



Plataforma
POR LA DEFENSA Y PROMOCIÓN
DEL MEDIO AMBIENTE
EN LA CUENCA ALTA DEL RÍMAC

**COMITÉ DE
CIUDADANOS**
comprometidos con
la Defensa
del Medio Ambiente
del Distrito de San Mateo



Parroquia
San Mateo



Ceas
COMISION EPISCOPAL
DE ACCION SOCIAL

Informe
Técnico

Evaluación participativa de calidad ambiental de agua superficial, sedimento y suelo en la subcuenca Aruri y quebrada Chinchán - Zona alta del río Rímac

POR LAS COMUNIDADES CAMPESINAS DE SAN MATEO DE HUANCHOR Y SAN ANTONIO EN LOS DISTRITOS DE SAN MATEO Y CHICLA DE LA PROVINCIA DE HUAROCHIRÍ - REGIÓN LIMA



Informe Técnico

Evaluación participativa de calidad ambiental de agua superficial, sedimento y suelo en la subcuenca Aruri y quebrada Chinchán zona alta del río Rímac

POR LAS COMUNIDADES CAMPESINAS DE SAN MATEO DE HUANCHOR Y SAN ANTONIO EN LOS DISTRITOS DE SAN MATEO Y CHICLA DE LA PROVINCIA DE HUAROCHIRÍ - REGIÓN LIMA

Datos octubre 2016



DOCUMENTO DE TRABAJO

COMISION EPISCOPAL DE ACCION SOCIAL
Av. Salaverry 1945, Lince
www.ceas.org.pe

Elaborado por: Ing. Paula Meza Porta
Programa Cuidado de los Bienes de la Creación – CEAS

Impresión:

Hecho en el Depósito Legal N° 2018 - *****

1,000 ejemplares

Lima, octubre de 2017

El trabajo y edición de esta publicación fue posible gracias al apoyo de: Pax Christi Internacional y Misereor.

INDICE

Presentación	5
1. OBJETIVO	7
2. ANTECEDENTES	8
3. MARCO LEGAL	12
4. METODOLOGÍA	12
4.1 Participativo	12
4.2 Frecuencia de Muestreo y Clima	13
4.3 Muestreo	13
4.4 Ubicación	13
4.5 Fecha de Muestreo	15
4.6 Puntos de Toma de Muestras	19
4.7 Parámetros Evaluados	23
4.8 Laboratorio	25
4.9 Métodos de Análisis	25
4.10 Límites de Detección	26
4.11 Valores de Referencia para la interpretación de resultados	27
5. RESULTADOS DE LABORATORIO DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL	29
6. INTERPRETACION DE RESULTADOS	32
6.1 Resultados de Calidad de Agua	33
6.2 Resultados de Calidad de Suelo/ Sedimento	41
7. CONCLUSIONES	46
8. RECOMENDACIONES	49
9. BIBLIOGRAFIA	50
10. ANEXO.- Acta de Ejecución participativa de la toma de muestra	51

PRESENTACIÓN

Con el presente documento, las organizaciones firmantes¹, damos cuenta de los resultados de la evaluación participativa de la calidad ambiental del agua superficial, sedimento y suelo en la sub-cuenca Aruri y la Quebrada Chinchán, en la zona alta del río Rímac; experiencia llevada a cabo con las comunidades campesinas San Mateo de Huanchor y San Antonio, del distrito de San Mateo, Huarochirí, Lima; en la diócesis de Chosica.

Esta experiencia es parte de un proceso de animar el involucramiento de las comunidades y población local en el análisis de sus situaciones concretas y avanzar en el Cuidado de los Bienes de la Creación que el Señor nos ha confiado.

Asistimos a un período en nuestra historia reciente de mayor toma de conciencia de las comunidades, la Iglesia y organizaciones de la sociedad civil en cuanto a que es necesario asumir la responsabilidad de la sustentabilidad de los procesos sociales y ambientales desde las comunidades, hacia las regiones y el país en su conjunto.

El Papa Francisco nos dice que estamos inmersos en una sola crisis, una crisis “socio-ambiental” (Cfr. Laudato Si). Como respuesta a dicha crisis, las experiencias socio-ambientales previas y actuales, nos permiten constatar la gran preocupación e interés de estas comunidades por preservar el ambiente, cuidar el agua, controlar y vencer la contaminación ambiental en favor de una mejor calidad de vida.

En este informe técnico ambiental, los lectores podrán tomar nota de los antecedentes del proceso, los marcos legales que se han tenido en cuenta para desarrollar la experiencia, toda la metodología de aplicación que ha tenido su propio rigor en cuanto a asegurar la participación de líderes y pobladores de la comunidad, determinar las muestras a recoger y su representatividad, el análisis de laboratorio y los resultados; pero muy especialmente el cómo la comunidad ha participado y se ha podido ir “empoderando” del proceso, en vistas a continuar hacia delante en el seguimiento. “La espiritualidad cristiana propone un modo alternativo de entender la calidad de vida y alienta un estilo de vida profético y contemplativo, capaz de gozar profundamente sin obsesionarse por el consumo” (Laudato Si, 222).

¹ Organizaciones firmantes de la Plataforma por la Defensa y Promoción del Medio Ambiente en la cuenca alta del río Rímac, iniciativa de la sociedad civil que se conforma el año 2014 con miembros de comunidades campesinas de los distritos de San Mateo y Chicla, y con el apoyo de un Grupo de Instituciones (Parroquia San Mateo, Pastoral Social Diócesis Chosica, Pax Christi Perú, Comisión Episcopal de Acción Social –CEAS- y Red Muqui).

En la participación ciudadana, ha sido posible identificar los problemas y potencialidades socio-ambientales como también, las recomendaciones y por ende perspectivas hacia adelante, entre las que se plantea continuar y profundizar esta evaluación ambiental participativa, pedir que se completen los estándares faltantes en las ECAs nacionales, seguir monitoreando la presencia de metales tóxicos, el cómo remediar el ambiente. Avanzar en medir la contaminación en plantas y animales, recursos claves de las comunidades y en general para la alimentación. Llamar la atención a las responsabilidades de las municipalidades, los gobiernos locales y regionales, las empresas y las propias comunidades para, todos juntos, hacer esfuerzos por una vida digna, libre de factores de enfermedad o mortales, para trabajar activamente por el bien común; "...el bien común presupone el respeto a la persona humana en cuanto tal, con derechos básicos e inalienables ordenados a su desarrollo integral" (Laudato Si 157).

Finalmente, queremos expresar nuestra enorme gratitud a las comunidades campesinas San Mateo de Huanchor y San Antonio, en especial al Comité Local de los miembros de estas comunidades que son parte de la Plataforma Ambiental de la Cuenca Alta del río Rímac, por compartir en esta labor conjunta sus preocupaciones y demandas socio-ambientales, como también, sus sueños, ideales, proyectos de vida personal, comunal y social, que desde aquí y ahora están construyendo una ecología integral con la propia sabiduría y espiritualidad gozosa de los pueblos milenarios del Perú, tal como dice el Papa Francisco "... muchas cosas tienen que reorientar su rumbo, pero ante todo la humanidad necesita cambiar" (Laudato Si, 202).

1. OBJETIVO

Aportar al conocimiento ambiental con la evaluación participativa de la calidad ambiental del agua superficial, sedimento y suelo en sus características físico químicas y bacteriológicas, en relación a estándares ambientales, en la subcuenca Aruri y quebrada Chinchán por las comunidades campesinas San Mateo de Huanchor y San Antonio en los distritos de San Mateo y Chicla de la provincia de Huarochirí, para contribuir a la gestión de la salud y del ambiente.

1.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Realizar una evaluación de la calidad ambiental de agua, suelo y sedimento de forma participativa con pobladores de las comunidades campesinas San Mateo de Huanchor y San Antonio.
- Evaluar la calidad de agua superficial en relación a estándares ambientales en la subcuenca Aruri y quebrada Chinchán
- Evaluar sedimentos en relación a estándares ambientales nacionales de suelo en la subcuenca Aruri y quebrada Chinchán
- Evaluar suelo superficial agrícola en referencia a estándares ambientales nacionales de suelo en la subcuenca Aruri.

2. ANTECEDENTES

La comunidad campesina San Mateo de Huanchor está ubicada en la provincia de Huarochirí, en la zona alta del río Rímac, sus pobladores se dedican a actividades productivas como:

- Ganadería; con la crianza de alpacas, vacunos de raza criollo, producción de quesos y leche y venta de estos productos en el pueblo de San Mateo.
- Agricultura; cultivo de papa, habas, alverja, trigo centeno, alfalfa (todo el año y temporal)
- Panadería; cuyo producto lo venden en el pueblo de San Mateo.

La comunidad campesina de San Antonio está ubicada en la provincia de Huarochirí en la zona alta del río Rímac, sus pobladores se dedican a las siguientes actividades productivas:

- Agricultura: cultivo de papa, quinua, habas, oca, mashua, olluco, alfalfa (temporal y todo el año).
- Ganadería: crianza de cuyes, vacunos, alpacas y ovinos principalmente.

En el territorio de ambas comunidades se desarrolla desde hace décadas actividades mineras polimetálicas, las cuales han depositado sus residuos (relaves y desmontes) en el mismo territorio de las comunidades y muchas de ellas en zonas aledañas a los ríos; así se menciona que “Las minas vierten directamente al río, los residuos provenientes de sus plantas concentradoras. Asimismo, ubican las canchas de relaves de minerales al borde del río o de la quebrada más cercana, con taludes empinados e inestables. Durante la época de crecidas, los taludes son erosionados y arrastrados por el río, las lluvias también lavan parte de los relaves, que escurren hacia el río” (ANA, 2010, pág. 179).

En el río Aruri “... existe 37 fuentes de contaminación en el afluente Aruri: 1 de aguas servidas domésticas y 36 de aguas residuales de minas. Existen 24 fuentes de contaminación de lixiviados (2 de minas activas y 22 de minas cerradas) y 12 de residuos mineros, tales como residuos de minerales. No se ha obtenido ningún permiso para descargar aguas servidas domésticas y lixiviados de minas, cuya descarga se estima en 112.6 ℓ/s. Debido a que los desechos de minas, tales como residuos de minerales, están expuestos en la superficie del terreno, los metales pesados son liberados en el río cuando llueve. El volumen de residuos mineros, tales como los residuos de minerales, es de 547,370 m³, lo que representa el 83% de los desechos de minas descargados al río Rímac” (K-WATER, YOOSHIN ENGINEERING, PYUNGHWA ENGINEERING, 2015, págs. 2-68).

El agua que discurre en el río Rímac es captado en la zona baja para su tratamiento y abastece la ciudad de Lima, en su recorrido es captada para el cultivo de verduras y frutas principalmente. "... el río Rímac tiene sus orígenes en los deshielos del nevado Uco, a 5100 msnm, alimentándose con las precipitaciones que caen en la parte alta de su cuenca colectora y con los deshielos de los nevados que existen en la cuenca" (ANA, 2010, pág. 32)

- Subcuenca Quebrada Parac.- "... la subcuenca quebrada Parac tiene una superficie de 130.43 km² y representa el 3.72% del área total de la cuenca, cuya longitud de cauce principal es 20.55 km, hidrográficamente se localiza en el tramo quebrada Parac-Pachachaca-Tonsuyoc" (ANA, 2010, pág. 33). Esta subcuenca será evaluada en el tramo conocido como río Aruri.
- Subcuenca Alto río Rímac.- "... la subcuenca Alto río Rímac políticamente se encuentra ubicada en el distrito de Chicla, tiene una superficie de 169.81 km² y representa el 4.85% del área total de la cuenca, cuya longitud de cauce principal es 18.18 km, hidrográficamente se localiza en la parte alta del río Rímac. (ANA, 2010, pág. 34). Esta subcuenca será evaluada en el tramo conocido como quebrada Chinchán
- El río Rímac será evaluado en el lugar denominado entrada a Casapalca.

Muchos pobladores de la comunidad tienen como ingreso económico la remuneración que como trabajadores perciben de las empresas mineras, sin embargo, ellos también usan los recursos agua y suelo para cultivar productos de pan llevar que los consumen y también los venden generándose así un ingreso económico adicional para sus familias. El agua de consumo humano lo captan de manantiales y el agua de los ríos ocasionalmente pueden consumirlo directamente según sus usos y costumbres y porque es de libre acceso. En el lugar no existe una planta de tratamiento que potabilice el agua. Así manifiestan los comuneros.

Por las actividades productivas que realizan los pobladores, mantener una buena calidad de los recursos agua y suelo es de suma importancia, de ahí la necesidad de su evaluación no sólo puntual, sino periódica, para de ese modo hacer una gestión que cuide la salud del ambiente y por ende la salud de las personas. Con este estudio de evaluación ambiental del agua, suelo y sedimento desde la Sociedad Civil se quiere aportar al conocimiento de la calidad ambiental de estos recursos.



Vista de varias relaveras en la subcuenca Quebrada Parac.



Afluente al río Aruri que recibe efluentes (agua) de actividad minera.



Río Aruri, en sus orillas se nota una de las varias relaveras que hay en ella.



Polvareda en relavera en la Subcuenca Quebrada Parac.

3. MARCO LEGAL

Las principales normas que orientan el estudio son:

- Ley N° 29338 "Ley de Recursos Hídricos".
- Ley N° 28611 "Ley General del Ambiente"
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, que aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.
- Decreto Supremo N° 031-2010-SA Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano
- Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA, que aprueba la clasificación de cuerpos de aguas superficiales y marino - costeros.
- Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.
- Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM Estándares de Calidad Ambiental para Suelo

4. METODOLOGÍA

4.1 PARTICIPATIVO.-

Líderes comuneros tuvieron talleres de capacitación en aula y campo lo que permitió tener criterios para proponer puntos para la toma de muestra, acompañar la toma de muestra y reflexionar sobre los resultados de laboratorio. También, aportaron en el contenido del presente informe.

- 10 de setiembre de 2016, taller preparatorio para la toma de muestra.
- 24 de abril de 2017, taller de socialización y discusión de resultados de laboratorio.
- 11 de agosto de 2017, taller preparatorio de presentación de resultados.



4.2 FRECUENCIA DE MUESTREO Y CLIMA.-

La muestra fue tomada una sola vez; en un día con sol y en estación seco; según el calendario se considera este mes lluvioso pero, en la realidad no hubo lluvia en esos días, la lluvia recién se inició en diciembre.

4.3 MUESTREO.-

Consistió en obtener muestras puntuales representativas de agua, suelo y/o sedimento en forma inopinada. La muestra fue tomada por el técnico del laboratorio, la sociedad civil verificaba códigos y datos de campo. Los criterios seguidos para la toma de muestras fueron:

- Representatividad, la muestra caracterizó al recurso de la zona.
- Identidad, la ubicación del lugar de la toma de muestra fue claramente identificada y reconocida.
- Homogeneidad, la muestra se tomó en el lugar y momento que aseguró una buena mezcla.

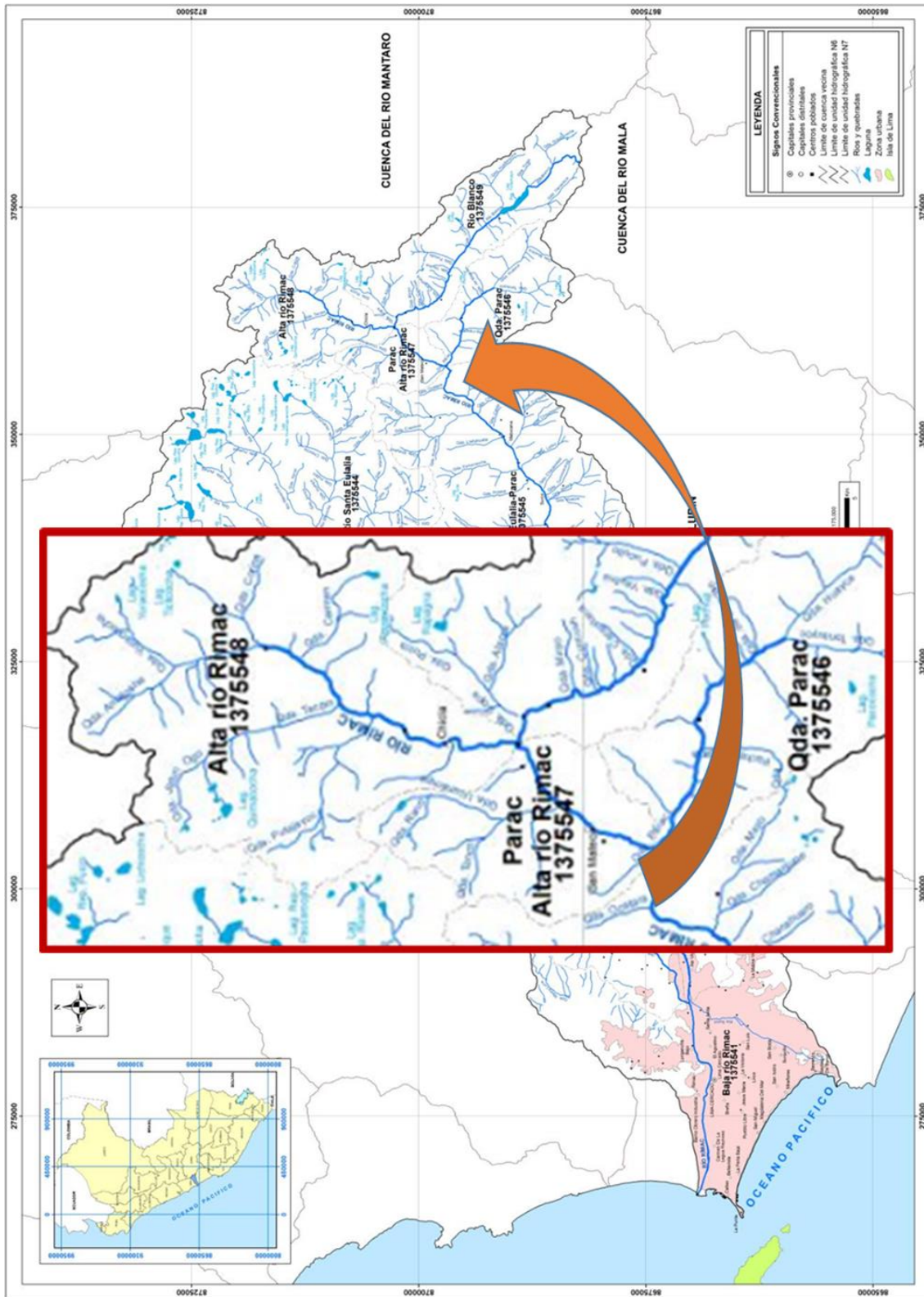
4.4 UBICACIÓN.-

Los lugares para la toma de muestras están ubicadas en la zona alta del río Rímac.

- Río Aruri en la subcuenca Quebrada Parac.
- Quebrada Chinchán en la subcuenca Alto río Rímac y
- Río Rímac en el ingreso a Casapalca.

Mapa N° 01

Mapa hidrográfico de la cuenca del río Rímac con la ubicación de las sub cuencas que se evaluaron



Elaboración a partir de (ANA, 2010, pág. 18).

4.5 FECHA DE MUESTREO.-

29 de octubre 2016, en las siguientes fotos se puede apreciar la toma de muestra.



Subcuenca Quebrada Parac-Río Aruri-Relavera Pacococha-Frente a Puca Corral.



Subcuenca Quebrada Parac-Río Aruri-Al Pie Relavera Millotingo.



Subcuenca Quebrada Parac-Río Aruri-Canal Riego Parac Chucllapampa.



Subcuenca Quebrada Parac-Shochocha-Terreno con sembrío de alfalfa por encima relavera Tamboraque.

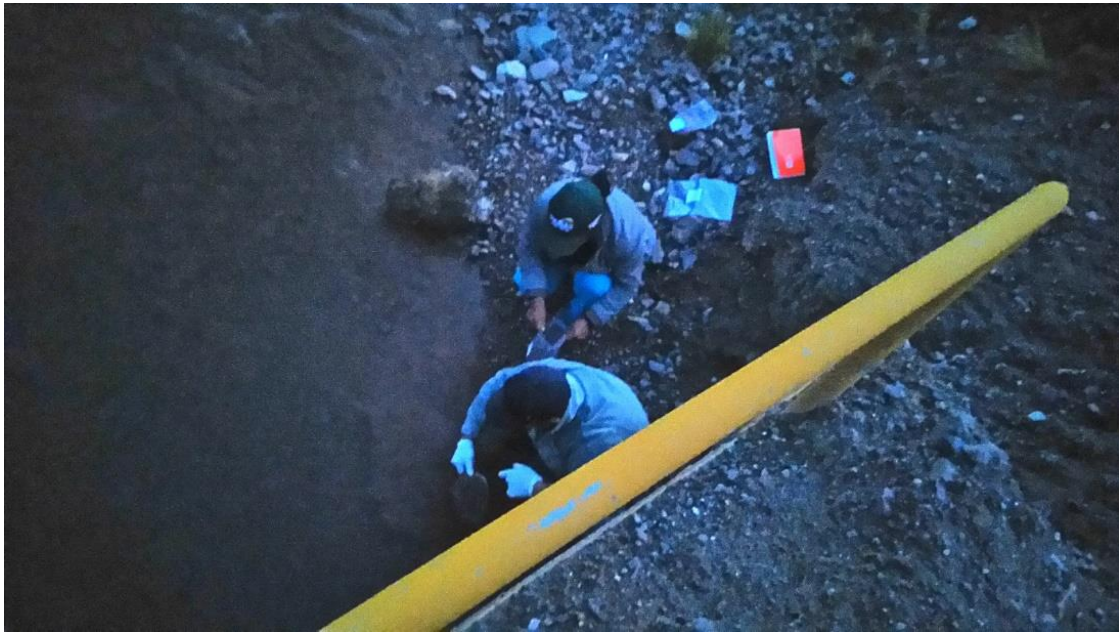


Subcuenca Alto río Rímac-Quebrada Chinchán (Parte alta)-Cercana a estación PW-08-01.



Subcuenca Alto río Rímac-Quebrada Chinchán, 2do puente Chinchán cerca de la carretera central.





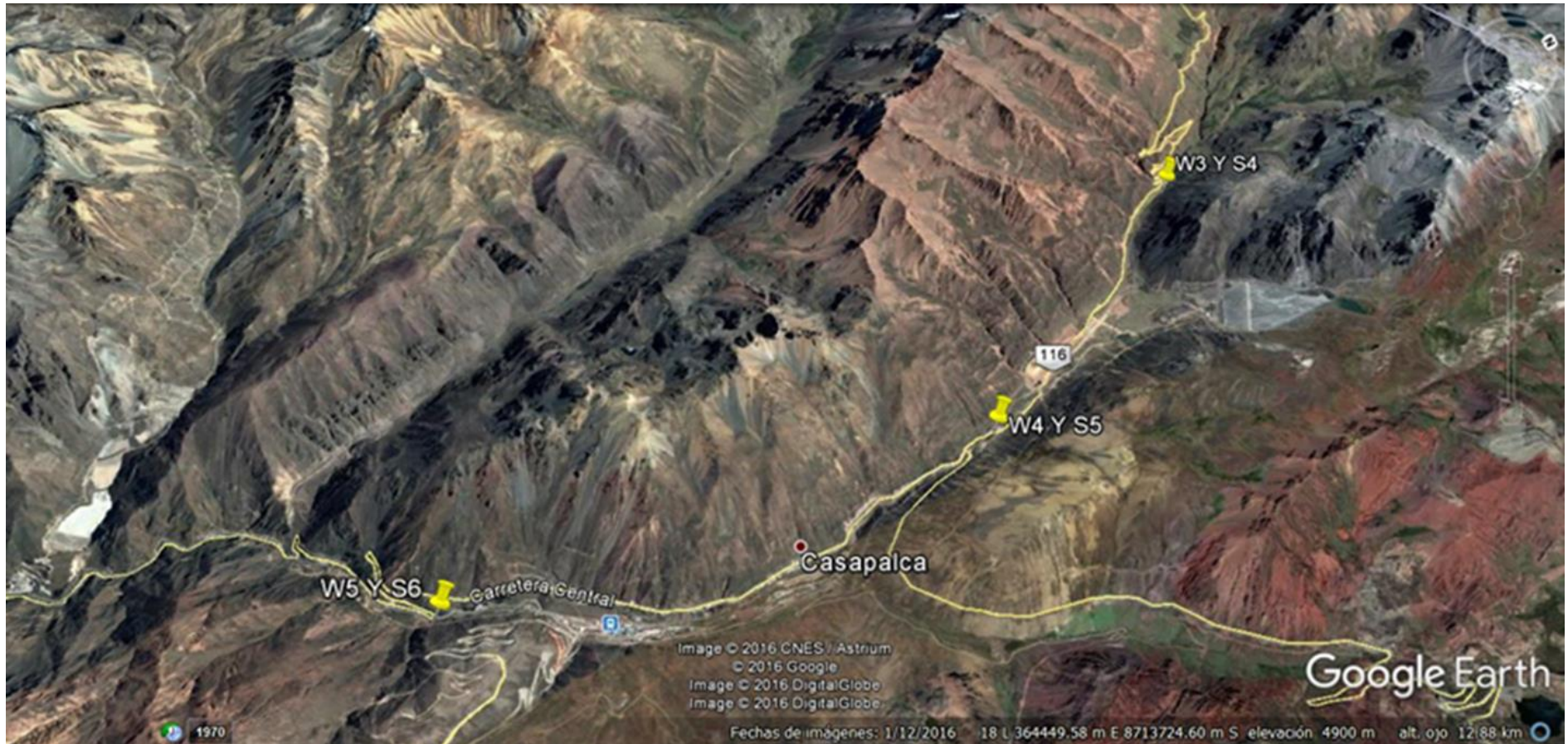
Río Rímac, entrada a Casapalca.

4.6 PUNTOS DE TOMA DE MUESTRAS.-

Los puntos de muestreo se definieron en base a la propuesta de los líderes comuneros, sus criterios fueron: zonas aledañas a sus actividades agropecuarias y vivienda y lugares con pasivos ambientales en contacto con los recursos naturales de los cuales hacen uso- (Mapa N° 2 y 3) y los datos de los puntos para la toma de muestra se tienen en la Tabla N° 01.

Mapa N° 02

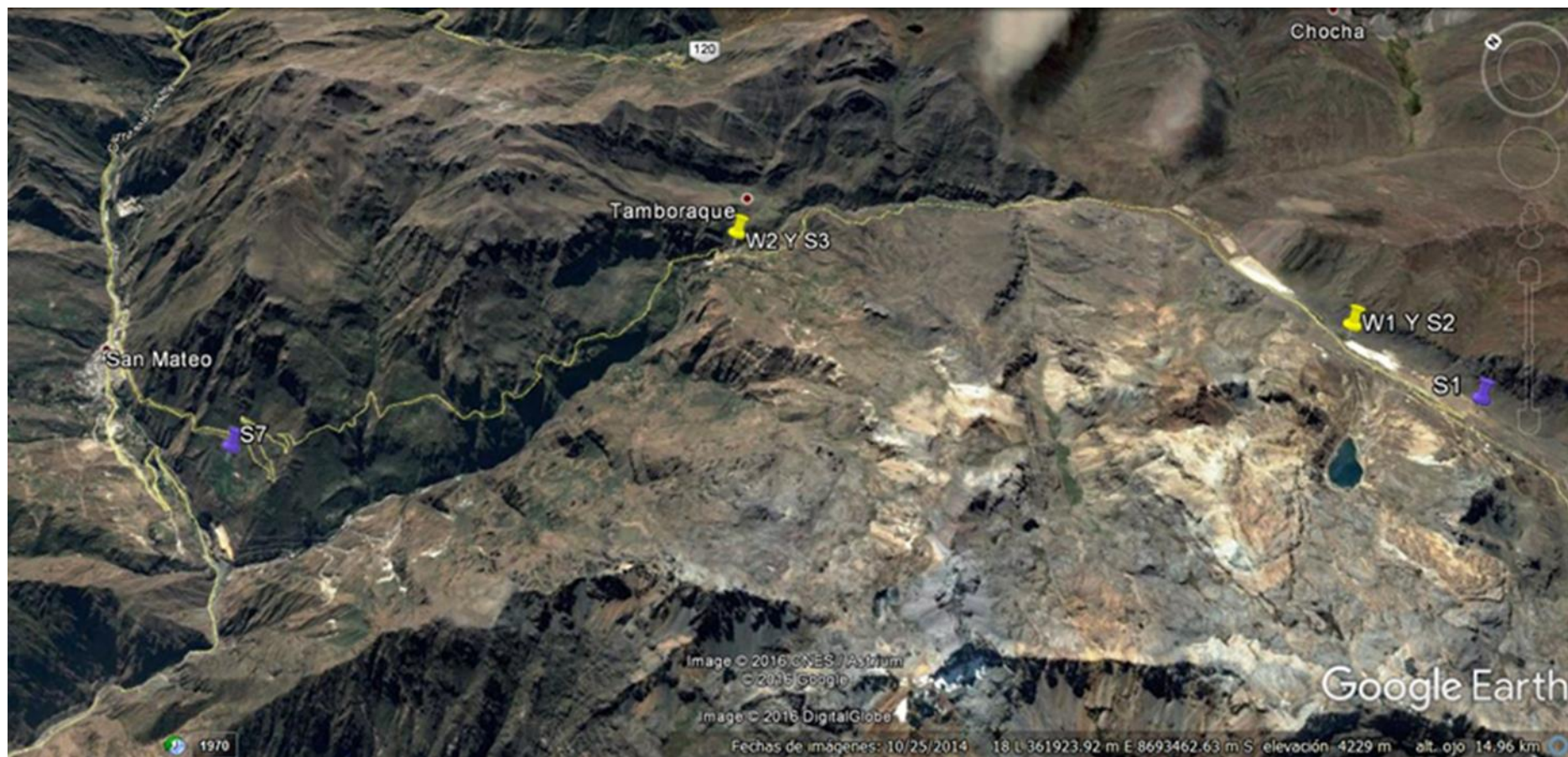
Distribución de 03 puntos donde se tomaron las muestras de agua y sedimento la Quebrada Chinchán, zona alta del río Rímac



Elaboración propia a partir de Google Earth.

Mapa N° 03

Distribución de 04 puntos donde se tomaron las muestras de agua suelo y sedimento en la microcuenca Aruri zona alta del río Rímac



Elaboración propia a partir de Google Earth.

Cuadro N° 01

Con información de los puntos de toma de muestras en la quebrada Chinchán, río Aruri y río Rímac

N	COORDENADAS UTM	AGUA CÓDIGO	SUELO CÓDIGO	SEDIMENTO CÓDIGO	LUGAR DESCRIPCIÓN
1	18365396E 8688283N		S-CEAS1-10-16		Subcuenca Quebrada Parac-Río Aruri-Relavera Pacococha-Frente a Puca Corral.
2	18365511E 8689575N	W-CEAS1-10-16		S-CEAS2-10-16	Subcuenca Quebrada Parac-Río Aruri-Al Pie Relavera Millotingo.
3	18363087E 8695177N	W-CEAS2-10-16		S-CEAS3-10-16	Subcuenca Quebrada Parac-Río Aruri-Canal Riego Parac Chucllapampa.
4	18363993E 8717775N	W-CEAS3-10-16		S-CEAS4-10-16	Subcuenca Alto río Rímac-Quebrada Chinchán (Parte alta)-Cercana a estación PW-08-01.
5	18365362E 8715055N	W-CEAS4-10-16		S-CEAS5-10-16	Subcuenca Alto río Rímac-Quebrada Chinchán, 2do puente Chinchán cerca de la carretera central.
6	18364613E 8710752N	W-CEAS5-10-16		S-CEAS6-10-16	Río Rímac, entrada a Casapalca
7	18358261E 8697748N		S-CEAS7-10-16		Subcuenca Quebrada Parac-Shococha-Terreno con sembrío de alfalfa por encima relavera Tamboraque.

4.7 PARÁMETROS EVALUADOS.-

Se evaluaron parámetros microbiológicos, fisicoquímicos e inorgánicos en campo y laboratorio, las mismas que se detallan en el Cuadro N° 02. En cuanto a sales, metales y no metales la evaluación fue como totales.

Cuadro N° 02
Parámetros evaluados en agua, suelo y sedimento en la Quebrada Chinchán,
el río Aruri y el río Rímac

N°	AGUA			SUELO Y SEDIMENTO		
	Parámetro		Unidad	Parámetro		Unidad
1	CN Total		mg CN-/L	SO4-2		mg/Kg
2	NO3-	Nitrato	mg NO3--N/L	S2	Sulfuro	mg/Kg
3	SO42-	Sulfato	mg SO42-/L	Ag	Plata	mg/Kg
4	O2	Oxígeno disuelto	mg O2/L	Al	Aluminio	mg/Kg
5	S2-	Sulfuro	mg S2-/L	As	Arsénico	mg/Kg
6	Ph	Potencial de hidrógeno		B	Boro	mg/Kg
7	Temperatura		°C	Ba	Bario	mg/Kg
8	Conductividad Eléctrica		(µS/cm)	Be	Berilio	mg/Kg
9	Caudal		L/s	Ca	Calcio	mg/Kg
10	Coliformes Totales		NMP/100mL	Cd	Cadmio	mg/Kg
11	Li	Litio	mg/L	Ce	Cerio	mg/Kg
12	Be	Berilio	mg/L	Co	Cobalto	mg/Kg
13	B	Boro	mg/L	Cr	Cromo	mg/Kg
14	Na	Sodio	mg/L	Cu	Cobre	mg/Kg
15	Mg	Magnesio	mg/L	Fe	Hierro	mg/Kg
16	Al	Aluminio	mg/L	Hg	Mercurio	mg/Kg
17	Si	Silicio	mg/L	K	Potasio	mg/Kg
18	P	Fósforo	mg/L	Li	Litio	mg/Kg
19	K	Potasio	mg/L	Mg	Magnesio	mg/Kg
20	Ca	Calcio	mg/L	Mn	Manganeso	mg/Kg

N°	AGUA			SUELO Y SEDIMENTO		
	Parámetro		Unidad	Parámetro		Unidad
21	Ti	Titanio	mg/L	Mo	Molibdeno	mg/Kg
22	V	Vanadio	mg/L	Na	Sodio	mg/Kg
23	Cr	Cromo	mg/L	Ni	Níquel	mg/Kg
24	Mn	Manganeso	mg/L	P	Fósforo	mg/Kg
25	Fe	Hierro	mg/L	Pb	Plomo	mg/Kg
26	Co	Cobalto	mg/L	Sb	Antimonio	mg/Kg
27	Ni	Níquel	mg/L	Se	Selenio	mg/Kg
28	Cu	Cobre	mg/L	Sn	Estaño	mg/Kg
29	Zn	Cinc	mg/L	Sr	Estroncio	mg/Kg
30	As	Arsénico	mg/L	Ti	Titanio	mg/Kg
31	Se	Selenio	mg/L	Tl	Talio	mg/Kg
32	Sr	Estroncio	mg/L	V	Vanadio	mg/Kg
33	Mo	Molibdeno	mg/L	Zn	Cinc	mg/Kg
34	Ag	Plata	mg/L			
35	Cd	Cadmio	mg/L			
36	Sn	Estaño	mg/L			
37	Sb	Antimonio	mg/L			
38	Ba	Bario	mg/L			
39	Hg	Mercurio	mg/L			
40	Tl	Talio	mg/L			
41	Pb	Plomo	mg/L			
42	Bi	Bismuto	mg/L			
43	U	Uranio	mg/L			

Para la elección de parámetros a evaluar en el agua se consideró los que indica el DS 015-2015 MINAM Aguas superficiales, el DS 031-2010 SA agua de consumo humano, la guía de la Organización Mundial de Salud (OMS) 2006 y se adicionó parámetros que están vinculados a riesgos a la salud del ambiente y de la persona.

Para la elección de parámetros a evaluar en el suelo se consideró los que indica el DS N° 002-2013-MINAM Estándar de Calidad Ambiental (ECA) Suelo, este mismo DS se usó para seleccionar parámetros en sedimentos.

4.8 LABORATORIO.-

Los análisis se realizaron en el laboratorio de ensayo ECOLAB acreditado por el Organismo Peruano de Acreditación INACAL-DA con registro N° LE-17. Las muestras llegaron al laboratorio conforme y antes de las 24 horas.

4.9 MÉTODOS DE ANÁLISIS.-

Los métodos de análisis de los diferentes parámetros se indican en el cuadro N° 03

Cuadro N° 03
Métodos de laboratorio para el análisis de parámetros

Parámetro y tipo de muestra	Agua	Suelo y sedimento
CN Total	APHA 4500-CN- C, F	
NO3-	APHA 4500-NO3- E	
SO42-	APHA 4500-SO4-2 E	EPA 9038
Metales Totales ICP	EPA 6020A	EPA 200.7
O2 (Oxígeno disuelto)	APHA 4500-O C	
S2-(Sulfuro)	APHA 4500-S-2 D	EPA 9030 B / 9034
Ph	APHA 4500-H+ B	
Temperatura	APHA 2550 B	
Conductividad Eléctrica	APHA 2510 B	
Caudal	FAO	
Numeración Coliformes Totales	APHA 9221 B	

4.10 LÍMITES DE DETECCIÓN.-

Los límites de detección por parámetro que tiene el laboratorio se dan en el cuadro N° 04.

Cuadro N° 04

Límites de detección de la metodología (LDM) usada para el análisis de parámetros en agua

PARAMETRO EN AGUA		LDM
NO3-	(mg NO3--N/L)	0,0035
SO42-	(mg SO42-/L)	2,5
S2-	(mg S2-/L)	0,0015
Li 7	(mg/L)	0,00041
Be 9	(mg/L)	0,00001
B 11	(mg/L)	0,00092
Na 23	(mg/L)	0,05057
Mg 24	(mg/L)	0,00866
Al 27	(mg/L)	0,00225
Si 28	(mg/L)	0,09970
P 31	(mg/L)	0,23351
K 39	(mg/L)	0,07963
Ca 44	(mg/L)	0,02696
Ti 47	(mg/L)	0,00025
V 51	(mg/L)	0,00065
Cr 52	(mg/L)	0,00105
Mn 55	(mg/L)	0,00021
Fe 56	(mg/L)	0,00254
Co 59	(mg/L)	0,00008
Ni 60	(mg/L)	0,00050
Cu 65	(mg/L)	0,00061
Zn 66	(mg/L)	0,00473
As 75	(mg/L)	0,00035
Se 82	(mg/L)	0,00148
Sr 88	(mg/L)	0,00019
Mo 98	(mg/L)	0,00007
Ag 107	(mg/L)	0,00035
Cd 111	(mg/L)	0,00248
Sn 120	(mg/L)	0,00389
Sb 121	(mg/L)	0,00004
Ba 137	(mg/L)	0,00062
Hg 202	(mg/L)	0,00004
Tl 205	(mg/L)	0,00001
Pb 208	(mg/L)	0,00014
Bi 209	(mg/L)	0,00649
U 238	(mg/L)	0,00001

4.11 VALORES DE REFERENCIA PARA LA INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.-

Para evaluar la calidad ambiental se usaron estándares que se detallan en los cuadros 05 y 06.

Cuadro N° 05

Valores referenciales para evaluar la calidad ambiental del agua

Parámetro	Unidad	ACTIVIDAD MINERA LMP DS 010-2010-MINAM	OMS	CONSUMO HUMANO DS 031-2010 SA	DS 004-2017-MINAM				
					A1 Pueden ser potabilizadas con desinfección	A2 Pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	D1 Riego de vegetales retringido	D2 Bebida de animales	
CN Total	Cianuro total	(mg CN-/L)	1	0.07	0.07	0.07	**	NE	NE
NO3-	Nitrato	(mg NO3--N/L)	NE	50	50	50	50	100	100
SO42-	Sulfato	(mg SO42-/L)	NE	NE	250	250	500.00	1000	1000
O2	Oxígeno disuelto	(mg O2/L)	NE			≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 5
S2-	Sulfuro	(mg S2-/L)	NE		NE	NE	NE	NE	NE
Ph	Potencial de hidrógeno	unidad de ph	6 - 9		6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	5.5 - 9.0	6.5 - 8.5	6.5 - 8.4
T	Temperatura	(°C)	NE			Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3
	Conductividad Eléctrica	(μS/cm)	NE		1500	1500	1600	2500	5000
	Caudal	(L/s)							
	Numeración Coliformes Totales	NMP/100mL	NE	NE*	0*	50	**	2000	1000
Li 7	Litio	(mg/L)	NE	NE	NE	NE	NE	2.5	2.5
Be 9	Berilio	(mg/L)	NE	NPP	NE	0.012	0.04	0.1	0.1
B 11	Boro	(mg/L)	NE	0.5 (T)	1.5	2.4	2.4	1	5
Na 23	Sodio	(mg/L)	NE	NPS	200	NE	NE	NE	NE
Mg 24	Magnesio	(mg/L)	NE	NE	NE	NE	NE	**	250
Al 27	Aluminio	(mg/L)	NE	0.1***	0.2	0.9	5	5	5
Si 28	Silicio	(mg/L)	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
P 31	Fosforo	(mg/L)	NE	NE	NE	0.1	0.15	NE	NE
K 39	Potasio	(mg/L)	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Ca 44	Calcio	(mg/L)	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Ti 47	Titanio	(mg/L)	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
V 51	Vanadio	(mg/L)	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Cr 52	Cromo	(mg/L)	NE	0.05 (P)	NE	0.05	0.05	0.1	1
Mn 55	Manganeso	(mg/L)	NE	0.4 (C)	0.4	0.4	0.4	0.2	0.2
Fe 56	Hierro	(mg/L)	2	NPS	0.3	0.3	1	5	**
Co 59	Cobalto	(mg/L)	NE	NE	NE	NE	NE	0.05	1
Ni 60	Níquel	(mg/L)	NE	0.07	0.02	0.07	**	0.2	1
Cu 65	Cobre	(mg/L)	0.5	2	2	2	2	0.2	0.5
Zn 66	Cinc	(mg/L)	1.5	NPS	3	3	5	2	24
As 75	Arsénico	(mg/L)	0.1	0.01 (P)	0.01	0.01	0.01	0.1	0.2
Se 82	Selenio	(mg/L)	NE	0.01	0.01	0.04	0.04	0.02	0.05
Sr 88	Estroncio	(mg/L)	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Mo 98	Molibdeno	(mg/L)	NE	0.07	0.07	0.07	**	NE	NE
Ag 107	Plata	(mg/L)	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Cd 111	Cadmio	(mg/L)	0.05	0.003	0.003	0.003	0.005	0.01	0.05
Sn 120	Estaño	(mg/L)	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Sb 121	Antimonio	(mg/L)	NE	0.02	0.02	0.02	0.02	NE	NE
Ba 137	Bario	(mg/L)	NE	0.7	0.7	0.7	1	0.7	**
Hg 202	Mercurio	(mg/L)	0.002	0.006****	0.001	0.001	0.002	0.001	0.01
Tl 205	Talio	(mg/L)	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Pb 208	Plomo	(mg/L)	0.2	0.01	0.01	0.01	0.05	0.05	0.05
Bi 209	Bismuto	(mg/L)	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
U 238	Uranio	(mg/L)	NE	0.015 (P)(T)	0.015	0.02	0.02	NE	NE

NE = No Estándar

NE* = Las bacterias coliformes totales no son indicadores aceptables de la calidad sanitaria de los sistemas de abastecimiento de agua, sobre todo en zonas tropicales donde casi todos los sistemas de abastecimiento de agua no tratada contienen numerosas bacterias que no constituyen un problema sanitario.

(*) = En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = <1.8 /100 ml

** = No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría

NPS= No peligroso para la salud

NPP = No es Probable su Presencia en agua de consumo

P = Valor de referencia provisional, dado que hay evidencia de que la sustancia es peligrosa, pero existe escasa información disponible relativa a sus efectos sobre la salud

T = valor de referencia provisional porque el valor de referencia calculado es menor que el que es posible alcanzar mediante métodos de tratamiento prácticos. protección de la fuente. etc.

NEv= No Evaluado

***= Se determinan concentraciones factibles basadas en la optimización del proceso de coagulación en las plantas de tratamiento del agua de consumo que utilizan coagulantes de aluminio: 0,1 mg/l o menos en grandes instalaciones de tratamiento de agua, y 0,2 mg/l o menos en instalaciones pequeñas.

****= Para mercurio inorgánico

LMP= Limite Máximo Permissible

Cuadro N° 06

Valores referenciales para evaluar la calidad ambiental de suelo y sedimento. El relave se compara con el ECA Comercial, industrial extractivos y las demás muestras con el ECA para suelo agrícola

N°	Parámetro		Estándar de Calidad Ambiental (ECA) Suelo DS N° 002-2013-MINAM		
			Agrícola	Residencial Parques	Comercial Industrial Extractivos
1	Sulfato	mg/Kg	NE	NE	NE
2	Sulfuro	mg/Kg	NE	NE	NE
3	Plata	mg/Kg	NE	NE	NE
4	Aluminio	mg/Kg	NE	NE	NE
5	Arsénico	mg/Kg	50	50	140
6	Boro	mg/Kg	NE	NE	NE
7	Bario	mg/Kg	750	500	2000
8	Berilio	mg/Kg	NE	NE	NE
9	Calcio	mg/Kg	NE	NE	NE
10	Cadmio	mg/Kg	1.4	10	22
11	Cerio	mg/Kg	NE	NE	NE
12	Cobalto	mg/Kg	NE	NE	NE
13	Cromo	mg/Kg	NE	NE	NE
14	Cobre	mg/Kg	NE	NE	NE
15	Hierro	mg/Kg	NE	NE	NE
16	Mercurio	mg/Kg	6.6	6.6	24
17	Potasio	mg/Kg	NE	NE	NE
18	Litio	mg/Kg	NE	NE	NE
19	Magnesio	mg/Kg	NE	NE	NE
20	Manganeso	mg/Kg	NE	NE	NE
21	Molibdeno	mg/Kg	NE	NE	NE
22	Sodio	mg/Kg	NE	NE	NE
23	Níquel	mg/Kg	NE	NE	NE
24	Fósforo	mg/Kg	NE	NE	NE
25	Plomo	mg/Kg	70	140	1200
26	Antimonio	mg/Kg	NE	NE	NE
27	Selenio	mg/Kg	NE	NE	NE
28	Estaño	mg/Kg	NE	NE	NE
29	Estroncio	mg/Kg	NE	NE	NE
30	Titanio	mg/Kg	NE	NE	NE
31	Talio	mg/Kg	NE	NE	NE
32	Vanadio	mg/Kg	NE	NE	NE
33	Cinc	mg/Kg	NE	NE	NE

(*)=En la norma existe un valor de 0.4 para cromo VI
(NE)=No se cuenta con estándar de calidad ambiental (ECA) en la norma



Agricultura en la Quebrada Parac.

5. RESULTADOS DE LABORATORIO DE LA EVALUACION AMBIENTAL

Los resultados de la evaluación de calidad ambiental de agua, suelo y sedimento en la quebrada Chinchán, subcuenca Aruri y río Rímac zona alta del río Rímac realizada por las comunidades campesinas San Mateo de Huanchor y San Antonio en los distritos de San Mateo y Chicla de la provincia de Huarochirí, región Lima, se muestran en los cuadros N° 07 y 08 respectivamente.

Cuadro N° 07

Resultados de la evaluación de calidad ambiental de agua en la quebrada Chinchán, subcuenca Aruri y río Rímac zona alta del río Rímac - octubre 2016

N°	Parámetro	Unidad	1	2	3	4	5	ACTIVIDAD MINERA LMP DS 010-2010-MINAM	OMS	CONSUMO HUMANO DS 031-2010 SA	DS 004-2017-MINAM				
			W-CEAS1-10-1	W-CEAS2-10-16	W-CEAS3-10-16	W-CEAS4-10-16	W-CEAS5-10-16				A1	A2	D1	D2	
			Al Pie de Relavera-Millotingo	Canal Riego Parac Chuclapampa	Parte alta de quebrada Chinchán (PW-08-01)	2do puente Chinchán cerca carretera central	Entrada a Casapalca				Pueden ser potabilizadas con desinfección	Pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Riego de vegetales retringido	Bebida de animales	
1	CN Total	Cianuro total	(mg CN-/L)	< 0.0034	< 0.0034	< 0.0034	< 0.0034	< 0.0034	1	0.07	0.07	0.07	**	NE	NE
2	NO3-	Nitrato	(mg NO3--N/L)	0.8765	0.0123	0.1471	0.0351	1.04	NE	50	50	50	50	100	100
3	SO42-	Sulfato	(mg SO42-/L)	164.7	117.1	50.7	63.6	312.2	NE	NE	250	250	500.00	1000	1000
5	O2	Oxígeno disuelto	(mg O2/L)	6.1	8.4	7	7	7.5	NE			≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 5
6	S2-	Sulfuro	(mg S2-/L)	< 0.0015	< 0.0015	< 0.0015	< 0.0015	< 0.0015	NE		NE	NE	NE	NE	NE
7	Ph	Potencial de hidrógeno	unidad de ph	6.7	7.6	8	8.1	8.2	6 - 9		6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	5.5 - 9.0	6.5 - 8.5	6.5 - 8.4
8	T	Temperatura	(°C)	16.3	15.7	8	7.4	8.2	NE			Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3
9	Conductividad Eléctrica		(μS/cm)	350.2	317.8	262.3	301.8	706.1	NE		1500	1500	1600	2500	5000
10	Caudal		(L/s)	NEv	89.25	60.83	372.4	NEv							
11	Numeración Coliformes Totales		NMP/100mL	< 1.8	23	23 x 10 ¹	23 x 10 ¹	49 x 10 ¹	NE	NE*	0*	50	**	2000	1000
12	Li 7	Litio	(mg/L)	0.00686	0.01582	0.00322	0.00456	0.01754	NE	NE	NE	NE	NE	2.5	2.5
13	Be 9	Berilio	(mg/L)	0.00006	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	NE	NPP	NE	0.012	0.04	0.1	0.1
14	B 11	Boro	(mg/L)	0.11242	0.15348	0.03154	0.06310	0.07950	NE	0.5 (T)	1.5	2.4	2.4	1	5
15	Na 23	Sodio	(mg/L)	2.95	6.70	2.91	3.18	10.34	NE	NPS	200	NE	NE	NE	NE
16	Mg 24	Magnesio	(mg/L)	6.61	5.04	9.53	9.61	16.11	NE	NE	NE	NE	NE	**	250
17	Al 27	Aluminio	(mg/L)	0.43138	0.04392	0.03271	0.05186	0.06457	NE	0.1***	0.2	0.9	5	5	5
18	Si 28	Silicio	(mg/L)	4.72	3.69	3.69	2.925	3.72	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
19	P 31	Fosforo	(mg/L)	<0.23351	<0.23351	<0.23351	<0.23351	<0.23351	NE	NE	NE	0.1	0.15	NE	NE
20	K 39	Potasio	(mg/L)	1.87	1.37	1.36	1.24	8.49	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
21	Ca 44	Calcio	(mg/L)	45.79	48.21	39.08	46.84	120.71	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
22	Ti 47	Titanio	(mg/L)	0.00050	0.00043	0.00074	0.00110	0.00129	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
23	V 51	Vanadio	(mg/L)	0.00066	0.00099	0.00092	0.00092	0.00092	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
24	Cr 52	Cromo	(mg/L)	<0.00105	<0.00105	<0.00105	<0.00105	<0.00105	NE	0.05 (P)	NE	0.05	0.05	0.1	1
25	Mn 55	Manganeso	(mg/L)	0.87881	0.14212	0.02711	0.01266	1.87	NE	0.4 (C)	0.4	0.4	0.4	0.2	0.2
26	Fe 56	Hierro	(mg/L)	2.17	0.10952	0.45532	0.14739	0.20950	2	NPS	0.3	0.3	1	5	**
27	Co 59	Cobalto	(mg/L)	0.00428	0.00058	0.00009	0.00008	0.00360	NE	NE	NE	NE	NE	0.05	1
28	Ni 60	Niquel	(mg/L)	<0.00050	<0.00050	<0.00050	<0.00050	<0.00050	NE	0.07	0.02	0.07	**	0.2	1
29	Cu 65	Cobre	(mg/L)	0.15398	0.01169	<0.00061	0.00062	0.38090	0.5	2	2	2	2	0.2	0.5
30	Zn 66	Cinc	(mg/L)	3.08	0.32524	0.01230	0.12504	0.19591	1.5	NPS	3	3	5	2	24
31	As 75	Arsénico	(mg/L)	0.00263	0.00362	0.00217	0.00446	0.01055	0.1	0.01 (P)	0.01	0.01	0.01	0.1	0.2
32	Se 82	Selenio	(mg/L)	<0.00148	<0.00148	<0.00148	<0.00148	0.00544	NE	0.01	0.01	0.04	0.04	0.02	0.05
33	Sr 88	Estroncio	(mg/L)	0.28948	0.42127	1.14	1.19	1.50	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
34	Mo 98	Molibdeno	(mg/L)	0.00021	0.00041	0.00491	0.00746	0.01477	NE	0.07	0.07	0.07	**	NE	NE
35	Ag 107	Plata	(mg/L)	<0.00035	<0.00035	<0.00035	<0.00035	<0.00035	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
36	Cd 111	Cadmio	(mg/L)	0.01322	0.00275	<0.00248	<0.00248	<0.00248	0.05	0.003	0.003	0.003	0.005	0.01	0.05
37	Sn 120	Estaño	(mg/L)	<0.00389	<0.00389	<0.00389	<0.00389	<0.00389	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
38	Sb 121	Antimonio	(mg/L)	0.00044	0.00081	0.00086	0.00157	0.01607	NE	0.02	0.02	0.02	0.02	NE	NE
39	Ba 137	Bario	(mg/L)	0.00875	0.03078	0.05594	0.06265	0.04741	NE	0.7	0.7	0.7	1	0.7	**
40	Hg 202	Mercurio	(mg/L)	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	0.002	0.006****	0.001	0.001	0.002	0.001	0.01
41	Tl 205	Talio	(mg/L)	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00065	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
42	Pb 208	Plomo	(mg/L)	0.03204	0.00158	0.00077	0.00131	0.00945	0.2	0.01	0.01	0.01	0.05	0.05	0.05
43	Bi 209	Bismuto	(mg/L)	<0.00649	<0.00649	<0.00649	<0.00649	<0.00649	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
44	U 238	Uranio	(mg/L)	0.00004	0.00005	0.00011	0.00014	0.00023	NE	0.015 (P)(T)	0.015	0.02	0.02	NE	NE

Cuadro N° 08

Resultados de la evaluación de calidad ambiental de suelo y sedimento en la quebrada Chinchán, subcuenca Aruri y río Rímac-Zona alta del río

Rímac - octubre 2016

N°	Parámetro			S-CEAS1-10-16 Relave Pacococha frente a Puca Corral	S-CEAS2-10-16 Sedimento al pie de Relavera-Millotingo	S-CEAS3-10-16 Sedimento canal riego Parac Chucllapampa	S-CEAS4-10-16 Sedimento parte alta de quebrada Chinchán (PW-08-01)	S-CEAS5-10-16 Sedimento 2do puente Chinchán cerca carretera central	S-CEAS6-10-16 Sedimento entrada a Casapalca	S-CEAS7-10-16 Suelo en Shococha con alfalfa por encima relavera Tamboraque	Estándar de Calidad Ambiental (ECA) Suelo DS N° 002-2013-MINAM		
	Símbolo	Nombre	Unidad								Agrícola	Residencial Parques	Comercial Industrial Extractivos
1	SO4-2	Sulfato	mg/Kg	805.5	240.5	47.6	107.4	94.7	90.6	72.7	NE	NE	NE
2	S2	Sulfuro	mg/Kg	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	NE	NE	NE
3	Ag	Plata	mg/Kg	22.18	< 0.07	10.6	< 0.07	0.28	10.5	< 0.07	NE	NE	NE
4	Al	Aluminio	mg/Kg	23 439.2	26 497.5	14 497.6	9 148.1	7 489.9	5 843.2	15 713.6	NE	NE	NE
5	As	Arsénico	mg/Kg	1595.2	24.2	202.7	34.9	103.3	160.7	48.9	50	50	140
6	B	Boro	mg/Kg	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	NE	NE	NE
7	Ba	Bario	mg/Kg	40.9	108.1	92.5	183.1	114.3	91.5	153.6	750	500	2000
8	Be	Berilio	mg/Kg	0.37	0.48	0.6	0.54	0.42	0.39	0.56	NE	NE	NE
9	Ca	Calcio	mg/Kg	11 030.7	7 795.1	6 204.5	36 233.2	> 40 000	> 40 000	5 874.4	NE	NE	NE
10	Cd	Cadmio	mg/Kg	179.36	6.46	30.06	5.58	5.04	12.73	4.01	1.4	10	22
11	Ce	Cerio	mg/Kg	50.2	54.9	37.2	37.2	30.2	33.8	70	NE	NE	NE
12	Co	Cobalto	mg/Kg	16.72	23.61	25.21	11.16	8.92	11.63	14.5	NE	NE	NE
13	Cr (*)	Cromo	mg/Kg	14.22	7.04	3.4	6.02	5.43	5.82	9.4	NE	NE	NE
14	Cu	Cobre	mg/Kg	1 087.6	48.7	476.9	27.4	43.9	363	41.3	NE	NE	NE
15	Fe	Hierro	mg/Kg	> 20 000	> 20 000	> 20 000	> 20 000	16 653.3	> 20 000	14 541.3	NE	NE	NE
16	Hg	Mercurio	mg/Kg	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	6.6	6.6	24
17	K	Potasio	mg/Kg	870.2	345	394	393.2	409.1	592.5	1 578.3	NE	NE	NE
18	Li	Litio	mg/Kg	37.7	12.6	16.6	16.5	12.6	13.2	14.7	NE	NE	NE
19	Mg	Magnesio	mg/Kg	4 645.7	6 299.2	4 807.3	3 640.2	3 482.2	3 271.8	6 245.7	NE	NE	NE
20	Mn	Manganeso	mg/Kg	> 2 000	291.61	> 2 000	970.4	500.91	> 2 000	865.79	NE	NE	NE
21	Mo	Molibdeno	mg/Kg	0.8	< 0.2	< 0.2	0.5	0.8	2.3	< 0.2	NE	NE	NE
22	Na	Sodio	mg/Kg	38.3	721	273	37.8	40.5	26.1	93.5	NE	NE	NE
23	Ni	Níquel	mg/Kg	< 0.06	2.47	2.89	11.44	9.93	10.31	10.2	NE	NE	NE
24	P	Fósforo	mg/Kg	451.4	430.9	775.3	1 009.2	908.7	978.8	1101.2	NE	NE	NE
25	Pb	Plomo	mg/Kg	1543.24	51.35	153.21	63.83	107.23	1361.62	93.54	70	140	1200
26	Sb	Antimonio	mg/Kg	18.8	< 0.2	2.5	1.6	2	21.5	0.8	NE	NE	NE
27	Se	Selenio	mg/Kg	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	NE	NE	NE
28	Sn	Estaño	mg/Kg	10.8	0.3	1	0.5	0.3	2.8	0.4	NE	NE	NE
29	Sr	Estroncio	mg/Kg	25	89.2	44.7	135.2	158.5	88.6	38	NE	NE	NE
30	Ti	Titanio	mg/Kg	33.8	817.54	247.4	17.45	34.28	41.94	251.9	NE	NE	NE
31	Tl	Talio	mg/Kg	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	1.52	< 0.3	NE	NE	NE
32	V	Vanadio	mg/Kg	32.66	102.42	40.22	24.92	21.88	14.6	21.33	NE	NE	NE
33	Zn	Cinc	mg/Kg	> 5 000	225.8	3 943.8	99	292.8	2 218.9	122.9	NE	NE	NE

6. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El cuadro N°07 contiene información de los resultados de calidad de agua con categorías de comparación. La RJ 202-2010, clasifica el agua del río Rímac en la parte alta, de la quebrada Chinchán y del río Aruri como 1-A2 clase 2 por lo que se evaluará en esta categoría.

Pero debido a que el acceso al agua en los lugares donde se tomaron las muestras es libre y en su recorrido son usados para riego y bebida de animales se comparará con la categoría D1 para riego y D2 para bebida de animales.

Para la interpretación el DS 004-2017-MINAM indica: A1 agua que puede ser potabilizada con desinfección, A2 agua que puede ser potabilizada con tratamiento convencional, D1 agua para riego de vegetales y D2 agua para bebida de animales. Este es un criterio que se usará en la discusión de resultados.

En el cuadro N° 07 se incluyó los requisitos para agua de consumo Humano DS 031 2010 SA y la recomendación de la Organización Mundial de salud (OMS) porque ocasionalmente el agua que se muestreo pudiera ser utilizado por la población de las Comunidades Campesinas conforme a sus usos y costumbres ancestrales. Debido a que también se tomó muestra de agua aledaña a una actividad minera se incluyó la categoría de límite máximo permisible (LMP) del DS 010-2010-MINAM.

Es necesario tener en cuenta que en el caso del agua los valores encontrados son válidos para la muestra de ese momento.

El cuadro N°08 contiene información de los resultados de la calidad de suelo y sedimento y la categoría con la que se compara el DS 002-2013-MINAM, estándar de calidad ambiental (ECA) suelo. En el caso de la relavera se evaluará con la categoría Comercial, Industrial Extractivo, las demás muestras de suelo o sedimento se evaluará con la categoría suelo agrícola considerando que los sedimentos podrían ser arrastrados por el riego a suelos donde se hace agricultura.

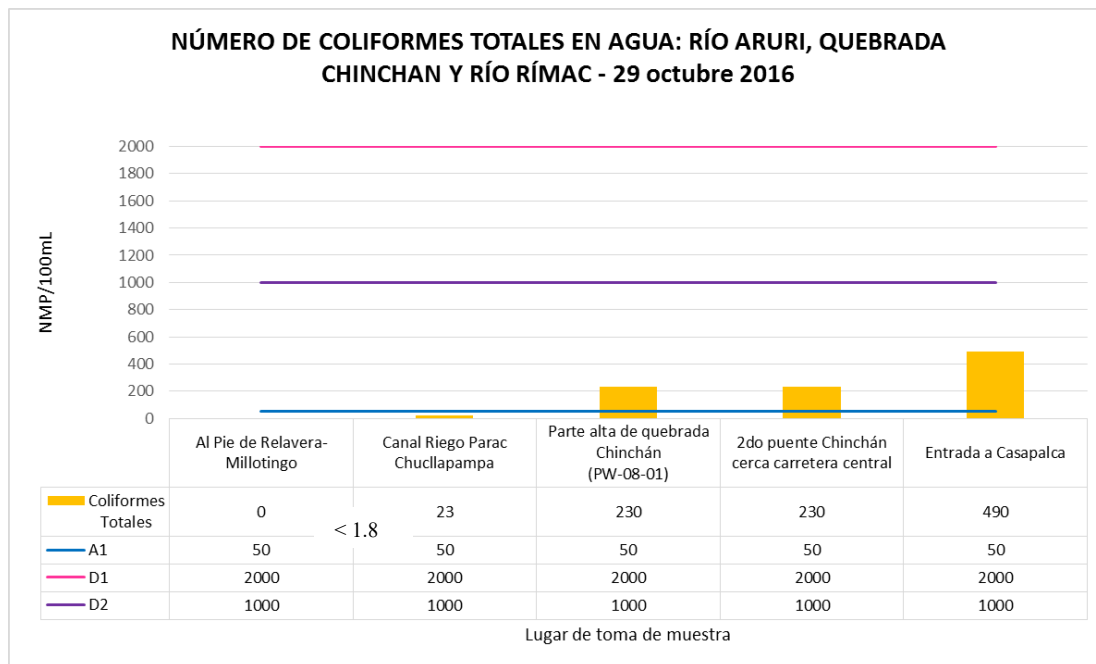
En la interpretación de resultados y la fundamentación se tiene especial preocupación en la salud del ambiente por la relación que ella tiene en la salud de las personas.

6.1. RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA

GRÁFICO N° 01

COLIFORMES TOTALES EN AGUA: RÍO ARURI, QUEBRADA CHINCHÁN Y RÍO RÍMAC

29 Octubre 2016

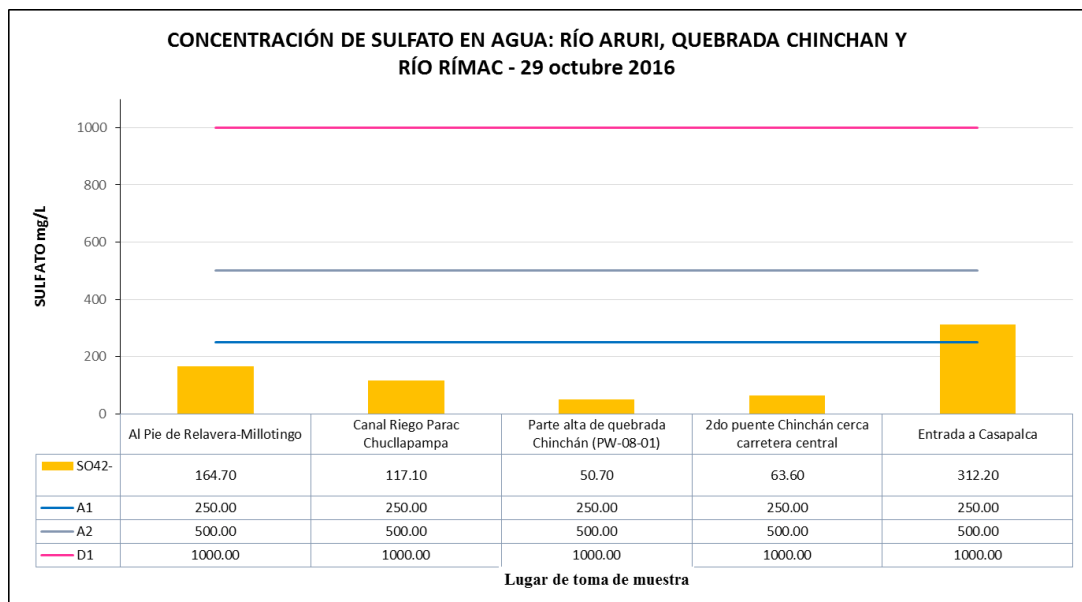


En el gráfico N° 01 se puede apreciar que hay presencia de coliformes en cuatro de las muestras de agua, en tres de ellas sobrepasan el valor de 50 NMP/100mL que establece la categoría A1, estos tres puntos son: parte alta de quebrada Chinchán (PW-08-01) con 230 NMP/100mL, 2do puente Chinchán cerca carretera central con 230 NMP/100mL y entrada a Casapalca con 490 NMP/100mL, este último es el valor más alto encontrado; aguas arriba se encuentra ubicada población y campamentos de empresas mineras. La categoría A2 no tiene un valor para este parámetro. Los resultados encontrados en las cinco muestras están por debajo de los valores que establece la categoría D1 (2000 NMP/100mL) para riego y D2 (1000 NMP/100mL) para bebida de animales.

Para agua de uso humano directo respecto a la presencia de coliformes, la OMS recomienda "La presencia de E. coli (o bien de coliformes termotolerantes) es un indicio de contaminación fecal reciente, por lo que tras su detección debería considerarse la

toma de medidas adicionales, como la realización de muestreos adicionales y la investigación de las posibles fuentes de contaminación, como un tratamiento inadecuado o alteraciones de la integridad del sistema de distribución” (Organización Mundial de la Salud , 2006, pág. 234). En la zona evaluada no existen plantas de tratamiento de agua potable y las fuentes de agua evaluada son de acceso libre para cualquier persona.

GRÁFICO N° 02
 CONCENTRACIÓN DE SULFATO EN AGUA: RÍO ARURI, QUEBRADA CHINCHÁN Y RÍO RÍMA
 29 octubre 2016



En el gráfico N° 02 se puede apreciar que hay presencia de sulfato en todas de las muestras de agua, en una de ellas sobrepasa el valor de 250 mg/L que establece la categoría A1, en la muestra tomada de la entrada a Casapalca con 312 mg/L, aguas arriba se ejecutan actividades de operaciones mineras. Los resultados encontrados en las cinco muestras están por debajo de los valores que establece la categoría A2 (500 mg/L), agua que puede ser potabilizada por tratamiento convencional y D1 (1000 mg/L) agua para riego. La categoría D2 (bebida de animales) tiene el mismo valor que la categoría D1.

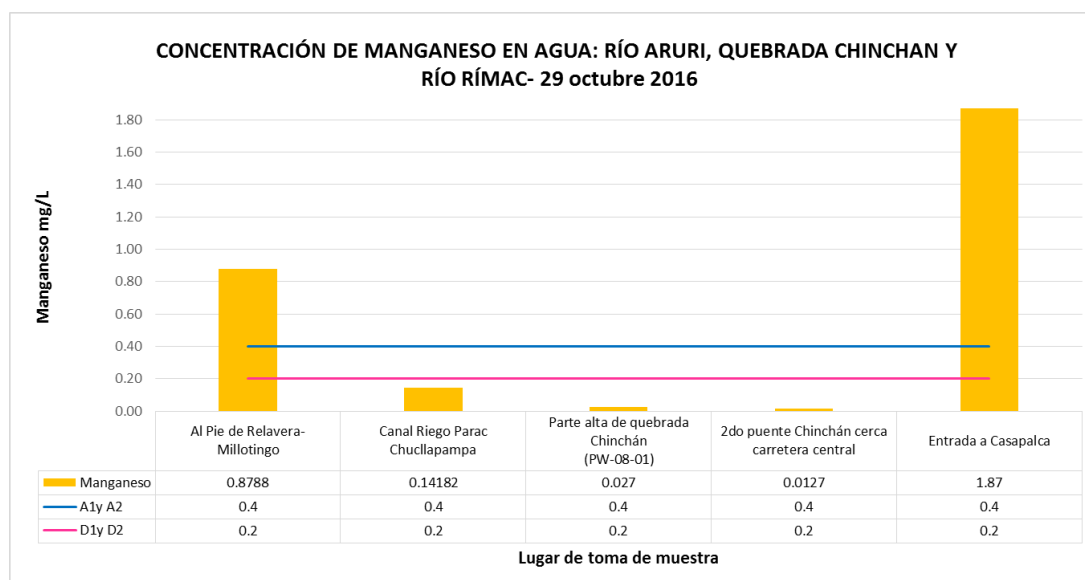
La evaluación de sulfato en el agua es importante porque su presencia implica reacciones químicas ante la presencia de otros elementos o compuestos en el agua y en el suelo por donde discurre el agua. El MINAM refiere “Con respecto al drenaje ácido de mina en el Perú, la preocupación fundamental sería los niveles elevados de acidez, sulfato, niveles de hierro y cobre y la lixiviación de otros metales asociados con el mineral sulfuroso (...). La preocupación ambiental con respecto al DAR, generalmente, es el impacto adverso de los contaminantes, particularmente los metales disueltos, en la vida acuática del medio receptor y en la calidad del agua para beber” (MINAM, pág. 4).

La OMS respecto al sulfato refiere “La presencia de sulfato en el agua de consumo puede generar un sabor apreciable y en niveles muy altos provocar un efecto laxante en consumidores no habituados. El deterioro del sabor varía en función de la naturaleza del catión asociado; se han determinado umbrales gustativos que van de 250 mg/l, para el sulfato de sodio, a 1000 mg/l, para el sulfato de calcio. Por lo general, se considera que el deterioro del sabor es mínimo cuando la concentración es menor que 250 mg/l.” (Organización Mundial de la Salud , 2006, pág. 188)

GRÁFICO N° 03

CONCENTRACIÓN DE MANGANESO: RÍO ARURI, QUEBRADA CHINCHÁN Y RÍO RÍMAC

29 octubre 2016

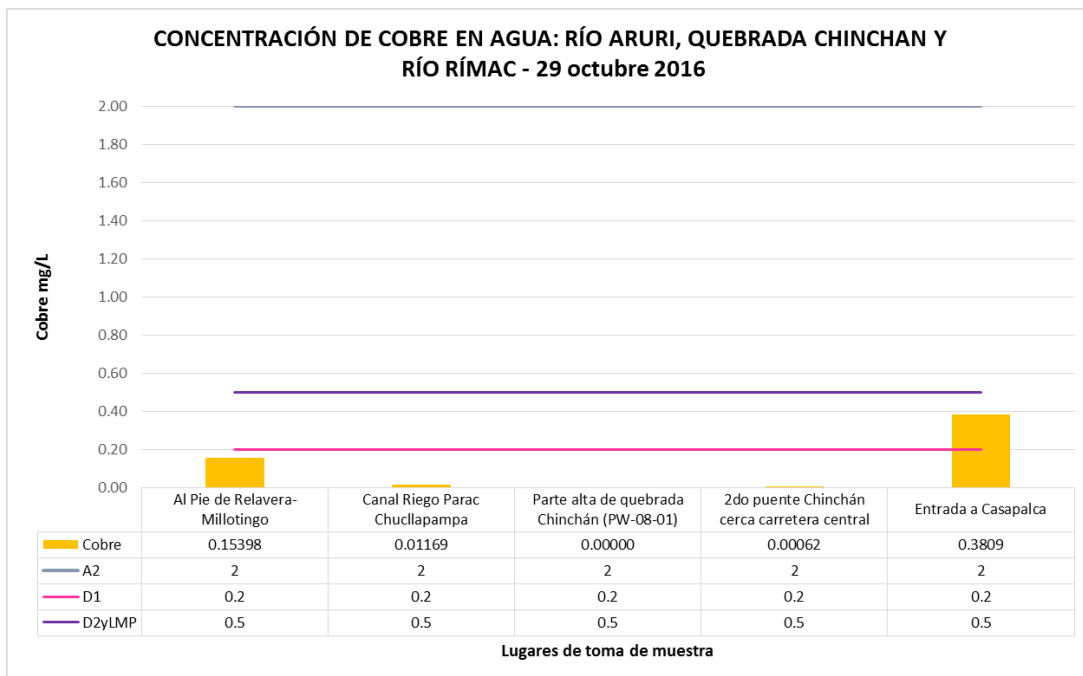


En el gráfico N° 03 se puede apreciar que hay presencia de manganeso en todas de las muestras de agua, dos de ellas sobrepasan el valor de 0.4 mg/L que establece la categoría A1 y A2 y estas dos sobrepasan el valor de 0.2 mg/L que establece las categorías D1 y D2. Las muestras que sobrepasan las categorías corresponden a la tomada al pie de la Relavera Millotingo con 0.8788 mg/L, y el de la entrada a Casapalca con 1.87 mg/L.

La ATSDR refiere “El manganeso es un oligoelemento y la ingestión de cantidades pequeñas en los alimentos o el agua es necesaria para mantenerse sano. La exposición a niveles excesivos de manganeso puede ocurrir al respirar aire, especialmente donde se usa en los procesos de fabricación, y al ingerir agua y alimentos. A niveles altos, puede causar daños al cerebro” (ATSDR-manganeso, 2012, pág. 1), también la ATSDR refiere

“La EPA ha establecido que no se espera que la exposición de por vida a 0.3 mg/L de manganeso cause efectos adversos” (ATSDR-manganeso, 2012, pág. 2)

GRÁFICO N° 04
 CONCENTRACIÓN DE COBRE EN AGUA: RÍO ARURI, QUEBRADA CHINCHÁN Y RÍO RÍMAC
 29 octubre 2016



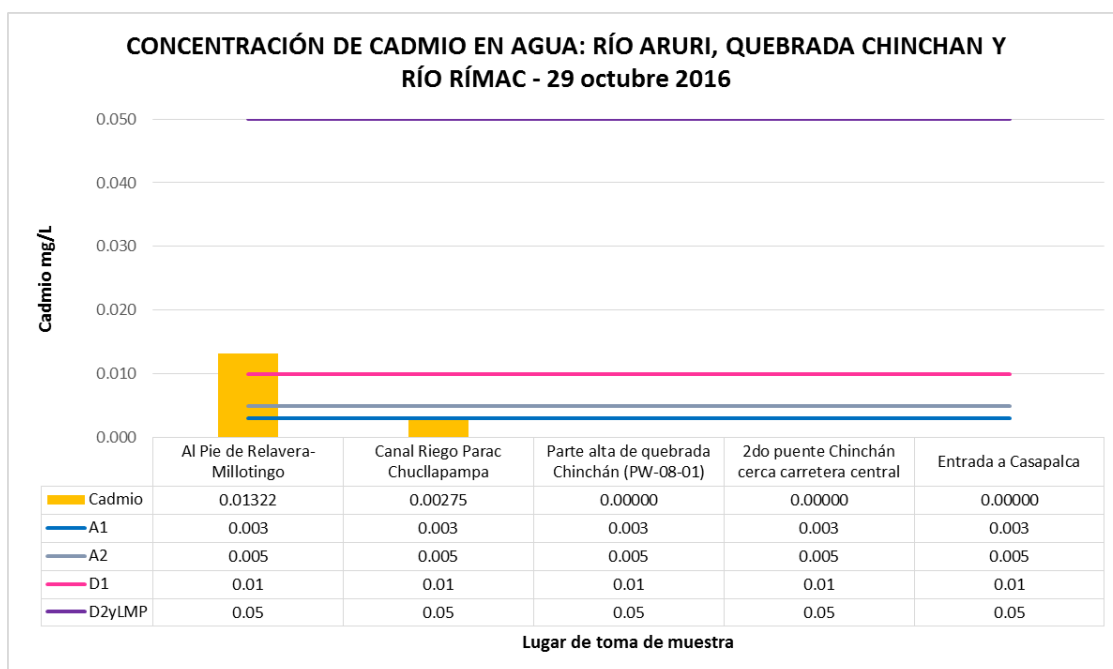
En el gráfico N° 04 se puede apreciar que hay presencia de Cobre en cuatro de las cinco muestras de agua, una de ellas sobrepasa el valor de 0.2 mg/L que establece la categoría D1, la muestra que sobrepasa corresponde al río Rímac en la entrada a Casapalca con un valor de 0.3809 mg/L.

La ATSDR refiere “La ingestión de niveles altos de cobre puede producir náusea, vómitos y diarrea. Cantidades muy altas de cobre pueden dañar el hígado y los riñones y pueden aun causar la muerte.” (ATSDR, 2004, pág. 2)

GRÁFICO N° 05

CONCENTRACIÓN DE CADMIO EN AGUA: RÍO ARURI, QUEBRADA CHINCHÁN Y RÍO RÍMAC

29 octubre 2016



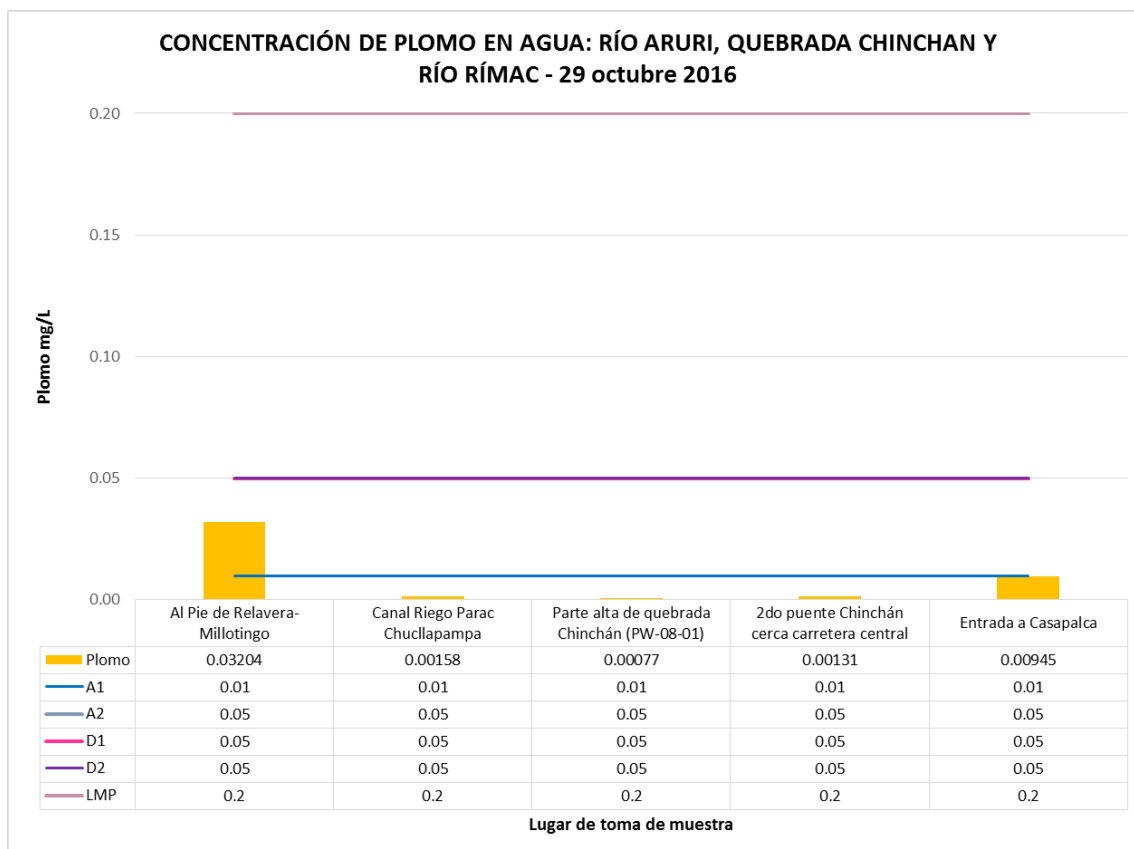
En el gráfico N° 05 se evidenció presencia de Cadmio en la muestra tomada en el canal de riego Parac-Chucllapampa con un valor de 0.00275 mg/L y en la muestra tomada al pie de la Relavera Millotingo con un valor de 0.01322 mg/L, esta última sobrepasa el valor de 0.003 mg/L que establece la categoría A1, el valor de 0.005 mg/L que establece la categoría A2 y el valor de 0.01 mg/L que establece la categoría D1

La ATSDR refiere "La exposición prolongada a niveles más bajos de cadmio en el aire, los alimentos o el agua produce acumulación de cadmio en los riñones y posiblemente enfermedad renal. Otros efectos a largo plazo son daño en los pulmones y fragilidad de los huesos." (ATSDR-cadmio, 2005, pág. 1)

GRÁFICO N° 06

CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN AGUA: RÍO ARURI, QUEBRADA CHINCHÁN Y RÍO RÍMAC

29 octubre 2016

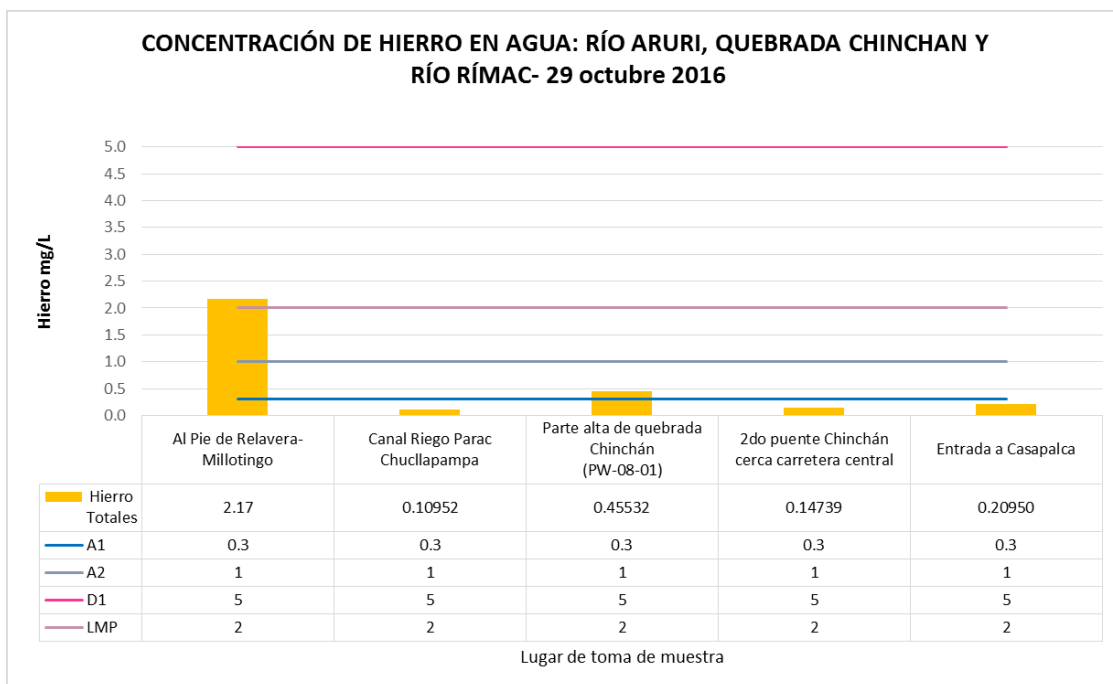


En el gráfico N° 06 se puede apreciar que hay presencia de plomo en todas las muestras de agua, en la muestra tomada al pie de la relavera Millotingo presenta un valor de 0.03204 mg/L, sobrepasando el valor de 0.01 que establece la categoría A1 de agua que puede ser potabilizada con desinfección.

La ATSDR respecto al plomo refiere "Los efectos del plomo son los mismos si entra al cuerpo a través de la inhalación o de la ingestión. El plomo puede afectar casi todos los órganos y sistemas del cuerpo. La toxicidad del plomo afecta principalmente al sistema nervioso, tanto en niños como en adultos. La exposición prolongada en los adultos puede producir un menor desempeño en algunas pruebas que miden el funcionamiento del sistema nervioso. También puede causar debilidad en los dedos, las muñecas o los tobillos. La exposición al plomo también causa un pequeño aumento de

la presión arterial, especialmente en personas de mediana edad y de edad avanzada, y puede causar anemia. La exposición a altos niveles de plomo puede dañar seriamente el cerebro y los riñones de niños y adultos, y finalmente causar la muerte. En las mujeres embarazadas, altos niveles de exposición al plomo pueden producir un aborto espontáneo. En los hombres, altos niveles de exposición pueden causar daños en los órganos responsables de la producción de espermatozoides.” (ATSDR-plomo, 2007, pág. 1)

GRÁFICO N° 07
 CONCENTRACIÓN DE HIERRO EN AGUA: RÍO ARURI, QUEBRADA CHINCHÁN Y RÍO RÍMAC
 29 octubre 2016



En el gráfico N° 07 se puede apreciar que hay presencia de hierro en todas las muestras de agua. En la muestra tomada al pie de la relavera Millotingo presenta un valor de 2.17 mg/L, sobrepasando el valor de 0.3 que establece la categoría A1 de agua que puede ser potabilizada con desinfección.

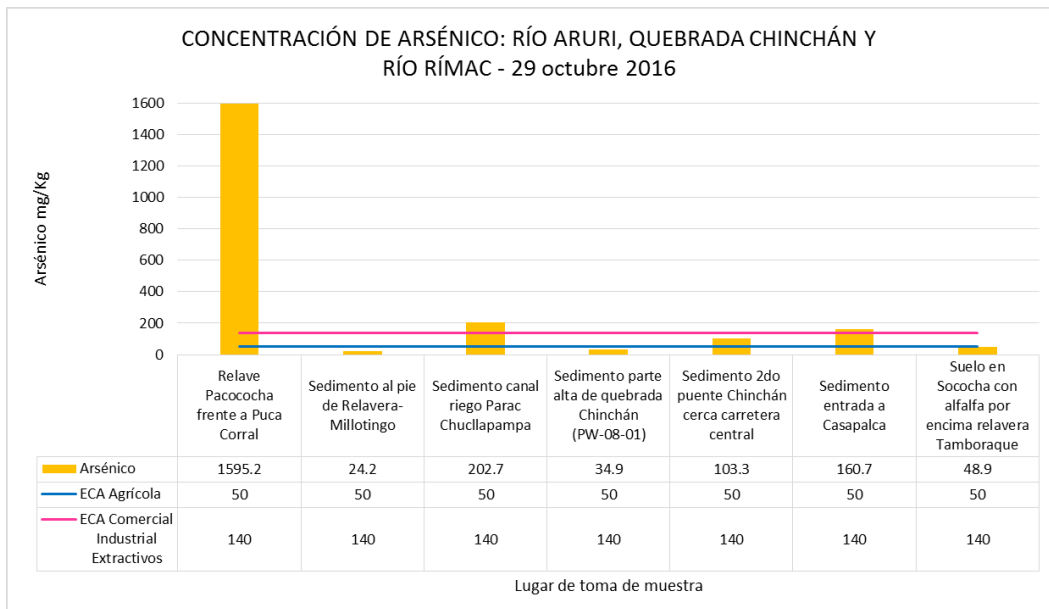
La Organización Mundial de la Salud refiere (OMS) “El hierro es un elemento esencial en la nutrición humana. Las necesidades diarias mínimas de este elemento varían en función de la edad, el sexo, el estado físico y la biodisponibilidad del hierro, y oscilan entre 10 y 50 mg/día” (Organización Mundial de la Salud , 2006, pág. 310).

También la OMS menciona “En niveles por encima de 0,3 mg/l, el hierro mancha la ropa lavada y los accesorios de fontanería. Por lo general, no se aprecia ningún sabor en aguas con concentraciones de hierro menores que 0,3 mg/l, aunque pueden aparecer turbidez y coloración. No se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el hierro” (Organización Mundial de la Salud , 2006, pág. 187)

6.2.RESULTADOS DE CALIDAD DE SUELO/SEDIMENTO

GRÁFICO N° 08

CONCENTRACIÓN DE ARSÉNICO EN SUELO/SEDIMENTO:
RÍO ARURI, QUEBRADA CHINCHÁN Y RÍO RÍMAC
29 octubre 2016



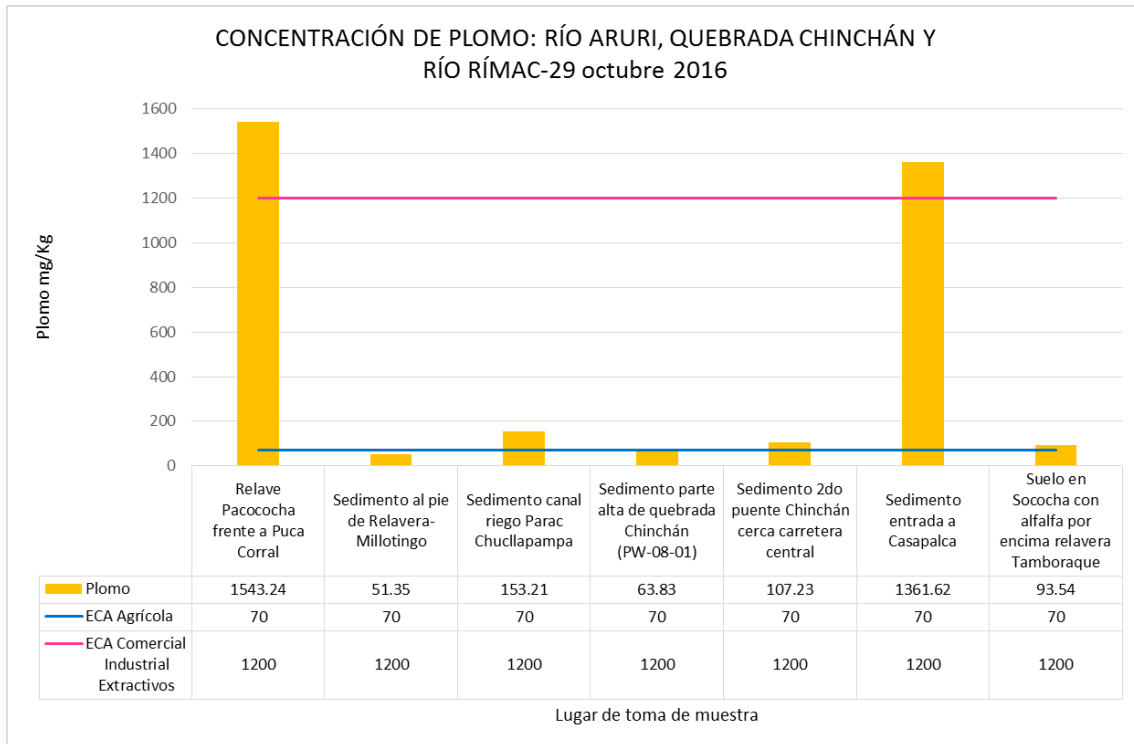
En el gráfico N° 08 se puede apreciar que hay presencia de arsénico en todas las muestras.

La muestra tomada en el relave Pacococha frente a Puca Corral, contiene 1595.2 mg/Kg de arsénico, 11.4 veces el ECA Industrial (140 mg/kg).

El suelo agrícola en Sococha con alfalfa ubicado por encima de la relavera Tamboraque contiene 48.9 mg/Kg de arsénico, muy cercano al ECA agrícola (50 mg/Kg de arsénico). Los sedimentos: de canal de riego Parac Chucllampa (202.7 mg/Kg), del 2do puente Chinchán cerca carretera central (103.3 mg/Kg) y de la entrada a Casapalca (160.7 mg/Kg) están por encima del valor del ECA agrícola (50 mg/Kg de arsénico).

La ATSDR respecto al arsénico refiere "Tal vez el efecto más característico de la exposición oral prolongada a arsénico inorgánico es un cuadro de alteraciones de la piel. Estas incluyen un oscurecimiento de la piel y la aparición de pequeños callos o verrugas en la palma de las manos, la planta de los pies y el torso, a menudo asociados con alteraciones en los vasos sanguíneos de la piel. También se puede desarrollar cáncer de la piel. También se ha observado que tragar arsénico aumenta el riesgo de desarrollar cáncer del hígado, la vejiga y los pulmones." (ATSDR-arsénico, pág. 6)

GRÁFICO N° 09
 CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN SUELO/SEDIMENTO:
 RÍO ARURI, QUEBRADA CHINCHÁN Y RÍO RÍMAC
 29 octubre 2016

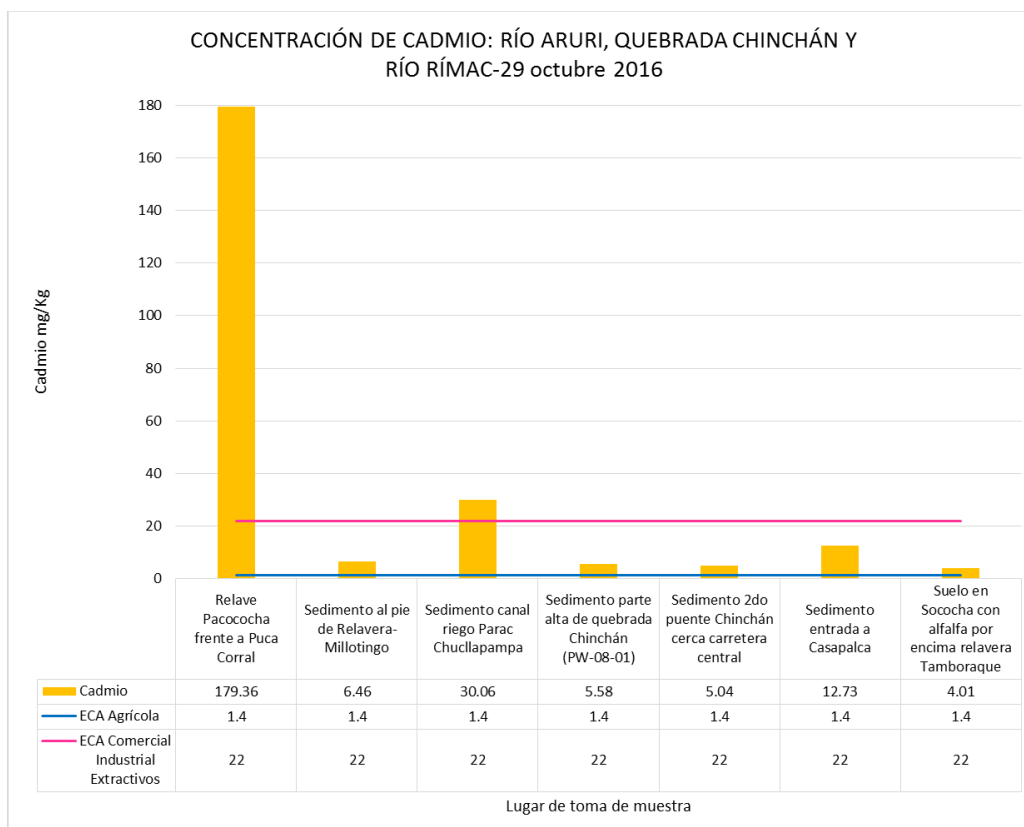


En el gráfico N° 09 se puede apreciar que hay presencia de plomo en todas las muestras. La muestra tomada en el relave Pacococha frente a Puca Corral, contiene 1543.24 mg/Kg de plomo, 1.29 veces el ECA Industrial (1200 mg/kg).

El suelo agrícola en Sococha con alfalfa ubicado por encima de la relavera Tamboraque contiene 93.54 mg/Kg de plomo superando en 1.34 veces el ECA agrícola (70 mg/Kg). Los sedimentos: de canal de riego Parac Chucllapampa (153.21 mg/Kg), del 2do puente Chinchán cerca carretera central (107.23 mg/Kg), están por encima del valor del ECA agrícola (70 mg/Kg de plomo). El sedimento de la entrada a Casapalca contiene 1361.62 mg/Kg de plomo 19.45 veces por encima del valor del ECA agrícola (70 mg/Kg de plomo).

Respecto al plomo la ATSDR refiere "El plomo puede afectar casi todos los órganos y sistemas del cuerpo. La toxicidad del plomo afecta principalmente al sistema nervioso, tanto en niños como en adultos. La exposición prolongada en los adultos puede producir un menor desempeño en algunas pruebas que miden el funcionamiento del sistema nervioso. También puede causar debilidad en los dedos, las muñecas o los tobillos. La exposición al plomo también causa un pequeño aumento de la presión arterial, especialmente en personas de mediana edad y de edad avanzada, y puede causar anemia. La exposición a altos niveles de plomo puede dañar seriamente el cerebro y los riñones de niños y adultos, y finalmente causar la muerte. En las mujeres embarazadas, altos niveles de exposición al plomo pueden producir un aborto espontáneo. En los hombres, altos niveles de exposición pueden causar daños en los órganos responsables de la producción de espermatozoides." (ATSDR-plomo, 2007, pág. 2)

GRÁFICO N° 10
 CONCENTRACIÓN DE CADMIO EN SUELO/SEDIMENTO:
 RÍO ARURI, QUEBRADA CHINCHÁN Y RÍO RÍMAC
 29 octubre 2016



En el gráfico N° 10 se puede apreciar que hay presencia de cadmio en todas las muestras. La muestra tomada en el relave Pacococha frente a Puca Corral, contiene 179.36 mg/kg de cadmio 8.15 veces el ECA Industrial (22 mg/kg de cadmio).

El sedimento del canal de riego Parac Chucllapampa (30.06 mg/Kg de cadmio) esta 21.47 veces por encima del ECA agrícola (1.4 mg/Kg).

El sedimento de la entrada a Casapalca (12.73 mg/Kg de cadmio) están 9.09 veces por encima del valor del ECA agrícola (1.4 mg/Kg).

El suelo agrícola en Sococha con alfalfa ubicado por encima de la relavera Tamboraque contiene 4.01 mg/Kg de cadmio superando en 2.86 veces el ECA agrícola (1.4 mg/Kg).

Respecto al cadmio la ATSDR refiere “Respirar altos niveles de cadmio puede dañar gravemente los pulmones. Comer alimentos o tomar agua con niveles de cadmio muy altos irrita gravemente el estómago, lo que causa vómitos y diarrea.” También menciona “La exposición prolongada a niveles más bajos de cadmio en el aire, los alimentos o el agua produce acumulación de cadmio en los riñones y posiblemente enfermedad renal. Otros efectos a largo plazo son daño en los pulmones y fragilidad de los huesos” (ATSDR-cadmio, 2005, pág. 2)



7. CONCLUSIONES

- a) El monitoreo de los recursos agua, suelo y sedimento fue posible y enriquecida con la participación activa de los comuneros y pobladores del lugar quienes conocen el lugar, sus usos y sus características
- b) En agua se evaluaron 44 parámetros entre parámetros fisicoquímicos, bacteriológicos e inorgánicos.

- c) En agua de los 44 parámetros evaluados se pudo comparar 26 de ellos con la norma peruana, 18 parámetros no tienen ECAs en la norma peruana, algunos de ellos se pueden comparar con estándares internacionales.
- d) En agua de los 26 parámetros comparados con la normatividad peruana se encontró que 5 de ellos exceden en al menos un ECA así se tiene:
- Sulfato en agua con un valor de 312.2 mg/L en el río Rímac entrada a Casapalca (ECA a1= 250 mg/L), Manganeso con valores de 0.87 mg/L al pie del relave Millotingo, con 0.14 mg/L canal de riego Parac Chucllapampa, con 1.87 mg/L en el río Rímac en la entrada a Casapalca (ECA a1 y a2= 0.4 mg/L)
 - Hierro con un valor de 2.17 mg/L en el río al pie del relave Millotingo (ECA=0.3 mg/L)
 - Zinc con un valor de 3.08 mg/L río al pie del relave Millotingo (ECA= 3 mg/L)
 - Cadmio con un valor de 0.01322 mg/L río al pie del relave Millotingo (ECA=0.003 mg/L)
 - Plomo con un valor de 0.032 mg/L río al pie del relave Millotingo (ECA=0.01 mg/L)
 - Se encontró presencia de metales como litio, berilio, boro, aluminio, silicio, titanio, vanadio, cobalto, arsénico, selenio, estroncio, molibdeno, antimonio, bario, talio, uranio; la presencia de estos metales está por debajo de los ECAs o no están normados en el país.
- e) En el suelo se evaluaron 32 parámetros inorgánicos
- f) En el suelo de los 32 parámetros evaluados 6 se pudieron comparar con la norma peruana
- g) De los 6 parámetros de suelo que se pueden comparar con la norma peruana 3 de ellos exceden el ECA, así se tiene:
- Arsénico con valor de 1595.2 mg/Kg en relave Pacococha superando en 11.4 veces el ECA industrial (140 mg/Kg)
 - Arsénico con valores de 202.7 mg/Kg en sedimentos de canal de riego Parac Chucllapampa, 103.3 mg/Kg en el 2do puente Chinchán y 160.7 mg/Kg en la entrada Casapalca. En todos estos lugares se supera el ECA agrícola (50 mg/Kg de arsénico).

- Arsénico con un valor de 48.9 mg/Kg en Sococha, suelo agrícola con alfalfa que está ubicado por encima de la relavera Tamboraque, este valor es muy cercano al ECA agrícola (50 mg/Kg de arsénico)
 - Cadmio con un valor de 179.36 mg/Kg relave Pacococha frente a Puca Corral superando en 8.15 veces el ECA industrial (22 mg/Kg de cadmio),
 - Cadmio con un valor de 30.06 mg/Kg, sedimento en canal de riego Parac Chucllapampa superando en 21.47 veces el ECA agrícola (1.4 mg/Kg de cadmio).
 - Cadmio con un valor de 12.73 mg/Kg sedimento del río Rímac en la entrada a Casapalca superando en 9.09 veces el ECA agrícola (1.4 mg/Kg).
 - Cadmio con un valor de 4.01 mg/Kg en Sococha, suelo con alfalfa ubicado por encima de la relavera Tamboraque superando en 2.86 veces el ECA agrícola (1.4 mg/Kg).
 - Plomo con valor de 1543.24 mg/Kg en el relave Pacococha frente a Puca Corral superando en 1.29 veces el ECA industrial (1200 mg/Kg)
 - Plomo con un valor de 93.54 mg/Kg en Sococha, suelo con alfalfa ubicado por encima de la relavera Tamboraque superando en 1.34 veces el ECA agrícola (70 mg/Kg).
 - Plomo con un valor de 153.21 mg/Kg en sedimento del canal de riego Parac Chucllapampa, 107.23 mg/Kg en 2do puente Chinchán cerca carretera central ambas muestras están por encima del valor del ECA agrícola (70 mg/Kg de plomo).
 - Plomo con un valor de 1361.62 mg/Kg en sedimento del río Rímac en la entrada a Casapalca superando 19.45 veces el ECA agrícola (70 mg/Kg de plomo).
- h) En el suelo se encontró presencia de metales como plata, aluminio, berilio, cerio, cromo, cobre, hierro, potasio, litio, magnesio, manganeso, níquel, fosforo, antimonio, estaño, estroncio, titanio, talio, vanadio y cinc.
- i) Los recursos agua, sedimento y suelo evaluados evidencian contener elementos como: plomo, arsénico, cadmio y manganeso que son tóxicos y ponen en riesgo la salud del mismo ambiente, de las personas, animales y plantas que entren en contacto con ellos.

8. RECOMENDACIONES

Tener en cuenta los resultados de esta evaluación ambiental participativa y aprovechar para futuras evaluaciones los conocimientos de los comuneros y pobladores del lugar.

En agua, suelo y/o sedimento es necesario continuar analizando todos los parámetros medidos en esta evaluación normada o no en el ECA del país.

Los parámetros que requieren ser reconocidos o avanzar en su reconocimiento en la normatividad peruana (en ECA, LMP, en Agua de Consumo Humano y suelo) encontrados en la evaluación son: litio, berilio, boro, aluminio, silicio, titanio, vanadio, cobalto, selenio, estroncio, molibdeno, antimonio, bario, talio, uranio; cerio, cromo, magnesio, manganeso, estroncio, talio, níquel, fosforo y estaño

Los recursos agua, sedimento y suelo evaluados evidencian contener elementos como: plomo, arsénico, cadmio y manganeso que son tóxicos y ponen en riesgo la salud del mismo ambiente, de las personas, animales y plantas que entren en contacto con ellos deben ser remediados y aislados eficientemente; más aun sabiendo que las zonas con presencia de contaminantes como relaveras y desmontes se encuentran zonas de riesgo frente al fenómeno del niño y en zonas sísmicas.

Continuar periódicamente con evaluaciones ambientales más específicas y focalizadas de los recursos evaluados y ampliar a otros como en plantas y animales esto a mérito de que se pueda ubicar las responsabilidades y la cadena de efectos que este causando la contaminación para y tener mayor información que ayude en la gestión de la remediación de los recursos de acuerdo a las responsabilidades del gobierno local, regional y nacional.

9. BIBLIOGRAFÍA

- ANA. (Diciembre de 2010). Evaluación de los recursos hídricos en la cuenca Rímac. *Estudio Hidrológico y Ubicación de la Red de Estaciones Hidrométricas en la Cuenca del Río Rímac*. Lima.
- ATSDR. (2004). *ToxFAQs™ - Cobre (Copper)*. Recuperado el 20 de setiembre de 2017, de https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts132.pdf
- ATSDR. (2012). *ToxFAQs™ sobre el manganeso*. Recuperado el 20 de 09 de 2017, de https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts151.pdf [consulta 2017 setiembre].
- ATSDR-arsénico. (s.f.). *ToxFAQs™ sobre el arsénico (agosto 2007)*. Recuperado el 20 de setiembre de 2017, de https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts2.pdf
- ATSDR-cadmio. (2005). *ToxFAQs™ sobre el cadmio*. Recuperado el 20 de setiembre de 2017, de https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts5.pdf
- ATSDR-plomo. (2007). *ToxFAQs™ sobre el plomo*. Recuperado el 20 de setiembre de 2017, de https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts13.pdf
- Autoridad Nacional del Agua . (2012). COMPENDIO DE LOS RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES DE LIMA.
- K-WATER, YOOSHIN ENGINEERING, PYUNGHWA ENGINEERING. (Marzo de 2015). PLAN MAESTRO DEL PROYECTO RESTAURACIÓN DEL RÍO RÍMAC INFORME FINAL. Perú.
- LURIN, A.-D.-A. C. (Diciembre de 2010). Evaluación de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Rímac. *Estudio Hidrológico y Ubicación de la Red de Estaciones Hidrométricas en la Cuenca del Río Rímac VOLUMEN I*. Lima.
- MINAM. (s.f.). *Guía Ambiental para el Manejo de Drenaje Acido de Minas*. Recuperado el 11 de 07 de 2017, de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/manedrenage.pdf>
- Organización Mundial de la Salud . (2006). *Guías para la calidad del agua potable* .
- Romero Rojas, J. a. (s.f.). *Calidad del agua*. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.

10. ANEXO

Acta de ejecución participativa de la toma de muestra.

ACTA DE TOMA DE MUESTRAS DE

AGUA - SUELO - SEDIMENTO

Siendo las 12:58 del medio día del 29 de octubre del 2016 se inicio la Toma de muestras de sedimento, agua, suelo con la presencia del: Comité Local de Ciudadanos comprometidos en la defensa del medio ambiente, de las comunidades campesinas de San Mateo de Heanchap y San Antonio del Distrito de San Mateo, Un representante de la parroquia de San Mateo, dos representantes de la Pastoral Social de la Diócesis de Chosica dos representantes de la Comisión Episcopal de Acción Social - Las tomas de Muestras se hicieron en el río Aruriri, Quebrada Arurí, río de la Quebrada Chinchay y el río Pimac. La toma de muestras la hizo el técnico de la obra. Siendo las 7:30 pm se culminó la Toma de muestra de forma satisfactoria.

En señal de conformidad firman los participantes:

1	Marcela Martínez Rengifo	-	Dominio de Chosica	4002405	<i>[Signature]</i>
2	Angela Blanco Rivera	-	Diócesis de Chosica	43297898	<i>[Signature]</i>
3	JULIA HUARI VALENCIA	-	CEAS	25836965	<i>[Signature]</i>
4	Paula Meza Portá	-	CEAS	19929694	<i>[Signature]</i>
5	Chen Poma Eaypa	-	Parroquia San Mateo	40462953	<i>[Signature]</i>
6	Soledad Pisco Ríos	-	Comunidad San Mateo de H.	70457871	<i>[Signature]</i>
7	Laura Aguilar Cez	-	Comunidad San Antonio	49995378	<i>[Signature]</i>
8	Severino Jorjés H.	-	" San Antonio	16152039	<i>[Signature]</i>
9	Juan Espinoza Bernal	-	el San Antonio	16156378	<i>[Signature]</i>
10	Edwin Alejandro Benavente	-	Red Mugri	04074140	<i>[Signature]</i>

También estuvo presente un miembro del equipo técnico de la Red Mugri

Apolo



Con la colaboración de:

