altura de la cancha de desmontes de la Minera Barrick Misquichilca S.A. y es un afluente del río Chuyuhual.
- Los puntos **P37** y **P38** se sitúan en el poblado El Chuyuhual, a 3338 y 3302 m.s.n.m., respectivamente. El primero se encuentra en el río del mismo nombre (cuenca media) y el segundo es un grifo de agua destinada al consumo doméstico, este punto queda desestimado para los análisis biológicos.
- Uno de los puntos que se añaden desde el año 2008 para el análisis biológico es el **P32**, ubicado en el río Caranmaca a 2694 m.s.n.m. Esta estación fue posteriormente desactivada y desde 2009 sólo se analizaron dos muestras.
- El otro punto determinado como (PC), el **PS37**, se ubica en la quebrada El Salitre a 3353 m.s.n.m.

En la siguiente foto satelital puede apreciarse los puntos de monitoreo de la cuenca del río Chuyuhual.

¹⁸ Son organismos primarios, capaces de producir su alimento realizando un proceso de fotosíntesis, tienen aspecto de filamentos o hilos.

FOTO N° 8

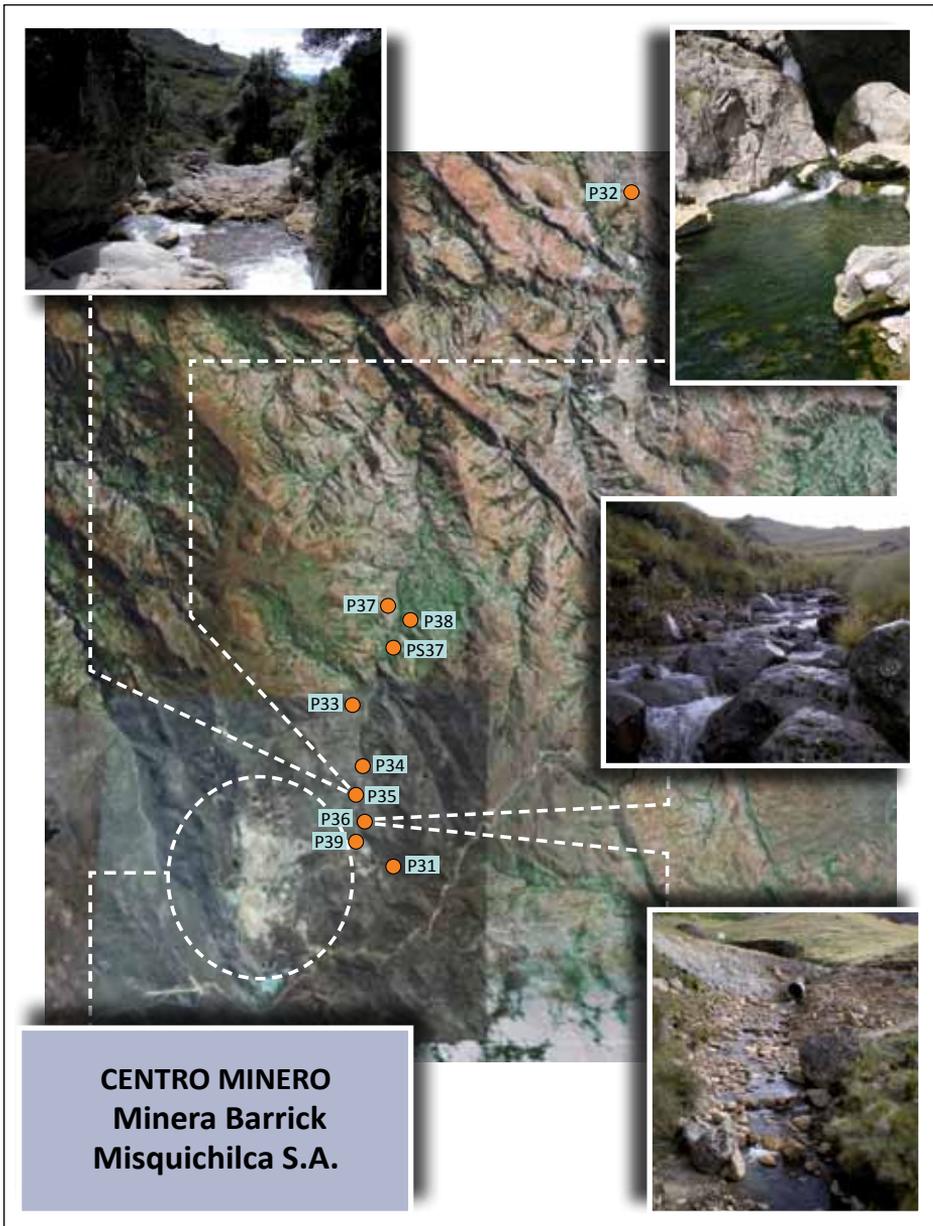


FOTO N° 9

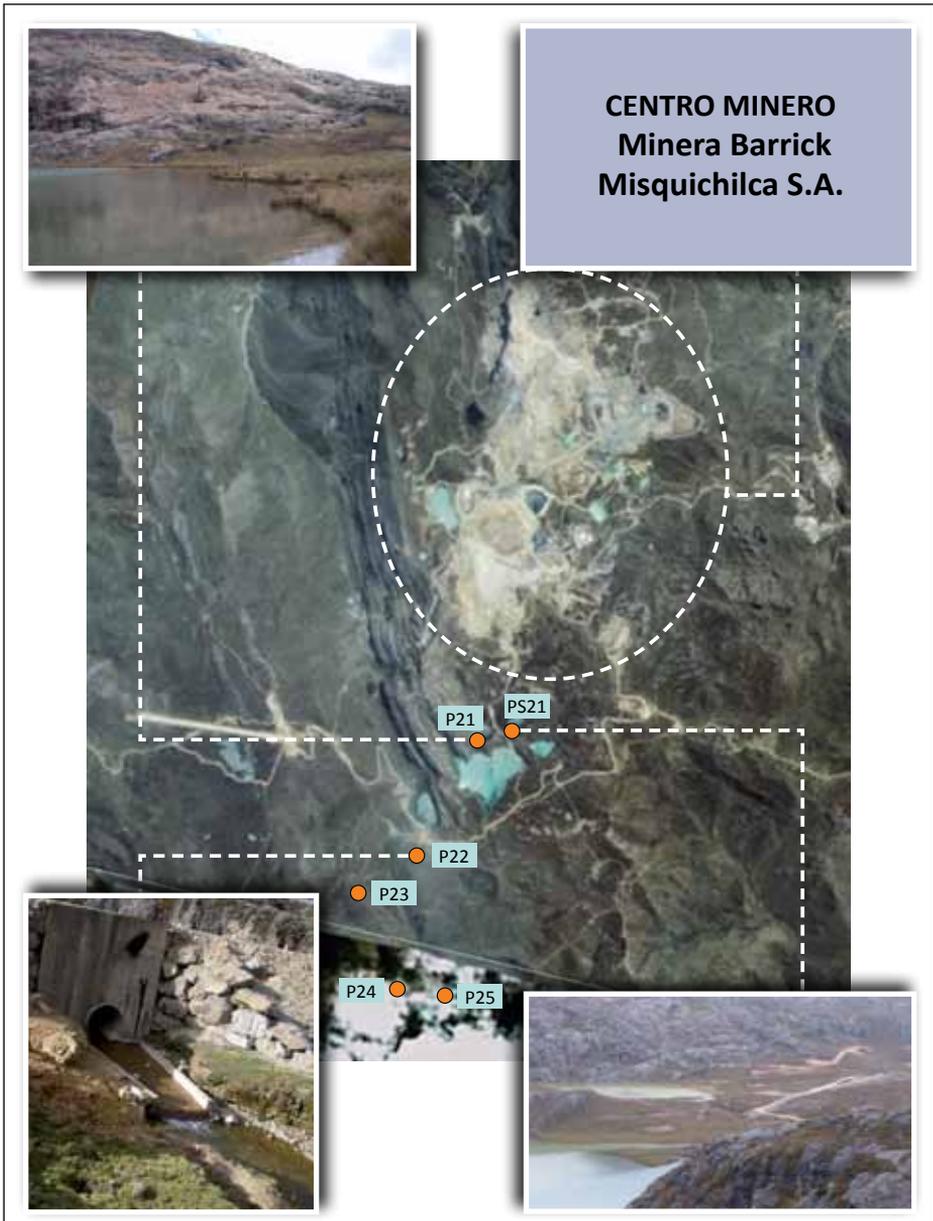


P21 nótese el color diferente en la laguna de toma de muestra

- Los puntos **P24** y **P25** se determinaron como puntos (PC) que se ubican a 4004 m.s.n.m. en el sector Tres Cruces y a 4028 m.s.n.m. en el sector Las Pajillas, respectivamente.
- El punto **P23** se encuentra en la quebrada Cushpiro a 4054 m.s.n.m. y sus aguas drenan del complejo de lagunas La Julia.
- El punto **P22** a 4020 m.s.n.m. y ubicado en la naciente de la cuenca del río Caballo Moro, se estableció en un efluente de la laguna El Toro.
- El punto **P21** se encuentra a 4083 m.s.n.m. en la laguna con el pequeño islote, ubicada en la cabecera de la cuenca cercana a la Laguna Verde, dentro del área de concesión de la Minera Barrick Misquichilca S.A.
- **PS21** está ubicado en la cabecera de la cuenca frente a la laguna con el pequeño islote a 4085 m.s.n.m.

La siguiente foto satelital muestra los puntos de monitoreo de la cuenca del río Caballo Moro.

FOTO N° 10



IV

RESULTADO

1. CUENCA DEL RÍO PEREJIL

En la cuenca del río Perejil existen abundantes yacimientos de carbón mineral por lo que se han instalado a lo largo de su ribera, y algunos tributarios, un gran número de mineras informales dedicadas a la extracción de este mineral. Cabe señalar que parte del proyecto Lagunas Norte de la Minera Barrick Misquichilca S.A. también se ubica en esta cuenca.



Es posible que la vulneración de los Estándares de Calidad de Agua -ECA, con parámetros como el potencial de hidrógeno (pH) y elementos como el manganeso, aluminio, hierro, níquel y cadmio se deba fundamentalmente a la sumatoria de diversas actividades extractivas que ocurren a lo largo de esta cuenca. Presentamos a continuación el registro de datos de los elementos que han vulnerado la legislación vigente en la cuenca del río Perejil.

A. Potencial de Hidrógeno (pH)

La concentración de iones hidrógeno (pH) es un indicador de acidez en el agua, y es de gran importancia como indicador de contaminación cuando se encuentra sobre o debajo de los parámetros establecidos. Su origen puede encontrarse en fuentes orgánicas (ejemplo, ácidos húmicos) o inorgánicas (ejemplo, ácidos inorgánicos). La variación del pH en el agua resulta ser muy crítica debido a que muchas formas de vida acuática se desarrollan a valores y rangos estrictos de este parámetro, de modo que su inestabilidad puede

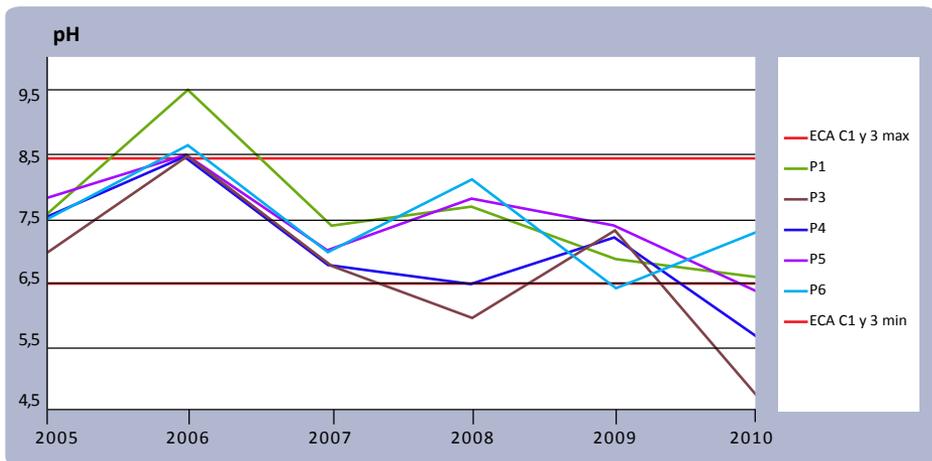
**CUADRO N° 9
MARCO LEGAL DE ANÁLISIS Y RESULTADOS
POTENCIAL DE HIDRÓGENO EN EL RÍO PEREJIL Y TRIBUTARIOS**

ESTACIÓN	pH					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
ECA-C 1 y 3-max	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40
P1	7,50	9,50	7,40	7,70	6,90	6,60
P3	7,00	8,50	6,80	6,00	7,30	4,80
P4	7,50	8,50	6,80	6,50	7,20	5,70
P5	7,80	8,50	7,00	7,80	7,40	6,40
P6	7,50	8,60	6,90	8,10	6,40	7,30
Parámetro						
Clase I	-					
Clase III	-					
OMS(2004)	-					
UE (1998)	-					
SA agricultura	6,5 - 8,4					
SA ganadería	-					
CATEGORÍA 1	A1	6,5 - 8,5				
	A2	5,5 - 9,0				
	A3	5,5 - 9,0				
CATEGORÍA 3	Riego vegetales	6,5 - 8,5				
	Bebida de animales	6,5 - 8,4				
CATEGORÍA 4	6,5 - 8,5					

originar la desaparición de especies, comunidades y poblaciones, ocasionando modificaciones severas en los ecosistemas.

Los resultados obtenidos muestran que el pH presenta una tendencia de franca descendencia propiciando que las aguas del río Perejil se vuelvan cada vez más ácidas. En el P3 y P4, el pH ha descendido considerablemente llegando a tener un valor de 4,8 en el primero y 5,7 en el segundo, en el monitoreo del año 2010. Sin embargo, en el punto P1 los niveles de pH tienden a mantenerse dentro de los límites establecidos pero siempre en descenso, mientras que en el punto P5, el pH se ubica ligeramente por debajo del límite. Lo señalado permite apreciar que el agua en los puntos P3 y P4 es inapropiada para el consumo humano directo con simple desinfección (Categoría 1: A1), e incluso no es apta para ser usada en labores agrícolas y ganaderas. El descenso del nivel de pH se debería en gran medida a las actividades extractivas que se desarrollan aguas arriba del punto P3, lo que también influye en el P4, que se ubica aguas abajo del P3. El P6 es el punto control y como se observa mantiene un nivel adecuado de pH, el cual no excede los límites nacionales e internacionales vigentes.

GRÁFICO N° 1
TENDENCIA DEL POTENCIAL DE HIDRÓGENO EN EL RÍO PEREJIL Y TRIBUTARIOS
JUNIO DEL 2005 A JULIO DEL 2010



ECA: Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

B. Manganeso

El manganeso es un elemento traza¹⁹ que se encuentra en pequeñas cantidades en el suelo. Su aparición en los puntos P1 y P3, y el consecuente incremento año tras año de este elemento en los puntos de monitoreo, puede obedecer a procesos de erosión que estarían ocurriendo aguas arriba de los puntos monitoreados debido a remoción de tierras para extracción de minerales.

El punto P1, por ser el que se encuentra a menor altura sobre el nivel del mar recibe un mayor aporte de tributarios y por tanto contiene elementos como metales y otros, tendencia que puede apreciarse en los resultados mostrados.

CUADRO N° 10
MARCO LEGAL DE ANÁLISIS Y RESULTADOS
CONCENTRACIÓN DE MANGANESO EN EL RÍO PEREJIL Y TRIBUTARIOS

ESTACIÓN		Mn (mg/L)					
		2005	2006	2007	2008	2009	2010
P1		0,2310	0,3230	0,2594	0,3610	0,3349	0,7844
P3		0,1770	0,2100	0,0672	0,1700	0,2270	0,2170
P4		0,0810	0,1290	0,0547	0,1090	0,1200	0,1112
P5		<0,009	0,0080	0,0055	0,0660	0,0026	<0,0001
P6		<0,009	0,0080	0,0040	0,0030	0,0017	<0,0001
Parámetro							
Clase I		-					
Clase III		-					
OMS(2004)		0,50					
UE (1998)		0,05					
SA agricultura		0,02					
SA ganadería		10,00					
CATEGORÍA 1	A1	0,10					
	A2	0,40					
	A3	0,50					
CATEGORÍA 3	Riego vegetales	0,20					
	Bebida de animales	0,20					
CATEGORÍA 4		NC					

¹⁹ En química analítica, un elemento traza es un elemento presente en una muestra que posee una media de concentración menor a 100 microgramos por gramo.

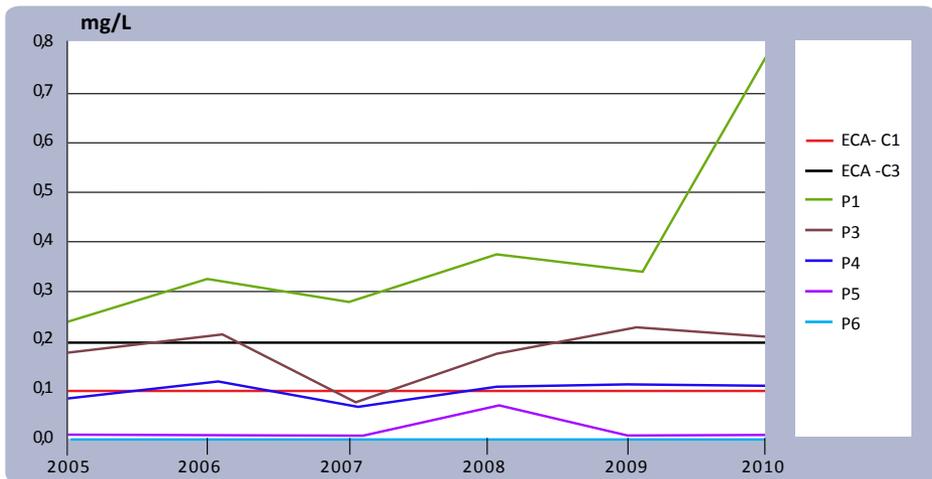
El incremento de las concentraciones de manganeso en el punto P3, que el año 2010 excedió los ECA, puede explicar los niveles de este elemento en el punto P4 (río Perejil). En tal sentido, a lo largo de todo el cauce del río Negro donde se ubica el P3 se han asentado una serie de pequeñas empresas mineras artesanales dedicadas a la extracción de carbón mineral.

Además de los efluentes de estas empresas mineras, este río recibe aportes hídricos que provienen del área de influencia directa de la Minera Barrick Misquichilca S.A. ya que aguas arriba existe un punto de descarga de esta compañía.

Debido a la presencia de manganeso, el agua en estos puntos no es apta para consumo humano con tratamiento simple (Categoría 1: A1) y en algunos casos, como los puntos P1 y P3, no es apta para agricultura ni ganadería.

En los puntos P1, P3 y P4 se observa una tendencia ascendente en la concentración de este elemento, a excepción del año 2007. El punto P6, punto control, muestra concentraciones de tendencia decreciente a lo largo del tiempo con niveles que no exceden los ECA.

GRÁFICO N° 2
TENDENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE MANGANESO EN EL RÍO PEREJIL Y TRIBUTARIOS
JUNIO DEL 2005 A JULIO DEL 2010



ECA: Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

C. Aluminio

El aluminio es el metal más abundante en la naturaleza y se encuentra ampliamente distribuido en la matriz geológica. Se observa que la presencia de este elemento se ha incrementado significativamente en el punto P1 y P4, llegando en el año 2008 a concentraciones mayores de 4,0 mg/L en el P4, mientras que en el año 2009 el P1 alcanzó una concentración de 9,791 mg/L. Asimismo, aunque sus concentraciones disminuyeron en el año 2010, alcanzando un valor de 5,359 mg/L en el P1 y 0,786 mg/L en el P4, éstas todavía exceden el ECA correspondiente a la categoría 1, por lo que su consumo es riesgoso, excepto en el caso que se aplique un tratamiento avanzado (Categoría 1: A3).

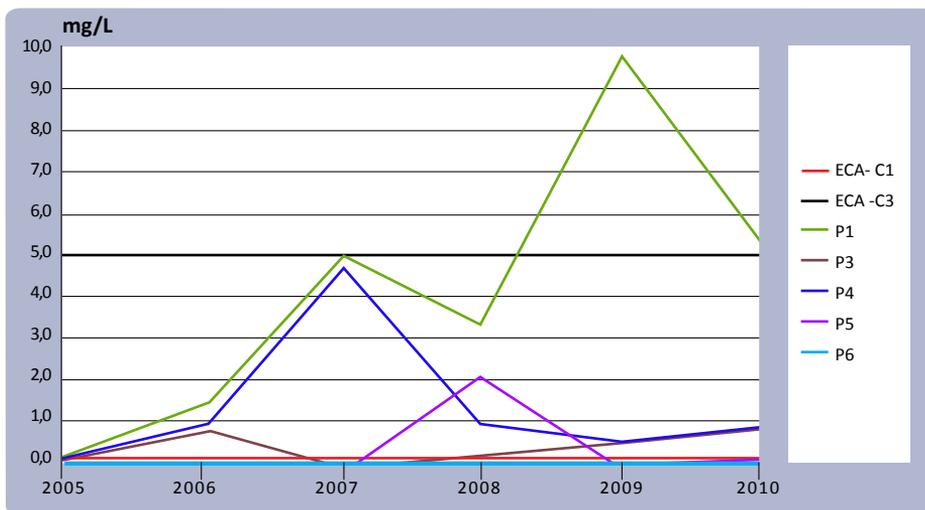
CUADRO N° 11
MARCO LEGAL DE ANÁLISIS Y RESULTADOS
CONCENTRACIÓN DE ALUMINIO EN EL RÍO PEREJIL Y TRIBUTARIOS

ESTACIÓN	Al (mg/L)					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
P1	0,066	1,40	5,086	3,237	9,791	5,359
P3	<0,012	0,80	0,067	0,295	0,487	0,739
P4	0,061	0,93	4,706	0,856	0,445	0,786
P5	<0,042	0,06	0,076	2,104	0,057	0,046
P6	<0,042	0,04	0,051	0,047	0,051	0,039
Parámetro						
Clase I	-					
Clase III	-					
OMS(2004)	0,20					
UE (1998)	0,20					
SA agricultura	5,00					
SA ganadería	5,00					
CATEGORÍA 1	A1	0,20				
	A2	0,20				
	A3	0,20				
CATEGORÍA 3	Riego vegetales	5,00				
	Bebida de animales	5,00				
CATEGORÍA 4	NC					

Por otro lado, el agua en este punto es inapropiada para riego y consumo de animales (Categoría 3) lo cual es significativo para el poblado de Coina que se ubica en un valle de actividad eminentemente agrícola.

Otros puntos en que los resultados exceden los parámetros recomendados por la normativa peruana para agua de consumo humano, son el punto P3 (río Negro: afluente al río Perejil) y el punto P4 (río Negro: afluente al río Perejil). La contaminación en el punto P4 se debería en gran medida a que sobre el cauce del río Negro se encuentran muchas minas a socavón dedicadas a la extracción de carbón mineral, cuyos desmontes por lo general se ponen en contacto con el agua y son arrastrados junto a elementos como el aluminio. Cabe mencionar que de estos ríos salen numerosos canales que encauzan aguas hacia diferentes parcelas de cultivo de pequeños agricultores asentados en la zona. Se considera que por la carga de este elemento en el agua, ésta no debería usarse en labores agrícolas. El punto P6, punto control ubicado en la cabecera de esa cuenca, muestra concentraciones de aluminio que no exceden los límites establecidos.

GRÁFICO N° 3
TENDENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE ALUMINIO EN EL RÍO PEREJIL Y TRIBUTARIOS
JUNIO DEL 2005 A JULIO DEL 2010



ECA: Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

D. Hierro

El hierro es un elemento químico que forma un compuesto denominado pirita comúnmente asociado al oro, cobre y carbón mineral (FeS₂: 53,4% de azufre y 46,4% de hierro). En contacto con el agua y el aire la pirita se oxida formando ácido sulfúrico conocido como Drenaje Acido de Mina (DAM) y hierro disuelto. El DAM es sumamente toxico porque acidifica las aguas, lo que ocasiona la interrupción de la cadena trófica, con la subsecuente desaparición de especies de flora y fauna.

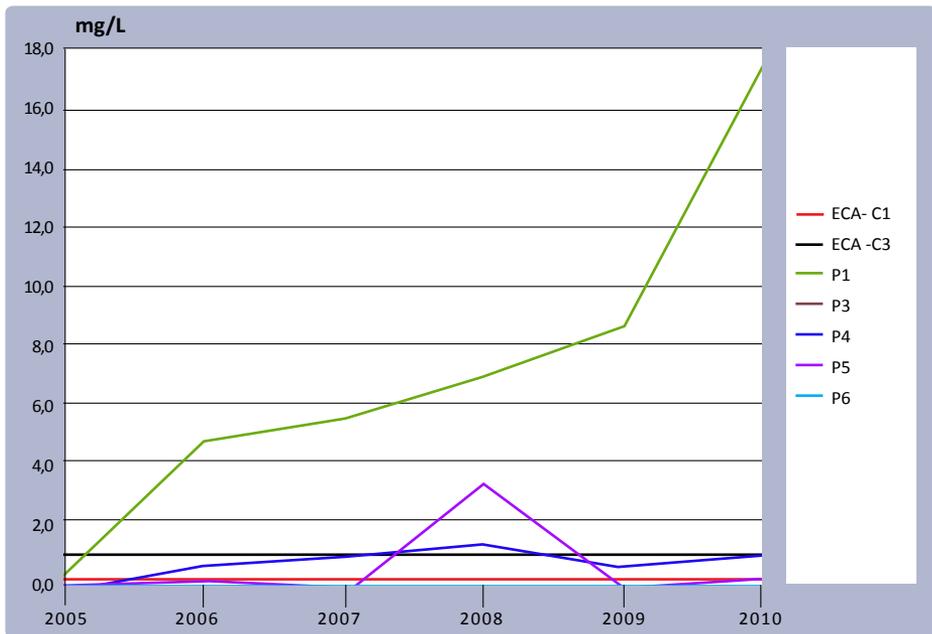
CUADRO N° 12
MARCO LEGAL DE ANÁLISIS Y RESULTADOS
CONCENTRACIÓN DE HIERRO EN EL RÍO PEREJIL Y TRIBUTARIOS

ESTACIÓN	Fe (mg/L)					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
P1	<0,021	4,700	5,422	6,709	8,582	17,687
P3	<0,021	0,200	0,040	0,140	0,317	0,392
P4	<0,021	0,600	0,963	1,229	0,562	0,893
P5	<0,021	<0,1	0,048	3,267	0,034	0,048
P6	<0,021	<0,1	0,025	0,021	0,007	0,017
Parámetro						
Clase I		-				
Clase III		-				
OMS(2004)		0,5 - 50				
UE (1998)		0,20				
SA agricultura		5,00				
SA ganadería		10,00				
CATEGORÍA 1	A1	0,30				
	A2	0,30				
	A3	1,00				
CATEGORÍA 3	Riego vegetales	1,00				
	Bebida de animales	1,00				
CATEGORÍA 4		NC				

Como se puede observar en el gráfico, la concentración de hierro en el punto P1 se incrementa cada año, llegando a 17,687 mg/L el año 2010. En contraste, el punto P6 (punto control) ha mantenido constante en el tiempo sus concentraciones y por debajo de los ECA vigentes, así como también debajo de estándares internacionales como los de la Unión Europea.

El incremento de hierro en estos ríos estaría asociado a las actividades extractivas en la zona (aguas arriba de los puntos monitoreados). Sólo en los puntos P5 y P6 el agua sería apta para el consumo humano, mientras que en los puntos P3 y P4 el agua sólo podría usarse para labores agrícolas o ganaderas. La contaminación en el punto P1 ha llegado a niveles elevados, de tal manera que no podría ser usada ni siquiera en labores agrícolas y ganaderas (según ECA y UE).

GRÁFICO N° 4
TENDENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE HIERRO EN EL RÍO PEREJIL Y TRIBUTARIOS
JUNIO DEL 2005 A JULIO DEL 2010



ECA: Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

E. Níquel

El níquel es un elemento abundante en la naturaleza, se encuentra formando diferentes compuestos pudiendo a veces estar asociado a compuestos sulfurados. Al ser un compuesto abundante en la matriz geológica, es posible que al realizar actividades de remoción de tierras este elemento quede expuesto y luego pueda ser arrastrado mediante las escorrentías hacia fuentes de agua superficial (ríos, quebradas, lagunas) incrementando su concentración. Puede apreciarse que el punto P1 recibe una serie de tributarios, al estar

CUADRO N° 13
MARCO LEGAL DE ANÁLISIS Y RESULTADOS
CONCENTRACIÓN DE NÍQUEL EN EL RÍO PEREJIL Y TRIBUTARIOS

ESTACIÓN	Ni (mg/L)					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
P1	...	0,0080	0,0080	0,0130	0,0130	0,0290
P3	...	0,0080	<0,004	0,0110	0,0070	0,0080
P4	...	0,0090	0,0050	0,0080	0,0050	0,0060
P5	...	<0,004	<0,004	0,0060	<0,001	<0,002
P6	...	<0,004	0,0190	0,0040	<0,001	<0,002
Parámetro						
Clase I	0,002					
Clase III	3					
OMS(2004)	0,02					
UE (1998)	0,02					
SA agricultura	-					
SA ganadería	-					
CATEGORÍA 1	A1	0,02				
	A2	0,025				
	A3	0,025				
CATEGORÍA 3	Riego vegetales	0,02				
	Bebida de animales	0,02				
CATEGORÍA 4	0,025					

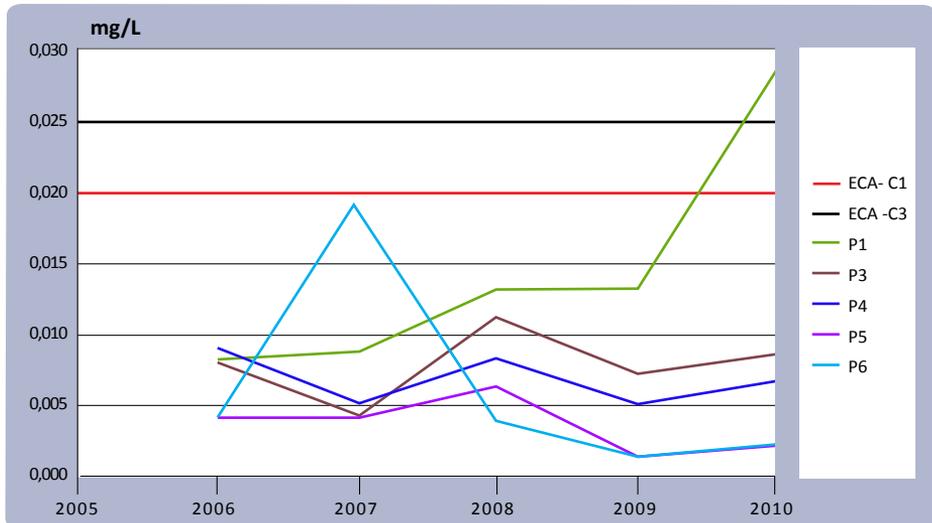
ubicado en la cuenca media del río Perejil, algunos de los cuales pueden aportar grandes cantidades de níquel al agua.

Los resultados del monitoreo permiten observar una tendencia ascendente de este elemento, que incrementa su concentración hasta que el año 2010 excede los ECA, de tal manera que el agua resulta inapropiada para consumo humano (Categoría 1: A1, A2 y A3).

Asimismo, esta agua no ofrecería un ambiente apropiado para el desarrollo de la vida acuática (Categoría 4). No obstante que la mayoría de organismos acuáticos tienden a desarrollar resistencia a este elemento rápidamente, los resultados encontrados superan en el año 2010 los límites recomendados por organismos internacionales como la OMS y la Unión Europea.

En el P6, punto control, las concentraciones de este elemento se encuentran dentro de los límites establecidos por la normativa nacional vigente para cada caso.

GRÁFICO N° 5
TENDENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE NÍQUEL EN EL RÍO PEREJIL Y TRIBUTARIOS
JUNIO DEL 2005 A JULIO DEL 2010



ECA: Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

F. Cadmio

El cadmio es un elemento que usualmente no se encuentra libre en la naturaleza y generalmente está asociado al zinc. Es muy probable que este elemento aparezca en el ambiente debido a procesos de erosión vinculados con la extracción de minerales, a partir de los cuales puede ser arrastrado hasta el agua.

El incremento en sus concentraciones podría explicarse por dos fenómenos: en primer lugar, por la apertura de nuevas minas dedicadas a la extracción

CUADRO N° 14
MARCO LEGAL DE ANÁLISIS Y RESULTADOS
CONCENTRACIÓN DE CADMIO EN EL RÍO PEREJIL Y TRIBUTARIOS

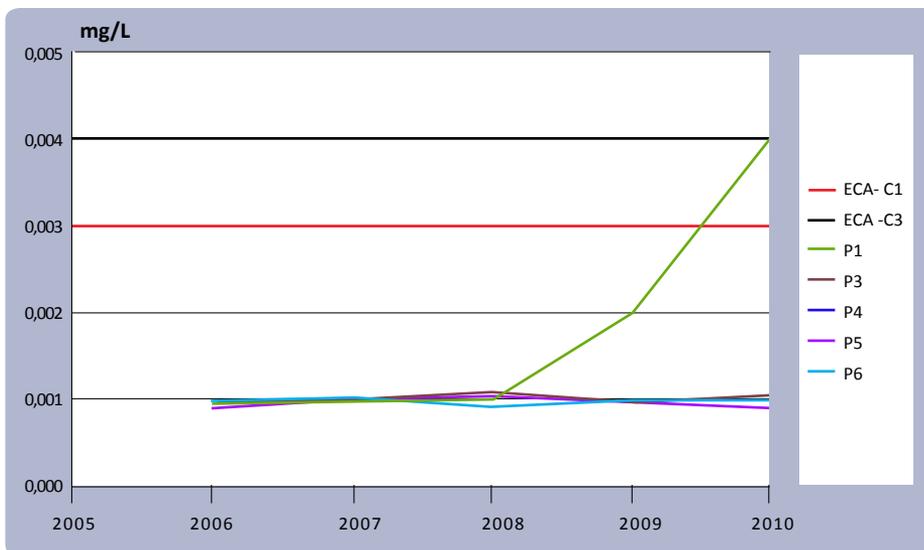
ESTACIÓN	Ni (mg/L)					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
P1	...	0,0080	0,0080	0,0130	0,0130	0,0290
P3	...	0,0080	<0,004	0,0110	0,0070	0,0080
P4	...	0,0090	0,0050	0,0080	0,0050	0,0060
P5	...	<0,004	<0,004	0,0060	<0,001	<0,002
P6	...	<0,004	0,0190	0,0040	<0,001	<0,002
Parámetro						
Clase I	0,002					
Clase III	3					
OMS(2004)	0,02					
UE (1998)	0,02					
SA agricultura	-					
SA ganadería	-					
CATEGORÍA 1	A1	0,02				
	A2	0,025				
	A3	0,025				
CATEGORÍA 3	Riego vegetales	0,02				
	Bebida de animales	0,02				
CATEGORÍA 4	0,025					

de carbón mineral a lo largo del cauce del río Perejil y sus tributarios; o, en segundo lugar, por las nuevas excavaciones de las minas existentes, dedicadas a la extracción de carbón mineral y oro, que tienen por finalidad extraer minerales de capas más profundas y dispersas de tierra.

Estas excavaciones pueden encontrar y exponer al ambiente gran cantidad de cadmio procedente de depósitos de sulfuro de cadmio. Se observa que desde el año 2008 en adelante se ha producido un incremento en la concentración de este elemento. En el año 2010 las concentraciones encontradas superaron los límites establecidos por la normativa ambiental vigente, de tal manera que el agua no es apta para consumo humano (Categoría 1: A1 y A2).

De otro lado, en la actualidad estas concentraciones constituyen una amenaza para el desarrollo de la vida acuática (Categoría 4). El punto control P6 no reporta valores elevados.

GRÁFICO N° 6
TENDENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE CADMIO EN EL RÍO PEREJIL Y TRIBUTARIOS
JUNIO DEL 2005 A JULIO DEL 2010



ECA: Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

G. Calidad biológica del agua

El muestreo de macroinvertebrados bentónicos en las 6 estaciones de la cuenca del río Perejil, en el año 2008 dio los siguientes resultados para los valores del nPeBMWP:

CUADRO N° 15

ESTACIÓN	PUNTAJE	COLOR	CALIDAD DE AGUA
P1	34	● Anaranjado	Muy contaminadas
PS1	87	● Verde	Con signos de estrés
PS2			
P3	55	● Amarillo	Contaminadas
P4	42	● Amarillo	Contaminadas
P5	43	● Amarillo	Contaminadas
P6	71	● Verde	Con signos de estrés

Estos resultados representan el primer monitoreo (M1) correspondientes a agosto de 2008. En la estación PS2 no se levantaron muestras.

El año 2009 los valores obtenidos del nPeBMWP mediante el muestreo de macroinvertebrados bentónicos en las 7 estaciones fueron:

CUADRO N° 16

Estación	M1			M2		
	Puntaje	Color	Calidad de agua	Puntaje	Color	Calidad de agua
P1	14	● Rojo	Extremadamente contaminadas	2	● Rojo	Extremadamente contaminadas
PS1	107	● Azul	Muy limpias	41	● Amarillo	Contaminada
PS2	90	● Verde	Con signos de estrés	32	● Anaranjado	Muy contaminadas
P3	17	● Anaranjado	Muy contaminadas	20	● Anaranjado	Muy contaminadas
P4	14	● Rojo	Extremadamente contaminadas	19	● Anaranjado	Muy contaminadas
P5	25	● Anaranjado	Muy contaminadas	25	● Anaranjado	Muy contaminadas
P6	53	● Amarillo	Contaminadas	39	● Amarillo	Contaminadas

La muestra M1 fué tomada en el mes de junio y la muestra M2 en el mes de noviembre.

El año 2010 los valores obtenidos del nPeBMWP fueron:

CUADRO N° 17

ESTACIÓN	PUNTAJE	COLOR	CALIDAD DE AGUA
P1	11	● Rojo	Extremadamente contaminadas
PS1	32	● Anaranjado	Muy contaminadas
PS2	30	● Anaranjado	Muy contaminadas
P3	5	● Rojo	Extremadamente contaminadas
P4	7	● Rojo	Extremadamente contaminadas
P5	31	● Anaranjado	Muy contaminadas
P6	30	● Anaranjado	Muy contaminadas

Estos resultados corresponden al monitoreo del primer período del año 2010.

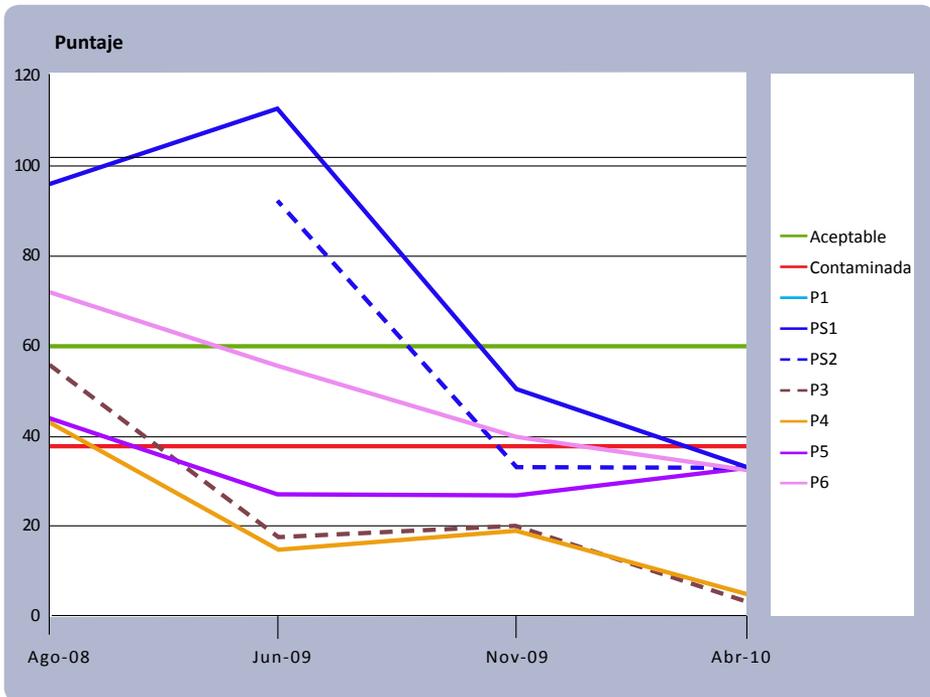
A continuación se presenta los puntajes obtenidos en los diferentes años, de agosto del año 2008 a abril del año 2010:

CUADRO N° 18

ESTACIÓN	PUNTAJE CALIDAD DE AGUA			
	Ago - 08	Jun - 09	Nov - 09	Abr - 10
P1	34	14	2	11
PS1	87	107	41	32
PS2		90	32	30
P3	55	17	20	5
P4	42	14	19	7
P5	43	25	25	31
P6	71	53	39	30

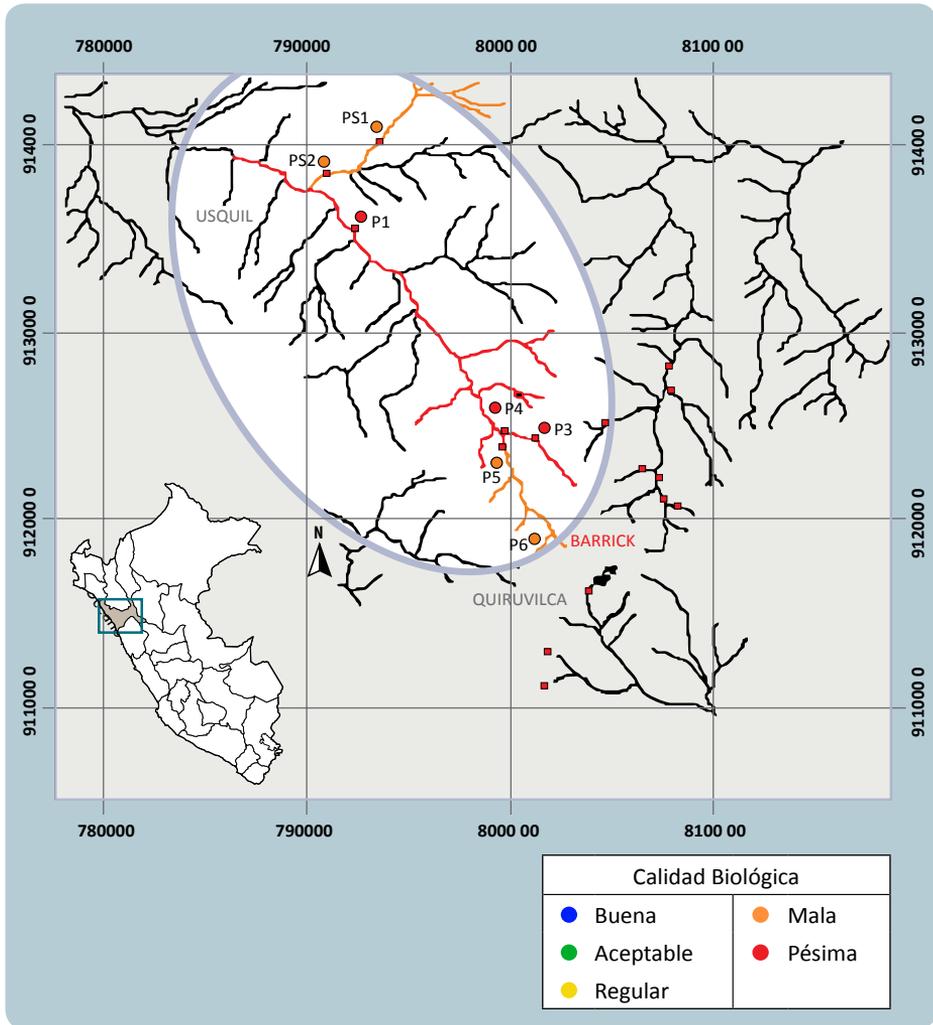
En el siguiente gráfico se observa que los resultados de la calidad biológica del agua en la cuenca del río Perejil reflejan un proceso de franco descenso de la calidad:

GRAFICO N° 7
CALIDAD DE AGUA EN EL RÍO PEREJIL



Para efectos de mejor visualización se incluye el siguiente mapa con los resultados del año 2010:

MAPA N° 3
LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO PEREJIL
A COMIENZOS DE 2010



Los resultados del análisis de calidad biológica en la cuenca del río Perejil muestran que la calidad del agua se ha deteriorado notablemente en el punto P3, el cual corresponde al río Negro, un afluente del río Perejil. A su vez, esta contaminación afecta la calidad del río Perejil aguas abajo, de tal manera que al llegar al punto P1 el agua presenta muy bajos niveles de calidad biológica, de tal modo que, en el monitoreo realizado en la segunda mitad del año 2009 (M2), los puntos de control (PS1 y P6) evidenciaron aguas contaminadas, mientras que los puntos problema presentaron una calidad que variaba desde muy contaminada hasta extremadamente contaminada lo que reflejó una mínima variedad de macroinvertebrados (se perdió biodiversidad).

La evaluación realizada el año 2009 ha reportado una considerable disminución de familias de macroinvertebrados en el segundo monitoreo realizado (M2), como consecuencia la calidad del agua ha empeorado. En los puntos PS1 y PS2 esta disminución puede deberse a que aguas arriba se han asentado mineras informales dedicadas a la extracción de oro; por otro lado, en los puntos P3, P4 y P5 la calidad del agua se ha mantenido pues el incremento del puntaje ha sido muy ligero, producto de la aparición de nuevas familias de macroinvertebrados propias de la estación.

Se observa también que la creciente demanda por la extracción de carbón de piedra viene ocasionando un grave deterioro de la calidad del agua debido al arrojado directamente al agua de grandes cantidades de los desechos de esta actividad.

Por otra parte, en el punto P6 el agua tenía baja calidad biológica el año 2009, situación que empeora el año 2010, lo que resulta preocupante debido a que dicho punto sirve como control. Esto podría explicarse en parte por un proceso de “recuperación” de las familias de macroinvertebrados debido a que meses atrás fue temporada de lluvias y en estas condiciones los macroinvertebrados son arrastrados disminuyendo su cantidad; sin embargo, la evidencia de abundante materia fecal de ganado aguas arriba de este punto indicaría que la ganadería se ha intensificado en los alrededores de este punto de monitoreo y podría ser la principal fuente de contaminación.

2. CUENCA DEL RÍO CHUYUHUAL

Desde un inicio se detectó en esta cuenca que los análisis de Estándares de Calidad de Agua-ECA, eran diferentes al de las otras cuencas monitoreadas. Los parámetros que sobresalían en las otras cuencas permanecieron dentro de los niveles recomendados en la legislación vigente, por ello se considera que este incremento estaría asociado a las actividades extractivas que se desarrollan en los alrededores de



los puntos de monitoreo. Es así que se encontraron elementos como arsénico, mercurio, cobalto, manganeso; además compuestos como nitratos, nitrógeno amoniacal y sulfatos, cuyo incremento indica claramente que la calidad del agua en esta cuenca se ha deteriorado, vulnerando la legislación ambiental vigente.

La ubicación estratégica de los puntos de monitoreo en este río, y algunos de sus tributarios, ha permitido obtener los resultados que a continuación se presentan.

A. Sulfatos

El agua procedente de minas y efluentes industriales contiene grandes cantidades de sulfato que deriva de la oxidación de la piritita (FeS) y el uso de ácido sulfúrico en sus procesos.

La erosión de grandes cantidades de tierras ricas en piritita trae como consecuencia la generación de cantidades considerables de ácido sulfúrico, que constituye el drenaje ácido de minas (DAM). Para la neutralización del DAM se utiliza la cal viva, la cual oxida el ácido sulfúrico y produce sulfatos.

CUADRO N° 19
MARCO LEGAL DE ANÁLISIS Y RESULTADOS
CONCENTRACIÓN DE SULFATOS EN EL RÍO CHUYUHUAL Y TRIBUTARIOS

ESTACIÓN	Sulfatos (mg/L)					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
P31	-	22,7	28,0	20,4	13,1	30,2
P33	8,7	9,4	9,5	12,8	21,6	26,4
P34	<3,7	<5,6	<3,8	<5,6	5,7	21,6
P35	21,2	125,0	42,2	102,0	80,5	783,0
P36	<3,7	168,0	67,1	111,0	79,1	799,0
P37	24,9	28,0	33,7	56,7	1,5	157,0
P38	14,6	12,9	24,2	12,8	0,3	27,8
P39						1102,0
Parámetro						
Clase I		-				
Clase III		-				
OMS(2004)		250				
UE (1998)		250				
SA agricultura		-				
SA ganadería		1000				
CATEGORÍA 1	A1	250				
	A2	NC				
	A3	NC				
CATEGORÍA 3	Riego vegetales	300				
	Bebida de animales	500				
CATEGORÍA 4		NC				

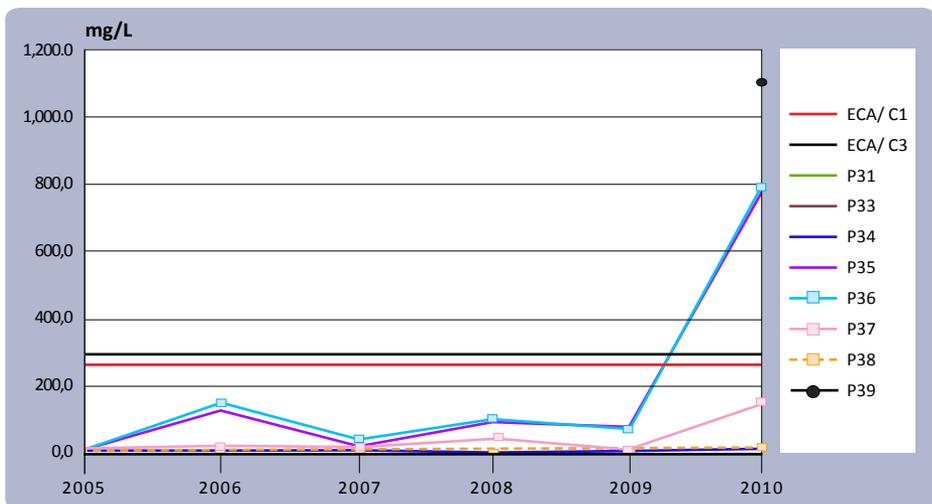
El presente monitoreo evidencia la presencia de grandes cantidades de sulfatos, lo cual indica la generación de grandes cantidades de DAM, que estarían siendo neutralizadas con cal viva lo que explicaría la presencia de los sulfatos.

En la actualidad el nivel de los sulfatos ha rebasado los ECA y se observa que el punto de partida es el P39, ubicado en la quebrada que nace de la laguna Negra situada en las instalaciones de MBM, el cual influye en los altos valores de este compuesto en los puntos P35 y P36.

Los sulfatos son perjudiciales para la salud de personas y animales, y en concentraciones mayores a 250 mg/L tienen un efecto laxante con la consecuente deshidratación y a veces muerte.

En el año 2010 los puntos monitoreados exceden los límites establecidos en la normativa nacional e internacional vigente a excepción del P31 que es el punto control.

GRÁFICO N° 8
TENDENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE SULFATOS EN EL RÍO CHUYUHUAL Y TRIBUTARIOS
JUNIO DEL 2005 A JULIO DEL 2010



ECA: Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

B. Demanda Bioquímica de Oxígeno

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es un parámetro que está asociado a la necesidad o consumo de oxígeno en el agua por parte de microorganismos (bacterias, hongos, algas, etc.), pero también de macroorganismos (macro invertebrados, peces, anfibios, etc.), para que puedan desarrollar sus actividades metabólicas que les permiten su subsistencia, de tal manera que a mayor cantidad de organismos vivos mayor será la DBO.

CUADRO N° 20
MARCO LEGAL DE ANÁLISIS Y RESULTADOS
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO EN EL RÍO CHUYUHUAL Y TRIBUTARIOS

ESTACIÓN	DBO (mg/L)					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
P31	-	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
P33	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
P34	<2,0	<2,0	<2,0	4	<2,0	<2,0
P35	<2,0	<2,0	<2,0	4	<2,0	10
P36	<2,0	<2,0	<2,0	4	<2,0	9
P37	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
P38	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
P39						13
Parámetro						
Clase I	5					
Clase III	15					
OMS(2004)	-					
UE (1998)	-					
SA agricultura	-					
SA ganadería	-					
CATEGORÍA 1	A1	3,0				
	A2	5,0				
	A3	10,0				
CATEGORÍA 3	Riego vegetales	15,0				
	Bebida de animales	<15				
CATEGORÍA 4	<10					

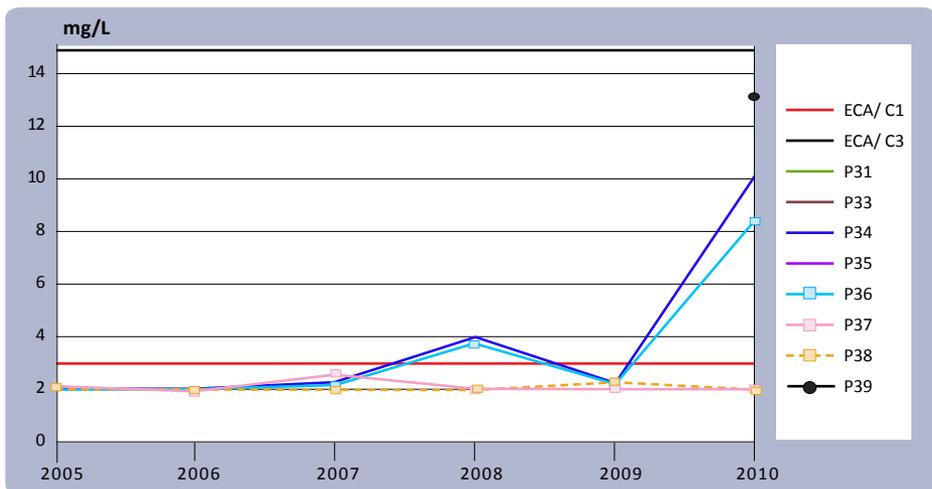
Cabe señalar que dentro de los microorganismos puede encontrarse una gran variedad, desde microbios ambientales, coliformes totales y fecales, hasta microorganismos patógenos, que causan enfermedades en el ser humano.

Por consiguiente, la presencia en un cuerpo de agua de altas concentraciones de DBO representa una elevada carga orgánica (de microorganismos) y esto es sinónimo de contaminación orgánica.

En el presente estudio se ha encontrado que en el año 2010 los puntos P35 y P36 presentaron una elevada carga de DBO, lo cual se asocia directamente al incremento de sus niveles en algunas quebradas (tributarios al río Chuyuhual), entre ellas la quebrada Negra donde se encuentra situado el P39. Esta quebrada fluye de la laguna Negra que se ubica dentro del área de operaciones de la Minera Barrick Misquichilca S.A.

Por otra parte, el incremento de DBO también puede relacionarse al incremento de nutrientes como nitratos, nitrógeno amoniacal y sulfatos en la zona.

GRÁFICO N° 9
TENDENCIA DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO
EN EL RÍO CHUYUHUAL Y TRIBUTARIOS
JUNIO DEL 2005 A JULIO DEL 2010



ECA: Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

C. Nitratos

Para este análisis se han seleccionado los puntos P35, P36, P39 y el punto P31. En el año 2005 las concentraciones de nitratos eran relativamente bajas e incluso, de acuerdo a la normativa nacional vigente en la fecha, el agua en los puntos P35 y P36 era apta para el consumo humano directo (Ley 17752: Clase I).

Sin embargo, desde el año 2006 los niveles de nitratos se han incrementado oscilando entre 1.32 y 3.58 mg/L en el P36. El incremento de la carga de nitratos ha originado la eutrofización del río Chuyuhual, con la proliferación excesiva de algas filamentosas en el lecho del río, en el tramo comprendido

CUADRO N° 21
MARCO LEGAL DE ANÁLISIS Y RESULTADOS
CONCENTRACIÓN DE NITRATOS EN EL RÍO CHUYUHUAL Y TRIBUTARIOS

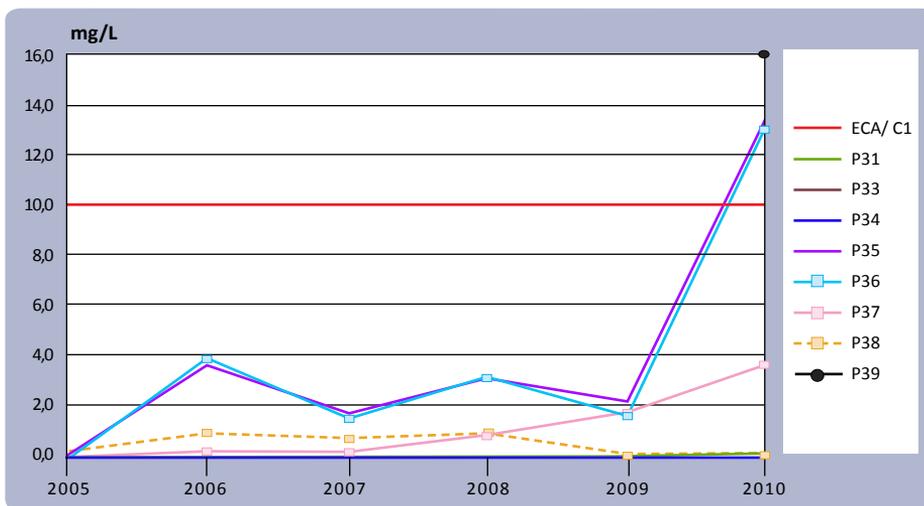
ESTACIÓN	Nitratos (mg/L)					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
P31	-	<0,04	<0,03	<0,037	<0,037	0,338
P33	0,070	0,080	<0,03	<0,037	<0,037	0,033
P34	0,080	0,070	0,090	<0,037	0,064	0,056
P35	0,120	3,280	1,730	2,860	1,900	13,600
P36	<0,006	3,580	1,600	2,810	1,320	13,000
P37	<0,006	0,320	0,340	0,976	1,470	3,280
P38	0,410	1,060	0,880	1,120	0,304	0,315
P39	-	-	-	-	-	16,900
Parámetro						
Clase I		0,01				
Clase III		0.1				
OMS(2004)		50				
UE (1998)		50				
SA agricultura		5				
SA ganadería		100				
CATEGORÍA 1	A1	10				
	A2	10				
	A3	10				
CATEGORÍA 3	Riego vegetales	10				
	Bebida de animales	50				
CATEGORÍA 4		10				

entre los puntos P35 y P36. Esto desequilibra el ecosistema, especialmente en épocas de sequía, con la subsecuente merma de organismos autóctonos del entorno acuícola.

Existen diferentes causas que podrían generar el incremento de este compuesto que van desde uso irracional de agroquímicos hasta el uso de explosivos como el nitrato de amonio (ANFO), aplicado comúnmente para realizar voladuras y extraer minerales. En este sentido, cabe destacar dos observaciones:

- La primera, que las concentraciones encontradas en el P39 son las causantes del incremento de nitratos en el río Chuyuhual (P35 y P36) y,
- La segunda, que en el monitoreo realizado en el año 2010 se puede apreciar que los puntos antes descritos exceden los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA), de tal manera que el agua en estos puntos solo sería apta para ganadería (Categoría 3), y no permitiría el desarrollo de vida acuática (Categoría 4).

GRÁFICO N° 10
TENDENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE NITRATOS
EN EL RÍO CHUYUHUAL Y TRIBUTARIOS
JUNIO DEL 2005 A JULIO DEL 2010



ECA: Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

D. Nitrógeno Amoniacal

El nitrógeno amoniacal es el primer compuesto formado a partir de nitrógeno (urea) mediante un proceso de descomposición bacteriana (amonificación), y es una forma soluble en el agua asimilable por las plantas. Este compuesto sigue un proceso de descomposición mediante el ciclo del nitrógeno, en el cual llega a formar nitritos y nitratos.

Los resultados obtenidos permiten visualizar un incremento progresivo de este compuesto desde el año 2008 en los puntos P35 y P36, llegando a tener valores de 16,93 y 19,89 mg/L, respectivamente, a diferencia del punto P31 (punto control) que ha disminuido los niveles de este compuesto (monitoreo del año 2010). El P31 está ubicado aguas arriba pero muy próximo a estos puntos.

También se conoce que la urea, aparte de ser usada en agricultura como

CUADRO N° 22
MARCO LEGAL DE ANÁLISIS Y RESULTADOS
CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO AMONIAICAL EN EL RÍO CHUYUHUAL Y TRIBUTARIOS

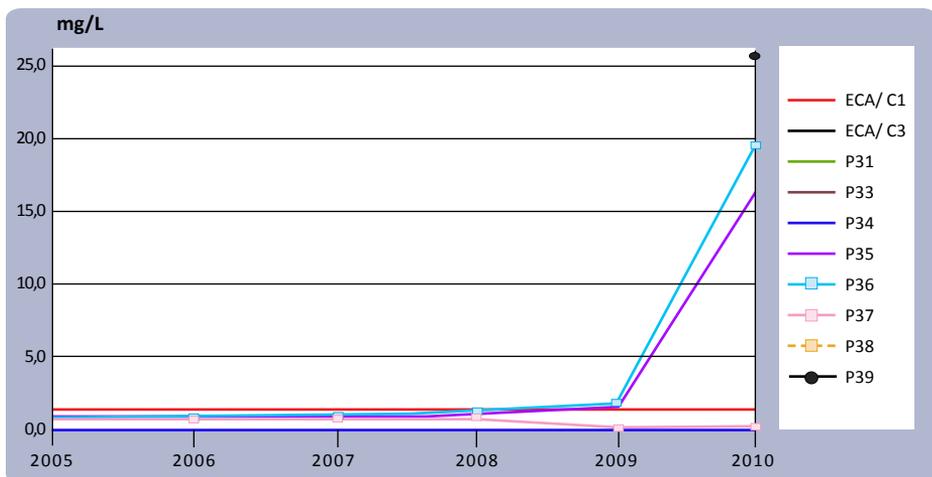
ESTACIÓN	Nitrógeno amoniacal (mg/L)					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
P31	-	< 1	< 1	< 1	< 0,1	< 0,023
P33	< 1	< 1	< 1	< 1	< 0,1	< 0,023
P34	< 1	< 1	< 1	< 1	< 0,1	< 0,023
P35	< 1	< 1	< 1	1,200	1,700	16,930
P36	< 1	< 1	< 1	1,700	2,200	19,890
P37	< 1	< 1	< 1	< 1	< 0,1	0,023
P38	< 1	< 1	< 1	< 1	< 0,1	< 0,023
P39						25,690
Parámetro						
Clase I		-				
Clase III		-				
OMS(2004)		-				
UE (1998)		0,5				
SA agricultura		5				
SA ganadería		-				
CATEGORÍA 1	A1	1,5				
	A2	2				
	A3	3,7				
CATEGORÍA 3	Riego vegetales	NC				
	Bebida de animales	NC				
CATEGORÍA 4		0,02				

fertilizante, tiene aplicaciones como estabilizante de algunos explosivos emulsificados, como el óxido de nitrógeno, para evitar la formación de gases tóxicos en humos post explosión, debido a que su costo es mucho menor que otras técnicas.

Aplicando los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA), se observa que para el año 2010 el agua en los puntos P35 y P36 y aguas abajo no sería apta para consumo humano, ni tampoco permitiría el desarrollo de vida acuática (Categoría 4), pues sobrepasa los ECA para categoría 1: A1, A2 y A3. Para utilizar estas aguas en consumo humano sería necesario realizar un tratamiento avanzado.

También se observa que los tributarios del río Chuyuhual, como es el caso del P39, incrementan sus concentraciones de tal manera que sus aguas tampoco son aptas para el consumo humano y la subsistencia de vida acuática (Categorías 1 y 4). Los tributarios del río Chuyuhual nacen en el área de operaciones de la Minera Barrick Misquichilca S.A., por lo que el origen de esta contaminación se encontraría en las operaciones mineras de dicha compañía.

GRÁFICO N° 11
TENDENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO AMONIAICAL
EN EL RÍO CHUYUHUAL Y TRIBUTARIOS
JUNIO DEL 2005 A JULIO DEL 2010



ECA: Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

E. Arsénico

El arsénico es un elemento con una distribución amplia en la naturaleza; sin embargo, su concentración es pobre, y generalmente forma compuestos con el cobalto y el azufre, entre otros elementos.

De no existir procesos que alteren su ciclo ingresa normalmente al agua en bajas concentraciones debido a las escorrentías producidas por las lluvias

CUADRO N° 23
MARCO LEGAL DE ANÁLISIS Y RESULTADOS
CONCENTRACIÓN DE ARSÉNICO EN EL RÍO CHUYUHUAL Y TRIBUTARIOS

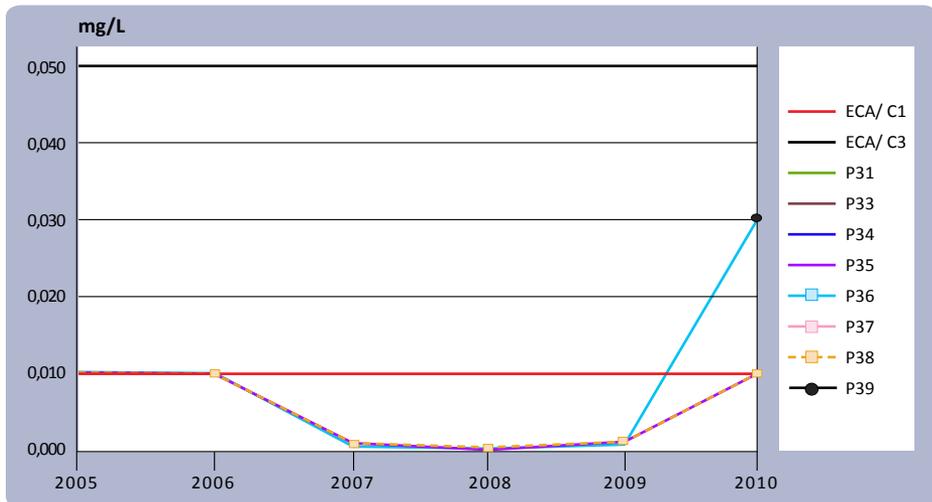
ESTACIÓN	As (mg/L)					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
P31	<0,01	<0,01	0,001	<0,00053	<0,0006	<0,01
P33	<0,01	<0,01	0,001	<0,00053	<0,0006	<0,01
P34	0,010	<0,01	0,001	<0,00053	<0,0006	<0,01
P35	<0,01	<0,01	0,001	<0,00053	0,001	<0,01
P36	<0,01	<0,01	0,001	<0,00053	<0,0006	0,030
P37	<0,01	<0,01	0,001	<0,00053	0,001	<0,01
P38	0,010	<0,01	0,001	<0,00053	<0,0006	<0,01
P39						0,030
Parámetro						
Clase I		0,1				
Clase III		0,2				
OMS(2004)		0,01				
UE (1998)		0,01				
SA agricultura		0,1				
SA ganadería		1				
CATEGORÍA 1	A1	0,01				
	A2	0,05				
	A3	0,05				
CATEGORÍA 3	Riego vegetales	0,05				
	Bebida de animales	0,1				
CATEGORÍA 4		0,05				

y precipitaciones. La alteración de los procesos de erosión incrementa desmedidamente la concentración de arsénico en el agua, con la subsecuente asimilación y bio-acumulación en vegetales expuestos tornándolo peligroso para el ecosistema en general y la salud de las personas.

El arsénico es integrado progresivamente a los tejidos (bio-acumulado) a partir del consumo de animales y vegetales con altos índices de este elemento. Una vez que ingresa al medio ambiente este elemento no puede ser destruido, por lo que sus efectos residuales son muy peligrosos.

Los resultados encontrados evidencian que las concentraciones de arsénico sobrepasan los ECA en los puntos P36 (río Chuyuhual) y P39 (afluente al río Chuyuhual, quebrada naciente en la laguna Negra). En ambos casos, el agua es inapropiada para consumo humano con simple desinfección de acuerdo a los ECAS (categoría 1: A1) y también se han sobrepasado los límites recomendados por la OMS y la UE.

GRÁFICO N° 12
TENDENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE ARSÉNICO
EN EL RÍO CHUYUHUAL Y TRIBUTARIOS
JUNIO DEL 2005 A JULIO DEL 2010



ECA: Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

F. Manganeso

Como se ha señalado en la sección IV, 1, B, el manganeso se encuentra en pequeñas cantidades en el suelo, y no es un elemento abundante en la naturaleza.

El incremento año tras año de este elemento en los puntos de monitoreo puede ser atribuible a los procesos de erosión que estarían ocurriendo aguas arriba de los puntos monitoreados debido a remoción de tierras para extracción de minerales.

CUADRO N° 24
MARCO LEGAL DE ANÁLISIS Y RESULTADOS
CONCENTRACIÓN DE MANGANESO EN EL RÍO CHUYUHUAL Y TRIBUTARIOS

ESTACIÓN	Mn (mg/L)					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
P31	0,0400	<0,002	0,0021	0,0010	0,0023	0,0001
P33	0,0230	0,0360	0,0333	0,0320	0,0339	0,0152
P34	<0,009	0,0020	0,0048	0,0130	0,0054	<0,0001
P35	<0,009	0,0310	0,0681	0,4490	0,2599	0,4148
P36	0,0200	0,1380	0,1734	0,5990	0,2954	0,6267
P37	0,0760	0,0670	0,0620	0,0930	0,1199	0,1346
P38	<0,009	<0,002	<0,0003	0,0010	0,0020	<0,0001
P39						0,7734
Parámetro						
Clase I		-				
Clase III		-				
OMS(2004)		0,5				
UE (1998)		0,05				
SA agricultura		0,02				
SA ganadería		10				
CATEGORÍA 1	A1	0,1				
	A2	0,4				
	A3	0,5				
CATEGORÍA 3	Riego vegetales	0,2				
	Bebida de animales	0,2				
CATEGORÍA 4		NC				

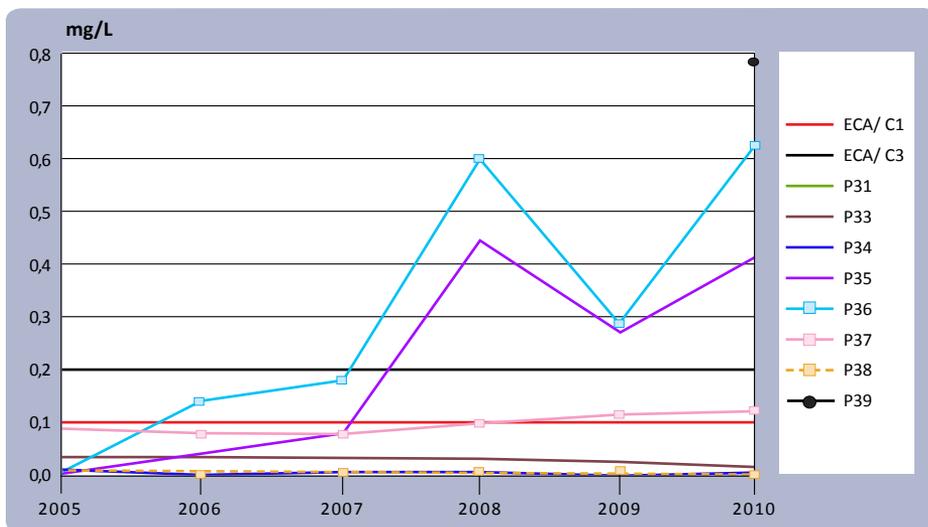
En la cuenca del río Chuyuhual se puede observar claramente la influencia del punto P39, correspondiente a la quebrada que nace de la laguna Negra, que a su vez se ubica dentro del área de operaciones de la Minera Barrick Misquichilca S.A.

Los resultados encontrados evidencian que el agua en los puntos P35 y P36 no podría ser aprovechada para fines de consumo humano, así se le aplique un tratamiento avanzado (Categoría 1: A3); pero en ningún caso debería usarse esta agua para la agricultura o ganadería (Categoría 3).

Por otro lado, el P39 presenta una mayor concentración de este elemento llegando a tener un valor de 0,7734 mg/L en el 2010.

El punto P31, punto de control, se ubica aguas arriba del punto P36 y P39 en el río Chuyuhual, y presenta cantidades de manganeso que no exceden los ECA.

GRÁFICO N° 13
TENDENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE MANGANESO
EN EL RÍO CHUYUHUAL Y TRIBUTARIOS
JUNIO DEL 2005 A JULIO DEL 2010



ECA: Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

G. Cobalto

El cobalto es un elemento que por lo general es abundante en la corteza terrestre y se encuentra en el suelo o el agua. Generalmente está ligado a otros elementos formando compuestos, por lo que no se espera que en estas condiciones produzca daños al ambiente o a la salud de las personas.

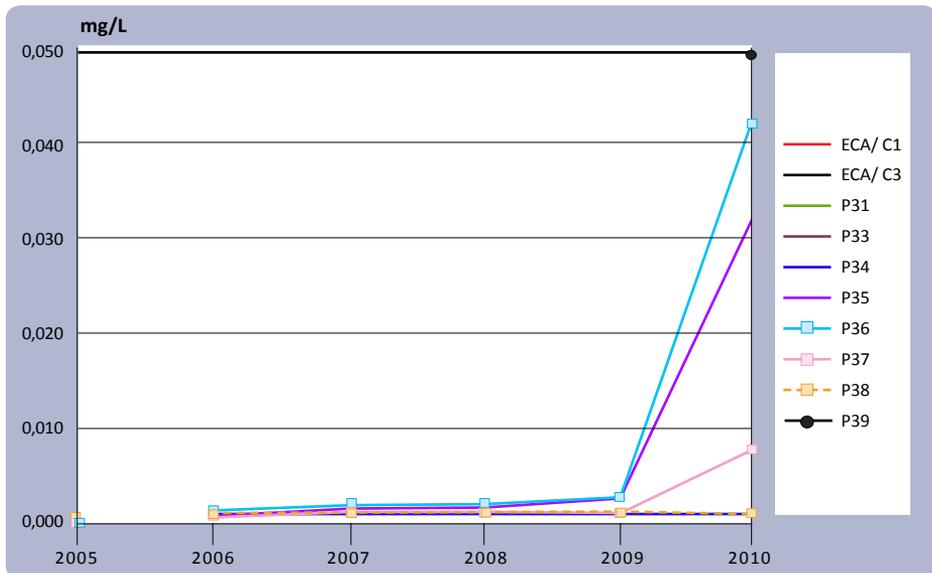
CUADRO N° 25
MARCO LEGAL DE ANÁLISIS Y RESULTADOS
CONCENTRACIÓN DE COBALTO EN EL RÍO CHUYUHUAL Y TRIBUTARIOS

ESTACIÓN	Co (mg/L)					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
P31	---	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
P33	---	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
P34	---	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
P35	---	0,002	<0,002	0,002	0,004	0,033
P36	---	0,002	<0,002	0,002	0,004	0,043
P37	---	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	0,007
P38	---	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
P39						0,049
Parámetro						
Clase I		-				
Clase III		-				
OMS(2004)		-				
UE (1998)		-				
SA agricultura		-				
SA ganadería		-				
CATEGORÍA 1	A1	NC				
	A2	NC				
	A3	NC				
CATEGORÍA 3	Riego vegetales	0,05				
	Bebida de animales	1				
CATEGORÍA 4		NC				

Sin embargo, cuando el cobalto se encuentra solo puede acumularse en los tejidos animales o vegetales, y aunque esta acumulación no es muy elevada por lo que no debería producir daños a la salud, se han encontrado altas cantidades de cobalto en terrenos cercanos a minas o fundiciones, las cuales debido a la erosión de suelos y subsecuente escorrentía por lluvias puede adicionar al agua este elemento, al punto de exceder los estándares establecidos.

El P39, ubicado en la quebrada que nace de la laguna Negra, que a su vez se ubica en territorio de operaciones de MBM, y que desagua en el río Chuyuhual, se encuentra muy cerca de vulnerar los ECA Categoría 3, llegando a tener una concentración de 0,0049 mg/L en el año 2010. Esta concentración ha elevado los niveles de cobalto en los puntos P35 y P36 ubicados en el río Chuyuhual.

GRÁFICO N° 14
TENDENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE COBALTO
EN EL RÍO CHUYUHUAL Y TRIBUTARIOS
JUNIO DEL 2005 A JULIO DEL 2010



ECA: Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

H. Mercurio

El mercurio es un elemento altamente perjudicial para la salud de las personas y animales; por lo general ingresa al agua mediante procesos geológicos a través de erosión y escorrentía por lluvias. En estas condiciones su concentración no debería exceder los ECA.

Este elemento tiende a asimilarse y bio-acumularse en animales y plantas bajo la forma de metilmercurio, a través de la cual puede llegar hasta el ser humano mediante la cadena alimenticia, provocando daños al cerebro, sistema nervioso central, aunque también puede ser el causante de procesos de mutación genética.

El presente monitoreo ha permitido advertir la aparición de este elemento en

CUADRO N° 26
MARCO LEGAL DE ANÁLISIS Y RESULTADOS
CONCENTRACIÓN DE MERCURIO EN EL RÍO CHUYUHUAL Y TRIBUTARIOS

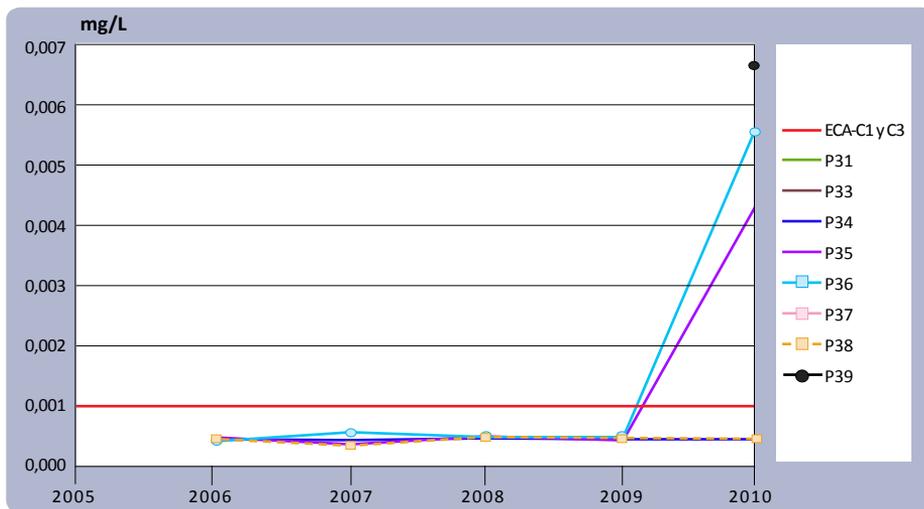
ESTACIÓN	Hg (mg/L)					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
P31	---	<0,0005	0,0003	<0,00055	<0,0005	<0,0005
P33	---	<0,0005	0,0003	<0,00055	<0,0005	<0,0005
P34	---	<0,0005	0,0002	<0,00055	<0,0005	<0,0005
P35	---	<0,0005	0,0003	<0,00055	<0,0005	0,0045
P36	---	<0,0005	0,0005	<0,00055	<0,0005	0,0056
P37	---	<0,0005	<0,0002	<0,00055	<0,0005	<0,0005
P38	---	<0,0005	<0,0002	<0,00055	<0,0005	<0,0005
P39						0,0066
Parámetro						
Clase I		0,002				
Clase III		0,01				
OMS(2004)		0,001				
UE (1998)		0,001				
SA agricultura		-				
SA ganadería		-				
CATEGORÍA 1	A1	0,001				
	A2	0,002				
	A3	0,002				
CATEGORÍA 3	Riego vegetales	0,001				
	Bebida de animales	0,001				
CATEGORÍA 4		0,0001				

cantidades que superan los ECA en todas las categorías, como es el caso de los puntos P35 y P36 ubicados en el río Chuyuhual, a la altura del campamento de la Minera Barrick Misquichilca S.A.

En este aspecto, cabe resaltar que el incremento de la presencia de mercurio se puede explicar por la adición de tributarios que llegan hasta el río Chuyuhual, como es el caso de la quebrada donde se ubica el punto P39 que nace en la laguna Negra, ubicada dentro de la zona de operaciones de la Minera Barrick Misquichilca S.A.

Los resultados muestran que el punto de control P31, ubicado aguas arriba del P39, no presenta concentraciones elevadas de este elemento. En la actualidad el agua en los puntos P35, P36 y P39 no es apta para consumo humano, por lo que para su consumo debe recibir un tratamiento avanzado (Categoría 1: A1, A2 y A3). El agua tampoco debe ser usada para riego o ganadería pues su uso podría dar lugar a procesos de bio-acumulación que en adelante serían peligrosos para la salud de las personas.

GRÁFICO N° 15
TENDENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE MERCURIO
EN EL RÍO CHUYUHUAL Y TRIBUTARIOS
JUNIO DEL 2005 A JULIO DEL 2010



ECA: Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

I. Molibdeno

El molibdeno es un elemento esencial en la dieta diaria de las personas y los valores de ingesta deben estar en el orden de 0,1 a 0,3 mg/L en adultos. Sin embargo, si existiese exposición a altas concentraciones de molibdeno podría provocar disfunción hepática además de gota (acumulación de ácido úrico en las articulaciones).

CUADRO N° 27
MARCO LEGAL DE ANÁLISIS Y RESULTADOS
CONCENTRACIÓN DE MOLIBDENO EN EL RÍO CHUYUHUAL Y TRIBUTARIOS

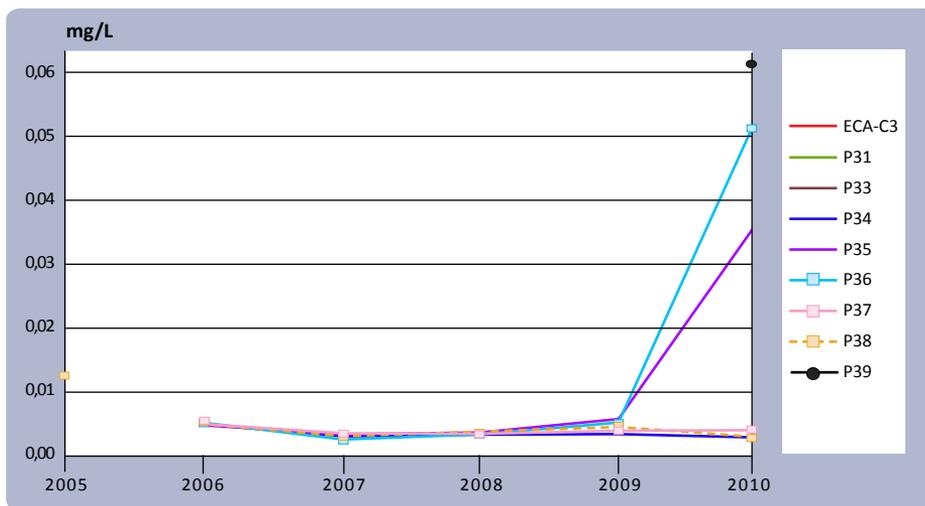
ESTACIÓN	Mo (mg/L)					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
P31	---	<0,005	<0,002	<0,003	<0,003	<0,003
P33	---	<0,005	<0,002	<0,003	<0,003	<0,003
P34	---	<0,005	<0,002	<0,003	<0,003	<0,003
P35	---	<0,005	<0,002	<0,003	0,005	0,036
P36	---	<0,005	<0,002	<0,003	0,004	0,052
P37	---	<0,005	0,003	<0,003	<0,003	0,005
P38	---	<0,005	0,003	0,003	0,004	<0,003
P39						0,061
Parámetro						
Clase I	-					
Clase III	-					
OMS(2004)	0,07					
UE (1998)	-					
SA agricultura	-					
SA ganadería	-					
CATEGORÍA 1	A1	NC				
	A2	NC				
	A3	NC				
CATEGORÍA 3	Riego vegetales	0,05				
	Bebida de animales	1				
CATEGORÍA 4	NC					

Debido a que estas enfermedades son reportadas como de origen ocupacional, no se dispone de evidencias de daño al medio ambiente por parte de este elemento.

El monitoreo que se ha realizado el año 2010 reporta que el punto P39 habría sobrepasado los ECA establecidos en la normativa ambiental, por lo que el agua no sería apta para el riego de vegetales (Categoría 3). Esto posiblemente se debería a procesos de bio-acumulación en vegetales los que podrían luego ser integrados en la dieta diaria de las personas.

Cabe señalar que de acuerdo a la OMS la cantidad máxima de molibdeno en el agua debería ser 0,07 mg/L. Se observa que el punto P36 también excede el ECA, lo que puede explicarse por el ingreso de agua de la quebrada que nace en la laguna Negra (P39). En el punto P35 también se ha incrementado aunque aún no excede el ECA. El P31 que es el punto control mantiene sus concentraciones dentro de los límites establecidos.

GRÁFICO N° 16
TENDENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE MOLIBDENO
EN EL RÍO CHUYUHUAL Y TRIBUTARIOS
JUNIO DEL 2005 A JULIO DEL 2010



ECA: Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

J. Calidad Biológica del Agua

El muestreo de macroinvertebrados bentónicos en las 8 estaciones de la cuenca del río Chuyuhual, en el año 2008, produjo los siguientes resultados para los valores del nPeBMWP:

CUADRO N° 28

ESTACIÓN	PUNTAJE	COLOR	CALIDAD DE AGUA
P31	83	● Verde	Con signos de estrés
P32	74	● Verde	Con signos de estrés
P33	66	● Verde	Con signos de estrés
P34	90	● Verde	Con signos de estrés
P35	58	● Amarillo	Contaminadas
P36	55	● Amarillo	Contaminadas
P37	89	● Verde	Con signos de estrés
PS37	105	● Azul	Muy limpias
P39			

Estos resultados representan el primer monitoreo (M1) correspondiente a Agosto de 2008.

El año 2009, los valores obtenidos del nPeBMWP mediante el muestreo de macro invertebrados bentónicos fueron:

CUADRO N° 29

Estación	M1			M2		
	Puntaje	Color	Calidad de agua	Puntaje	Color	Calidad de agua
P31	72	● Verde	Con signos de estrés	73	● Verde	Con signos de estrés
P32	31	● Anaranjado	Muy contaminadas			
P33	28	● Anaranjado	Muy contaminadas	50	● Amarillo	Contaminadas
P34	79	● Verde	Con signos de estrés	82	● Verde	Con signos de estrés
P35	42	● Amarillo	Contaminadas	22	● Anaranjado	Muy contaminadas
P36	53	● Amarillo	Contaminadas	28	● Anaranjado	Muy contaminadas
P37	32	● Anaranjado	Muy contaminadas	76	● Verde	Con signos de estrés
PS37	78	● Verde	Con signos de estrés	62	● Verde	Con signos de estrés
P39				28	● Anaranjado	Muy contaminadas

La muestra M1 fué tomada en el mes de Junio y la muestra M2 en el mes de noviembre de 2009.

El año 2010, los valores obtenidos del nPeBMWP mediante el muestreo de macroinvertebrados bentónicos fueron:

CUADRO N° 30

ESTACIÓN	PUNTAJE	COLOR	CALIDAD DE AGUA
P31	47	● Amarillo	Contaminadas
P32			
P33	39	● Amarillo	Contaminadas
P34	79	● Verde	Con signos de estrés
P35	29	● Anaranjado	Muy contaminadas
P36	39	● Amarillo	Contaminadas
P37	36	● Amarillo	Contaminadas
PS37			
P39	7	● Rojo	Extremadamente contaminadas

Estos resultados corresponden al monitoreo del primer período de 2010.

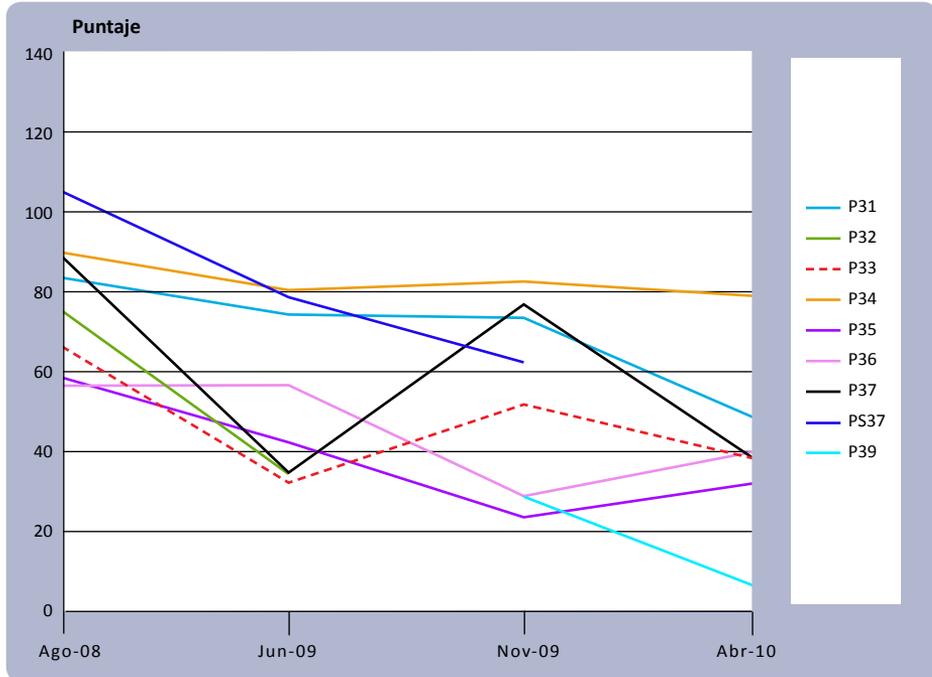
El siguiente cuadro resume los puntajes obtenidos del nPeBMWP para macroinvertebrados en la cuenca el río Chuyuhual, de agosto de 2008 a abril de 2010:

CUADRO N° 31

ESTACIÓN	PUNTAJE CALIDAD DE AGUA			
	Ago - 08	Jun - 09	Nov - 09	Abr - 10
P31	83	72	73	47
P32	74	31		
P33	66	28	50	39
P34	90	79	82	79
P35	58	42	22	29
P36	55	53	28	39
P37	89	32	76	36
PS37	105	78	62	
P39			28	7

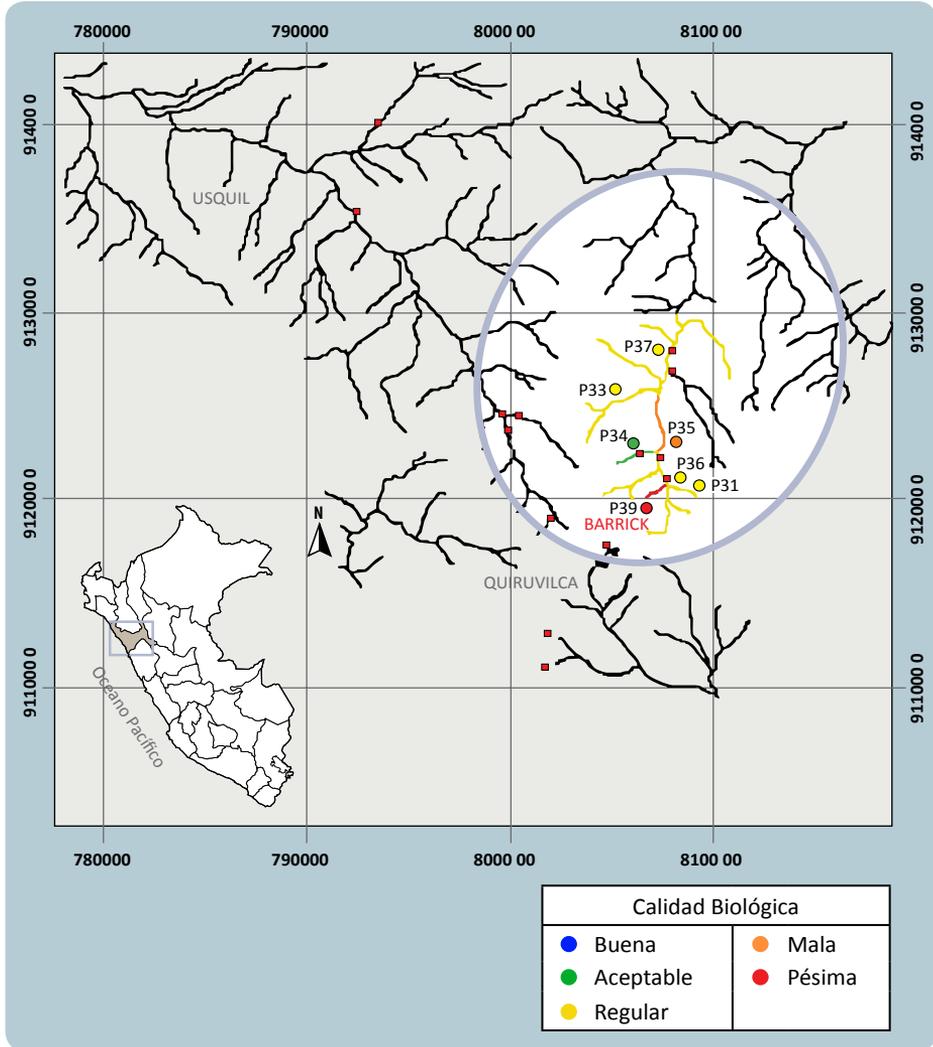
Asimismo, el gráfico a continuación muestra los resultados de la calidad biológica del agua en la cuenca del río Chuyuhual:

GRÁFICO N° 17
CALIDAD DE AGUA EN EL RÍO CHUYUHUAL



Se incluye también el siguiente mapa con los resultados del año 2010:

MAPA N° 4
LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO CHUYUHUAL
A COMIENZOS DE 2010



Los resultados del análisis de calidad biológica evidencian que la calidad del agua ha sido alterada en los puntos P35 y P36, con impactos negativos en el ecosistema. Así, se observó en algunos monitoreos la presencia de un gran número de algas filamentosas pegadas a las piedras y otros sustratos del río. Este cambio se vincula también al incremento de fuentes nitrogenadas cuyo origen podría encontrarse en las actividades que se desarrollan en la zona, como agricultura, ganadería, o el uso de explosivos como el nitrato de amonio (ANFO), o estabilizantes de explosivos emulsificados como la urea, inclusive las descargas de aguas servidas cuyos residuos estarían llegando al cauce del río Chuyuhual desde tributarios que desembocan en la zona.

La realización de un segundo monitoreo (M2) en el segundo semestre del año 2009, muestra que la calidad del agua estaría mejorando, con la presencia de nuevas familias de macroinvertebrados, las cuales aparecen por las condiciones ambientales que se presentan en el área de monitoreo y las características propias de su ciclo evolutivo, a excepción de los puntos P35 y P36 ubicados en el río Chuyuhual, cuya calidad se vería afectada por la calidad del agua proveniente de la quebrada de la laguna Negra donde se ubica el punto de monitoreo P39, el cual evidencia un menor puntaje respecto de los otros puntos evaluados.

La mala calidad del agua, que a su vez incide sobre la poca biodiversidad de la zona, sería debido a las actividades extractivas que se desarrollan en el área. A su vez, el punto P37 se ha recuperado considerablemente e incrementado su biodiversidad, a diferencia de los puntos ubicados en cabecera de cuenca (P35 y P36), lo que se aprecia en la presencia de nuevas familias de macroinvertebrados debido al aporte de tributarios del río Chuyuhual, en los que no se observa influencia antrópica.

3. CUENCA DEL RÍO CABALLO MORO

Un complejo de lagunas formado por las tres Lagunas Verdes, la laguna Los Ángeles y la laguna El Toro da origen a la cuenca del río Caballo Moro, ubicada en una naciente con abundantes fuentes de agua superficial y subterránea.



El incremento de parámetros como el potencial de hidrógeno (pH) y de algunos elementos como el aluminio y el hierro, en determinados puntos de monitoreo, que han vulnerado los Estándares de Calidad de Agua -ECA, se debe en gran parte a las actividades extractivas que ocurren en los alrededores, entre ellas las de la Minera Barrick Misquichilca S.A., cuyos efluentes de sus procesos podrían estar filtrándose y discurriendo hasta las lagunas y los ríos.

A continuación presentamos los resultados del registro de datos que evidencian el deterioro de la calidad del agua en la cuenca del río Caballo Moro.

A. Potencial de Hidrógeno (pH)

En los monitoreos realizados se aprecia que los valores de hidrógeno (pH) en el punto P21 (laguna Verde) inicialmente fluctuaban entre 6,7 y 7,3 (monitoreos 2005 y 2006) pero paulatinamente han descendido hasta ubicarse en 5,70 (monitoreos 2009 y 2010).

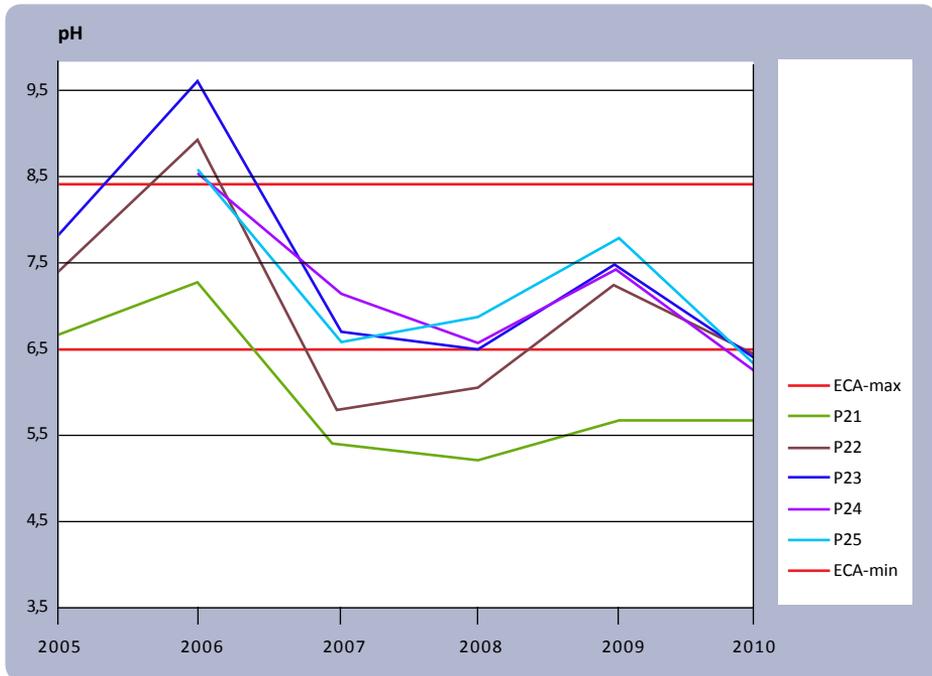
CUADRO N° 32
MARCO LEGAL DE ANÁLISIS Y RESULTADOS
POTENCIAL DE HIDRÓGENO EN EL RÍO CABALLO MORO Y TRIBUTARIOS

ESTACIÓN	pH					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
P21	6,70	7,30	5,40	5,10	5,70	5,70
P22	7,30	8,90	5,80	6,00	7,20	6,40
P23	7,80	9,60	6,70	6,50	7,50	6,30
P24	-	8,50	7,10	6,60	7,40	6,10
P25	-	8,60	6,60	6,90	7,80	6,20
Parámetro						
Clase I	-					
Clase III	-					
OMS(2004)	-					
UE (1998)	-					
SA agricultura	6,5 - 8,4					
SA ganadería	-					
CATEGORÍA 1	A1	6,5 - 8,5				
	A2	5,5 - 9,0				
	A3	5,5 - 9,0				
CATEGORÍA 3	Riego vegetales	6,5 - 8,5				
	Bebida de animales	6,5 - 8,4				
CATEGORÍA 4	6,5 - 8,5					

En el caso del punto P24, el nivel de pH disminuye en el año 2010 pero muestra variaciones a lo largo del periodo analizado, generalmente dentro de los límites de la normativa ambiental vigente.

A su vez, en el caso del punto P21, se considera que el descenso significativo de pH se debe a que los acuíferos subterráneos que alimentan esta laguna arrastran drenajes ácidos de mina (DAM).

GRÁFICO N° 18
TENDENCIA DEL POTENCIAL DE HIDRÓGENO
EN EL RÍO CABALLO MORO Y TRIBUTARIOS
JUNIO DEL 2005 A JULIO DEL 2010



ECA: Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

B. Aluminio

Los puntos seleccionados para el análisis comparativo se encuentran ubicados en la cabecera de la cuenca del río Caballo Moro, donde se observa que las concentraciones de aluminio se han incrementado significativamente en el punto P21 (laguna Verde con pequeño islote), llegando a alcanzar una concentración de 0,520 mg/L en el año 2009 y 0,562 mg/L en el año 2010.

Por su parte, los puntos P24 y P25 ubicados en los sectores Tres Cruces y Las Pajillas respectivamente, muestran una tendencia decreciente. Aunque el nivel

CUADRO N° 33
MARCO LEGAL DE ANÁLISIS Y RESULTADOS
CONCENTRACIÓN DE ALUMINIO EN EL RÍO CABALLO MORO Y TRIBUTARIOS

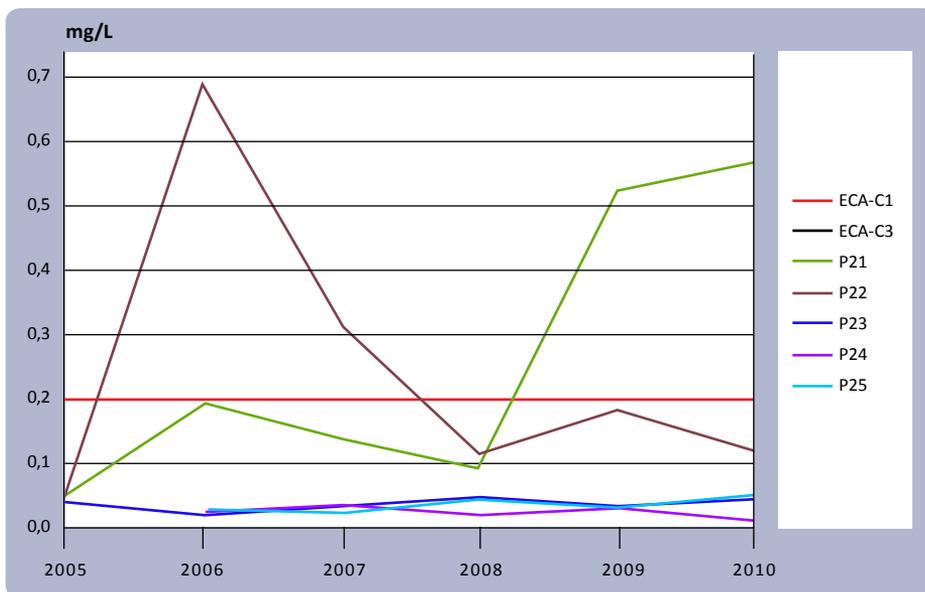
ESTACIÓN	Mo (mg/L)					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
P21	0,042	0,200	0,128	0,090	0,520	0,562
P22	0,042	0,690	0,316	0,121	0,167	0,120
P23	0,042	0,020	0,038	0,054	0,039	0,051
P24	-	0,030	0,045	0,023	0,036	0,017
P25	-	0,040	0,023	0,046	0,033	0,061
Parámetro						
Clase I	-					
Clase III	-					
OMS(2004)	0,2					
UE (1998)	0,2					
SA agricultura	5					
SA ganadería	5					
CATEGORÍA 1	A1	0,2				
	A2	0,2				
	A3	0,2				
CATEGORÍA 3	Riego vegetales	5				
	Bebida de animales	5				
CATEGORÍA 4	NC					

de aluminio encontrado es relativamente bajo en el punto P21, la tendencia ascendente que muestra indicaría la presencia de procesos de erosión de tierras en las zonas aledañas.

En este sentido, si bien el aluminio es el metal más abundante de la naturaleza, en condiciones normales y sin alteraciones no debe exceder 0,2 mg/L al pasar al agua, salvo que existan fuentes de contaminación, lo que podría indicar la presencia de una contaminación con Drenajes Ácidos de Mina (DAM).

Actualmente, la concentración de este elemento en el punto P21 indica que sus aguas no deberían ser usadas en labores agrícolas ni de ganadería (pastoreo). Los puntos P24 y P25 son puntos control y evidencian concentraciones de aluminio que no exceden los límites establecidos.

GRÁFICO N° 19
TENDENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE ALUMINIO
EN EL RÍO CABALLO MORO Y TRIBUTARIOS
JUNIO DEL 2005 A JULIO DEL 2010



ECA: Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

C. Hierro

Los resultados del análisis de la concentración de hierro en la cuenca del río Caballo Moro muestran una tendencia ascendente en los puntos P21 y P22, a diferencia del P24 que mantiene concentraciones constantes.

Cabe precisar que en el año 2005 la concentración de hierro no excedía los límites máximos permisibles establecidos por la UE y OMS; no existían

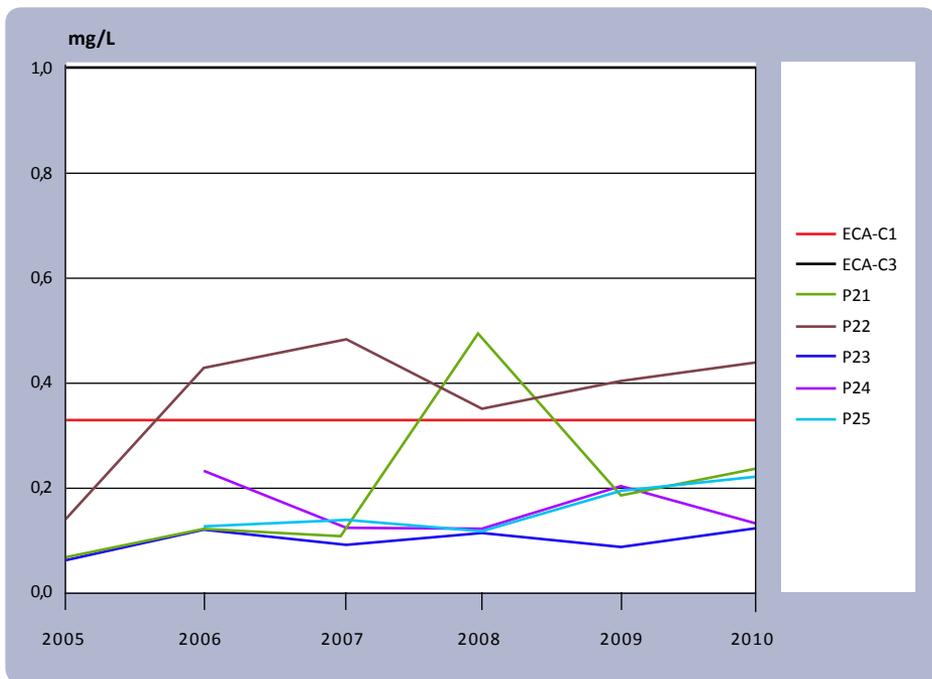
CUADRO N° 34
MARCO LEGAL DE ANÁLISIS Y RESULTADOS
CONCENTRACIÓN DE HIERRO EN EL RÍO CABALLO MORO Y TRIBUTARIOS

ESTACIÓN	Fe (mg/L)					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
P21	0,037	0,100	0,073	0,483	0,123	0,207
P22	0,091	0,400	0,467	0,328	0,368	0,426
P23	0,022	<0,1	0,055	0,077	0,056	0,085
P24	-	0,200	0,089	0,081	0,160	0,085
P25	-	0,100	0,107	0,076	0,138	0,221
Parámetro						
Clase I		-				
Clase III		-				
OMS(2004)		0,5 - 50				
UE (1998)		0,2				
SA agricultura		5				
SA ganadería		10				
CATEGORÍA 1	A1	0,3				
	A2	0,3				
	A3	1				
CATEGORÍA 3	Riego vegetales	1				
	Bebida de animales	1				
CATEGORÍA 4		NC				

ECA en la normativa nacional. Sin embargo, las concentraciones de hierro se incrementaron desde el año 2006, de tal manera que el P22 muestra concentraciones que fluctúan entre 0,328 y 0,467 mg/L (monitoreos 2006 a 2010).

Por su parte, el P21 presentó su mayor concentración en el año 2008 con un nivel de 0,483 mg/L.

GRÁFICO N° 20
TENDENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE HIERRO
EN EL RÍO CABALLO MORO Y TRIBUTARIOS
JUNIO DEL 2005 A JULIO DEL 2010



ECA: Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

D. Calidad Biológica de Agua

El siguiente cuadro muestra la calidad del agua en la cuenca del río Caballo Moro, de acuerdo a los valores obtenidos en el índice nPeBMWP mediante el muestreo de macroinvertebrados bentónicos en las 4 estaciones en el año 2008:

CUADRO N° 35

Estación	Puntaje	Color	Calidad de agua
P21	19	● Anaranjado	Muy contaminadas
PS21			
P22	40	● Amarillo	Contaminadas
P23			
P24	80	● Verde	Con signos de estrés
P25	125	● Azul	Muy limpias

Estos resultados representan el primer monitoreo (M1) correspondiente a agosto del año 2008.

Los resultados para el año 2009 se muestran a continuación:

CUADRO N° 36

Estación	M1			M2		
	Puntaje	Color	Calidad de agua	Puntaje	Color	Calidad de agua
P21	15	● Rojo	Extremadamente contaminadas	19	● Anaranjado	Muy contaminadas
PS21	33	● Anaranjado	Muy contaminadas	17	● Anaranjado	Muy contaminadas
P22	12	● Rojo	Extremadamente contaminadas	22	● Anaranjado	Muy contaminadas
P23	55	● Amarillo	Contaminadas	69	● Verde	Con signos de estrés
P24	80	● Verde	Con signos de estrés	54	● Amarillo	Contaminadas
P25	96	● Verde	Con signos de estrés	72	● Verde	Con signos de estrés

La muestra M1 fue tomada en el mes de junio y la muestra M2 en el mes de noviembre del año 2009.

Y los resultados para el año 2010:

CUADRO N° 37

Estación	Puntaje	Color	Calidad de agua
P21	10	● Rojo	Extremadamente contaminadas
PS21	26	● Anaranjado	Muy contaminadas
P22	33	● Anaranjado	Muy contaminadas
P23	71	● Verde	Con signos de estrés
P24	63	● Verde	Con signos de estrés
P25	91	● Verde	Con signos de estrés

Estos resultados corresponden al monitoreo del primer período del año 2010.

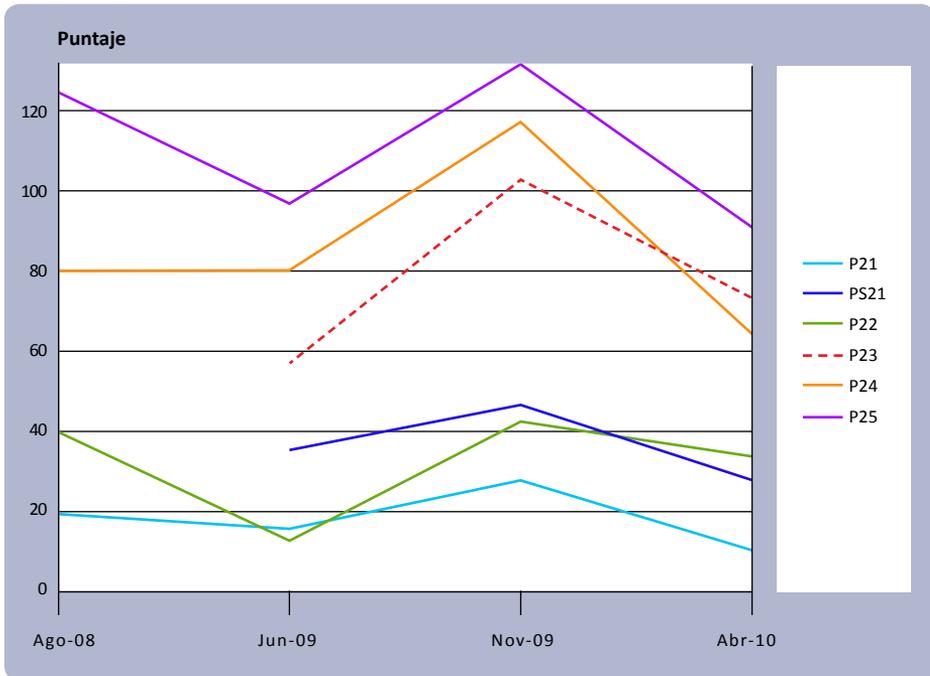
A continuación se incluye el cuadro resumen con los puntajes obtenidos en la calidad del agua en la cuenca del río Caballo Moro, de agosto de 2008 a abril de 2010:

CUADRO N° 38

Estación	Puntaje calidad de agua			
	Ago - 08	Jun - 09	Nov - 09	Abr - 10
P21	19	15	29	10
PS21		33	47	26
P22	40	12	42	33
P23		55	103	71
P24	80	80	118	63
P25	125	96	134	91

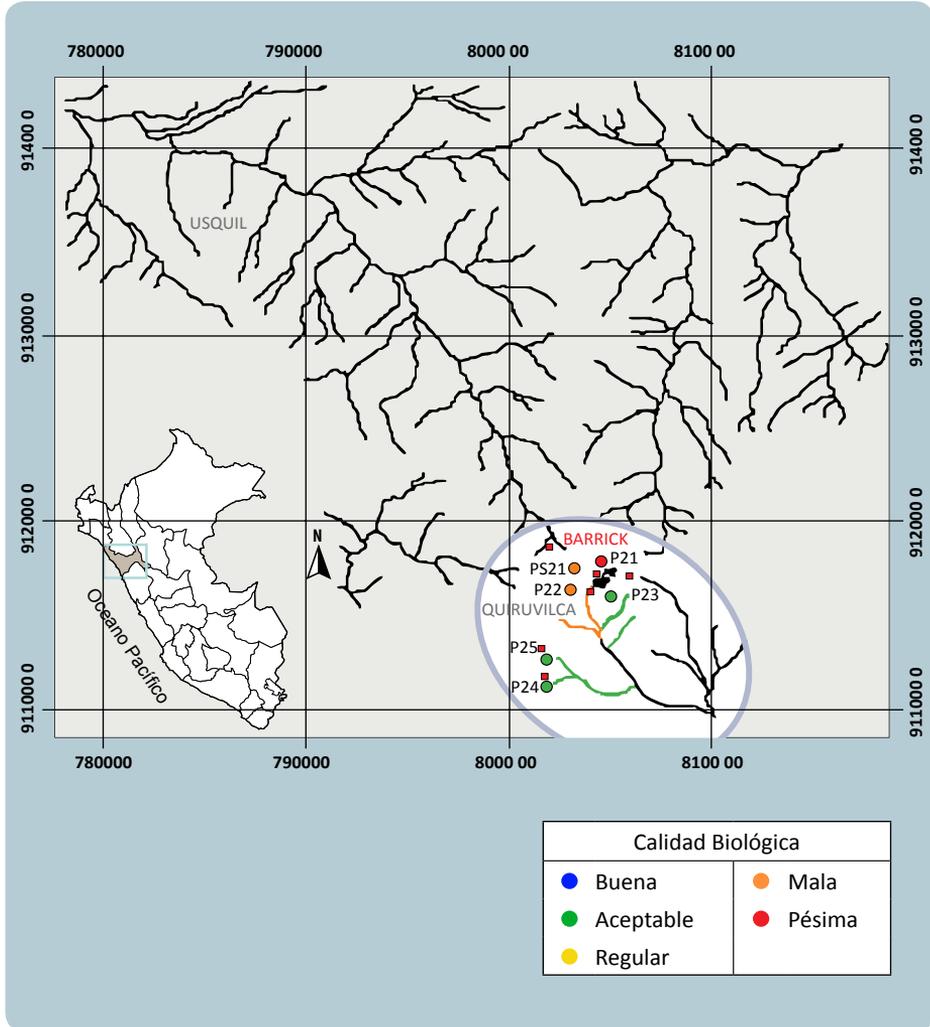
Y en el siguiente gráfico se muestra los resultados de la calidad biológica del agua en la cuenca del río Caballo Moro:

GRÁFICO N° 21
CALIDAD DE AGUA EN EL RÍO CABALLO MORO



El siguiente mapa muestra los resultados del monitoreo en el año 2010:

MAPA N° 5
LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO CABALLO MORO
A COMIENZOS DE 2010



Los resultados del monitoreo de la calidad biológica de agua en la cuenca del río Caballo Moro, evidencian cambios en la calidad del agua. Así, en el monitoreo realizado en el segundo semestre del año 2009 se observa un cierto incremento de la cantidad de macroinvertebrados en la mayoría de los puntos evaluados; los puntos control han experimentado una disminución en la calidad del agua posiblemente debido a un proceso de recuperación de los macroinvertebrados y se mantienen dentro de la categoría de aguas con signos de estrés; es muy posible que esto se deba a las actividades de ganadería dispersa que se desarrolla en la cuenca.

Por otro lado, los puntos problema, aunque han mejorado ligeramente el puntaje debido a la aparición de nuevas familias de macroinvertebrados, mantienen aguas muy contaminadas. Cabe precisar que estos puntos de monitoreo se encuentran en áreas aledañas a actividades extractivas a gran escala. Al respecto, la presencia de acidez en las aguas (pH), y de elementos como el aluminio, estarían afectando la subsistencia de los macroinvertebrados en los puntos P21 y P22, lo que no dejaría prosperar el número de familias de macroinvertebrados.

V

CONCLUSIONES

1. El monitoreo de la calidad físico-química y biológica del agua, efectuado mediante procesos de vigilancia ciudadana entre los años 2005 y 2010, en las cuencas de los ríos Perejil, Chuyuhual y Caballo Moro ubicadas en el departamento de La Libertad, concluye que existen serios problemas de contaminación. La calidad del agua muestra una tendencia decreciente en el período de monitoreo, particularmente en los puntos ubicados en la cabecera de dichas cuencas. En esta zona se ubican las operaciones de la Minera Barrick Misquichilca S.A., que realiza una intensa actividad de remoción de tierras para la extracción de oro, así como otras explotaciones mineras formales e informales.
2. Las minas dedicadas a la extracción de carbón de piedra, ubicadas en la cuenca del río Perejil, la mayoría informales, también estarían contaminando las aguas como consecuencia de la erosión de suelos y los desmontes que ocasionan tales actividades.
3. El análisis de la calidad físico-química y biológica del agua efectuado en los ríos Chuyuhual y Perejil concluye que estas no deberían ser usadas en labores agrícolas ni para bebida de animales, mucho menos para el consumo humano, debido a la presencia de altas concentraciones, con tendencia ascendente, de aluminio, hierro, manganeso, níquel y cadmio.
4. Se ha generado un desequilibrio en el ecosistema acuícola del río Chuyuhual, a la altura de la zona de operaciones de la Minera Barrick Misquichilca S.A., producto de la contaminación de las aguas con nitrógeno amoniacal, nitratos, sulfatos y elevada demanda bioquímica de oxígeno entre otros elementos. Esta afectación ocurre principalmente en la época de sequía

debido a que la menor cantidad de agua en la cuenca determina el incremento de las concentraciones de los contaminantes en los cuerpos de agua monitoreados.

5. A diferencia de años anteriores, el monitoreo del año 2010 evidencia el incremento de la concentración de elementos considerados como tóxicos en la cuenca del río Perejil (cadmio) y en la cuenca del río Chuyuhual (mercurio y arsénico).
6. Debido a los hallazgos encontrados en la quebrada de la laguna Negra, que forma parte de la cabecera de la cuenca del río Chuyuhual, se puede inferir que en la cuenca de este río los tributarios que nacen del área de operaciones de la Minera Barrick Misquichilca S.A. estarían incrementando la presencia en el agua de diferentes elementos contaminantes, entre ellos algunos considerados como tóxicos.

VI

RECOMENDACIONES

1. Al Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA:

En vista de los serios problemas de contaminación del agua observados en las cuencas de los ríos Perejil, Chuyuhual, y Caballo Moro, en el departamento de La Libertad, recomendamos desarrolle las siguientes acciones:

- 1.1 Solicitar al Congreso de la República amplíe el alcance de la Ley N° 29325, Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental, para incorporar a representantes de organizaciones sociales y de la sociedad civil en las labores fiscalizadoras del OEFA, modificando el inciso b) del artículo 15° con el siguiente tenor:

Artículo 15°.- Facultades de fiscalización

b. Hacerse acompañar en las visitas de fiscalización, por peritos, técnicos y representantes de organizaciones sociales y de la sociedad civil, que estime necesario para el mejor desarrollo de la función fiscalizadora.

(el subrayado es la propuesta de ampliación del inciso).

Esta modificación se sustenta en la aplicación del derecho de participación ciudadana en la vigilancia ambiental y constituiría un medio para viabilizar la licencia social de las actividades extractivas de recursos naturales, con el efecto favorable de reducir el alto grado de conflictividad socio ambiental y fortalecer la gobernabilidad democrática en todo el país.

- 1.2 Establecer, en el reglamento de los procedimientos de evaluación y de fiscalización ambiental, un período de excepción al ejercicio del derecho a la información vinculada a investigaciones en trámite referidas al ejercicio de

la potestad sancionadora de la OEFA, concordante con lo que estipula el artículo 15° de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, que precisa que “la exclusión al acceso termina cuando la resolución que pone fin al procedimiento queda consentida o cuando transcurren más de seis (6) meses desde que se inició el procedimiento administrativo sancionador, sin que se haya dictado resolución final”²⁰.

2. A la Autoridad Nacional de Agua – ANA:

2.1 Impulsar, como ente rector de la gestión de los recursos hídricos del país, en el marco de sus funciones de control y vigilancia para la preservación de los recursos hídricos en el país, la creación de Comités de Vigilancia y Monitoreo Participativo de la Calidad de Agua en las cuencas de los ríos Perejil, Chuyuhual y Caballo Moro, en la sierra del departamento de La Libertad, tomando en cuenta lo siguiente:

2.1.1 La constitución de estos Comités debería seguir el modelo que la ANA ha implementado en los departamentos de Huánuco y Puno, y recoger la experiencia de vigilancia ambiental participativa de las Rondas Campesinas y de AMAS en el departamento de La Libertad.

2.1.2 Su conformación debe ser amplia como en Huánuco, incorporando

20 El OEFA realizó dos supervisiones en el año 2010 a unidades mineras de la Minera Barrick Misquichilca S.A. en la sierra de La Libertad. La primera se efectuó entre el 25 y el 30 de octubre, y la segunda entre el 15 y 17 de diciembre. En agosto de 2011, en tres oportunidades, los responsables de este libro solicitaron información de los resultados de estas supervisiones a la Dirección de Fiscalización Sanción y Aplicación de Incentivos de la OEFA; en la primera oportunidad se obtuvo como respuesta que “la información solicitada es confidencial”; en la segunda oportunidad, se reiteró el pedido haciendo alusión al uso público de los resultados de las evaluaciones físico-químicas de agua de dichas supervisiones que venía haciendo la empresa minera, obteniendo como respuesta: “En cuanto a la información publicada por la empresa en sus dispositivos, no es posible indicarle si los resultados ahí señalados coinciden o no con lo que se encuentra en investigación, pues eso implicaría un pronunciamiento anticipado restando imparcialidad al procedimiento, y contraviniendo principios del derecho que garantizan un debido proceso, pudiendo incluso afectar el procedimiento seguido a la empresa. En consecuencia, se le comunica que no es posible atender su pedido dado que dicha información es confidencial...”. En el tercer pedido de información se formuló un cuestionario de preguntas alrededor de los procesos seguidos en las dos fiscalizaciones. Entre otras, se preguntó: ¿Cuándo piensan publicar las fiscalizaciones efectuadas a la Empresa Barrick Misquichilca en el año 2010? No se recibió respuesta a la misma. Cabe precisar que en la fecha del pedido de información habían transcurrido 9 meses de la primera fiscalización y 7 meses de la segunda fiscalización.

a representantes de la comunidad, particularmente a las Rondas Campesinas, gobiernos locales, instituciones gubernamentales, organizaciones de la sociedad civil y empresas mineras del departamento.

2.1.3 Deberá tener como función principal determinar en forma conjunta con todos los actores convocados, las condiciones físicas y químicas de la calidad de agua en los ríos y lagunas de las cuencas de los ríos Perejil, Chuyuhual y Caballo Moro, y su concordancia con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua – ECA, así como la correcta aplicación de la metodología para la vigilancia y fiscalización del agua de los ríos, lagos, lagunas y otros, que contempla el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial, aprobado por la Autoridad Nacional del Agua en el mes de abril de 2011.

2.2 Realizar, en el marco de sus funciones de elaborar, proponer y supervisar la implementación de normas y programas en materia de protección y recuperación de la calidad de los recursos hídricos en el país, un estudio comparativo sobre control biológico de la calidad de agua, teniendo como referencia los análisis que se realizan en países como España, Inglaterra, Costa Rica y la Comunidad Europea, entre otros, con el fin de establecer una normativa nacional al respecto. Debe tenerse en cuenta que el uso de bioindicadores, entre ellos de macroinvertebrados, permite visualizar los efectos contaminantes en el agua en un rango aceptable de tiempo y espacio, y no constituye un análisis referencial, puntual y momentáneo como son los análisis físico-químicos, de modo que es una metodología de análisis más estricta y que ayuda a proteger mejor el medio ambiente.

3. A la Compañía Minera Barrick Misquichilca S.A.:

3.1 Facilitar la realización de monitoreos inopinados de la calidad del agua por parte de las organizaciones de la sociedad civil, de los comuneros y de las Rondas Campesinas, en las zonas localizadas dentro de su ámbito de concesión, a fin de viabilizar la participación ciudadana según lo dispuesto en el artículo 46° de la Ley General del Ambiente, así como en el artículo

36° del Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales del Ministerio del Ambiente.

- 3.2 Tomar medidas para evitar la contaminación y recuperar la calidad del agua en las tres cuencas monitoreadas, especialmente en la cuenca del río Chuyuhual, debido a la evidencia de un aumento significativo de químicos tóxicos, que corresponderían a su actividad minera durante el año 2010.
- 3.3 Colaborar desinteresadamente en el análisis químico, biológico, geológico y de salud en todo el ámbito de las cuencas de los ríos Perejil, Chuyuhual y Caballo Moro, para poder determinar con más precisión los tipos y grados de contaminación, su impacto en el ambiente y sus responsables.

4. A los pobladores, comuneros y Rondas Campesinas de la cuenca de los ríos Perejil, Chuyuhual y Caballo Moro:

Fortalecer la vigilancia ciudadana participativa en el monitoreo de la calidad del agua de sus cuencas, con las siguientes recomendaciones y sugerencias:

- 4.1 Fomentar una mayor conciencia de derechos, especialmente los ambientales, y ejercer libremente el derecho de participación ciudadana, con el respaldo del marco normativo nacional e internacional al respecto.
- 4.2 Impulsar la organización de comités de vigilancia ambiental autónomos, particularmente de monitoreo de la calidad de agua, con el apoyo de organizaciones de la sociedad civil, iglesias, universidades nacionales y extranjeras, entre otros, que sostengan los procesos de vigilancia participativa de la calidad ambiental.
- 4.3 Vincular el proceso de vigilancia de la calidad ambiental a los procesos de desarrollo local; en este sentido, se debe vigilar la incorporación de los enfoques de derechos y ambiental, y de estudios de impacto ambiental, en los proyectos de inversión pública (social e infraestructura) y del sector privado.

- 4.4 Incrementar el número de puntos de toma de muestras de agua y biota con participación de todas las partes (Estado, empresas, comuneros, etc.) para identificar mejor las fuentes de contaminación y los responsables, así como las medidas correctivas necesarias.
- 4.5 Avanzar en nuevas etapas de la vigilancia ciudadana ambiental con el apoyo de la biología molecular en el análisis de biota, y el desarrollo de un estudio geológico de aguas superficiales, subterráneas, flujo de aguas, etc. que permita identificar científicamente a los responsables de los distintos tipos de contaminación. En la comunidad científica se habla de identificar a “los potenciales causantes de contaminación de agua” (en inglés, Potential Pollution Source Inventory - PPSI).
- 4.6 Establecer una línea de base con indicadores ambientales y de salud, y determinación de los organismos estatales, organizaciones de la sociedad civil y empresas mineras involucrados, y efectuar estudios epidemiológicos sobre el posible impacto de la contaminación en la salud de la población (trabajadores mineros, agricultores y población en general) a partir del análisis de la cadena alimenticia y también sobre la agricultura de la zona.
- 4.7 Realizar una mayor difusión local, nacional e internacional de los resultados de los monitoreos de agua y biota, recomendándose asimismo, su inclusión en páginas web de organismos multilaterales, dependencias públicas, ONG, universidades y redes internacionales especializadas en normativa y derechos ambientales.

ANEXOS

ANEXO 1

ALTURAS Y DISTANCIAS DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS PEREJIL, CHUYUHUAL Y CABALLO MORO

GRÁFICO N° 22
ESTACIONES EN LA CUENCA DEL RÍO PEREJIL

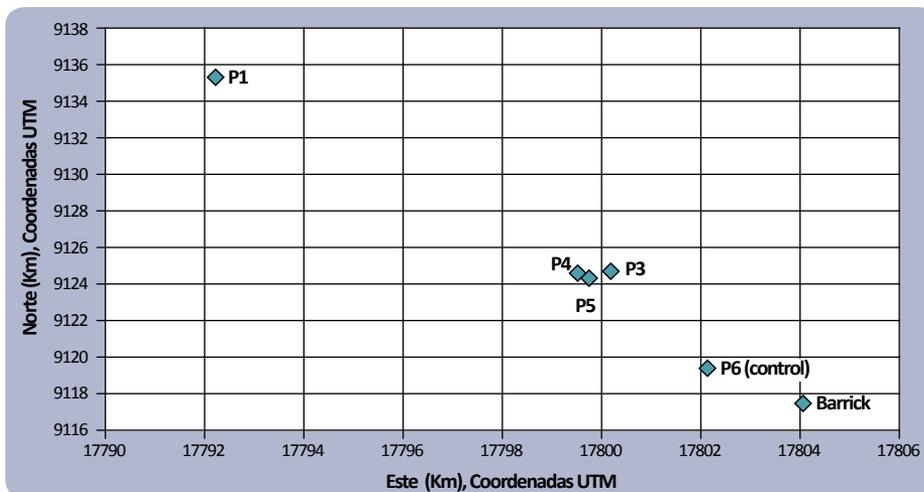


TABLA 1
Altitudes y coordenadas UTM

Estaciones	Altitud (m.s.n.m)	Este (km)	Norte (km)
P1	1982	17792,13	9135,442
P3	3506	17800,13	9124,502
P4	3254	17799,56	9124,484
P5	3444	17799,66	9124,182
P6 (Control)	3965	17802,08	9119,034
MBM	4081	17804,02	9117,523

TABLA 2
Altitudes y coordenadas relativas con respecto a la planta de MBM en Lagunas Norte

Estaciones	Altitud desde MBM (m)	Distancia Este desde MBM (km)	Distancia Norte desde MBM (km)
P1	-2099	-11,889	17,919
P3	-575	-3,891	6,979
P4	-827	-4,461	6,961
P5	-637	-4,358	6,659
P6 (Control)	-116	-1,944	1,511
MBM	0	0	0

Notas:

- MBM: Minera Barrick Misquichilca S.A.
- Las altitudes y coordenadas UTM de las estaciones fueron tomadas por AMAS.
- Las altitudes y coordenadas UTM de Barrick fueron tomadas por la Universidad de Dayton.

GRÁFICO N° 23
ESTACIONES EN LA CUENCA DEL RÍO CHUYUHUAL

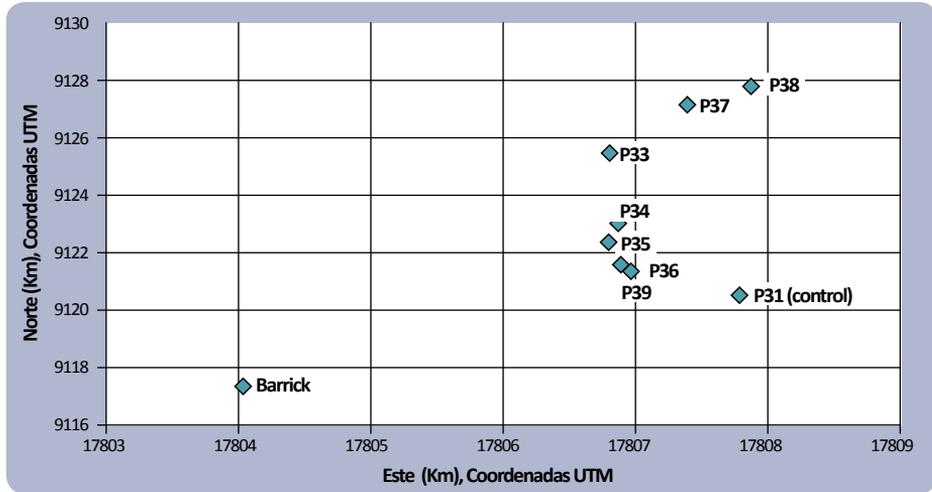


TABLA 3
Altitudes y coordenadas UTM

Estaciones	Altitud (m.s.n.m)	Este (km)	Norte (km)
P31 (Control)	3842	17807,665	9120,532
P33	3294	17806,635	9125,502
P34	3590	17806,799	9122,982
P35	3647	17806,682	9122,214
P36	3753	17806,894	9121,532
P37	3338	17807,304	9127,134
P38	3302	17807,817	9127,872
P39	3770	17806,923	9121,428
MBM	4081	17804,019	9117,523

TABLA 4
Altitudes y coordenadas relativas con respecto a la planta de Barrick en Lagunas Norte

Estaciones	Altitud desde MBM (m)	Distancia Este desde MBM (km)	Distancia Norte desde MBM (km)
P31 (Control)	-239	3,646	3,009
P33	-787	2,616	7,979
P34	-491	2,780	5,459
P35	-434	2,663	4,691
P36	-328	2,875	4,009
P37	-743	3,285	9,611
P38	-779	3,798	10,349
P39	-311	2,904	3,905
MBM	0	0	0

Notas:

- MBM: Minera Barrick Misquichilca S.A.
- Las altitudes y coordenadas UTM de las estaciones fueron tomadas por AMAS.
- Las altitudes y coordenadas UTM de Barrick fueron tomadas por la Universidad de Dayton.

GRÁFICO N° 24
ESTACIONES EN LA CUENCA DEL RÍO CABALLO MORO

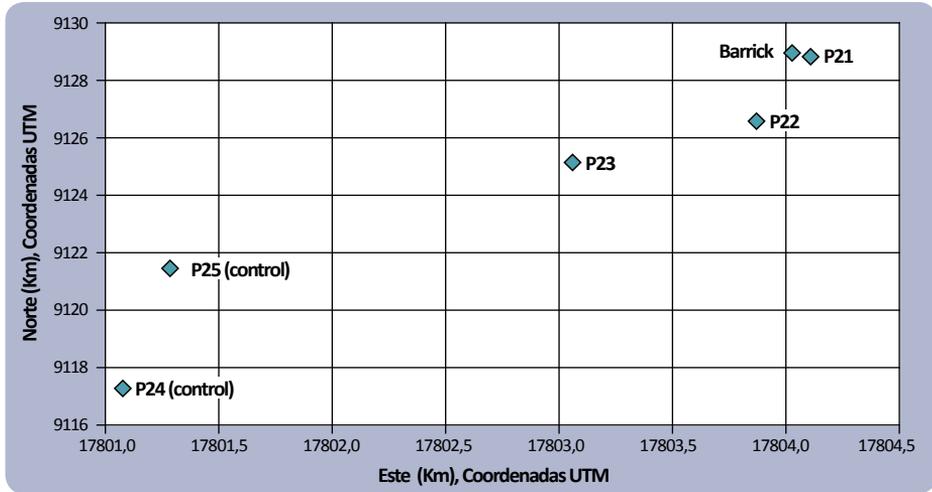


TABLA 5
Altitudes y coordenadas UTM

Estaciones	Altitud (m.s.n.m)	Este (km)	Norte (km)
P21	4083	17804,114	9117,508
P22	4020	17803,850	9116,298
P23	4054	17803,055	9115,644
P24 (Control)	4004	17801,087	9111,590
P25 (Control)	4028	17801,278	9113,730
MBM	4081	17804,019	9117,523

TABLA 6
Altitudes y coordenadas relativas con respecto a la planta de Barrick en Lagunas Norte

Estaciones	Altitud desde MBM (m)	Distancia Este desde MBM (km)	Distancia Norte desde MBM (km)
P21	2	0,095	-0,015
P22	-61	-0,169	-1,225
P23	-27	-0,964	-1,879
P24 (Control)	-77	-2,932	-5,933
P25 (Control)	-53	-2,741	-3,793
MBM	0	0	0

Notas:

- MBM: Minera Barrick Misquichilca S.A.
- Las altitudes y coordenadas UTM de las estaciones fueron tomadas por AMAS.
- Las altitudes y coordenadas UTM de Barrick fueron tomadas por la Universidad de Dayton.

ANEXO 2

MINERÍA, MINERALES Y AMBIENTE

1. IMPACTO Y POSIBLE CONTAMINACIÓN DE LA MINERÍA

La minería tiene tres grandes etapas en el proceso productivo que impactan y en diferente magnitud o escala pueden contaminar el ambiente: cateo y prospección; exploración, y explotación o producción, cierre y remediación.

A. Etapa de cateo y prospección

La Ley General de Minería, Decreto Legislativo N° 109, define el cateo como la acción conducente a poner en evidencia indicios de mineralización por medio de labores mineras elementales. Asimismo, define la prospección como la investigación conducente a determinar áreas de posible mineralización por medio de indicaciones químicas y físicas medidas con instrumentos y técnicas de precisión. El cateo y la prospección no generan impactos significativos al ambiente.

B. Etapa de exploración

La Ley define la exploración como aquella actividad minera tendiente a demostrar las dimensiones, posición, características mineralógicas, reservas y valores de los yacimientos minerales. Consiste en la perforación del terreno para extraer muestras de los minerales que se encuentran en el subsuelo y determinar la existencia de concentraciones. Permite determinar la ubicación de los yacimientos tanto en una vista de planta como en corte (perfil del subsuelo), y posibilita precisar el tipo de operación que se realizará, la cantidad de movimiento de tierras y la presencia de elementos contaminantes junto con el mineral a extraer.

Para realizar la exploración, la normativa peruana sólo exige la realización de una evaluación ambiental, que no requiere audiencias públicas. La actividad de exploración puede ocasionar los siguientes impactos ambientales:

- Afectación del hábitat de animales y plantas silvestres como consecuencia del humo y el ruido de las maquinarias (perforadoras, vehículos, etc.).
- Posible erosión de suelos por la construcción de caminos y trincheras.
- Pueden secar o desviar los canales internos del agua (acuíferos subterráneos), y algunas comunidades podrían quedarse sin agua suficiente para sus actividades de subsistencia.

C. Etapa de explotación / producción

En esta etapa se empiezan a extraer los minerales en cuatro sub-etapas: excavación; trituración y chancado; extracción y, fundición y refinería. Durante esta etapa:

- Se eliminan grandes cantidades de desmonte (material residual sin valor económico) lo que degrada el paisaje y genera DAM (drenaje ácido de mina), el que por las lluvias puede ser arrastrado hacia los ríos, quebradas, lagunas, y otros cuerpos de agua, produciendo la contaminación de las aguas.
- Se requieren grandes cantidades de agua, lo que puede generar competencia con los usos agrícolas, además de generar grandes cantidades de agua contaminada (relaves). Estas aguas contaminadas pueden llegar a los cuerpos de agua (quebradas, ríos, lagos, lagunas) y contaminarlos.
- El ruido de las explosiones y de los vehículos que circulan es mayor que en la etapa de exploración, lo cual afecta los hábitats de animales y plantas silvestres (fauna y flora) o los ahuyenta a otros lugares (hábitats).
- La explotación a cielo abierto elimina o desaparece muchos paisajes (cerros, terrenos, etc.) que son el lugar donde viven y se desarrollan animales y plantas y donde realizan diferentes actividades los pobladores de la zona (agricultura, pastoreo).

D. Cierre y remediación

La ley establece la obligación de realizar el cierre de minas a medida que se concluyen las operaciones extractivas y se inician otras nuevas.

- La remediación no significa que la zona explotada quedará igual como antes de la explotación.

Las canchas de relaves de las explotaciones mineras pueden subsistir como un riesgo ambiental durante cientos de años, o a perpetuidad, después que concluyeron las operaciones mineras.

2. INFLUENCIA DE LOS METALES EN EL AMBIENTE Y LA VIDA²¹

A. ALUMINIO

El aluminio es el metal más abundante sobre la tierra. Cuando se encuentra en elevadas concentraciones puede ocasionar daños:

- **En el ambiente**

El principal problema es que el agua se vuelve muy ácida, es decir baja su pH, y puede acumularse en las plantas causando problemas de salud a los animales que las consumen. En las lagunas o lagos, donde el aluminio aumenta, se observa desaparición de insectos, peces y anfibios (sapos), porque impide que estos puedan respirar con normalidad. Pero, no solamente ocasiona daños en los animales que viven en el agua, sino también sobre otros animales que se alimentan de éstos, como las aves, por lo que rompe la cadena alimenticia. Otro problema, para los organismos acuáticos, es que el aluminio se une a compuestos como los fosfatos, que son necesarios para que puedan vivir y desarrollar sus actividades con normalidad.

Existen claras evidencias de que el aluminio puede ocasionar daños en las raíces de las plantas cuando se encuentra en aguas subterráneas o cuando llega a las plantas mediante el riego con aguas contaminadas por este elemento (agricultura).

21 Basado en: <http://www.lenntech.com/espanol/tabla-periodica.htm>

- **En la salud de las personas:**

Si una persona toma agua que tiene grandes cantidades de aluminio, puede sufrir efectos negativos en el sistema nervioso, puede ocasionar temblores severos, demencia (locura), pérdida de la memoria, desánimo. También existen evidencias que este elemento ocasiona efectos negativos sobre los riñones. El consumo de plantas alimenticias que a través del riego se han contaminado con aluminio, puede también determinar que las personas posean elevadas concentraciones de aluminio en su organismo.

B. HIERRO

En cantidades adecuadas es muy importante para la salud. Forma parte de la sangre (se encuentra en la hemoglobina), permitiendo el transporte de oxígeno cuando uno respira, pero en cantidades elevadas puede ocasionar algunos problemas de salud.

- **En el ambiente**

Cuando el hierro forma compuestos en el ambiente puede permanecer en éste durante mucho tiempo, y se acumula en plantas y animales, las que al ser posteriormente consumidas por las personas pueden ocasionar severos daños a la salud.

- **En la salud de las personas**

La exposición al hierro provoca daños en la vista (conjuntivitis, coriorenitis, rinitis). Si una persona inhala cantidades excesivas de hierro (como óxido) puede ocasionar una enfermedad conocida como siderosis (daño en los pulmones), también puede incrementar el riesgo de adquirir cáncer al pulmón.

C. MERCURIO

Es un elemento químico que tiene una alta utilidad en la industria; puede ser usado, por ejemplo, en la fabricación de termómetros (para medir la temperatura), barómetros (para medir la presión ambiental), bombillas fluorescentes. Incluso puede ser usado en emplastes de dientes; en estos casos, el mercurio está “atrapado” y no produce ningún daño.

- **En el ambiente**

El mercurio ingresa al agua generalmente a través del rompimiento de minerales de rocas y suelos. Exposiciones elevadas al mercurio pueden ocasionar daños en los riñones, intestinos e incluso puede afectar a nivel genético ya que se ha demostrado que produce fallos en la reproducción y alteración de ADN.

- **En la salud de las personas**

Los efectos del mercurio en la salud de las personas se manifiestan desde dos perspectivas; cuando las concentraciones de mercurio que ingresan al organismo son elevadas, puede provocar inmediatamente daño al sistema nervioso, daño a las funciones cerebrales, reacciones alérgicas, irritación a la piel, cansancio y dolor de cabeza, etc.; incluso puede existir afección a nivel genético con el consecuente daño al ADN y cromosomas. Sin embargo, una exposición constante al mercurio puede determinar que ingrese al cuerpo humano mediante un proceso de bio-acumulación en base al consumo de vegetales y carnes de animales que hayan tenido contacto con este elemento. Esto puede ocasionar afecciones a la salud en el largo plazo.

D. COBALTO

Es un elemento químico que se encuentra en la naturaleza, de manera que el contacto con las personas por diferentes mecanismos es común. No obstante, es un elemento que siempre está ligado a otros formando compuestos, por lo que normalmente no es perjudicial para la salud. Sin embargo, su peligrosidad se evidencia cuando no está combinado, es decir cuando se encuentra como un elemento libre en la naturaleza; en cuyo caso es perjudicial pues puede ser bio-acumulado en plantas y animales. Forma parte de la vitamina B12 que es muy necesaria para el correcto metabolismo.

- **En el ambiente**

Cuando las concentraciones de este elemento son altas puede acumularse en los tejidos de plantas y animales. Sin embargo, no se conoce que este elemento pueda pasar a los humanos a través de la cadena alimenticia, pues las cantidades de cobalto que se acumulan en los tejidos comestibles como frutos, carnes, etc., son muy pequeñas bajo condiciones naturales.

- **En la salud de las personas**

En concentraciones elevadas suele producir vómitos y náuseas, problemas de visión, problemas al corazón y daño en la tiroides, aunque esto sólo ocurre con ingestas elevadas de cobalto. Por lo general, constituye un elemento que puede ocasionar problemas de salud ocupacional (gente que trabaja usando cobalto)

E. NÍQUEL

Es un elemento común en la naturaleza, importante en la dieta cuando se consume en pequeñas cantidades (trazas). Sin embargo, una exposición excesiva al níquel puede derivar en afecciones serias a la salud.

- **En el ambiente**

El níquel por lo general es considerado como un supresor del crecimiento en ambientes acuáticos, limita el crecimiento de algas y otras formas de vida. Cuando excede los estándares de calidad ambiental puede producir cáncer en diferentes partes (órganos blancos) de los animales. Además, el níquel puede acumularse en los tejidos orgánicos de plantas y animales.

- **En la salud de las personas**

Una exposición acentuada al níquel puede desencadenar asma, bronquitis crónica, problemas cardiacos, problemas respiratorios, elevadas probabilidades de desarrollar cáncer al pulmón, nariz, laringe y próstata.

F. CADMIO

Es un elemento que no se encuentra libre en la naturaleza; únicamente forma el compuesto greenockita (sulfuro de cadmio) y está asociado a la presencia de zinc y en menor magnitud al plomo.

- **En el ambiente**

Los peces pueden incorporar el cadmio a su organismo mediante la ingestión de otros organismos (cadena alimenticia) o mediante la respiración a través de las branquias y tiende a acumularse en estos animales pudiendo ocasionar problemas en las agallas, riñones, provocar un crecimiento retardado y, como consecuencia, anomalías en el desarrollo y comportamiento.

Elevadas concentraciones de cadmio influyen decididamente en la calidad de los suelos pues los microorganismos y demás formas de vida son altamente sensibles al cadmio, esto afecta la producción agrícola en cantidad y calidad.

- **En la salud de las personas**

El cadmio tiende a la bio-acumulación mediante el consumo de plantas y carne de animales contaminados con este elemento. Puede provocar efectos de dos maneras: efectos agudos con síntomas muy semejantes a los de la gripe, siempre y cuando exista una exposición severa; y por otro lado, puede ocasionar efectos crónicos cuya consecuencia principal es la aparición de cáncer, siendo los órganos inicialmente afectados los riñones. También puede producir osteoporosis entre otras afecciones.

G. ARSÉNICO

Es un elemento que se encuentra distribuido ampliamente en la corteza terrestre, combinado a otros elementos como el cobalto, azufre entre otros.

- **En el ambiente**

Este elemento tiende a la bio-acumulación en vegetales, que lo absorben del suelo y lo acumulan en sus tejidos. En algunos casos cuando la concentración es elevada tiende a alterar el material genético (ADN) de los peces y otros organismos acuáticos. Las aves, que forman parte del ecosistema y que consumen peces, podrían sufrir envenenamiento por este elemento.

- **En la salud de las personas**

El riesgo para las personas ocurre cuando existe consumo de peces que han tenido contacto y han acumulado este elemento en sus tejidos. Las consecuencias de una exposición prolongada a este elemento son irritación al aparato digestivo, disminución de los glóbulos rojos y blancos, incluso hay la posibilidad de la generación de problemas relacionados con el cáncer de piel, pulmones e hígado. Cuando existe una exposición a niveles muy altos de arsénico puede provocar abortos, deficiencia del sistema inmunológico entre otros.

ANEXO 3

CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y LEGISLACIÓN

1. ANÁLISIS EN LABORATORIO

Los análisis se realizaron en el laboratorio de la empresa ECOLAB S.A., que cuenta con acreditación de INDECOPI –CRT Registro N° LE – 017.

Los parámetros seleccionados por AMAS, son los indicativos para ver la calidad del agua para uso doméstico, ganadería y agricultura y conservación del medio acuático según el plan de estudio de monitoreo. Además, se han tomado en cuenta las actividades que se desarrollan en las zonas de estudio.

2. CRITERIOS DE EVALUACIÓN TIPO

La calidad de agua se regula mediante leyes y normas nacionales e internacionales, como de la Organización Mundial de la Salud (OMS), y sugeridos por organismos estatales como la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA). Este marco normativo establece criterios que constituyen una herramienta válida para determinar la calidad del agua para consumo humano; y, para establecer criterios sobre la calidad del agua para agricultura y bebida de animales, se usan las Normas Sudafricanas para Agricultura y Ganadería.

Los valores obtenidos del análisis deben emplearse como señal para que, cuando se sobrepasen o no se cumplan los estándares de calidad del agua establecidos para el consumo humano, animal y agricultura, se realice el respectivo seguimiento de la causa y se consulte a las autoridades responsables de la salud pública. En estos casos es necesario permanecer alerta y vigilar las posibles fuentes de impacto o contaminación.

Agua para consumo humano

Hasta agosto del año 2008 se compara los resultados con normas nacionales e internacionales:

- Ley General de Aguas (LGA) del Perú. Clase I.- Los límites vigentes de agua en el Perú de acuerdo a la Ley de Agua (D.L. N° 17752), incluyen las modificaciones de los artículos 81 y 82 del reglamento de los Títulos I, II y III; según D.S. 007 – 83 – SA, publicado el 11 de marzo de 1983, así como el D.S. N° 003 – 2003 – SA, los límites para el cianuro WAD y cianuro libre, publicado el 29 de enero de 2003. Las aguas de Clase I corresponden a aguas de abastecimiento doméstico con simple desinfección.

Desde septiembre del año 2008 se compara con la nueva legislación ambiental en materia de aguas que entra en vigencia:

- Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua Categoría1 (ECAS – 2008).

También se toma de referencia estándares internacionales con la finalidad de tener una referencia más estricta o en todo caso tener un valor más comparativo cuando la normativa presenta algún vacío:

- Organización Mundial de la Salud (OMS – 2004).
- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA – 2002).
- Unión Europea (UE- 1998).

Agua para agricultura y bebida de animales

Hasta agosto del año 2008, se compara los valores de agua Clase III (agua para riego y bebida de animales) de la Ley Peruana (D.L. N° 17752) y sus modificaciones.

Desde septiembre del año 2008, se compara los resultados de los análisis con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua Categoría 3 (ECAS – 2008)

Dado que no existen estándares internacionales para este caso, se confrontó lo sugerido con las Normas Sudafricanas para Agricultura y Ganadería. De allí que estos valores se deben tomar en forma referencial, pues adicionalmente es necesario tener mayor información respecto a la clase de suelo, tipo de cultivo, etapa de crecimiento, tipo de regadío, etc., para poder incorporar una sugerencia más sólida.

Agua para la conservación de medios acuáticos

Con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua Categoría 4 (ECAS – 2008).

BIBLIOGRAFIA

Alba-Tercedor, J. y A. Pujante, 2000, *Running-water biomonitoring in Spain. Opportunities for a predictive approach. In: Assessing the Biological Quality of Freshwater: RIVPACS and similar techniques. J.F. Wright, D.W. Sutcliffe & M. Furse (eds.):* Freshwater Biological Association. Ambleside, Cumbria, UK: 207-216.

Alba-Tercedor, J. y A. Sánchez-Ortega, 1988, *Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978)*, *Limnética*, 4: 51-56.

Alba-Tercedor, J., 1996, *Macro invertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA)*, Almería, España: 203-213.

Armitage, P.; Moss, D.; Wright, J. y M. Furse, 1983, *The performance of a new biological water quality score system based on macro invertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites*, *Water Research*, 17, issue 3: 333-347.

Cressa, C; Rincón, J; Segnini, S., 2003, *Biomonitoreo de sistemas acuáticos continentales utilizando macroinvertebrados bentónicos. VII Congreso Venezolano de Ecología*, Puerto Ordaz, 2007.

Defensoría del Pueblo del Perú, 2006, *Informe Defensorial N° 116. La calidad del aire en Lima y su impacto en la salud y la vida de sus habitantes*. Electronic References [en línea]: <http://www.defensoria.gob.pe/inform-defensoriales.php>.

Domínguez, E.; M. Hubbard y M. Pescador, 1994, *Los Ephemeroptera en Argentina*. PROFADU CONICET, Vol. (33), Fascículo (01).

Fernández R, H y E. Domínguez, 2001, *Guía para la determinación de artrópodos bentónicos sudamericanos*, Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán, Argentina, 282 pp.

Lenat, D. R., 1988, *Water quality assessment using a qualitative collection method for benthic macro invertebrates*, *The North American Benthological Society*, 7, issue 3: 222 – 223.

Medina, C.; Hora, M.; Ascencio, I.; Pereda, W.; Gabriel, A., 2009, *Un índice de la calidad de agua usando macro invertebrados bentónicos en tres microcuencas del alto Chicama. Región La Libertad. Perú, 2008*, Revista SCIENDO. En Prensa.

Minera Barrick Misquichilca S.A., 2003, *Estudio de impacto ambiental del proyecto Alto Chicama*. D4 Peces y Hábitat Acuático.

Miracle, M.; Soria, J.; Vicente, E.; Romo, S., 1987, *Relaciones entre la luz, los pigmentos fotosintéticos y el fitoplancton en la Albufera de Valencia, laguna litoral hipertrófica*, Limnética 3: 25-34.

Oller, C.; Goitia, E., 2005, *Macroinvertebrados bentónicos y metales pesados en el río Pilcomayo (Tarija, Bolivia)*, Rev. Bol. Ecol. 18: 17-32.

Prat, N.; Ríos, B.; Acosta, R. y M. Rieradevall, 2006, C.E.R.A. *Un protocolo para determinar el estado ecológico de los ríos andinos*. Grupo de investigación, F.E.M. (Freshwater Ecology and Management). Departamento de Ecología, Universidad de Barcelona, España. Proyecto financiado por: Ministerio de Educación y Ciencia, Programa Intercampus (AEI). Electronic References [en línea]: <http://www.diba.es/mediambient/ecostrimed.asp>.

Ríos, B.; Acosta, R., y Prat, N., 2006. *Distribution of macroinvertebrate communities in the high Andes and their tolerance to pollution*, En prensa.

Roldán, G., 2003. *Bioindicación de la Calidad del Agua en Colombia, propuesta para el uso del método BMWP – COL*, Colección ciencia y tecnología. Editorial Universidad de Antioquia, Colombia, 168p.

Sánchez-Herrera, M., 2005, *El índice biológico BMWP (Biological Monitoring Working Party Score), modificado y adaptado al cauce principal del río Pamplonita norte de Santander*. Universidad de Pamplona. Bucaramanga, Colombia. Bistua Vol. 3 No. 2. ISSN (versión impresa): 0120-4211.

Water treatment solutions. Electronic References [en línea]: <http://www.lenntech.com/espanol/tabla-periodica.htm>.

Zúñiga, M., 1984, *Estudio de la ecología del río Cali con énfasis en su fauna bentónica como indicador biológico de calidad*. XXVII Congreso Nacional de ACODAL, Agosto, Colombia.