



MONITOREO INDEPENDIENTE DE LA CALIDAD DEL AGUA

EN ZONAS DE IMPACTO DE LA GRAN
MINERÍA EN LA LIBERTAD – PERÚ

2019

19 JUNIO 2020
AMAS Marianistas



PRESENTACIÓN

La publicación del presente documento se realiza en el marco de un proceso de Vigilancia Ambiental de parte de la sociedad civil y resume los resultados e interpretación de los análisis físico químicos y biológicos realizados en cabeceras de cuenca de los ríos El Perejil, El Chuyugual y El Caballo Moro (en adelante tres cuencas); impactados por actividades de la gran minería así como en los sectores Huacamarcanga - Miaco y Tres Cruces, que, de acuerdo a informes oficiales, presentan estados de mineralización atractivos para la extracción minera en la sierra de La Libertad.

En este documento presentaremos los resultados de los monitoreos físico químico y de análisis de los macro invertebrados, comprendidos entre los años 2005 y 2019, los mismos que muestran que los ecosistemas en las cuencas monitoreadas han ido deteriorándose gradualmente; así mismo, este informe contempla como necesidad imperiosa, el cuidado de los sectores estudiados, porque poseen un potencial ecosistémico indispensable, sirviendo fundamentalmente como fuentes de captación y reserva de agua de consumo humano.

Acciones como la aprobación del D.S. 004-2017-MINAM, cuyo objetivo fundamental ha sido flexibilizar considerablemente algunos Estándares de Calidad Ambiental para Aguas (ECAS) nos dicen claramente que el gobierno central no tiene en cuenta los derechos de las personas pero que decididamente protege la inversión minera. Por eso, en AMAS consideramos que las comunidades tienen derechos de acceso al agua en cantidad y calidad necesarios para su desarrollo amparados por la constitución, leyes peruanas y el derecho internacional; por tales motivos tienen derecho a organizarse, informarse, desarrollar capacidades para establecer puentes para dialogar y proteger sus derechos a vivir en un ambiente sano, de respeto a la propiedad de la tierra y de respeto a sus formas de vida, de organización y desarrollo. Motivos por los cuales, nuestros análisis tienen como eje central los derechos de las personas al acceso al agua, como personas y no como componentes invisibles de la agricultura, la ganadería, etc.

Este proceso iniciamos el año 2005, conjuntamente con rondas campesinas y dirigentes de Organizaciones Sociales de Base, debido a la naturaleza altamente contaminante de las actividades mineras y el peligro de sus impactos negativos ecosistemas frágiles como las cabeceras de las tres cuencas y su repercusión en la salud y cultura locales, especialmente con la presencia de la empresa minera Barrick Misquichilca (en adelante MBM). Debemos resaltar la muy buena receptividad y asertividad de los pobladores locales para sostener procesos de vigilancia de la calidad del agua, a pesar de la insistencia del gobierno peruano de fortalecer un modelo económico basado en la exportación de metales.

En junio del 2005, un mes antes del inicio de las operaciones extractivas MBM, nos movilizamos y ejecutamos nuestro primer monitoreo, el mismo que reveló que el mayor impacto en la calidad de las aguas era de naturaleza orgánica debido, fundamentalmente, a la presencia de coliformes totales y fecales, producto de las prácticas de agrícolas, ganaderas y domésticas de los pobladores locales.

Entre el 2015 y el 2018 ampliamos el número de puntos o estaciones de monitoreo en los sectores Huacamarcanga – Miaco y Tres Cruces en Santiago de Chuco. El monitoreo del año 2019 hemos centrado la vigilancia en las tres cuencas. Los resultados químico físicos de este informe se presentan como datos históricos y se puede observar tendencias de aquellos elementos o parámetros que han generado contaminación y han degradado considerablemente los ecosistemas de las tres cuencas. Así mismo, mostramos los resultados de dos sectores donde es muy posible se inicien nuevos proyectos mineros; los sectores son Tres Cruces, y, Huacamarcanga – Miaco, que dicho sea de paso es un área de recarga hídrica para una zona crítica como Santiago de Chuco donde la demanda hoy en día (uso doméstico y uso agropecuario) es mayor que la oferta hídrica.

Los resultados químico físicos son complementados con los estudios de macroinvertebrados, los que nos dan una perspectiva más amplia y completa del estado sanitario del área adyacente a las estaciones de monitoreo.

Equipo AMAS
Otuzco, junio 2020



Compañía de María (Marianistas)
Región Perú
Av. Del Río 424
Pueblo Libre
Lima - PERÚ
Teléfono: 423.2703, Fax: 431.0084
mariasm@smperu.com.pe

Autores:



Walter Pereda Ruiz
Director de AMAS y responsable de la publicación

Manuel Hora Revilla
Responsable Área Ambiental

Ronal Gabriel Aguilar
Responsable Área Educación Ambiental

Dirección de AMAS
Pasaje Elías Armas Castillo 136
Otuzco – La Libertad

Análisis de resultados:
Laboratorio ECOLAB
Laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo

Diseño de Carátula
Equipo AMAS

RESUMEN EJECUTIVO

1. Este proceso se ha construido de manera participativa, desde las primeras ideas de vigilancia de la calidad del agua, nacidas en asambleas comunales en cada cuenca, hasta la devolución de los resultados de los monitoreos, pasando por la elección de los representantes de cada cuenca y su formación como monitores de agua y de macro invertebrados.
2. En este proceso, los dirigentes y demás participantes son capacitados para que verifiquen la transparencia del trabajo de campo en el recojo de las muestras de agua y de macro invertebrados; las muestras de agua son recolectadas mediante protocolos establecidos y enviadas a ECOLAB, laboratorio que cuenta con todas las certificaciones y acreditaciones necesarias. Las muestras de macro invertebrados son enviadas a la facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo para su clasificación.
3. El monitoreo físico químico se inició el año 2005 en 19 estaciones; en la actualidad estas se han incrementado a 20 estaciones, en las que analizamos parámetros normados por los Estándares de Calidad Ambiental para Aguas (ECAs), de acuerdo con la aptitud de uso del agua según versiones de los pobladores locales, utilizando para ello la categoría 1 (agua destinada al consumo humano: categoría 1), la categoría 3 (agua para agricultura y ganadería) y categoría 4 (agua destinada a la conservación de ambientes acuáticos); según la Ley de Recursos Hídricos 29338. El monitoreo con macro invertebrados, que se inicia el año 2008, nos muestra una visión retrospectiva de la calidad del agua. Ambos monitoreos son complementarios y nos permiten tener una visión más integral de la calidad del agua.
4. El monitoreo físico químico de la calidad de agua considera 38 parámetros relacionados con la extracción minera, establecidos en la legislación vigente, de los cuales hemos tomado aquellos que han registrado variaciones importantes que en ocasiones han vulnerado la normatividad (consumo humano, uso en agricultura y ganadería, protección del medio acuático). El análisis con macro invertebrados toma en cuenta la diversidad biológica y su tolerancia a la contaminación para establecer puntajes que determinan la calidad del agua.
5. El informe físico químico analiza la calidad del agua mediante las tendencias de algunos compuestos y elementos en todos los monitoreos desde el 2005; pues este monitoreo representa nuestra línea base, realizado antes de que MBM inicie sus actividades de explotación. Puede apreciarse que las estaciones de monitoreo cercanas a MBM, aguas abajo, mostraron que los ECAs se excedieron considerablemente en el año 2010, generando procesos de contaminación; en la mayoría de casos esta tendencia a la fecha (2020) ha disminuido, sin embargo, aún se aprecia vulneración de los ECAs. Se aprecia que la cuenca más contaminada es la del río Chuyugual. Sin embargo, el hecho de no pasar los límites establecidos en los ECAs, no significa que no exista contaminación. La contaminación existe, sólo que no vulnera la ley, pero repercute en los ecosistemas, la salud y costumbres de las poblaciones cercanas a estas actividades mineras.
6. Se puede apreciar un franco deterioro de la calidad del agua; el año 2005 un buen número de estaciones de monitoreo mostraban agua con aptitud para consumo humano, donde únicamente los coliformes totales y fecales eran sinónimo de contaminación; sin embargo, en la actualidad algunas estaciones no deberían ser usadas para riego ni bebida de animales por estar contaminadas con metales pesados.

-
7. Los mapas oficiales, no dan cuenta de este hecho y muestran a toda la cuenca como si sólo hubiera agua de Categoría 3, según Resolución Jefatural N°056-2018-ANA.
 8. Reiteramos la necesidad de contar con legislación ambiental para aguas en base a indicadores biológicos en la medida que permiten tener una visión retrospectiva de la calidad del agua y se constituyan en un complemento ideal para el análisis físico químico; por eso solicitamos al Congreso de la República que legisle los análisis de la calidad del agua en base a los macro invertebrados bentónicos.
 9. Pensamos que, si un proyecto minero es aprobado por la población, se debe realizar un diagnóstico base de la calidad del agua en áreas cercanas y aguas debajo de donde se localiza en proyecto. Este diagnóstico debe ser previo a cualquier actividad de exploración y debe realizarlo las comunidades o caseríos que posiblemente vean impactadas sus fuentes de agua superficial. Este proceso permitirá contrastar la calidad del agua antes, durante y después de las actividades mineras.

El informe que presentamos a continuación, se divide en dos secciones:

A. MONITOREO DE NUEVAS AREAS

B. MONITOREO DE AREAS ANTIGUAS

A. MONITOREO EN NUEVAS AREAS

Para el Estado, los sectores Huacamaranga - Miaco y Tres Cruces son área prioritaria para proyectos mineros importantes. Estos territorios han sido concesionados y han iniciado los procesos legales y técnicos para iniciar trabajos de exploración. Siempre hemos considerado que las cabeceras de cuenca deben conservarse por ser ecosistemas frágiles, los mismos que están protegidos de acuerdo a ley.

Ni el Estado ni las empresas concesionarias han tomado en cuenta que los sectores Huacamaranga - Miaco son zonas de recarga hídrica que abastece mediante el canal Vicente Jiménez con agua de consumo humano (DS N° 031-2010-SA) al 80% de la población del casco urbano de Santiago de Chuco (según refiere el Área Técnica Municipal de la Municipalidad Provincial de Santiago de Chuco); por otra parte, sirve para irrigar una importante área agrícola administrada por usuarios de importantes canales de regadío para la zona.

Tabla 1. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo en la microcuenca del río Huacamaranga - Miaco

ESTACION	COORDENADAS UTM WGS 84		ALTURA msnm	DESCRIPCION
P51	17L	0799853	3780.0	Quebrada Los Toritos a 30m. aguas arriba del puente, carretera después de Cuajinda.
		9103518		
P52	17L	0803097	3656.0	Quebrada Agua Blanca, a 20 m. del puente carretera a Cuajinda.
		9103634		
P53	17L	0805567	3681.0	Quebrada Los Barretos, carretera a Cuajinda a 30 m. del puente
		9102930		
P54	17L	0805381	3725.0	Rio Lalambal - Sogaranda (Miaco), 40 m. aguas arriba del puente, carretea a Stgo. de Chuco. Sector Sogaranda
		9098005		

Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

De acuerdo a versiones de pobladores locales existen asentamientos de mineros ilegales dedicados a la extracción de oro, no queda claro si solo existen procesos de extracción o también se realizan acciones de beneficio del mineral, lo que sería muy peligroso para el ecosistema por el uso de insumos como cianuro o mercurio, los mismos que por procesos de erosión y escorrentía podrían llegar hasta el canal Vicente Jiménez y consecuentemente hasta la población como agua de consumo. Santiago de Chuco no cuenta con una planta de tratamiento de agua potable que garantice la eliminación de elementos tóxicos.

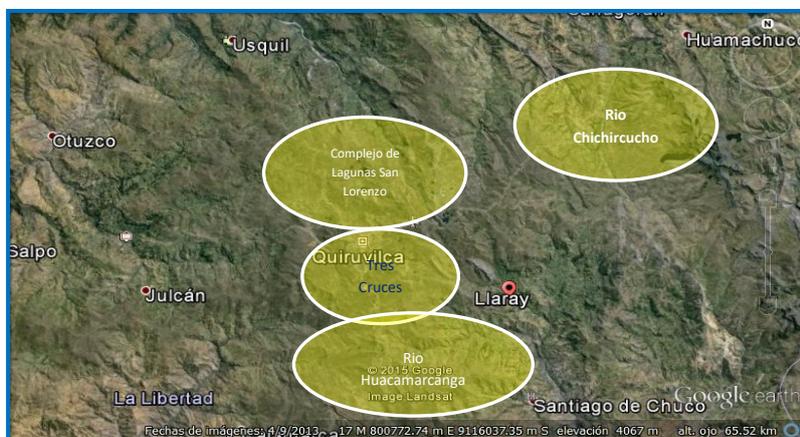
El sector Tres Cruces ya ha tenido intervención minera, siendo el proyecto Lagunas Este, perteneciente a MBM, el que inicio labores de exploración el año 2011, adicionalmente se ha observado incipientes labores de minería de carbón, actualmente paralizadas, cuyos pasivos también afectan la calidad del agua.

Tabla 2. Localización geográfico de las estaciones de monitoreo en el sector Tres Cruces

ESTACION	COORDENADAS UTM WGS 84		ALTURA Msnm	DESCRIPCION
P61	17L	0797856	3858.0	Quebrada Cerro Negro, altura de puente, a 200 m. de carretera a Shorey.
		9113102		
P62	17L	0799915	4150.0	Naciente de la cuenca Caballo Moro, Laguna Tres Cruces, bofedal a 200 m. carretera a Stgo. de Chuco
		9110974		
P63	17L	0803741	3773.0	Rio Chachamudal, a 150 m. carretera a Las Pajillas y El Hospital
		9110845		
P64	17L	0809450	3038.0	Rio Llaray, altura I.E del centro poblado Llaray
		9109331		

Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

ÁREAS DE AMPLIACION - VIGILANCIA AMBIENTAL



Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

ESTACIONES Y FECHAS DE LOS MONITOREOS DE LA CALIDAD DE AGUA

Tabla 3. Sector Huacamarcanga - Miaco

ESTACION	COORDENADAS UTM WGS 84		FECHA DE MUESTREOS					
P51	17L	0799853	jun-15	oct-15	jul-16	nov-16	jun-17	jun-18
		9103518						
P52	17L	0803097	jun-15	oct-15	jul-16	nov-16	jun-17	jun-18
		9103634						
P53	17L	0805567	jun-15	oct-15	jul-16	nov-16	jun-17	jun-18
		9102930						
P54	17L	0805381	jun-15	oct-15	jul-16	nov-16	jun-17	jun-18
		9098005						

Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

Tabla 4. Sector Tres Cruces

ESTACION	COORDENADAS UTM WGS 84		FECHA DE MUESTREOS					
P61	17L	0797856	jun-15	oct-15	jul-16	nov-16	jun-17	jun-18
		9113102						
P62	17L	0799915	jun-15	oct-15	jul-16	nov-16	jun-17	jun-18
		9110974						
P63	17L	0803741	jun-15	oct-15	jul-16	nov-16	jun-17	jun-18
		9110845						
P64	17L	0809450	jun-15	oct-15	jul-16	nov-16	jun-17	jun-18
		9109331						

Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

TIPO DE ANALISIS Y PARAMETROS EMPLEADOS

Este cuadro muestra los parámetros analizados de acuerdo a la legislación ambiental vigente. Asimismo, se tomó en cuenta el uso que le confieren los pobladores locales al agua y el contexto geográfico donde se encuentran los cuerpos hídricos.

ANALISIS	PARAMETROS
General	Conductividad eléctrica Oxígeno disuelto (OD) Potencial de iones hidronio (pH) Temperatura Caudal Sólidos totales disueltos (STD) Salinidad
Microbiológico	Coliformes totales Coliformes fecales
Iones	Cianuro Libre Nitrógeno amoniacal Sulfatos fosfatos
Metales totales	Aluminio (Al). Arsénico (As). Cadmio (Cd). Cobalto (Co). Cobre (Cu). Hierro (Fe). Manganeso (Mn). Mercurio (Hg). Molibdeno (Mo). Niquel (Ni). Zinc (Zn).
No metales totales	Boro (B)

Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

En el año 2015, viendo la importancia que representaban los sectores Huacamarcanga - Miaco y Tres Cruces para garantizar la oferta hídrica necesaria para la población Santiaguina, de manera participativa iniciamos un proceso de monitoreo de calidad de agua superficial hasta el año 2018. También se realizó el monitoreo en los sectores La Arena (Provincia de Sánchez Carrión) y Complejo de Lagunas San Lorenzo (Provincia Otuzco).

En la actualidad la Municipalidad Provincial de Santiago de Chuco ha promulgado una ordenanza¹ que declara zona de interés prioritario esta microcuenca; sin embargo, aún no se ha implementado.

Para los resultados físico químicos presentamos las tablas que incluyen todos los elementos hasta el último monitoreo realizado, las mismas que incluyen los D.S 002-2008-MINAM y su reciente modificatoria, el D.S.004-2017-MINAM. Con estos criterios podemos determinar la calidad del agua en el momento de la toma de muestra. Con fines didácticos para realizar las comparaciones respecto de las categorías 1, 3 y 4 de los ECAs, usaremos la siguiente codificación.

Tabla 5. Codificación utilizada las realizar las comparaciones con los ECAs.

LÍNEA	SIGNIFICADO
	Ley de Recursos Hídricos N° 29338 (2009) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA), D.S. 002-2008-MINAM , Categoría 1, agua con aptitud para consumo humano
	Ley de Recursos Hídricos N° 29338 (2009) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA), D.S. 004-2017-MINAM , Categoría 1, agua con aptitud para consumo humano
	Ley de Recursos Hídricos N° 29338 (2009) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA), D.S. 002-2008-MINAM , Categoría 3, agua con aptitud para agricultura y ganadería
	Ley de Recursos Hídricos N° 29338 (2009) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA), D.S. 004-2017-MINAM , Categoría 3, agua con aptitud para agricultura y ganadería
	Ley de Recursos Hídricos N° 29338 (2009) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA), Categoría 4, agua con aptitud para conservación de ecosistemas hídricos

Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

A continuación, presentamos los resultados obtenidos en los sectores Huacamarcanga - Miaco y Tres Cruces.

1. Sector Huacamarcanga – Miaco.

Este sector constituye un importante colchón hídrico para la provincia de Santiago de Chuco; sin embargo, siendo esta zona eminentemente agrícola y ganadera, existen empresas mineras autorizadas por el gobierno para iniciar grandes proyectos para la extracción de oro y otros metales. Según el portal rumbo minero (www.rumbominero.com) con fecha 11 de mayo de 2017, el Ministerio de Energía y Minas (MEM) ha recibido de la empresa minera Newmont Mining la Declaración de Impacto Ambiental para el proyecto de exploración La Colorada en Quiruvilca.

El consorcio minero Santiago Apóstol, inicialmente ARES SAC, el año 2015 inició labores de exploración ocasionando el levantamiento de la población santiaguina en oposición a dicho proyecto, de modo que los trabajos han sido paralizados hasta la fecha; sin embargo, algunos pobladores locales han decidido dar un giro a sus actividades de subsistencia, realizando actividades ilegales para extracción de oro.

Las aguas que discurren por el cauce del río Miaco, dinamizan la economía agrícola y ganadera del sector y permiten la subsistencia de un promedio de 400 familias a las que también aportan agua para consumo humano; las comunidades de Pueblo Nuevo, Conra y Cugnay, están organizadas en Comités de Usuarios del agua, así mismo la comunidad cuenta con una Junta de Administración de Servicios y Saneamiento (JASS) la que se encarga de administrar el agua para consumo humano.

¹ ORDENANZA MUNICIPAL N° 14-2018-MPSCH

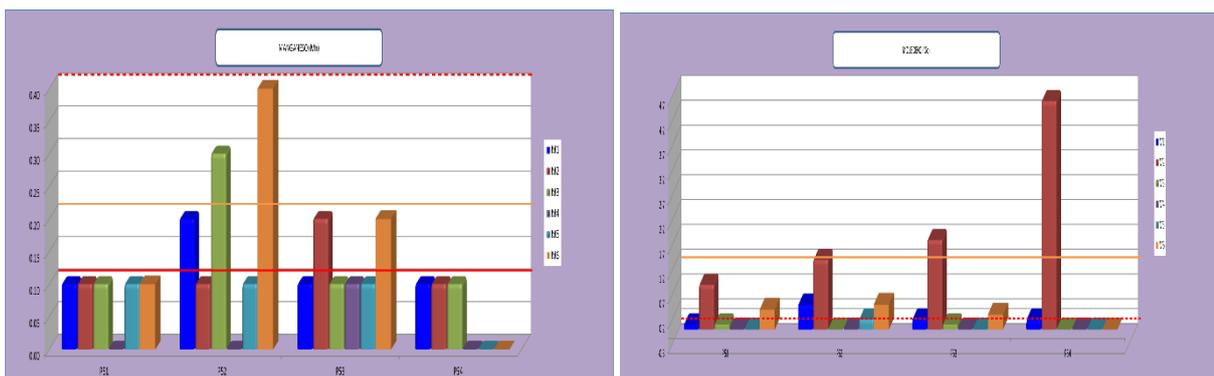
Identificamos 4 estaciones de monitoreo, 3 en los principales tributarios del canal Vicente Jiménez y 1 en la vertiente del río Miaco, e hicimos labores de monitoreo de la calidad del agua el año 2015 (M1 y M2) complementamos con dos monitoreos adicionales el año 2016 (M3 y M4), uno el 2017 (M5) y uno el 2018 (M6). En este informe hacemos un seguimiento al manganeso (Mn) y molibdeno (Mo), elementos que han evidenciado en algunos muestreos concentraciones que ha vulnerado los Estándares de Calidad para Aguas (ECAs); hemos incorporado la última modificatoria realizada a los ECAs (D.S.002-2008-MINAM) mediante D.S.004-2017-MINAM.

Tabla 6. Marco legal de análisis y resultados de la concentración de manganeso y molibdeno en las estaciones de monitoreo ubicadas en el sector Huacamarcanga – Miaco

ESTACIÓN	Mn						Mo						
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M1	M2	M3	M4	M5	M6	
P51	0.10	0.10	0.10	0.00	0.10	0.10	0.1	0.9	0.1	0.0	0.0	0.4	
P52	0.20	0.10	0.30	0.00	0.10	0.40	0.5	1.4	0.0	0.0	0.2	0.5	
P53	0.10	0.20	0.10	0.10	0.10	0.20	0.2	1.8	0.1	0.0	0.0	0.3	
P54	0.10	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.2	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	
PARÁMETROS													
OMS(2004)	0.5						0.07						
UE (1998)	0.05						-						
SA agricultura	0.02						-						
SA ganadería	10						-						
ECAS AGUA		D.S002-2008-MINAM				D.S004-2017-MINAM		D.S002-2008-MINAM				D.S004-2017-MINAM	
CATEGORIA 1	A1	0.1				0.4		NC				0.07	
	A2	0.4				0.4		NC				NC	
	A3	0.5				0.5		NC				NC	
CATEGORIA 3	Riego vegetales	0.2				0.2		0.05				NC	
	Bebida de animales	0.2				0.2		1.0				NC	
CATEGORIA 4		NC				NC		NC				NC	

Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

Los gráficos presentados a continuación, nos muestran los resultados para el manganeso (Mn) y molibdeno (Mo) con concentraciones que puntualmente se encuentran por sobre los ECAS.



Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

Si bien el manganeso y el molibdeno son esenciales en la alimentación; y, al ser captados o ingeridos en concentraciones adecuadas favorecen el crecimiento y desarrollo de plantas y animales al actuar como “activadores” en una serie de procesos que ocurren dentro de sus organismos; sin embargo, concentraciones elevadas por tiempos prolongados pueden generar diversos trastornos.

Un análisis de la legislación respecto de los ECAs para manganeso, evidencia que luego de la promulgación del D.S.002-2008-MINAM, las posteriores modificatorias D.S.015-2015-MINAM (Año 2015) y D.S.004-2017-MINAM (Año 2017) han incrementado de 0.1 a 0.4 mg/L (400%) la concentración del ECA 1 de modo que

se está permitiendo “legalmente” una mayor exposición directa o indirecta a este elemento. El ECA1 aplica a aguas que no reciben mayor tratamiento que hervido o clorado para su consumo no los eliminan.

El incremento de estos elementos en el agua se origina por procesos de erosión y escorrentía a partir de las actividades que desarrolla el ser humano aguas arriba de las estaciones/puntos de monitoreo; estas actividades pueden ser parte de su quehacer cotidiano (parcelas de cultivo, lavado de ropa, aseo personal, etc.) o en mayor dimensión pueden generarse por la introducción de nuevas actividades como la minería o la agricultura intensiva. Resulta necesario evaluar, de manera más exhaustiva, cuál ha sido el impacto en la calidad del ecosistema como consecuencia de la intervención de la empresa minera ARES SAC (perforaciones, construcción de trochas carrozables, desbrozamiento de la cobertura vegetal, etc.); o de la minería ilegal; consideramos también que la pendiente pronunciada que forma parte del terreno en la zona favorece el depósito de estos y otros compuestos y elementos químicos en los puntos de muestreo.

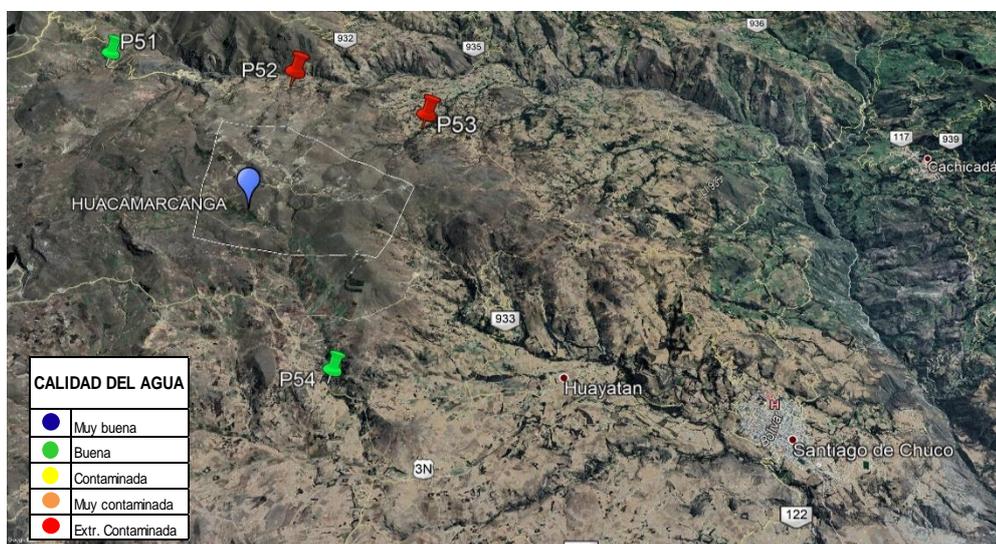
El estudio de los macroinvertebrados, la tabla 7 nos muestra la calidad del agua en las 4 estaciones de monitoreo.

Tabla 7. Calidad del agua en la microcuenca del río Huacamarcanga y tributarios según macroinvertebrados en un monitoreo realizado el año 2018

Estación	M1		
	Puntaje	Calidad de Agua	Color
P51	87	Signos stress	●
P52	30	Muy contaminadas	●
P53	17	Muy contaminadas	●
P54	84	Signos stress	●

Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

El siguiente mapa corresponde al primer semestre del año 2018, mediante colores se representa las estaciones de monitoreo para indicar la calidad del agua y su ubicación satelital.



Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS / Fuente: Google earth

De las 4 estaciones monitoreadas, la estación P53 (Quebrada Los Barretos), obtuvo el menor puntaje (17 puntos), este cuerpo de agua conjuntamente con la quebrada Agua Blanca (P52) (30 puntos), nacen de un área en común que hace algún tiempo tuvo cierto impacto minero producto de actividades de exploración realizadas por la empresa ARES SAC. Por otro lado, se evidencian mejores condiciones en las estaciones P51 y P54, las características ambientales inherentes a un determinado sector como el monte ribereño; el tipo y composición del suelo; el volumen, frecuencia y características físico químicas del agua juegan un rol preponderante sobre la presencia o ausencia de determinadas familias de macroinvertebrados; la combinación de estos factores ha posibilitado que en estas estaciones se obtengan 87 y 84 puntos respectivamente. Existe disminución de puntaje respecto al monitoreo realizado el año 2017 (106 y 88 puntos respectivamente), sobre todo en la estación P51, consideramos que la presencia de mineros informales asentados en esta zona, estaría ejerciendo cierta presión ambiental que impacta en la calidad del agua.



Urge que el gobierno local tome acciones inmediatas para garantizar que la población Santiaguina consuma un agua de calidad, apta para consumo humano.

Foto: Agua que consume eventualmente la población Santiaguina

Fuente: Asociación de Defensa del Agua y Medio Ambiente de la Provincia de Santiago de Chuco

2. Sector Tres Cruces.

Este sector se encuentra ubicado sobre los 3000 msnm, constituyendo el piso ecológico denominado puna. Según versión local, allí conviven un promedio de 270 familias campesinas distribuidas en 10 comunidades y tienen en la agricultura y la ganadería como sus principales fuentes de subsistencia y dinamismo económico.

Una buena parte de este sector, como gran parte del ande liberteño, se encuentra concesionado a grandes proyectos mineros. El año 2008 la empresa minera Barrick Misquichilca SA, inicio labores de exploración en lo que denomino su proyecto "Tres Cruces", debido a divergencias con la población local, el proyecto fue congelado y así permanece hasta la actualidad.

En algunas quebradas se observa el incremento de las actividades mineras informales de carbón, sin supervisión alguna. De manera participativa, hemos establecido 4 estaciones de monitoreo las que están comprendidas entre los 4150.0 y 3038.0 msnm, 3 de ellas (P62, P63 y P64) forman parte de la cuenca el Caballo Moro y la restante (P61) forma parte de la cuenca del rio Moche.

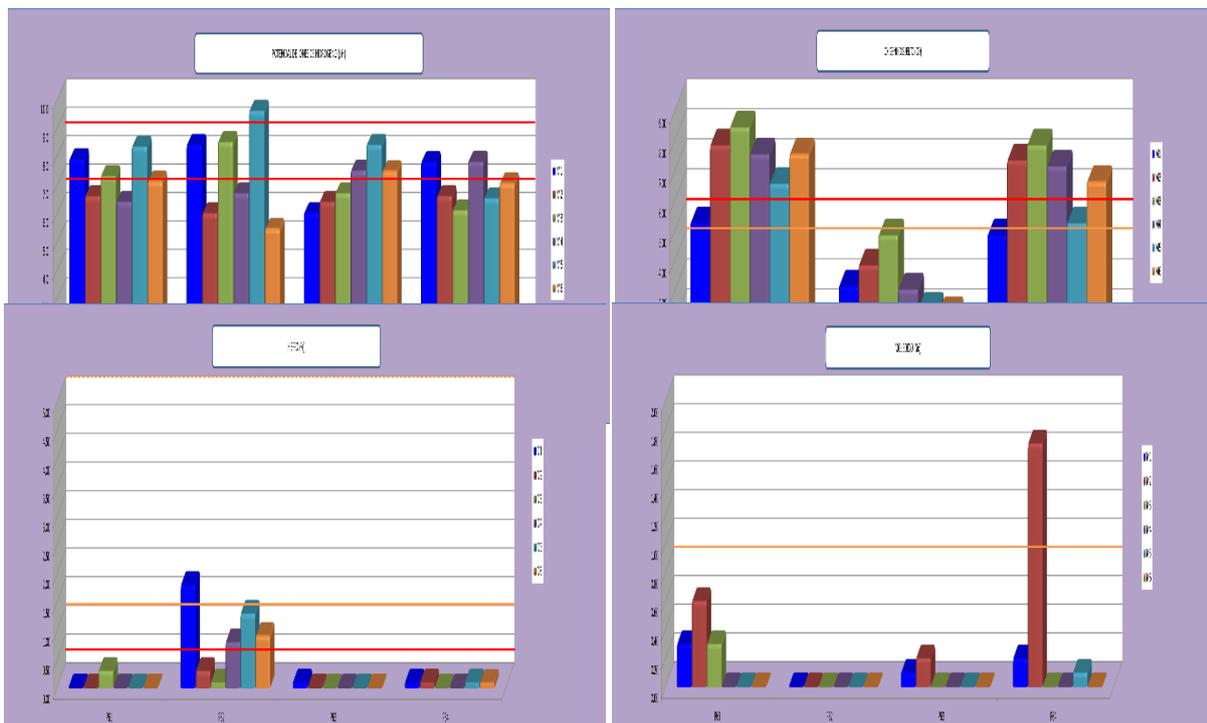
En la tabla 8 se expresan los resultados obtenidos de las concentraciones de pH y oxígeno disuelto, así como Hierro (Fe) y Molibdeno (Mo) muestreados los años 2015, 2016, 2017 y 2018 se han adicionado los ECAS establecidos según D.S 004-2017-MINAM que modifican el D.S 002-2008-MINAM.

Tabla 8. Marco legal de análisis y resultados de la concentración de pH, OD, Fe y Mo en las estaciones de monitoreo ubicadas en el sector Tres Cruces

ESTACIÓN	pH						OD (mg/L)						Fe						Mo						
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M1	M2	M3	M4	M5	M6	
P61	7.9	6.6	7.3	6.4	8.34	7.14	5.20	7.80	8.4	7.5	6.52	7.52	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.30	0.60	0.3	0.0	0.0	0.0	
P62	8.4	6.0	8.5	6.7	9.6	5.47	3.10	3.80	4.8	3.0	2.36	2.23	1.80	0.30	0.10	0.80	1.30	0.92	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	
P63	6.0	6.4	6.7	7.5	8.4	7.5	4.80	7.30	7.8	7.1	5.20	6.6	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	
P64	7.8	6.6	6.1	7.8	6.52	7.07	5.40	7.30	7.2	6.9	5.58	6.6	0.10	0.10	0.00	0.00	0.10	0.10	0.20	1.70	0.0	0.0	0.1	0.0	
PARÁMETROS																									
OMS(2004)													0.5 - 50						0.07						
UE (1996)													0.2												
SA agricultura	6.5 - 8.4												5												
SA ganadería													10												
ECAS AGUA		D.S002-2008-MINAM		D.S004-2017-MINAM		D.S002-2008-MINAM		D.S004-2017-MINAM		D.S002-2008-MINAM		D.S004-2017-MINAM		D.S002-2008-MINAM		D.S004-2017-MINAM		D.S002-2008-MINAM		D.S004-2017-MINAM		D.S002-2008-MINAM		D.S004-2017-MINAM	
CATEGORIA 1	A1	6.5 - 8.5		6.5 - 8.5		≥6		≥6		0.3		0.3		NC		0.07		NC		NC		NC		NC	
	A2	5.5 - 9.0		5.5 - 9.0		≥5		≥5		0.3		1		NC		NC		NC		NC		NC		NC	
	A3	5.5 - 9.0		5.5 - 9.0		≥4		≥4		1.0		5.0		NC		NC		NC		NC		NC		NC	
CATEGORIA 3	Riego vegetales	6.5 - 8.5		6.5 - 8.5		≥4		≥4		1.0		5.0		0.05		NC		NC		NC		NC		NC	
	Bebidas de animales	6.5 - 8.4		6.5 - 8.4		>5		>5		1.0		NC		1.0		NC		NC		NC		NC		NC	
CATEGORIA 4		6.5 - 8.5		6.5 - 9.0		≥5		≥5		NC		NC		NC		NC		NC		NC		NC		NC	

Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

Los gráficos presentados a continuación muestran los parámetros que se encontraron sobre los ECAS en alguno de los monitoreos de calidad de agua realizados los años 2015 o 2016.



Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

Vamos a referirnos a la estación P62, cuya localización es un bofedal a la altura de la carretera de penetración a Santiago de Chuco. Como se puede apreciar, los parámetros muestran concentraciones sobre los ECAS, la acidez (pH) ha presentado una conducta errática; así mismo la mínima concentración de oxígeno disuelto (OD) presente se debe a que estas aguas son lenticas (estancadas) y no presentan mayor turbulencia o movimiento de mezcla; así mismo el hierro (Fe) se encuentra sobre la categoría 1 (aptitud para consumo humano) y considerando el D.S. 002-2008-MINAM (hasta el año 2015) tendríamos

inclusive vulneración en el ECA categoría 3 (aptitud para agricultura y ganadería); actualmente según el D.S. 004-2017-MINAM estas condiciones han cambiado (el ECA para la concentración de hierro ha incrementado). No hay presencia de actividad humana en la zona, por lo que estas condiciones estarían en función de sus características naturales.

Para el resto de estaciones de monitoreo, el hierro, presenta una conducta estable; debemos resaltar que según la nueva legislación la Categoría 3 de los ECAs (agua con aptitud para agricultura) ha incrementado el estándar de 1.0 a 5.0 mg/L; esta misma condición se evidencia para la concentración del molibdeno (Mo) a diferencia de la estación P64, donde hay evidencias de una concentración bastante superior a los ECAs 1 y 3 en el muestreo realizado el año 2015 (1.70 mg/L).

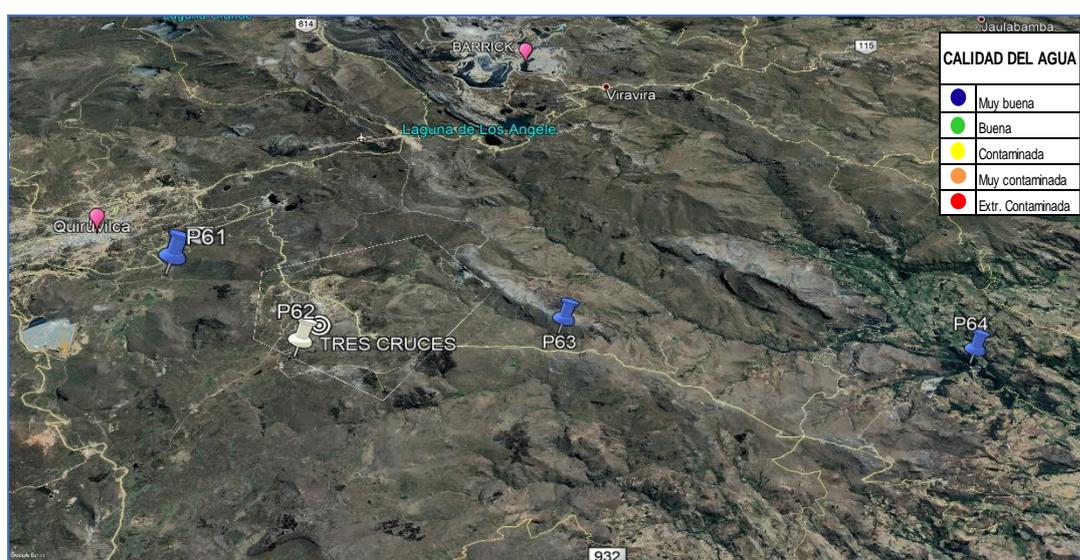
La determinación de la calidad del agua en base a la identificación de macroinvertebrados arrojó los siguientes puntajes en cada estación de monitoreo.

Tabla 9. Calidad del agua en el sector Tres Cruces según macroinvertebrados en el monitoreo realizado en el año 2018

Estación	M1		
	Puntaje	Calidad de Agua	Color
P61	109	Muy buena	●
P63	107	Muy buena	●
P64	113	Muy buena	●

Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

El mapa nos indica la ubicación geográfica de cada estación de monitoreo y su calidad de agua en el monitoreo realizado el primer semestre del año 2018, representada en colores.



Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS / Fuente: Google earth

Puede apreciarse la buena calidad del agua en la cabecera de la cuenca del río Moche y el sector Tres Cruces; las estaciones P61, P63 y P64 así lo evidencian los 109, 107 y 113 puntos obtenidos respectivamente, debemos precisar que en estas áreas se mantienen aún libres de intervención humana agresiva; sin embargo desde el año 2015 algunas empresas dedicadas a la extracción de carbón mineral

se han asentado en la zona, y que si bien hasta la actualidad no son muchas se mantienen operativas; si la tendencia a incrementarse continua y no se toman las medidas correspondientes es muy probable que la calidad del agua se deteriore.

De manera muy particular nos referiremos a la estación P61, que se encuentra en la cabecera de la cuenca del río Moche, el puntaje obtenido en macroinvertebrados fue 109 puntos, lo que significa que la calidad del agua es buena y existe “vida” en el agua; así mismo debido a esto es muy probable la presencia de truchas en la zona. Aguas abajo de este punto están ubicadas en el mismo cauce del río Moche, la empresa minera Quiruvilca, se ha declarado en quiebra y ha dejado a la deriva pasivos ambientales que en un futuro no muy lejano pueden constituirse en contaminantes ambientales en todo el recorrido de esta cuenca. El río Moche es un río que no tiene vida y debido al movimiento de sus aguas, moviliza constantemente una serie de metales y elementos tóxicos producto de los pasivos de mina Quiruvilca; además, en la actualidad hay un incontable de mineros ilegales dedicados a la extracción de oro, cuyo número se ha incrementado considerablemente con la declaratoria de quiebra de la mina Quiruvilca; pues, la mayoría de mineros ilegales fueron sus trabajadores. Lo lamentable de esta situación, es que la autoridad municipal protege y promueve estas actividades.

La Autoridad Nacional del Agua (ANA) mediante RJ 196-2018-ANA (06 de julio del 2018) declaró en emergencia sanitaria la cuenca del río Moche por 60 días; así mismo la Presidencia del Consejo de Ministros con fecha 28 de julio del 2018 declaró en emergencia a los pueblos Shorey Chico y Shorey Grande mediante DS 077-2018-PCM; a la fecha habiendo concluido los periodos establecidos en ambos casos no se conoce cuáles han sido los resultados de las acciones implementadas. Puede apreciarse muy claramente el grado de afectación y sus fuentes al que está sometido este cuerpo hídrico.

B. MONITOREO EN AREAS ANTIGUAS

Desde el año 2005 hasta la actualidad es permanente el riesgo de contaminación de las fuentes de agua superficial y subterránea en las tres cuencas aledañas al proyecto minero Lagunas Norte de Minera Barrick Misquichilca (MBM). A petición de las comunidades y poblaciones se han organizado mesas de diálogo en las que, entre otros, el tema de la contaminación del agua ha estado siempre presente; sin embargo, la falta de conocimiento de datos técnicos les llevaba a mostrar hechos de observación inicial, como el cambio de coloración de las aguas de los ríos o de la muerte de peces, como únicos elementos de prueba de la contaminación.

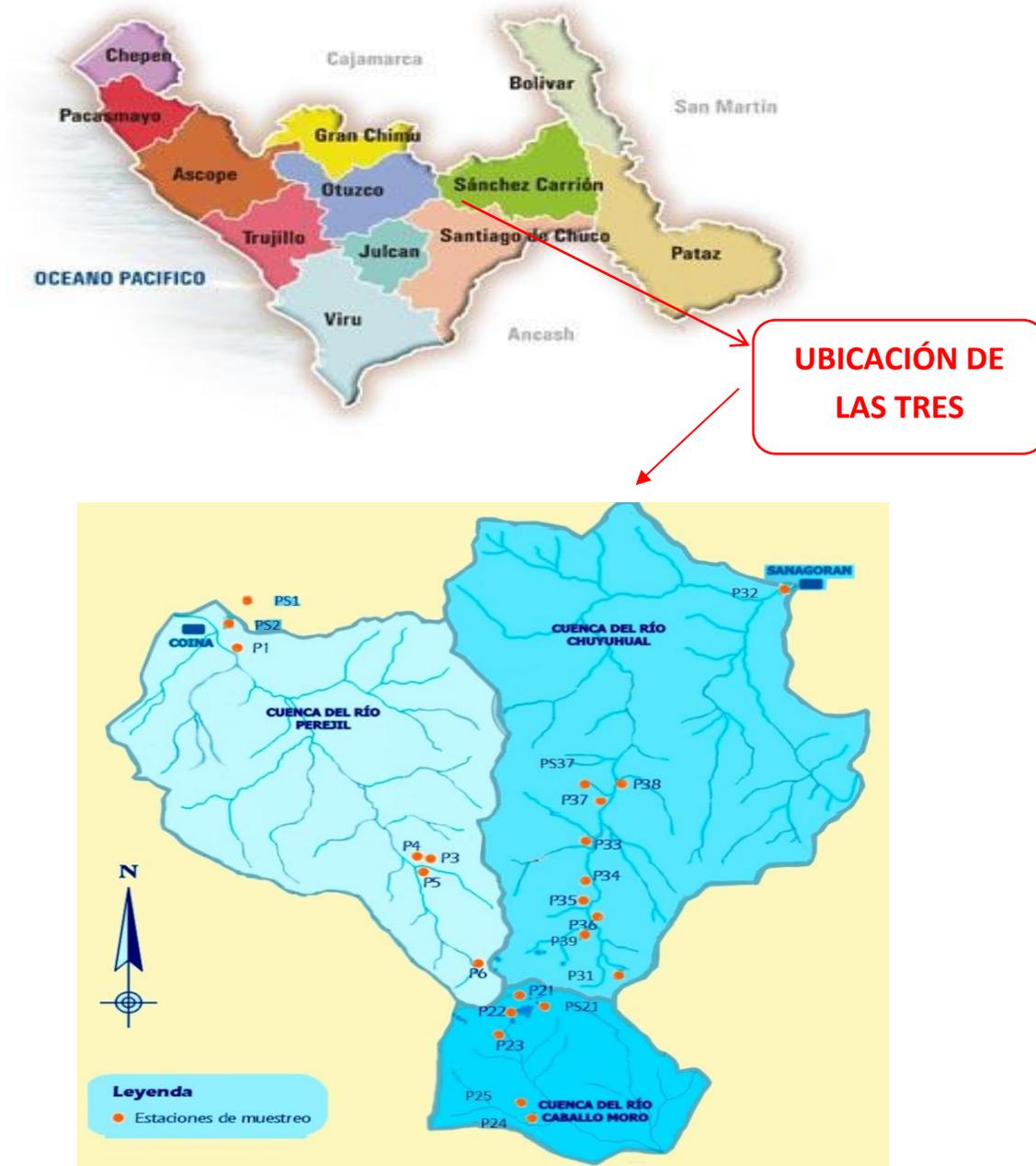
Desde AMAS estamos convencidos que involucrar a los campesinos en procesos de vigilancia ambiental, es una buena forma de equilibrar la interlocución entre Estado – empresa – comunidad, es decir de hacer prevalecer sus derechos mediante el dialogo informado técnicamente; asimismo, podemos asegurar que es un mecanismo que ejerce presión desde la Sociedad Civil a las empresas mineras. Entonces, las empresas mineras, tienen mayor cuidado en los riesgos de contaminación inherentes a esta actividad.



Foto: Reunión con dirigentes campesinos y funcionarios Municipalidad Provincial de Usquil
Fuente: Asociación Marianista de Acción Social –

Los resultados en el presente informe, es parte de un proceso de vigilancia ambiental mediante monitoreos de agua en áreas de influencia de MBM, en el que hemos trabajado dirigentes campesinos y AMAS Marianistas. Se presentan como tendencias de los elementos que han resultado “representativos” en términos de contaminación durante uno o más muestreos de agua, para análisis físico químicos; asimismo exponemos el estudio con macro invertebrados en los mismos puntos de monitoreo.

ÁREAS DE VIGILANCIA AMBIENTAL



Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

TIPO DE ANALISIS Y PARÁMETROS

Se muestran los parámetros analizados para determinar la calidad del agua en base a la legislación ambiental vigente. Asimismo, se tomó en cuenta el uso que le confieren los pobladores locales al agua y el contexto geográfico donde se encuentran los cuerpos hídricos.

ANALISIS	PARAMETROS	
General	Conductividad eléctrica Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) Oxígeno disuelto (OD) Potencial de iones hidronio (pH) Temperatura Caudal	
Microbiológico	Coliformes totales Coliformes fecales	
Iones	Cianuro Libre Cianuro WAD Nitratos Nitrógeno amoniacal Sulfatos	
Metales totales y disueltos	Aluminio (Al). Arsénico (As). Berilio (Be). Cadmio (Cd). Calcio (Ca). Cobalto (Co). Cobre (Cu). Cromo (Cr). Estaño (Sn). Estroncio (Sr). Hierro (Fe). Magnesio (Mg). Bario (Ba). Uranio (U).	Manganeso (Mn). Mercurio (Hg). Molibdeno (Mo). Niquel (Ni). Plata (Ag). Plomo (Pb). Potasio (K). Sodio (Na). Talio (Tl). Titanio (Ti). Vanadio (V). Zinc (Zn). Litio (Li)
No metal totales y disueltos	Boro (B) Fósforo (P) Selenio (Se) Silicio (Si)	Antimonio (Sb)
Lantánidos y Actínidos	Cerio (Ce)	

Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

RESULTADOS

El año 2019 hemos realizado el decimoquinto monitoreo participativo consecutivo con parámetros físico químicos de la calidad y cantidad del agua superficial y el undécimo año de monitoreo biológico mediante el uso de macro invertebrados en las tres cuencas. Algunos muestreos evidenciaron la presencia de parámetros físico químicos e inorgánicos vulnerando los ECAs y las recomendaciones de la OMS, correspondientes a elementos considerados como tóxicos y otros que alteran las características del agua. Por tal motivo hacemos un recuento de las tendencias de la concentración de tales elementos; así mismo presentamos los resultados correspondientes al monitoreo con macro invertebrados.

Las tablas y los gráficos muestran la modificatoria realizada a los ECAs (D.S. 002-2008-MINAM) según D.S 004-2017-MINAM; los cambios se centran fundamentalmente en flexibilizar las concentraciones de algunos compuestos químicos, en su mayoría metales pesados. Las siguientes tablas muestran el incremento porcentual de estos elementos químicos para categoría 1 y para categoría 3; fundamentalmente los que son motivo de nuestros análisis.

Tabla 13. Incremento en la concentración de parámetros para categoría 1, según D.S 004-2017-MINAM

Categoría 1 - A1:guas que pueden ser potabilizadas con desinfección				
Parámetros	Unidades	D.S. 002 -2008 – MINAM	D.S. 004-2017-MINAM	Incremento porcentual
		VALOR	VALOR	(%)
INORGANICOS				
Aluminio	mg/L	0.2	0.9	450.0
Arsénico	mg/L	0.01	0.01	0.0
Cadmio	mg/L	0.003	0.003	0.0
Hierro	mg/L	0.3	0.3	0.0
Manganeso	mg/L	0.1	0.4	400.0
Mercurio	mg/L	0.001	0.001	0.0
Boro	mg/L	0.5	2.4	480
Níquel	mg/L	0.02	0.07	350

Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

Tabla 14. Incremento en la concentración de parámetros para categoría 3, según D.S 004-2017-MINAM

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales				
Parámetros	Unidades	D.S. 002 -2008 – MINAM	D.S. 004-2017-MINAM	Incremento porcentual
		VALOR	VALOR	(%)
FISICO QUÍMICOS				
D.B.O ₅	mg/L	15	15	0.0
pH	unidad de pH	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	0.0
Sulfatos	mg/L	300	1000	333.33
INORGANICOS				
Aluminio	mg/L	5	5	0.0
Arsénico	mg/L	0.05	0.1	200.0
Cadmio	mg/L	0.005	0.01	200.0
Hierro	mg/L	1.0	5.0	500.0
Manganeso	mg/L	0.2	0.2	0.0
Mercurio	mg/L	0.001	0.01	1000.0

Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

Creemos que el incremento en la concentración en los ECAs responde a algunas consideraciones que debemos explicar: resulta sospechoso que dicho incremento en algunos compuestos ligados a minería y metales pesados se realice exclusivamente en la categoría 3 (agua con aptitud para ganadería y agricultura). Según la tabla 14 los sulfatos, el arsénico, el cadmio y el mercurio han sufrido incrementos que oscilan entre 200 y 1000%; no así en la categoría 1 (agua con aptitud para consumo humano) donde los elementos que han incrementado su concentración como el aluminio, manganeso, boro y níquel, tienen una variación que oscila entre 350 y 480% (Tabla 13). Ahora, según la R.J. N°056-2018-ANA, la misma que categoriza que más del 90% de cuencas corresponden a la categoría 3 (desde su nacimiento hasta su término y sólo considera la calidad del agua del río principal). Esto le da sentido al incremento en los ECAs con el D.S 004-2017-MINAM (Tabla 14); pues, se está relajando la legislación ambiental para brindar mayores facilidades a las empresas mineras, en especial a las que se asientan en cabeceras de cuenca (tendencia actual) e invisibiliza los derechos de los campesinos de acceder al agua en cantidad y calidad necesarias para su desarrollo y no solo para su supervivencia.

Refiriéndonos a los resultados de los parámetros físico químicos hemos seleccionado algunos puntos o estaciones de monitoreo por cada cuenca (Cuenca el Perejil: P1 y P4; cuenca el Chuyugual: P35, P36 y P39; cuenca el Caballo Moro: P21 y P22). Estas estaciones de monitoreo a lo largo de los años han mostrado que algunos parámetros han excedido la legislación vigente (ECAs) presentando procesos de contaminación.

Con estos dos criterios podemos determinar la calidad del agua al momento de la toma de muestra y cómo ha ido evolucionando.

Así mismo la exposición constante con elementos contaminantes (metales pesados, plaguicidas, organoclorados) de los cuerpos de agua generan procesos de sedimentación progresivo, y con el paso de los años se acumulará en los ríos, quebradas y lagunas. Estos lodos con altas concentraciones de elementos

tóxicos, sin tratamientos adecuados, al ser vertidos en las fuentes de agua, generan lamentables procesos de contaminación.

Con fines didácticos, para realizar las comparaciones respecto de las categorías 1, 3 y 4 de los ECAs, usaremos la siguiente codificación:

Tabla 15. Codificación utilizada para realizar las comparaciones con los ECAs.

LÍNEA	SIGNIFICADO
	Ley de Recursos Hídricos N° 29338 (2009) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA), D.S. 002-2008-MINAM , Categoría 1, agua con aptitud para consumo humano
	Ley de Recursos Hídricos N° 29338 (2009) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA), D.S. 004-2017-MINAM , Categoría 1, agua con aptitud para consumo humano
	Ley de Recursos Hídricos N° 29338 (2009) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA), D.S. 002-2008-MINAM , Categoría 3, agua con aptitud para agricultura y ganadería
	Ley de Recursos Hídricos N° 29338 (2009) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA), D.S. 004-2017-MINAM , Categoría 3, agua con aptitud para agricultura y ganadería
	Ley de Recursos Hídricos N° 29338 (2009) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA), Categoría 4, agua con aptitud para conservación de ecosistemas hídricos

Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

A. POTENCIAL DE HIDROGENO (pH) o acidez.

Es un indicador importante de contaminación del agua cuando se encuentra sobre o debajo de los parámetros establecidos por ley. Su origen puede deberse a diversas fuentes como las originadas por la descomposición de materia orgánica en el suelo (ejm: restos de plantas, animales, etc.); o procedente de la atmósfera como el dióxido de carbono (CO₂) que se produce como consecuencia de procesos como la respiración humana o la combustión de los carros o el incremento de sustancias disueltas en el agua (iones) producto de procesos de erosión y escorrentía.

La variación de este parámetro resulta muy perjudicial debido a que muchas formas de vida acuática, como insectos, peces o batracios (sapos) se desarrollan en valores y rangos estrictos; por lo tanto, su inestabilidad o “conducta errática” puede ocasionar la desaparición de especies, poblaciones y comunidades, generando desequilibrio y modificación severa en los ecosistemas; cuando el pH se encuentra por debajo de los estándares normados de acuerdo a ley y se torna ácido, ocasiona que diferentes elementos químicos adquieran cierto grado de toxicidad la que es perjudicial para los seres humanos y ecosistemas; asimismo el pH ácido incrementa considerablemente la “movilización” de los elementos químicos en el agua, de modo que pueden ser incorporados más fácilmente a la cadena alimenticia o produciendo cuadros de intoxicación, según el tipo de elemento y su concentración

Tabla 16. Marco legal de análisis y resultados del potencial de hidrogeno en algunas estaciones de monitoreo de las cuencas del rio Perejil, Chuyugual, Caballo Moro y tributarios

ESTACIÓN	pH														
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
P1	7.5	9.5	7.4	7.7	6.9	6.6	6.8	7.3	7.0	8.1	7.1	7.6	8.1	7.5	8.6
P4	7.5	8.5	6.8	6.5	7.2	5.7	6.6	6.4	6.7	7.3	6.9	6.9	7.9	6.0	6.4
P35	8.0	10.8	6.7	6.8	6.9	7.1	6.5	6.6	6.8	7.3	6.7	7.1	7.7	6.5	7.0
P36	7.8	9.6	6.6	6.9	7.1	7.3	6.5	6.8	6.9	7.3	6.7	7.2	8.2	7.1	7.2
P39						7.4	6.3	6.7	6.6	7.2	6.8	7.1	7.7	6.2	7.3
P21	6.7	7.3	5.4	5.1	5.70	5.7	4.3	4.6	4.2	4.0	3.9	4.0	4.2	4.2	4.9
P22	7.3	8.9	5.8	6.0	7.20	6.4	5.3	5.1	5.9	5.7	6.0	6.7	5.4	5.3	7.7
Parametros															
Clase I															
Clase III															
OMS (2004)															
UE (1998)															
SA agricultura	6.5 - 8.4														
SA ganadería															
			D.S. 002-2008-MINAM						D.S. 004-2017-MINAM						
ECAS AGUA	A1	6.5 - 8.5						6.5 - 8.5							
	A2	5.5 - 9.0						5.5 - 9.0							
CATEGORIA 1	A3	5.5 - 9.0						5.5 - 9.0							
	Riego vegetales	6.5 - 8.5						6.5 - 8.5							
CATEGORIA 3	Bebida de animales	6.5 - 8.4						5.5 - 8.4							
	CATEGORIA 4	6.5 - 8.5						6.5 - 9.0							

Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

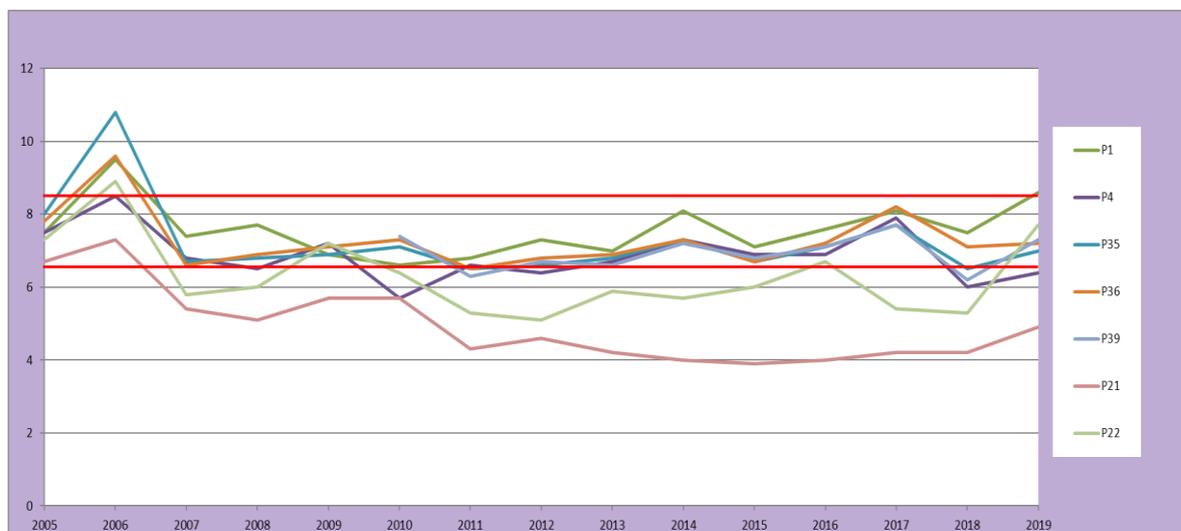
Puede apreciarse que las estaciones de monitoreo ubicadas en la cuenca el Caballo Moro, han visto reducido potencialmente su nivel de acidez a lo largo de los monitoreos realizados; nótese que los años 2005 y 2006 los niveles de pH eran aceptables (considerando los D.S 002-2008-MINAM y sus modificaciones según D.S 015-2015-MINAM y D.S 004-2017- MINAM aún no creados y promulgados en esas fechas); las estaciones P21 y P22 corresponden a las lagunas Verde y El Toro respectivamente (cuerpos lénticos). En el primer caso consideramos que la acidificación responde a procesos de infiltración de la matriz geológica con aguas procedentes de los procesos industriales de MBM debido a que existe una gradiente altitudinal entre las estructuras de MBM y la estación P21 (Laguna Verde).

En el segundo caso (P22) la toma de muestra se realizó en la saliente de la Laguna El Toro, verificamos que las aguas de esta laguna se mezclan con las provenientes de áreas aledañas, que bajan desde las Lagunas Verdes (P21) y Los Ángeles por lo que presumimos que la acidificación reportada es debido a este proceso de mezcla; para el año 2019 el pH asciende a 7.7

Durante algunos años, las aguas en las estaciones P21 y P22 reportaron resultados para pH que inclusive las hicieron inapropiadas para agricultura y ganadería.

En el resto de estaciones de monitoreo (cuencas el Perejil y el Chuyugual), los valores del pH se muestran estables, creemos que esto sucede en gran medida al tratamiento de las aguas residuales producto de las actividades de MBM en las estaciones P39 (Quebrada Negra, sector El Sauco) y P4 (Rio Negro, Sector San Pedro).

Gráfico 1. Tendencia del Potencial del hidrogeno (pH) en algunas estaciones de monitoreo de las cuencas del río Perejil, Chuyugual, Caballo Moro y tributarios



Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

B. MANGANESO (Mn)

El manganeso es un elemento traza, es decir es necesario para el correcto funcionamiento de nuestro organismo pero en pequeñísimas concentraciones, se encuentra presente en una serie de alimentos entre ellos las legumbres, verduras de hoja verde, etc; en el ambiente también se encuentra en pequeñas concentraciones, principalmente en el suelo y es muy importante para las plantas porque participa en el proceso de fotosíntesis; puede llegar al agua por procesos de erosión y escorrentía trasladándose hasta áreas alejadas. En concentraciones elevadas puede alterar la calidad de las plantas sobre todo cuando el pH del agua es ácido.

Existe una clara correlación entre la concentración de manganeso y siguientes las estaciones de monitoreo: P1 (el Perejil) y P35, P36 y P39 (el Chuyugual) que se ubican en cuerpos de agua que frecuentemente están sometidos a procesos acelerados de erosión y escorrentía proveniente de las operaciones de MBM (P35, P36 y P39) y de mineras artesanales e ilegales dedicadas a la extracción de carbón mineral (P1); en todos los casos se observa claramente una vulneración de los ECAs, haciendo el agua inapropiada para los seres humanos y hasta de las labores agrícolas y ganaderas (ECA 3). Nótese el incremento de la concentración del ECA 1 para este elemento de 0.1 a 0.4 mg/L (D.S 004-2017-MINAM). Es importante indicar que en línea base (monitoreo año 2005) las concentraciones de este elemento eran mucho menores en estas estaciones. Para el año 2019, salvo la estación P36, las demás estaciones mencionadas siguen vulnerando los ECAs 1 Y 3.

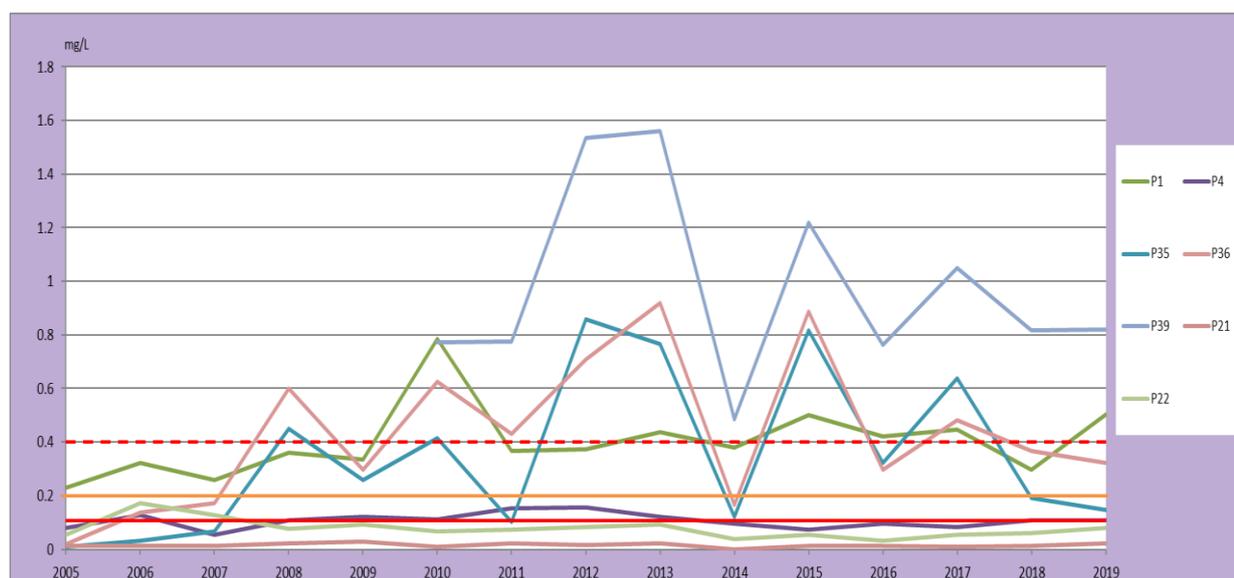
Finalmente, en lo que respecta a las estaciones de monitoreo ubicadas en la cuenca el Caballo Moro (P221 y P22) se aprecia que la tendencia se ha mantenido constante durante el transcurso de los monitoreos realizados.

Tabla 17. Marco legal de análisis y resultados de la concentración de manganeso en algunas estaciones de monitoreo de las cuencas del río Perejil, Chuyugual, Caballo Moro y tributarios

ESTACION	Mn															
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
P1	0.231	0.323	0.2594	0.361	0.3349	0.7844	0.367	0.373	0.4369	0.3812	0.5026	0.42281	0.44714	0.29608	0.50553	
P4	0.081	0.129	0.0547	0.109	0.1200	0.1112	0.154	0.156	0.1215	0.0969	0.0742	0.09561	0.08369	0.10796	0.10864	
P35	0.009	0.031	0.0681	0.449	0.2599	0.4148	0.103	0.859	0.7672	0.1205	0.8176	0.32251	0.63716	0.19146	0.14581	
P36	0.020	0.138	0.1734	0.599	0.2954	0.6267	0.430	0.709	0.9188	0.1655	0.8877	0.29621	0.48293	0.36659	0.32370	
P39						0.7734	0.776	1.536	1.56	0.4850	1.22	0.76373	1.05	0.81782	0.82071	
P21	0.013	0.014	0.0116	0.024	0.0292	0.0090	0.023	0.015	0.0214	0.0004	0.0124	0.01378	0.01084	0.01264	0.02362	
P22	0.054	0.173	0.1269	0.077	0.0930	0.0662	0.073	0.083	0.0915	0.0380	0.0531	0.03285	0.05554	0.06204	0.08077	
PARÁMETROS																
Clase I	-															
Clase III	-															
OMS (2004)	0.5															
UE (1998)	0.05															
SA agricultura	0.02															
SA ganadería	10															
ECAS AGUA	D.S. 002-2008-MINAM							D.S. 004-2017-MINAM								
CATEGORIA 1	A1	0.1							0.4							
	A2	0.4							0.4							
	A3	0.5							0.5							
CATEGORIA 3	Riego vegetales	0.2							0.2							
	Bebida de animales	0.2							0.2							
CATEGORIA 4		NC							NC							

Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

Gráfico 2. Tendencia de la concentración de manganeso en algunas estaciones de monitoreo de las cuencas del río Perejil, Chuyugual, Caballo Moro y tributarios



Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

C. ALUMINIO (Al).

Este elemento es el más abundante en la naturaleza, ampliamente distribuido en la matriz geológica, bajo una forma denominada “bauxita”, por lo tanto su presencia será común en el agua debido a procesos de erosión y escorrentía, siendo su concentración más elevada cuando se aceleran estos procesos por causas naturales o actividades antrópicas, es decir actividades humanas; no es considerado como un elemento tóxico según la Organización Mundial de la Salud (OMS), sin embargo si puede generar cambios en las características del agua (color, olor y sabor).

Este elemento puede generar efectos nocivos en plantas y animales cuando se le asocia a procesos acidificación del agua (bajos niveles de pH), este elemento puede ser transmitido en la cadena alimenticia; incluso existen indicios de que este elemento puede dañar las raíces de diversas plantas cuando se localizan en aguas subterráneas.

Siendo la estación P1 de la cuenca el Perejil, la que se encuentra a menor nivel altitudinal (1982.0 msnm) es la que mostró la mayor concentración de este elemento químico vulnerando los ECAs; el año 2009 se reportó el mayor valor para la concentración de este elemento (9.791 mg/L) haciendo el agua incluso inapropiada para labores agrícolas y de ganadería (Categoría 3); posteriormente se han evidenciado concentraciones que vulneran el ECA Categoría 1 (aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable); sin embargo en el monitoreo realizado el presente año notamos una concentración de 6.09 mg/L lo que hace nuevamente el agua inapropiada incluso para emprendimientos agrícolas y ganaderos (Categoría 3). El año 2017 debido a la modificación realizada en los ECAs (D.S 004-2017-MINAM) las estaciones P4 y P21 contienen agua con aptitud para producción de agua potable (Categoría 1); para el año 2019 las estaciones P1 y P4 evidencian vulneración en los ECAs 3 y 1 respectivamente (aguas con aptitud para agricultura y ganadería y aguas con aptitud para producción de agua potable).

En términos generales se aprecia que la concentración de este elemento ha disminuido en todas las estaciones de monitoreo seleccionadas a excepción de las seleccionadas para cuenca el Perejil (P1 y P4).



Foto: Monitores ambientales realizando diagnóstico ambiental en sus zonas

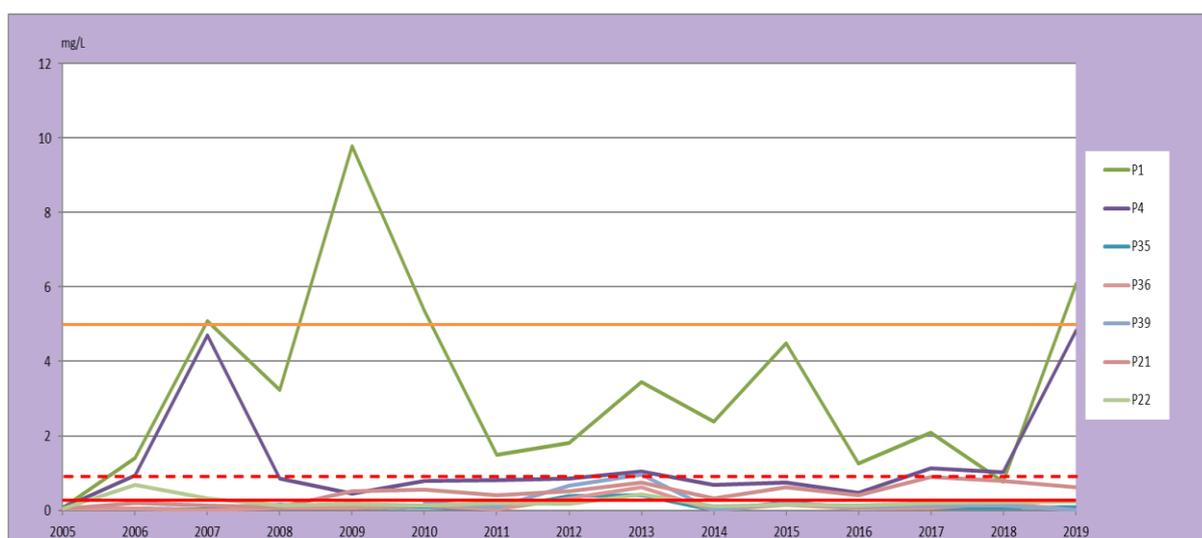
Fuente: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

Tabla 18. Marco legal de análisis y resultados de la concentración de aluminio en algunas estaciones de monitoreo de las cuencas del río Perejil, Chuyugual, Caballo Moro y tributarios

ESTACION	Al														
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
P1	0.066	1.40	5.086	3.237	9.791	5.359	1.483	1.812	3.45	2.39	4.49	1.26	2.09	0.76448	6.09
P4	0.061	0.93	4.706	0.856	0.445	0.786	0.815	0.857	1.04	0.678	0.7487	0.46487	1.13	1.02	4.84
P35	0.042	0.04	0.026	0.147	0.066	0.081	0.019	0.391	0.406	0.001	0.2036	0.06452	0.05894	0.05944	0.08704
P36	0.042	0.05	0.011	0.056	0.058	0.126	0.019	0.314	0.621	0.001	0.1494	0.05331	0.06679	0.18256	0.00931
P39						0.211	0.078	0.65	0.968	0.001	0.1910	0.09426	0.12006	0.12127	0.00235
P21	0.042	0.2	0.128	0.090	0.520	0.562	0.412	0.504	0.739	0.327	0.6210	0.40290	0.90243	0.78273	0.61471
P22	0.042	0.69	0.316	0.121	0.167	0.120	0.197	0.163	0.429	0.115	0.1447	0.12917	0.18817	0.21262	0.24169
PARÁMETROS															
Clase I	-														
Clase III	-														
OMS (2004)	0.2														
UE (1998)	0.2														
SA agricultura	5														
SA ganadería	5														
ECAS AGUA	D.S. 002-2008-MINAM							D.S. 004-2017-MINAM							
A1	0.2							0.9							
A2	0.2							5							
A3	0.2							5							
Riego vegetales	5.0							5.0							
Bebida de animales	5.0							5.0							
CATEGORIA 4	NC							NC							

Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

Gráfico 3. Concentración de la tendencia de aluminio en algunas estaciones de monitoreo de las cuencas del río Perejil, Chuyugual, Caballo Moro y tributarios



Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

D. HIERRO (Fe)

El Hierro es un elemento químico que en la corteza terrestre se encuentra frecuentemente asociado al azufre formando la pirita (FeS_2), es muy importante controlar este compuesto porque cuando es extraído de la matriz geológica tiende a oxidarse y forma ácido sulfúrico (H_2SO_4) componente que da la acidez al drenaje ácido de mina (DAM) y hierro disuelto.

El DAM es sumamente perjudicial pues acidifica las aguas, aportando compuestos tóxicos y como consecuencia puede generar una serie de reacciones químicas, pudiendo eliminar algunos seres vivos que son alimento de otras especies rompiendo su cadena alimenticia.

Las estaciones P1 y P4 de la cuenca el Perejil han evidenciado las mayores concentraciones de este elemento; sin embargo, el año 2005 todas las estaciones mostraban valores por debajo de los ECAs (puestos en vigencia desde el año 2008 y luego modificados el 2015 y el 2017). Los años 2010 y 2015 la estación P1 presentó una concentración de 17.687 y 11.17 mg/L (siendo 1.0 mg/L, el máximo permisible según los ECAs) y aunque los años posteriores 2016, 2017 y 2018 ha mostrado una tendencia descendente, en la estación P1 esta se ha incrementado en el monitoreo realizado el año 2019 llegando nuevamente a vulnerar el ECA 3, haciendo el agua inapropiada incluso para labores agrícolas y en ganadería, en cuanto a la estación P4 hasta hoy no presenta aptitud para consumo humano. La estación de monitoreo P1 se encuentra situada en el río Perejil a la altura del anexo La Fundición en el centro poblado de Coina, es preciso destacar que las aguas de este río sirven para regadío de una buena parte de las parcelas de cultivo de frutales que son distribuidos fundamentalmente en la región; si bien es cierto, en los campos de cultivo, el hierro en bajas concentraciones es considerado como un elemento no tóxico, en elevadas concentraciones si suelen serlo cuando estas se encuentran asociadas a otros elementos como manganeso o zinc y factores como un pH ácido.

Merece la pena destacar que de acuerdo a la última modificatoria realizada a los ECAs (según D.S 004-2017-MINAM) la categoría 3 (agua con aptitud de uso agrícola) ha incrementado el estándar de 1.0 mg/L a 5.0 mg/L, asimismo ha sido eliminado este elemento de la categoría 3 (bebida de animales) aun cuando algunos estándares internacionales consultados (S.A ganadería) advierten la necesidad de determinar la concentración de este elemento (10 mg/L).

En la cuenca el Chuyugual, el P39 ha evidenciado ocasionalmente valores sobre los ECAs (ECA 1), más específicamente los años 2012, 2013, 2016, 2018 y 2019; siendo el año 2019 donde se ha encontrado la concentración más elevadas hasta la fecha (0,81358 mg/L) esto está en función también a los procesos erosivos producto de las actividades de MBM.



Foto: Los procesos de monitoreo empiezan con el empoderamiento de los dirigentes campesinos

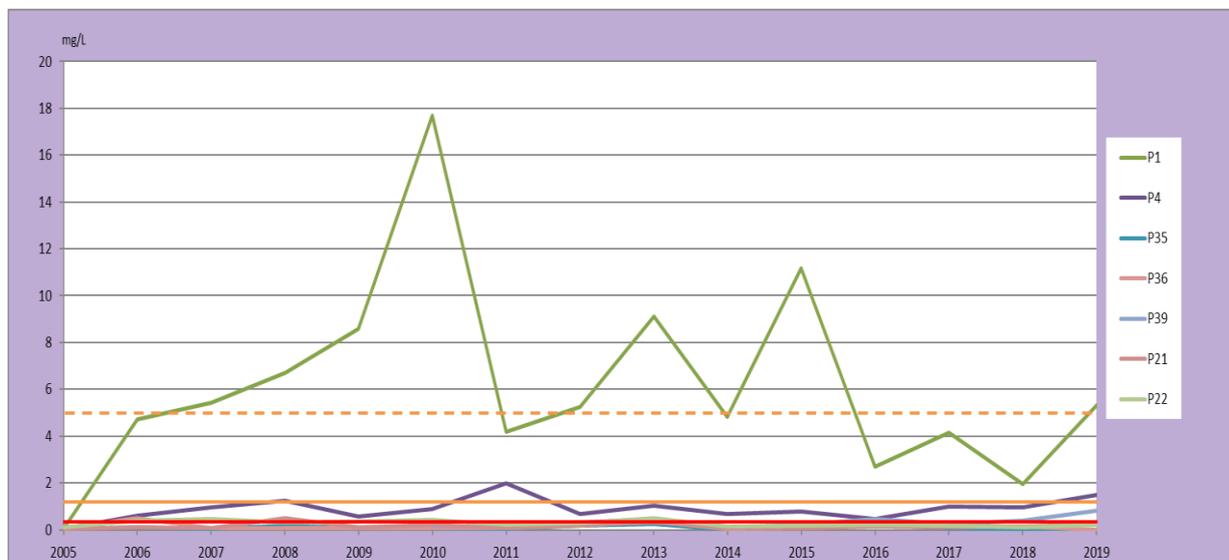
Fuente: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

Tabla 19. Marco legal de análisis y resultados de la concentración de hierro en algunas estaciones de monitoreo de las cuencas del río Perejil, Chuyugual, Caballo Moro y tributarios

ESTACION	Fe														
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
P1	0.021	4.7	5.422	6.709	8.582	17.687	4.192	5.266	9.11	4.84	11.17	2.7	4.16	1.95	5.32
P4	0.021	0.6	0.963	1.229	0.562	0.893	1.984	0.667	1.02	0.6764	0.7763	0.45835	0.98365	0.97389	1.49
P35	0.030	0.1	0.043	0.185	0.056	0.074	0.027	0.176	0.2594	0.0081	0.1061	0.21171	0.08746	0.01910	0.00464
P36	0.064	0.5	0.062	0.060	0.072	0.084	0.069	0.175	0.3620	0.0365	0.0713	0.19456	0.15075	0.15695	0.00464
P39						0.190	0.104	0.336	0.4745	0.0924	0.1999	0.45337	0.25216	0.40564	0.81358
P21	0.037	0.1	0.073	0.483	0.123	0.207	0.081	0.228	0.3127	0.1186	0.0858	0.15847	0.11511	0.13067	0.25887
P22	0.091	0.4	0.467	0.328	0.368	0.426	0.221	0.294	0.5104	0.1583	0.1889	0.22685	0.18909	0.10508	0.22441
PARÁMETROS															
Clase I	-														
Clase III	-														
OMS (2004)	0,5 - 50														
UE (1998)	0,2														
SA agricultura	5														
SA ganadería	10														
ECAS AGUA		D.S. 002-2008-MINAM							D.S. 004-2017-MINAM						
CATEGORIA 1	A1	0.3							0.3						
	A2	0.3							1.0						
	A3	1.0							5.0						
CATEGORIA 3	Riego vegetales	1.0							5.0						
	Bebida de animales	1.0							NC						
CATEGORIA 4		NC							NC						

Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

Gráfico 4. Tendencia de la concentración de Hierro en algunas estaciones de monitoreo de las cuencas del río Perejil, Chuyugual, Caballo Moro y tributarios



Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

E. SULFATOS (SO₄).

Este compuesto es el resultado de la oxidación de la pirita (FeS₂) y el uso de ácido sulfúrico en los procesos industriales como los mineros, normalmente se encuentra en sus efluentes luego de realizar las actividades mineras.

Cuando erosionan grandes cantidades de tierra que contienen pirita se generan elevados volúmenes de ácido sulfúrico que forma el drenaje ácido de minas (DAM). El DAM se neutraliza mediante el uso de cal viva, que oxida al ácido sulfúrico, produciendo sulfatos. Los sulfatos son perjudiciales para la salud de las personas y animales en concentraciones mayores a 250 mg/L pues tienen un efecto laxante con la consecuente deshidratación y a veces la muerte.

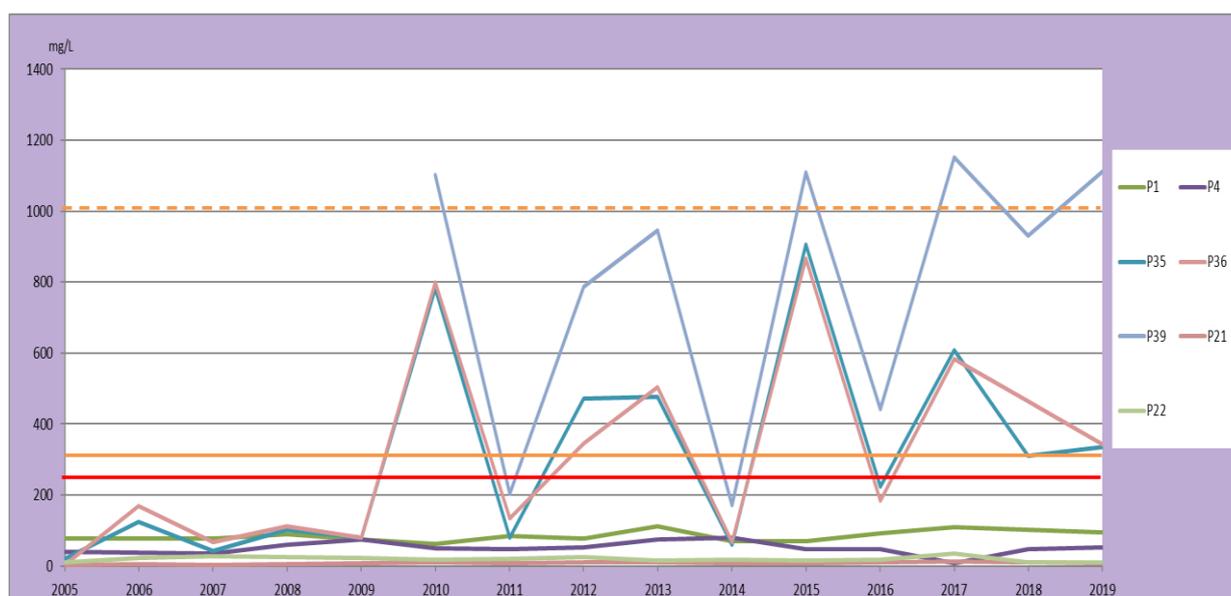
Las estaciones de monitoreo P35, P36 y P39 ubicadas en la cuenca El Chuyugual, sector el Sauco (cabecera de cuenca) relacionadas geográficamente con las actividades extractivas de MBM son las que muestran altas concentraciones de sulfatos vulnerando los ECAs. Esta contaminación parte de la Quebrada Negra (P39), quebrada en la cual MBM realiza las descargas de sus efluentes, aprobados según resolución de ANA; lógicamente el agua en las estaciones P35 y P36 ubicadas debajo de la estación P39, también resultan impactadas haciendo el agua inapropiada incluso para labores de agricultura y ganadería (**Categoría 3 - R.J. N°056-2018-ANA**). En el monitoreo del 2019 la estación 39 se encuentra imposibilitada incluso para categoría 3.

Tabla 20. Marco legal de análisis y resultados de la concentración de sulfatos en algunas estaciones de monitoreo de las cuencas del río Perejil, Chuyugual, Caballo Moro y tributarios

ESTACIÓN	SULFATOS															
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
P1	75.9	76.2	77.2	90.5	74.8	62.1	83.6	76.1	111.7	69.4	70.3	92.8	109.8	101.6	95.3	
P4	38.9	37.6	35.1	59.0	74.8	48.7	46.4	52.6	75.4	79.1	48.0	48.1	7.9	47.0	51.2	
P35	21.2	125	42.2	102	80.5	783.0	79.0	472.0	476.2	59.1	906.0	224.7	608.9	310.8	334.0	
P36	3.7	168	67.1	111	79.1	799.0	133.0	344.0	502.7	67.2	867.4	184.3	584.1	464.1	343.0	
P39						1102.0	203.0	787.0	944.7	170.3	1108.3	442.9	1150.9	930.6	1112.2	
P21	3.7	5.6	3.8	5.6	8.3	9.5	10.2	10.7	8.6	7.8	11.2	13.6	9.3	7.4		
P22	10.5	23.2	28.4	25.8	22.2	17.4	20.4	25.7	14.1	18.4	14.3	18.0	33.9	10.9	9.6	
Parámetros																
Clase I																
Clase III																
OMS (2004)	250															
UE (1998)	250															
SA agricultura																
SA ganadería	1000															
ECAS AGUA		D.S. 002-2008-MINAM					D.S. 004-2017-MINAM									
CATEGORIA 1	A1	250.0					250.0									
	A2	NC					500.0									
	A3	NC					NC									
CATEGORIA 3	Riego vegetales	300.0					1000.0									
	Bebida de animales	500.0					1000.0									
CATEGORIA 4		NC					NC									

Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

Gráfico 5. Concentración de sulfatos en algunas estaciones de monitoreo de las cuencas del río Perejil, Chuyugual, Caballo Moro y tributarios



Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

F. MONITOREO BIOLÓGICO (MACROINVERTEBRADOS)

A la fecha se ha realizado 18 monitoreos para la recolección de macro invertebrados bentónicos; presentamos los resultados en las tres cuencas de intervención.

Tabla 21 Calidad del agua en la cuenca del río Perejil desde el año 2008 hasta el año 2019

Estación	Calidad del agua																		
	2008	2009		2010		2011		2012		2013	2014	2015		2016		2017	2018		2019
	M1	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M2	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M1	M1	
P1	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
PS1	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●									
PS2		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
P3	●	●	●	●	●	●	●	●	●										
P4	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
P5	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
P6	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

Considerando los puntajes del recuento de familias de macro invertebrados en los 18 monitoreos tenemos:

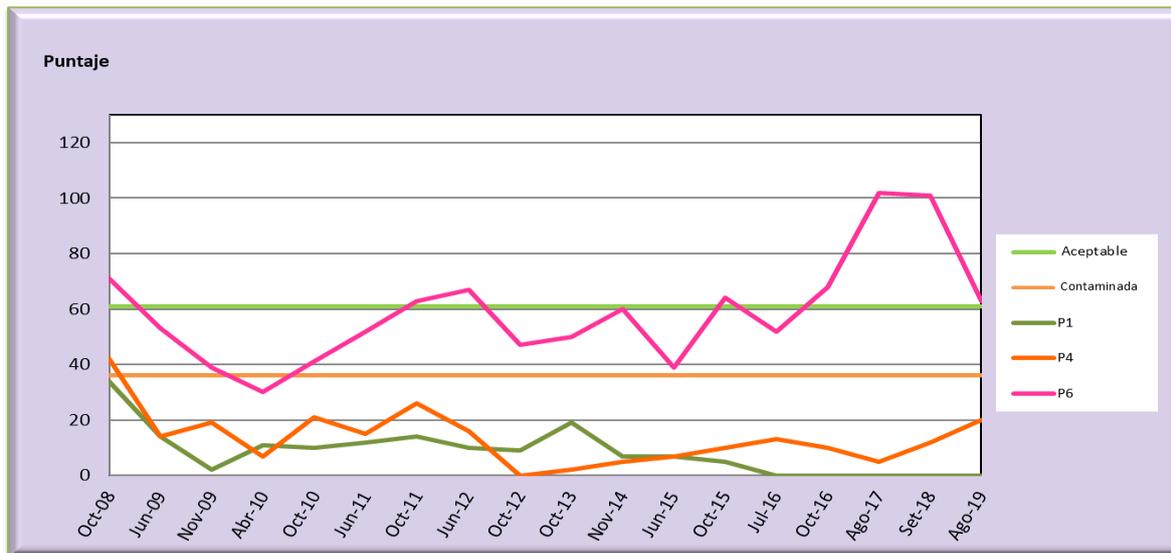
Tabla 22. Puntajes y calidad del agua en la cuenca del río Perejil desde el año 2008 hasta el año 2019

ESTACIÓN	PUNTAJE CALIDAD DE AGUA																	
	Oct-08	Jun-09	Nov-09	Abr-10	Oct-10	Jun-11	Oct-11	Jun-12	Oct-12	Oct-13	Nov-14	Jun-15	Oct-15	Jul-16	Oct-16	Ago-17	Set-18	Ago-19
P1	34	14	2	11	10	12	14	10	9	19	7	7	5	0	0	0	0	0
PS1	92	112	46	32	60	72	98	71	47	70								
PS2		90	32	30	42	26	36	26	51	35	42	27	40	30	38	44	48	30
P3	55	17	20	5	31	5	14	12	0									
P4	42	14	19	7	21	15	26	16	0	2	5	7	10	13	10	5	12	20
P5	43	25	25	31	45	34	46	42	20	22	4	14	12	30	10	33	34	19
P6	71	53	39	30	41	52	63	67	47	50	60	39	64	52	68	102	101	63

Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

El siguiente gráfico refleja la tendencia del puntaje de los macro invertebrados en la cuenca el Perejil desde el año 2008 hasta el año 2019.

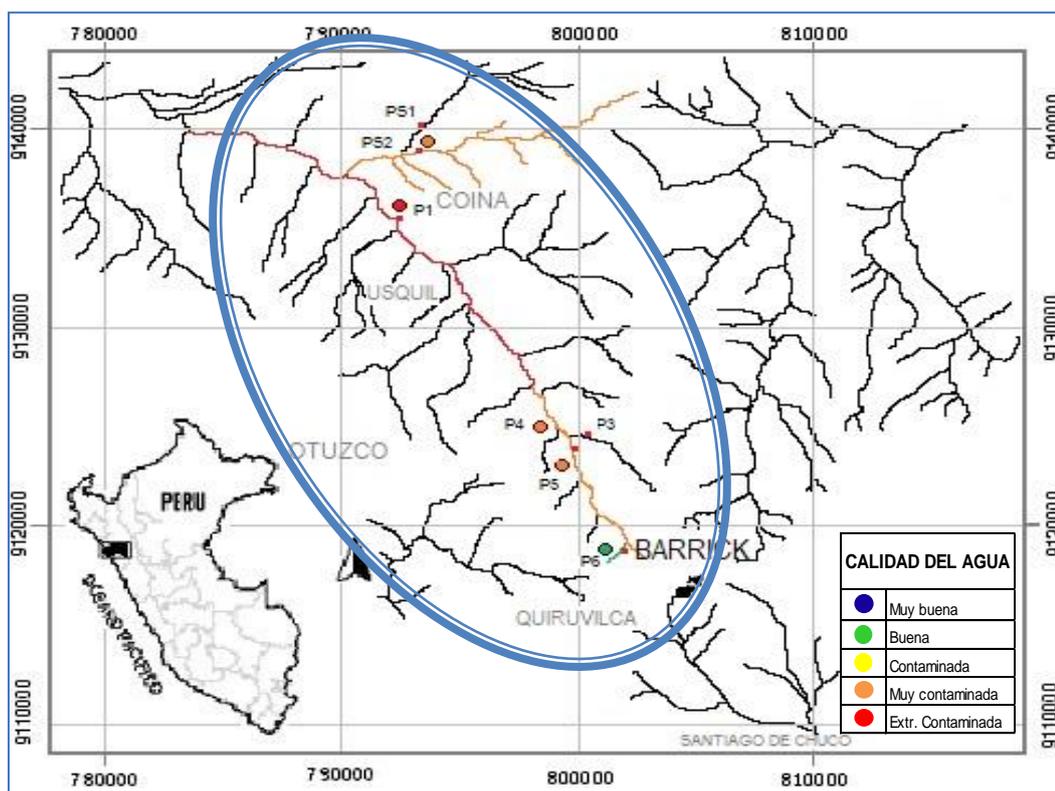
Gráfico 6. Tendencia según el puntaje de comunidades de macroinvertebrados encontrados en algunas estaciones de monitoreo ubicadas en la cuenca del río Perejil



Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

Para una mejor visualización, presentamos el siguiente mapa que corresponde a los resultados del monitoreo de agosto del año 2019

Mapa 1. Ubicación de las estaciones de monitoreo y calidad del agua según los macroinvertebrados encontrados en la cuenca del río Perejil en agosto del 2019



Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

La tabla 21 determina la calidad del agua en base a colores asignados que la identifican desde muy buena (azul) hasta extremadamente contaminada (rojo); el monitoreo realizado el año 2019 evidencia que las estaciones de monitoreo P1, P4 y P5 resultaron estar extremadamente contaminada y muy contaminadas respectivamente, no se evidenció presencia de macro invertebrados en la estación P1. La estación P4 obtuvo 20 puntos y la estación P5, 19 puntos; a claras luces esto demuestra un serio problema de contaminación en la zona desde la cabecera de esta cuenca: pues, existen pasivos ambientales que al no ser tratados adecuadamente, muy posiblemente generan el desprendimiento constante de sustancias y elementos altamente tóxicos; la contaminación en la estación P4 se debe a las actividades extractivas de carbón mineral de manera informal y la tierra removida es arrojada a las riveras sin tratamiento alguno, sumado a los trabajos eventuales de mejoramiento de canales, construcción de puentes y altamente probable a las descargas de MBM, que tiene un vertimiento de aguas residuales industriales autorizada por ANA en el Rio Negro; esto ha contaminado las condiciones ecológicas en la zona.

En la estación P6, aun cuando los años 2017 y 2018 se evidenció una notable recuperación en el número de familias de macroinvertebrados (se obtuvo 102 y 101 puntos respectivamente, lo que significa aguas muy limpias o de muy buena calidad), el año 2019 ha experimentado una disminución en el puntaje, registrándose 63 puntos lo que hace el agua limpia o de buena calidad; sin embargo, durante el mayor número de muestreos se ha visto aguas con calidad que va de contaminada (9 muestreos) a aguas limpias (5 muestreos), consideramos que esto está en función a condiciones ambientales particulares de la zona; se ha notado presencia de abundante excremento animal en la zona lo que indicaría pastoreo extensivo, como se puede apreciar en los monitoreos realizados lo importante es que en esta estación siempre se evidencian procesos de recuperación como consecuencia de factores ambientales y climáticos que se repiten anualmente.

En la cuenca el Chuyugual, el monitoreo de las 8 estaciones arrojó los siguientes resultados.

Tabla 23. Calidad del agua en la cuenca del rio Chuyugual desde el año 2008 hasta el año 2019

Estación	Calidad del agua																	
	2008	2009		2010		2011		2012		2013	2014	2015		2016		2017	2018	2019
	M1	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M2	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M1	M1
P31	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
P32	●	●																
P33	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
P34	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
P35	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
P36	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
P37	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
PS37	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
P39			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

De acuerdo al puntaje del recuento de las familias de macro invertebrados, tenemos los siguientes resultados:

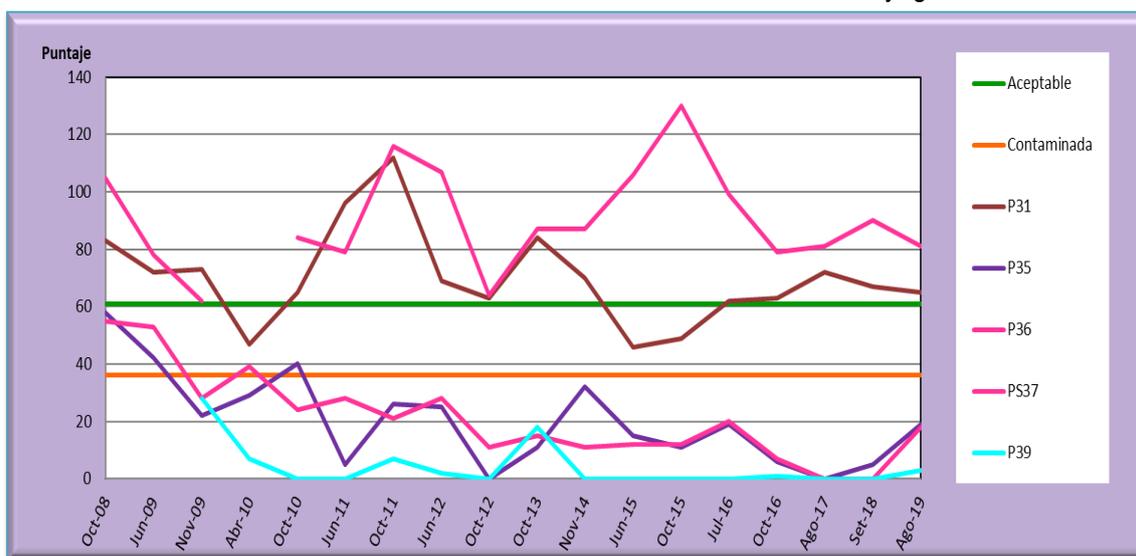
Tabla 24. Puntajes y calidad del agua en la cuenca del río Chuyugual desde el año 2008 hasta el año 2019

ESTACIÓN	PUNTAJE CALIDAD DE AGUA																	
	Oct-08	Jun-09	Nov-09	Abr-10	Oct-10	Jun-11	Oct-11	Jun-12	Oct-12	Oct-13	Nov-14	Jun-15	Oct-15	Jul-16	Oct-16	Ago-17	Set-18	Ago-19
P31	83	72	73	47	65	96	112	69	63	84	70	46	49	62	63	72	67	65
P32	74	31																
P33	66	28	50	39	84	39	63	47	55	83	69	68	70	47	60	56	52	51
P34	90	79	82	79	66	79	103	73	15	75	52	52	88	52	70	83	77	39
P35	58	42	22	29	40	5	26	25	0	11	32	15	11	19	6	0	5	19
P36	55	53	28	39	24	28	21	28	11	15	11	12	12	20	7	0	0	18
P37	89	32	76	36	20	37	53	45	34	44	45	66	56	63	44	38	43	69
PS37	105	78	62		84	79	116	107	64	87	87	106	130	99	79	81	90	81
P39			28	7	0	0	7	2	0	18	0	0	0	0	1	0	0	3

Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

Presentamos el siguiente gráfico que revela la tendencia de la calidad del agua en cada estación de monitoreo en la cuenca el Chuyugual en los 18 monitoreos.

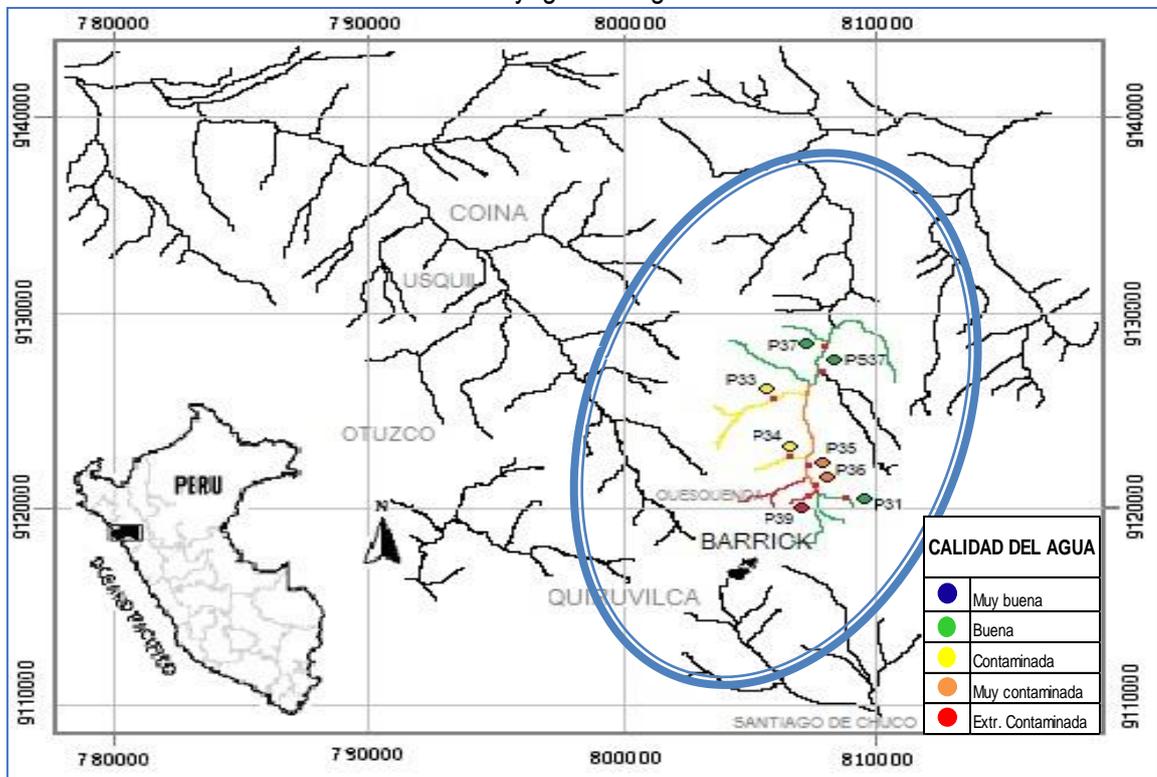
Gráfico 7. Tendencia según el puntaje de comunidades de macroinvertebrados encontrados en algunas estaciones de monitoreo ubicadas en la cuenca del río Chuyugual



Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

El siguiente mapa nos permite visualizar la localización de las estaciones de monitoreo y su calidad de agua; correspondiente al monitoreo realizado el mes de agosto del año 2019.

Mapa 2. Ubicación de las estaciones de monitoreo y calidad del agua según los macroinvertebrados encontrados en la cuenca del río Chuyugual en agosto del 2019



Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

La estación P39, ubicada en la Quebrada Negra y que nace de la Laguna Negra, en el presente monitoreo evidenció una ínfima biodiversidad de familias (3 puntos), lo que representa agua con calidad extremadamente contaminada; este cuerpo hídrico tributa al río Chuyugual, donde se sitúan aguas abajo las estaciones P35 y P36, en la estación P35 se logró coleccionar 19 puntos y en la estación P36 18 puntos, lo que determina una afectación evidente en el agua con subsecuente desequilibrio en el ecosistema; podemos afirmar que estos resultados biológicos obedecen a la presencia de una serie de elementos y compuestos químicos que han sido detectados consecutivamente sobre los ECAs; que probablemente se encuentren en el sedimento del cauce del río y que configuran un proceso de vulneración de la calidad del agua año tras año.

Las fuentes nitrogenadas (nitratos y nitrógeno amoniacal) son compuestos que anualmente los hemos reportado sobre los ECAs, y aunque últimamente han disminuido considerablemente su concentración, no ha dejado de generarse visibles consecuencias negativas sobre el ecosistema cuando las aguas ingresan a partir de la Quebrada Negra (P39); estamos seguros que estas descargas, debido a la ausencia de actividades agrícolas y otras de mayor cuantía, provengan de actividades extractivas, por el uso del nitrato de amonio (ANFO). Las fuentes nitrogenadas entonces generan procesos de eutrofización, con un crecimiento exuberante de algas filamentosas, es más evidente en tiempos de sequía, como es en este caso, y, afecta sin duda la biodiversidad de macroinvertebrados en este sector del río. Es necesario resaltar que, aunque no han sido detectadas concentraciones considerables de nitratos y nitrógeno amoniacal en nuestros monitoreos los años 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019 no significa que esto no pueda ocurrir en otros momentos, es muy posible que sus efectos persistentes en el ecosistema aún se perciban.

Así mismo es preciso destacar que hasta la fecha durante el trabajo de campo estamos observando abundante sedimento con aspecto mucoide en las estaciones P39, P36, P35 y en menor grado en la estación P37, no así en la estación P31 ubicada en el mismo río; esto está en función directa a procesos de erosión y escorrentía constantes en estos cuerpos hídricos producto de las actividades extractivas situadas a una mayor gradiente altitudinal. La presencia de este sedimento mucoide abundante definitivamente evita el desarrollo de los macro invertebrados en la zona.

Las estaciones control ubicadas a lo largo de esta cuenca (P34, P31 y PS37) reportan buena calidad de agua que va de limpia a muy limpia, salvo en algunos momentos de excepción. La estación P31 ubicada en el río Chuyugual sostuvo una calidad de agua constante con puntajes que variaron de 47 a 112 puntos; mientras que la estación PS37 ubicada en la quebrada El Salitre, tributaria al río Chuyugual, el año 2015 ha referenciado el mayor puntaje a lo largo de todos los años de monitoreo (130 puntos) lo que claramente evidencia la naturaleza de un ecosistema limpio y biodiverso, ambas estaciones geográficamente no son influenciadas por actividades extractivas; un caso diferente ocurre con la estación P34 que se ubica en la quebrada Quishuar Norte, área de expansión del proyecto Lagunas Norte, como puede apreciarse esta estación ha mantenido puntajes constantes de buena calidad de agua, salvo el monitoreo realizado en octubre del año 2012 donde solo se registraron 15 puntos, con preocupación advertimos que el presente año el puntaje registrado fue solo de 39 puntos; lo que coincide con una pérdida notable de biodiversidad de macroinvertebrados en la zona. Queda pendiente el análisis de este resultado.

La estación P37, se ubica a la altura del poblado el Chuyugual y apreciamos que constantemente mantiene una calidad biológica superior a las estaciones P35 y P36, las tres están ubicadas en el mismo río, sin embargo, la estación P37 se encuentra aguas abajo; la mejor calidad de agua se debe en efecto a que existen tributarios al río Chuyugual que no están influenciados por actividades que podrían resultar perjudiciales para el ambiente, entre ellos la quebrada El Salitre (PS37)

En la cuenca de la quebrada Caballo Moro, los resultados de la calidad del agua realizados en cada una de las 6 estaciones monitoreadas, se presenta a continuación

Tabla 25. Calidad del agua en la cuenca del Caballo Moro desde el año 2008 hasta el año 2019

Estación	Calidad del agua																	
	2008	2009		2010		2011		2012		2013	2014	2015		2016		2017	2018	2019
	M1	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M2	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M1	M1
P21	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
PS21		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
P22	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
P23		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
P24	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
P25	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

El puntaje obtenido de las familias de macroinvertebrados en cada estación de monitoreo, muestran los siguientes resultados.

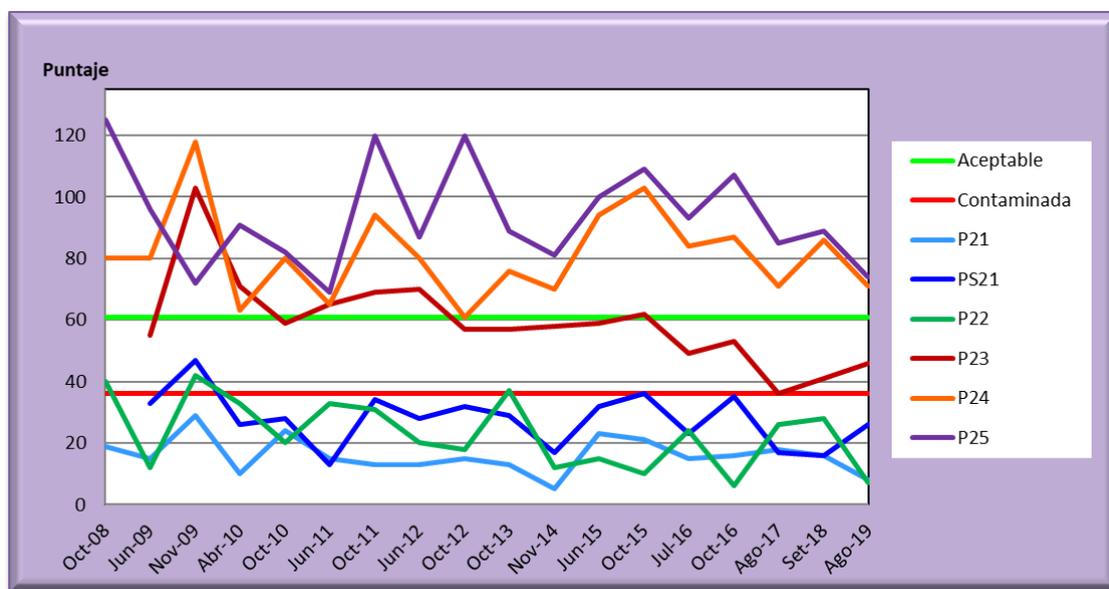
Tabla 26. Puntajes y calidad del agua en la cuenca del Caballo Moro desde el año 2008 hasta el año 2019

ESTACIÓN	PUNTAJE CALIDAD DE AGUA																	
	Oct-08	Jun-09	Nov-09	Abr-10	Oct-10	Jun-11	Oct-11	Jun-12	Oct-12	Oct-13	Nov-14	Jun-15	Oct-15	Jul-16	Oct-16	Ago-17	Set-18	Ago-19
P21	19	15	29	10	24	15	13	13	15	13	5	23	21	15	16	18	16	8
PS21		33	47	26	28	13	34	28	32	29	17	32	36	23	35	17	16	26
P22	40	12	42	33	20	33	31	20	18	37	12	15	10	24	6	26	28	7
P23		55	103	71	59	65	69	70	57	57	58	59	62	49	53	36	41	46
P24	80	80	118	63	80	65	94	80	61	76	70	94	103	84	87	71	86	71
P25	125	96	72	91	82	69	120	87	120	89	81	100	109	93	107	85	89	74

Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

Las tendencias de los puntajes se muestran a continuación.

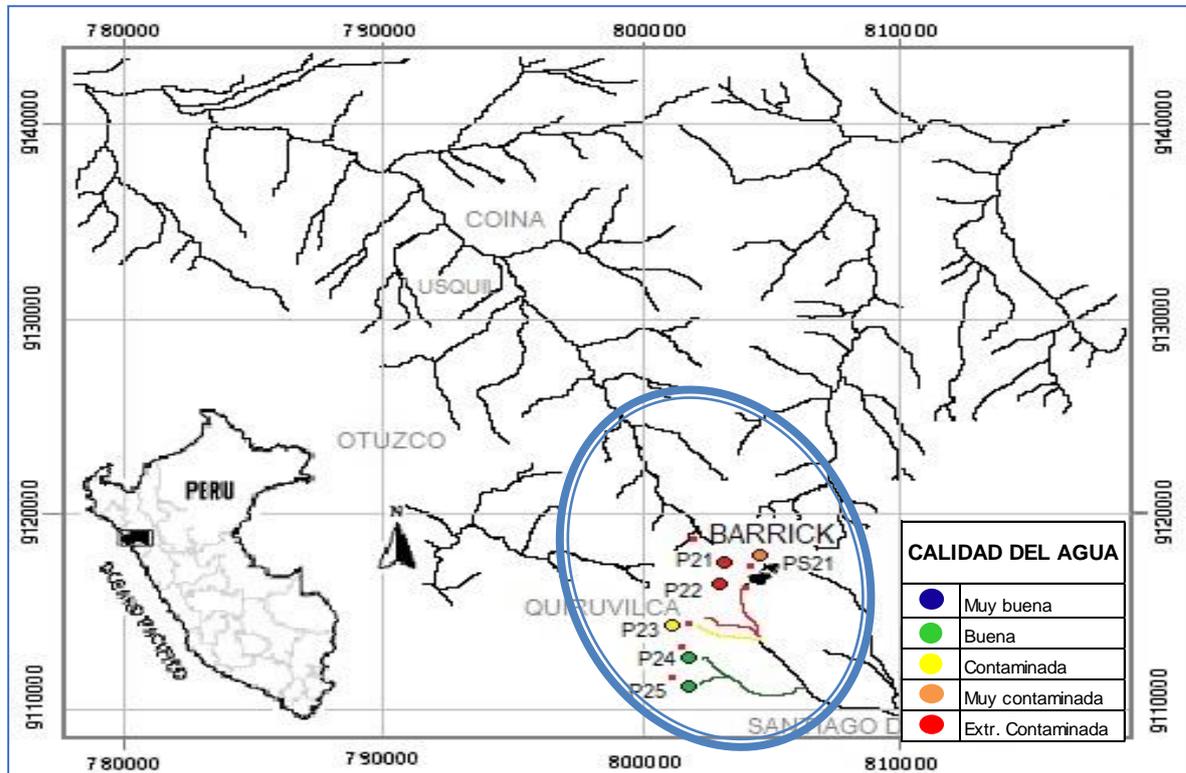
Gráfico 8. Tendencia según el puntaje de comunidades de macroinvertebrados encontrados en algunas estaciones de monitoreo ubicadas en la cuenca del Caballo Moro



Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

Las estaciones monitoreadas en setiembre del 2019 las presentamos en el siguiente mapa que nos permite visualizar su ubicación geográfica y la calidad del agua.

Mapa 3. Ubicación de las estaciones de monitoreo y calidad del agua según los macroinvertebrados encontrados en la cuenca del Caballo Moro en setiembre del 2019



Elaboración: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

Tal y como puede apreciarse en el gráfico 8, las estaciones control (P24 y P25) han mantenido una calidad biológica de buena a muy buena calidad, cuyos puntajes variaron entre 61 y 125 puntos, estas realizan anualmente un ciclo evolutivo dependiente de las condiciones climatológicas y ambientales de la zona y por otro lado están las estaciones problema (P21, P22 y PS21) asociadas geográficamente a áreas con actividades extractivas que han mostrado año tras año descenso progresivo en sus puntajes y en algunos casos una recuperación poco significativa, consecuentemente la calidad del agua ha reportado niveles muy contaminados y extremadamente contaminados. Al respecto, aun cuando no existen vertimientos autorizados en esta cuenca, podemos atribuir este fenómeno a los procesos de filtración que ocurren debido a las diferencias en la gradiente altitudinal entre las estaciones monitoreadas y las instalaciones de MBM las estaciones P21 y P22 corresponden a las lagunas Verde y El Toro, que coincidentemente han evidenciado durante algunos monitoreos concentraciones elevadas de aluminio y disminución progresiva de pH, hasta llegar a niveles peligrosos para la subsistencia de vida acuática.

Debemos brindar una explicación por lo que ocurre con la estación P23, la misma que en buena parte de los muestreos evidenció buena calidad de agua; esta estación se ubica en la quebrada Cushpiro, no está influenciada por actividades antrópicas de consideración, sin embargo los muestreos realizados los años 2017, 2018 y 2019 han evidenciado 36, 41 y 46 puntos respectivamente; esto se asocia directamente a la disminución considerable del caudal en este cuerpo hídrico; aun cuando las condiciones ambientales no han variado considerablemente; y no hemos observado hábitats diversos en esta quebrada, esas condiciones habrían impedido el crecimiento y proliferación de macroinvertebrados; limitando la biodiversidad en la zona.



Fotos: Selección e identificación de macroinvertebrados

Fuente: Asociación Marianista de Acción Social – AMAS

CONCLUSIONES

- Los resultados de laboratorio muestran que la concentración de los elementos químicos y compuestos en las cuencas el Perejil, el Chuyugual y el Caballo Moro en diferentes monitoreos han mantenido una conducta errática (han disminuido o han incrementado fuera de los ECAs), esto ha generado lógicamente un desequilibrio en el ecosistema ya que se ha modificado las condiciones que determinan la calidad del agua antes del ingreso de MBM, porque existe contaminación.
- Siendo la estación P1 la que se encuentra a menor nivel altitudinal (1990 msnm) ha resultado ser una de las más contaminadas; se ubica a la altura del caserío de Coina (sector La Fundición). Debido a que recoge la sumatoria de todas las fuentes de contaminación ubicadas aguas arriba (minería de carbón, oro, asentamientos poblacionales, agricultura y ganadería).
- El presente informe es parte de un consolidado de nuestra base de datos, si nos remitimos a nuestras anteriores publicaciones veremos que algunos compuestos y elementos tóxicos han producido ciertos niveles de contaminación (fundamentalmente mercurio y arsénico, sulfatos, nitratos y nitrógeno amoniacal), algunos como el sulfato, reportado en el presente informe, mantienen concentraciones aun preocupantes. Como criterio para definir la vulnerabilidad ecosistémica y el riesgo a la salud de sus ocupantes, la cuenca el Chuyugual es la más contaminada, siendo la estación P39 hasta la fecha, la más crítica.
- La masa de agua en la Laguna Verde (P21) en la cuenca el Caballo Moro continúa registrando preocupantes niveles de acidez, comparando los resultados de monitoreos recientes con la línea base del año 2005, el año 2015 se registró el valor más bajo (3.9) esto ocurre probablemente debido a procesos de filtración de aguas ácidas y escorrentía superficial generada por la remoción de tierras en áreas conexas con mayor gradiente altitudinal.

-
- Para el monitoreo con macro invertebrados, las estaciones control mantienen puntajes que determinan un agua de calidad limpia o muy limpia; mientras que las estaciones problema, ligadas geográficamente a las actividades de MBM principalmente, evidencian puntajes que determinan un agua con calidad que va de muy contaminada a extremadamente contaminada. Complementándose con los resultados de laboratorio que analiza la calidad del agua con parámetros físico químico.
 - En diciembre del año 2015 mediante el D.S. 015-2015-MINAM se modificaron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aguas (ECAs), aprobados el año 2008 según D.S. 002-2008-MINAM; posteriormente en junio del año 2017, mediante D.S.004-2017-MINAM se ejecutó una segunda modificatoria; con cierta preocupación hemos advertido que estas acciones han eliminado algunos parámetros y en otros casos permiten el incremento de las concentraciones, favoreciendo a las empresas.

RECOMENDACIONES

- Es notorio el incremento de las concesiones mineras, así como la proliferación de mineros ilegales dedicados a la extracción de carbón mineral y oro en ecosistemas muy sensibles, por lo que recomendamos a los gobiernos locales de la Región La Libertad (Gobierno Regional, Municipalidades Provinciales y Municipalidades Distritales) que, según sus competencias, dirijan, promuevan o reactiven procesos de ordenamiento territorial para establecer herramientas y procedimientos que determinen la real vocación productiva del territorio con un enfoque de gestión de cuencas y protección de los derechos ambientales.
- Durante el Congreso saliente se formuló un proyecto de Ley Marco sobre Monitoreo y Vigilancia Ambiental Indígena y Ciudadana; recomendamos al nuevo Poder Legislativo brinde celeridad para la gestión de este proyecto, porque establece claramente los principios y reglas generales de las actividades de vigilancia de la sociedad civil en favor de la supervisión del Estado a las actividades mineras.
- En vista de las dos modificatorias sobre los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) definidos en el D.S 002-2008-MINAM (D.S 015-2015 - MINAM, promulgada en diciembre de 2015 y D.S 004-2017-MINAM, promulgada en junio de 2017), recomendamos a las instancias correspondientes, adscritas al Ministerio del Ambiente (MINAM), a reformular dichos ECAs, para lo cual planteamos un enfoque centrado en visibilizar los derechos de las personas que viven en zonas impactadas por las actividades mineras.
- El 13 de febrero del 2018, mediante R.J. N°056-2018-ANA, se reformuló la R.J N°202-2010-ANA, la misma que clasifica y categoriza a los cuerpos superficiales de agua de acuerdo a la R.J. N°030-2016-ANA (actualización de los cuerpos de agua superficiales marino – costeros) y al D.S. N°004-2017-MINAM (Propuesta y aprobación de nuevos Estándares de Calidad Ambiental para agua); vemos con preocupación que en dicha reformulación se sigue asignando categorías a los cuerpos hídricos desde una perspectiva de cuenca, insistimos en recomendar que el enfoque debe ser de subcuenca y microcuenca, para determinar mejor la calidad del agua durante el recorrido del río.
- Recomendamos desarrollar análisis alternativos, como la determinación de sedimentos de río, fundamentalmente en la cuenca del río Chuyugual, específicamente en el tramo comprendido entre las

estaciones P39 y P37; para determinar su composición y su relación con la fauna de macro invertebrados de la zona y por lo tanto con los niveles de contaminación.

- El cuidado y la protección de las fuentes de agua deben ser una prioridad y un eje transversal del Estado desde una perspectiva de la revaloración de los derechos humanos que posibilite mejorar la calidad de vida individual y colectiva.

Referencias bibliográficas

Pereda W, Hora ME, Gabriel AR. VIGILANCIA CIUDADANA DE LA CALIDAD DEL AGUA – Una experiencia desde la sociedad civil en el departamento de La Libertad en el Perú. Compañía de María (Marianistas) – Región Perú; 2010.

Pereda W, Hora ME, Gabriel AR, VIGILANCIA CIUDADANA DE LA CALIDAD DEL AGUA en las cuencas El Perejil, El Chuyugual y El Caballo Moro. Compañía de María (Marianistas) – Región Perú. 2011

Pereda W, Hora ME, Gabriel AR, VIGILANCIA CIUDADANA DE LA CALIDAD DEL AGUA en las cuencas El Perejil, El Chuyugual y El Caballo Moro. Compañía de María (Marianistas) – Región Perú. 2012

Pereda W, Hora ME, Gabriel AR. MONITOREO INDEPENDIENTE DE LA CALIDAD DEL AGUA, en zonas de impacto de la gran minería en La Libertad – Perú. Compañía de María (Marianistas) – Región Perú; 2013.

Pereda W, Hora ME, Gabriel AR. MONITOREO INDEPENDIENTE DE LA CALIDAD DEL AGUA, en zonas de impacto de la gran minería en La Libertad – Perú. Compañía de María (Marianistas) – Región Perú; 2014.

Pereda W, Hora ME, Gabriel AR. MONITOREO INDEPENDIENTE DE LA CALIDAD DEL AGUA, en zonas de impacto de la gran minería en La Libertad – Perú. Compañía de María (Marianistas) – Región Perú; 2015.

Pereda W, Hora ME, Gabriel AR. MONITOREO INDEPENDIENTE DE LA CALIDAD DEL AGUA, en zonas de impacto de la gran minería en La Libertad – Perú. Compañía de María (Marianistas) – Región Perú; 2016.

Sulfatos en agua para beber [Internet]. EE.UU: New Mexico department of health, Enviroment Department; 2007 [consulta el 27 de noviembre de 2014]. Disponible a: http://www.nmenv.state.nm.us/dwb/contaminants/documents/Sulfate1_07spanishfinal.pdf