

## Calidad del agua en la cuenca del río Rímac, sector de San Mateo, afectado por las actividades mineras

Water quality in the basin the Rimac river, sector of san mateo, affected by mining activities

**Helen Calla LLontop<sup>1</sup>, Carlos Cabrera Carranza<sup>2</sup>**

### RESUMEN

La tesis de investigación aborda los efectos que ha presentado la calidad del agua del río Rímac frente al desarrollo de la actividad minera en el distrito de San Mateo de Huanchor ubicado en la provincia de Huarochiri del departamento de Lima.

El área de estudio es una zona donde la actividad minera polimetálica se ha desarrollado desde muchas décadas atrás aproximadamente desde los años 30, época en la cual no se tenían las actuales exigencias de la normativa ambiental legal y por tal motivo tenemos actualmente catalogados en la zona 21 pasivos ambientales mineros entre bocaminas, relaveras e infraestructuras asentados a orillas de las aguas del Rímac y de sus tributarios principales como son el río Blanco y el río Aruri, los cuales actualmente son fuentes aportantes de lixiviados a las aguas del río Rímac, debido a que no están siendo manejados ni por la empresa privada ni por el Estado.

La investigación en la calidad del agua ha sido desarrollada en un tiempo de diez años, tomando como patrones de análisis a los iones metálicos; los cuales han tenido un análisis comparativo con las normativas legales ambientales tanto nacionales como internacionales tales como los Estándares de la Organización Mundial de la Salud, los Estándares de Canadá para Agua de Irrigación, la Ley General de Aguas y los Estándares Nacionales de Calidad del Agua (ECAS) para la Categoría III aprobados mediante Decreto Supremo N.º 002-2008-MINAM, siendo estos últimos el referente legal ambiental decisivo para el análisis de la calidad del agua del año 2008, ya que constituyen los valores óptimos que aseguran la calidad de los recursos hídricos superficiales del país.

Del análisis se obtuvo que el cadmio, plomo, manganeso, arsénico y fierro eran los elementos que tenían que recibir un tratamiento correctivo, ya que sus concentraciones en las aguas del Rímac eran mayores a lo establecido en los estándares de calidad de agua.

Luego de obtener estos resultados se seleccionó la fuente aportante a tratar y se eligió como caso de estudio el efluente final de Compañía Minera San Juan S.A, por ser la empresa minera con mayor trayectoria histórica en la zona y la que tiene mayor capacidad de producción en el distrito de San Mateo; asimismo, porque se observó que había un mayor incremento en las concentraciones de los iones metálicos en las aguas del Rímac luego de recibir el vertimiento final de la mencionada empresa, en comparación con otros puntos de muestreo que presentaban concentraciones menores; para lo cual se presentó una propuesta técnica económica basada en la aplicación de la tecnología HDS – Lodos de Alta Densidad para el tratamiento del efluente final de Compañía Minera San Juan por ser la mejor tecnología usada en todo el mundo para el tratamiento de efluentes mineros con contenido de plomo, cadmio, arsénico, manganeso y fierro, y porque presenta un nivel de eficiencia que permite obtener efluentes con las mínimas concentraciones de metales permitiendo que su descarga al cuerpo receptor no ocasione ningún efecto adverso en los componentes del ecosistema, permitiendo así cumplir con los estándares fijados por las actuales exigencias de la normativa ambiental. Con lo cual se tuvo como objetivo reducir las concentraciones de los elementos metálicos en las aguas del río Rímac del distrito de San Mateo y mejorar el actual sistema de tratamiento de efluentes mineros de Compañía Minera San Juan, poniendo en práctica una tecnología que ofrece los más altos estándares de calidad ambiental; beneficiando así el equilibrio ecológico y la calidad de las aguas del río Rímac.

**Palabras clave:** Calidad de agua, río Rímac, actividades mineras.

<sup>1</sup> Consultora. E-mail: heleninge@yahoo.es

<sup>2</sup> Profesor Principal del Departamento de Ingeniería Geográfica. UNMSM. E-mail: cabreracar@hotmail.com

**ABSTRACT**

This research approaches the effects that the water quality of Rimac river has presented opposite to the development of the mining activity in San Mateo's district of Huanchor located in Huarochiri's province in Lima.

The area of study is a zone where the mining polymetallic activity has developed from many decades behind approximately from the 30s, epoch in which there had not the current requirements of the environmental legal regulation and for such motive we have nowadays catalogued in the zone 21 environmental mining liabilities between mine entrance, tailing ponds and infrastructures seated on the banks of the Rimac water and of it's principal tributaries like Blanco and Aruri rivers which nowadays are important sources of lixivados to Rimac river water, due to the fact that they aren't being handled by the private company and for the State.

The quality water investigation has been developed in a series of time of ten years taking as bosses of analysis to the metallic ions; which have had a comparative analysis with the national and international legal environmental regulations such as the Standards of the World Health Organization, the Standards of Canada for Water of Irrigation, the General Law of Waters and the National Standards of Quality of the Water (ECAS) for the Category III passes by the Supreme Decree N.° 002-2008-MINAM, being the above mentioned the legal environmental decisive modal for the analysis of the quality of the water of the year 2008, since they constitute the ideal values that assure the quality of the water superficial resources of the country.

We obtained from the analysis that the Cadmium, Lead, Manganese, Arsenic and Iron were the elements that had to receive a corrective treatment since their concentrations in Rimac water were bigger than the established in the standards of water quality.

After obtaining these results the source was selected the source to treat and there chose as case of study the effluent end of Mining Company San Juan S.A, for being the mining company with major historical path in the zone and the one that has major capacity of production in San Mateo's district; likewise because was observed that there was a major increase in the concentrations of the metallic ions in the Rimac water after receiving the final vertimento of the mentioned company, in comparison with other points of sampling that were presenting minor concentrations; for which had presented a technical economic offer based on the application of the technology HDS –Muds of high density for the treatment of the effluent end of Mining company San Juan for being the best technology used in the whole world for the treatment of effluent miners with content of lead, cadmium, arsenic, manganese and iron, and because it presents a level of efficiency that it allows to obtain effluent with the minimal concentrations of metals allowing that it's unload to the body recipient should not cause any adverse effect in the components of the ecosystem, allowing to expire this way with the standards fixed by the current requirements of the environmental regulation. Then we had an objective to reduce the concentrations of the metallic elements in the Rimac water of San Mateo's district and improve the current system of treatment of effluent miners of Mining Company San Juan, putting into practice a technology that offers the highest standards of environmental quality; benefiting this way the ecological balance and the quality of the waters Rimac river.

**Keywords:** water quality, Rimac river, mining activities.

## I. INTRODUCCIÓN

En el último informe del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), como parte del Informe de Desarrollo Humano del presente año 2010, se ha dado la voz de alerta respecto de la poca importancia y cuidado que le damos los peruanos al agua, no obstante su capital importancia para el desarrollo de toda actividad económica y necesaria para la vida.

En nuestro país existe una desigual distribución del recurso hídrico: mientras el 38% de ciudadanos dispone del 98% del recurso, el 62% restante tiene acceso solo al 1,8% del agua del país. Tal desigualdad es influenciada por los factores geográficos y climáticos, pero también una deuda histórica de los gobiernos y parlamentos que no han implementado las obras de envergadura para asegurar la mejor distribución ni dado las leyes que complementariamente se necesitan; gran parte de la deuda externa de nuestro país es por solicitar préstamo para el desarrollo de proyectos hidráulicos que garanticen el agua a la población de la costa.

A más de ello, es indudable que fenómenos como el calentamiento global nos afectan con consecuencias directas en la pérdida de glaciares (reservorios congelados de agua dulce) y fuentes de agua.

Lo indudable es que el agua escasea, lo que redundará directamente en la disminución de tierras cultivables y pone en riesgo la seguridad alimentaria. Si a ello agregamos la mayor demanda de agua por parte de consolidados urbanos nuevos y otros que se expanden y expandirán cada vez más, así como el uso intensivo que hacen de este recurso las industrias en crecimiento, hay motivos para preocuparnos.

Por ejemplo, entre los principales reclamos de la población frente a las operaciones mineras y petroleras está garantizar la provisión y evitar la contaminación del recurso hídrico. Estos episodios son frecuentes y deben merecer atención prioritaria, y sus alcances explicados a los sectores que se perciben como los más afectados, especialmente agricultores y comunidades nativas.

Lima es la ciudad que concentra a casi 10 millones de peruanos, que representa a un tercio de la población total del Perú, que tiene como principal abastecedor hídrico al río Rímac, la cuenca del Rímac presenta varios problemas sobre la cantidad y calidad del recurso hídrico, en la parte alta de la actividad minera se viene desarrollando desde la década de los años 30 a través de la mediana minería y minería artesanal con la explotación de yacimientos polimetálicos que han traído como consecuencia la degradación de la calidad de las aguas del río Rímac, teniendo como muestra de ello diversos pasivos ambientales dejados por la antigua minería, los cuales actualmente no están siendo manejados ambientalmente ni por la

empresa privada ni por el Estado, motivo que impulsó el desarrollo de la tesis de investigación respecto al estado de la calidad del agua de este cuerpo receptor.

Basado en esta problemática, se realizó un análisis de la situación actual de la calidad del agua del tramo del río Rímac localizado en el distrito de San Mateo de la provincia de Huarochirí y de sus afluentes principales, el cual constituye el ámbito de estudio, de donde se obtuvo que para el año 2008 el cadmio, el manganeso, plomo, fierro y arsénico en ese orden de prioridad, constituyen los elementos metálicos que presentan concentraciones promedio mensuales por encima de lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad del Agua, respecto a la Categoría III, referido al Riego de Vegetales y Bebida de Animales, razón por la cual el uso de estas aguas no es apto para el riego de cultivos ni para la bebida del ganado, ya que la ingesta diaria y prolongada de estas aguas genera la bioacumulación de estos iones metálicos en los principales órganos de los animales causando graves efectos en su salud; así como la absorción en vegetales y su almacenamiento principalmente en las raíces representa un riesgo directo para la salud de las personas que consumen en su dieta diaria estos cultivos y la carne del ganado; por lo cual la tesis planteó una propuesta para realizar el tratamiento de un efluente minero representativo de la zona, ya que este es una fuente aportante de iones metálicos en las aguas del Rímac, con lo cual se buscó contribuir a reducir en gran medida la contaminación de las aguas del Rímac, mediante la descarga de efluentes que cumplan con lo exigido por la normativa ambiental vigente.

Se planteó el tratamiento del efluente final de la planta de neutralización de Compañía Minera San Juan S.A, ya que se observó que el vertimiento de este efluente minero generaba un aumento considerable de las concentraciones de los iones metálicos en las aguas del río Rímac, para lo cual se seleccionó la tecnología HDS - Lodos de Alta densidad por ser la tecnología más usada en el mundo en el tratamiento de efluentes mineros.

Finalmente, la investigación buscó contribuir con la gestión integral del recurso hídrico a través de la propuesta planteada y ubicar el tema en la agenda pública nacional como tema de atención prioritaria por parte de la máxima Autoridad Nacional del Agua y el Consejo de la Cuenca Hídrica del Rímac

## II. RESULTADOS

Del análisis comparativo entre los resultados de calidad del agua en las siete estaciones de muestreo y los Estándares Nacionales de Calidad de Agua (ECAs) para la categoría III, se obtuvo que los elementos que representaban mayor riesgo ambiental en las aguas del río Rímac del sector de San Mateo

eran: El cadmio (Prioridad 1), manganeso (Prioridad 2), plomo, fierro y arsénico (Prioridad 3 para estos últimos elementos). Dichos resultados fueron obtenidos en función a la siguiente tabla de calificación de riesgo ambiental.

Los valores promedios mensuales de cada uno de los elementos de mayor riesgo ambiental se presentan en las siguientes tablas.

Como se observa en la Tabla N.º 1, los números en negrita exceden el ECA y según se aprecia todos los promedios mensuales del cadmio exceden al ECA en todas las estaciones de muestreo y meses del año, ya que todas sus concentraciones reportadas tienen un valor de 0.01 mg/l y su valor permitido es de 0.005 mg/l.

Como se observa en la tabla de 63 resultados obtenidos (ver Tablas 1, 2, 3, 4, 5, 6), 15 de ellos exceden el ECA con concentraciones que oscilan entre 0.054 mg/l a 0.197 mg/l, siendo su valor aceptable de 0.05 mg/l.

Como se observa en la Tabla N.º 1 de 63 resultados obtenidos 4 de ellos exceden el ECA con concentraciones que oscilan entre 0.057 mg/l a 0.070 mg/l siendo su valor aceptable de 0.05 mg/l.

Como se observa en la Tabla N.º 1, de 63 resultados obtenidos 39 de ellos exceden el ECA con concentraciones que oscilan entre 0.217 mg/l a 2.220 mg/l siendo su valor aceptable de 0.2 mg/l.

Como se observa en la Tabla N.º 1, de 63 resultados obtenidos 12 de ellos exceden el ECA con concentraciones que oscilan entre 1.101 mg/l a 3.674 mg/l siendo su valor aceptable de 1.00 mg/l.

**Tabla N.º 1.** Situación de la calidad del agua para fines de riego de vegetales y bebida de animales. Año 2008.

Calificación del Riesgo Ambiental		Descripción
1		Todos los valores exceden el estándar de calidad de agua (90 a 100% de los resultados).
2		Varios valores exceden el estándar de calidad de agua (40 a 89% de los resultados).
3		Algunos o muy pocos valores exceden el estándar de calidad de agua (10% a 39% de los resultados).
4		Ningún valor excede el estándar de calidad de agua
<b>Parámetro</b>	<b>Estándar de Calidad de Agua - ECA</b>	<b>Categoría III: Riego de Vegetales y Bebida de Animales</b>
Ph	6,5 a 8,5	Muy pocos valores presentaron concentraciones más ácidas de lo permitido en el estándar.
Oxígeno disuelto	> = 4 mg/l	En el último monitoreo del año 2005 todas las concentraciones fueron optimas respecto a lo establecido en el estándar.
Demanda Biológica de Oxígeno	< 15 mg/l	Ningún valor excedió el estándar permitido.
Plomo	0,05 mg/l	Pocos valores excedieron el estándar.
Cadmio	0,005 mg/l	Todos los valores excedieron el estándar.
Cobre	0,2 mg/l	Ningún valor excedió el estándar.
Cromo	0,1 mg/l	Ningún valor excedió el ECA.
Zinc	2 mg/l	Ningún valor excedió el ECA.
Fierro	1 mg/l	Algunos valores excedieron el estándar.
Manganeso	0.2 mg/l	Varios valores excedieron el estándar.
Arsénico	0,05 mg/l	Muy pocos valores excedieron el estándar.
Coliformes termotolerantes	1000 NMP/100 ml	La mayoría de resultados excedieron el estándar.
Coliformes totales	5000 NMP/100 ml	La mayoría de resultados excedieron el estándar.

**Tabla N.º 2.** Valores Promedios mensuales del cadmio (mg/l) – Año 2008.

Estación	Ubicación	ene-08	feb-08	abr-08	may-08	jun-08	jul-08	ago-08	sep-08	oct-08
E-1	R. Blanco, Estación Meteorológica, C. Central Km 101.	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
E-2	Río Rímac, puente Anchi II, Carretera Central Km 100.	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
E-3	Río Rímac, puente Pite, San Mateo, C. Central Km 95.	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
E-4	Río Rímac, puente Tamboraque II, C. C. Km 90.5	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
E-5	Río Aruri, antes unión con río Rímac, C.C. Km 89	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
E-6	R. Rímac, bocatoma ex Pablo Bonner, C.C. Km 89.	0,010	0,020	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
E-7	Río Rímac, puente Tambo de Viso, C. C. Km 83.5.	0,010	0,015	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Estándar Nacional de Calidad del Agua para la Categoría III		0,005								

**Tabla N.º 3.** Valores Promedios Mensuales del Plomo (mg/l) – Año 2008

Estación	Ubicación	ene-08	feb-08	abr-08	may-08	jun-08	jul-08	ago-08	sep-08	oct-08
E-1	R. Blanco, Estación Meteorológica, C. Central Km 101.	0,050	0,077	0,025	0,025	0,025	0,037	0,025	0,042	0,074
E-2	Río Rímac, puente Anchi II, Carretera Central Km 100.	0,054	0,038	0,025	0,025	0,029	0,025	0,025	0,197	0,025
E-3	Río Rímac, puente Pite, San Mateo, C. Central Km 95.	0,056	0,080	0,025	0,025	0,025	0,025	0,042	0,168	0,094
E-4	Río Rímac, puente Tamboraque II, C. C. Km 90.5	0,062	0,081	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,030	0,025
E-5	Río Aruri, antes unión con río Rímac, C.C. Km 89	0,025	0,076	0,025	0,025	0,025	0,044	0,025	0,025	0,025
E-6	R. Rímac, bocatoma ex Pablo Bonner, C.C. Km 89.	0,027	0,130	0,025	0,025	0,025	0,039	0,025	0,025	0,119
E-7	Río Rímac, puente Tambo de Viso, C. C. Km 83.5.	0,025	0,119	0,025	0,025	0,025	0,060	0,028	0,042	0,031
Estándar Nacional de Calidad del Agua para la Categoría III		0,05								

### III. CONCLUSIONES

Desde el punto de vista geológico, el Grupo Rímac es la unidad estratigráfica predominante del distrito de San Mateo que abarca gran parte del cauce del río Rímac en este sector, el cual está constituido por un alto porcentaje de minerales ferromagnesianos lo cual se evidencia en la coloración rojizoviolácea de las rocas que la conforman, por lo cual este factor físico natural condiciona la presencia de iones de hierro y manganeso en las aguas del río Rímac. Asimismo, la presencia de piritita en el área de estudio se debe a los Sulfuros Masivos Volcanogénicos de plomo, zinc y cobre pertenecientes al Cretácico Superior Paleoceno que conforman la provincia de Huarochirí, lo cual se evidencia en la presencia de lavas y brechas andesíticas de color gris azulado a verdoso, producto de la oxidación de la piritita, la cual en interacción con el agua, el oxígeno y la acción de los agentes biológicos

es un factor condicionante de la formación de aguas ácidas con la consecuente lixiviación de metales; por lo cual se tiene concentraciones de iones de plomo, zinc y cobre en las aguas del Rímac tal como lo demuestran los análisis de laboratorio.

De lo descrito en términos generales, se concluye que los factores físicos químicos y biológicos determinan la presencia de iones metálicos en las aguas del río Rímac como factores independientes al desarrollo de la actividad minera en el distrito de San Mateo.

El análisis de la evolución de la calidad del agua de los últimos diez años demuestra que ha habido una reducción considerable en la concentración de los iones metálicos en las aguas del río Rímac, debido a la puesta en práctica de técnicas de tratamiento; sin embargo estas no han permitido precipitar los iones metálicos, ya que el análisis de calidad del agua del

**Tabla N.º 4.** Valores promedios mensuales del arsénico (mg/l) – Año 2008.

Estación	Ubicación	ene-08	feb-08	abr-08	may-08	jun-08	jul-08	ago-08	sep-08	oct-08
E-1	R. Blanco, Estación Meteorológica, C. Central Km 101.	0,018	0,010	0,008	0,007	0,007	0,005	0,006	0,010	0,010
E-2	Río Rímac, puente Anchi II, Carretera Central Km 100.	0,015	0,012	0,008	0,004	0,008	0,000	0,000	0,013	0,013
E-3	Río Rímac, puente Pite, San Mateo, C. Central Km 95.	0,015	0,014	0,009	0,006	0,008	0,005	0,008	0,012	0,012
E-4	Río Rímac, puente Tamboraque II, C. C. Km 90.5	0,016	0,011	0,010	0,027	0,011	0,002	0,030	0,028	0,028
E-5	Río Aruri, antes unión con río Rímac, C.C. Km 89	0,021	0,019	0,008	0,012	0,011	0,004	0,013	0,011	0,011
E-6	R. Rímac, bocatoma ex Pablo Bonner, C.C. Km 89.	0,023	0,070	0,010	0,014	0,024	0,016	0,040	0,057	0,057
E-7	Río Rímac, puente Tambo de Viso, C. C. Km 83.5.	0,022	0,062	0,008	0,027	0,031	0,014	0,028	0,026	0,026
Estándar Nacional de Calidad del Agua para la Categoría III		0,05								

**Tabla N.º 5.** Valores promedios mensuales del manganeso (mg/l) – Año 2008.

Estación	Ubicación	ene-08	feb-08	abr-08	may-08	jun-08	jul-08	ago-08	sep-08	oct-08
E-1	R. Blanco, Estación Meteorológica, C. Central Km 101.	0,778	0,460	1,705	0,321	1,180	0,500	2,220	1,307	0,410
E-2	Río Rímac, puente Anchi II, Carretera Central Km 100.	0,524	0,135	1,718	0,025	1,250	0,025	0,025	0,539	0,025
E-3	Río Rímac, puente Pite, San Mateo, C. Central Km 95.	0,546	0,495	1,736	0,175	1,340	0,594	0,393	0,627	0,403
E-4	Río Rímac, puente Tamboraque II, C. C. Km 90.5	0,538	0,473	1,791	1,090	0,107	0,152	0,139	0,103	0,127
E-5	Río Aruri, antes unión con río Rímac, C.C. Km 89	0,337	0,457	1,657	0,217	0,099	0,142	0,074	0,072	0,115
E-6	R. Rímac, bocatoma ex Pablo Bonner, C.C. Km 89.	0,349	0,485	1,752	0,542	0,069	0,024	0,025	0,025	0,393
E-7	Río Rímac, puente Tambo de Viso, C. C. Km 83.5.	0,340	0,490	1,711	0,865	0,237	0,146	0,128	0,113	0,142
Estándar Nacional de Calidad del Agua para la Categoría III		0,2								

año 2008 demuestra que aún existen elementos como el plomo, cadmio, arsénico, manganeso y fierro que requieren la aplicación de técnicas de tratamiento correctivas para poder cumplir las nuevas exigencias establecidas en los estándares nacionales de calidad ambiental del agua en lo que respecta al uso del riego de vegetales y bebida de animales, lo cual exige un mayor control y vigilancia por parte de la Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA, como organismo encargado de la vigilancia de los recursos hídricos del Perú, así como de una fiscalización mas exhaustiva por parte de la autoridad competente en lo referente a la implementación y mejoras de los sistemas de tratamientos de efluentes mineros, los cuales son fuentes de vertimiento que influyen directamente sobre la calidad de las aguas del río Rímac con la finalidad de poder cumplir los objetivos nacionales de conservación del recurso hídrico.

Respecto a las fuentes de contaminación de los cursos de agua superficial, se ha obtenido que tanto la actividad minera como la existencia de pasivos ambientales mineros en la zona son los dos factores principales que generan la alteración de la calidad del agua del río Rímac, producto de la descarga de vertimientos mineros, drenajes ácidos de mina; así como la generación de lixiviados originados por la presencia de relaveras y bocaminas dejadas por la antigua minería, que actualmente no es manejada por el Estado; lo cual se evidencia en las diversas afecciones en la salud que han presentado los pobladores de San Mateo, teniendo como caso representativo el de los pobladores de Máycoc y Daza quienes presentaron concentraciones de plomo, arsénico y cadmio en su organismo en niveles mayores a lo permitido por encontrarse ubicados muy próximos a la relavera Máycoc; otros efectos en la salud son enfermedades

Tabla N.º 6. Valores promedios mensuales del hierro (mg/l) – Año 2008.

Estación	Ubicación	ene-08	feb-08	abr-08	may-08	jun-08	jul-08	ago-08	sep-08	oct-08
E-1	R. Blanco, Estación Meteorológica, C. Central Km 101.	1,227	0,969	0,654	0,246	0,307	0,277	0,156	0,199	0,562
E-2	Río Rímac, puente Anchi II, Carretera Central Km 100.	1,296	1,140	0,684	0,103	0,346	0,164	0,204	0,942	0,251
E-3	Río Rímac, puente Pite, San Mateo, C. Central Km 95.	1,514	1,295	0,713	0,139	0,312	0,251	0,283	0,854	0,892
E-4	Río Rímac, puente Tamboraque II, C. C. Km 90.5	1,555	1,144	0,750	0,123	0,055	0,134	0,169	0,161	0,336
E-5	Río Arurí, antes unión con río Rímac, C.C. Km 89	0,842	1,101	0,687	0,038	0,065	0,203	0,066	0,057	0,157
E-6	R. Rímac, bocatoma ex Pablo Bonner, C.C. Km 89.	0,949	2,328	0,777	0,364	0,117	0,112	0,113	0,038	3,674
E-7	Río Rímac, puente Tambo de Viso, C. C. Km 83.5.	1,128	2,637	0,827	0,133	0,150	0,142	0,208	0,209	0,630
Estándar Nacional de Calidad del Agua para la Categoría III		1								

dermatológicas y daños en el organismo, lo cual ha sido materia de investigación y análisis de diversas entidades del Estado para conocer la situación real de la salud de los pobladores del distrito de San Mateo.

De la identificación de tecnologías disponibles sobre el tratamiento de efluentes mineros, se ha obtenido que la tecnología HDS – Lodos de Alta Densidad es la que garantiza obtener efluentes que cumplan las actuales exigencias de la normativa ambiental, de acuerdo a su aplicación demostrada tanto nacional como internacionalmente en el tratamiento de efluentes con criterios de descarga a niveles de estándares de calidad ambiental, los cuales son los más óptimos para garantizar el cuidado y la protección de la calidad del agua de los cuerpos receptores.

#### IV. RECOMENDACIONES

Las aguas del río Rímac están destinadas para el uso de riego de vegetales y bebida de animales y no para fines de consumo humano; sin embargo, el 14% de las viviendas del distrito de San Mateo carece de un sistema de agua potable viéndose en la necesidad de utilizar agua de los cursos superficiales como son el río Rímac y sus tributarios como el río Blanco y el río Arurí; por lo cual se recomienda que la municipalidad distrital gestione la instalación y puesta en marcha de un **sistema de tratamiento de agua potable** a fin de cubrir las necesidades de la población que carece de este sistema.

Se debe poner mayor atención en los sistemas de **tratamiento de aguas servidas** del distrito de San Mateo, ya que se han registrado altas concentraciones de coliformes termotolerantes y totales para el año 2008 en las aguas del río Rímac, lo que indica que

el método de tratamiento utilizado no está siendo eficaz en la remoción de los contaminantes biológicos lo cual se evidencia en sus altas concentraciones que exceden en gran medida los estándares establecidos.

Es necesario realizar un **manejo adecuado del ganado** en aquellas zonas que se dedican exclusivamente a la actividad ganadera, en lo que respecta a su ubicación y disposición de excretas, ya que este es considerado un factor aportante de contaminantes biológicos a las aguas del Rímac; los cuales son vertidos directamente por acción de la lluvia o de las corrientes de agua.

Es necesario que las autoridades competentes realicen un **estudio y caracterización de los pasivos ambientales mineros** del distrito de San Mateo, a fin de poder determinar los efectos causados en la calidad del agua del recurso hídrico del distrito de San Mateo.

#### V. REFERENCIAS

- [1] AMEC. Estudio de Factibilidad de la Planta de Tratamiento de Aguas Acidas del Túnel Kingsmill. 2007.
- [2] AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE LOS ESTADOS UNIDOS. Guía para el Ciudadano sobre Extracción por Solventes. 2 págs. 2002.
- [3] AGENCIA PARA SUSTANCIAS TÓXICAS Y EL REGISTRO DE ENFERMEDADES. La Toxicidad del Plomo. Estudio de Caso en Medicina Ambiental. 88 págs. 2007.
- [4] ASESORES Y CONSULTORES MINEROS S.A. Estudio de Impacto Ambiental de la Planta de Beneficio Tonsuyoc. 1996.
- [5] CÁCEDA VIDAL R. La Lucha del Pueblo de San Mateo de Huanchor en Defensa de la Ecología y

- el Medio Ambiente en el Perú. Documento de Antecedentes Históricos. Primera Edición. Lima. 197 págs. 2000.
- [6] CONCENTRADORA DE MINERALES FORTUNA S.A.C. Estudio de Impacto Ambiental para el Traslado y Disposición Final de los Relaves de Máycoc.
- [7] CONSULCONT S.A.C. Plan de Cierre Temporal de la Mina Coricancha. 2003.
- [8] DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL. Informes Anuales de Monitoreo de Aguas de la Cuenca del Río Rímac de los años 2000 al 2008. Lima.
- [9] INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO, METALÚRGICO DEL PERU. Geología del Cuadrángulo de Matucana. Boletín.
- [10] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA. Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda. Huarochirí. San Mateo. 2007.
- [11] INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES. Inventario y Evaluación de los Recursos Naturales de la Zona del Proyecto Marcapomacocha. Lima. Perú. 1996.
- [12] INSTITUTO DE SALUD Y DEL TRABAJO. Minería y Salud Ambiental en la Cuenca del Rímac. Estudio de Caso de la Población de Máycoc, en San Mateo de Huanchor. Primera Edición. Lima. 38 págs. 2002.
- [13] LARIZBEASCOA & ZAPATA S.A.C. Estudio de Impacto Ambiental de la Nueva Cancha de Relaves Aruri para la Concentradora de Minerales Fortuna. 2002.
- [14] MINERA INTERANDINA DE CONSULTORES S.R.Ltda. Estudio de Impacto Ambiental para la Explotación de Minerales No Metálicos en la Región Centro del Perú, Proyecto: Nuestra Señora de las Mercedes. 2001.
- [15] MINISTERIO DEL AMBIENTE. (2008). Estándares nacionales de Calidad Ambiental para Agua. D.S N° 002-2008-MINAM. Norma Legal. Lima.
- [16] MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Evaluación Ambiental Territorial de la Cuenca del río Rímac. Lima. 1997.
- [17] MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Guía para la Evaluación de Impactos en la Calidad de las Aguas Superficiales por Actividades Minero Metalúrgicas. Primera Edición. Vol. 22. Lima. 153 págs. 2007.
- [18] MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Guía Ambiental de Manejo de Agua en Operaciones Minero metalúrgicas. Lima. 24 págs. 1997.
- [19] MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Inventario de Pasivos Ambientales Mineros. Informe Preliminar. Lima. 41 págs. 2006.
- [20] MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Niveles Máximos Permisibles de Emisión de Efluentes Líquidos para las Actividades Minero metalúrgicas. R.M N° 011-96-EM/VMM. Norma Legal. Lima. 1996.
- [21] MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua. Guía Técnica. Lima. 56 págs.
- [22] MINISTERIO DE SALUD. Evaluación de la Salud realizada a la Población Aledaña a la Cancha de Relaves de Minera Lizandro Proaño S.A. Lima. 44 págs. 2000.
- [23] PROGRAMA APGEP-SENREM. Convenio USAID-CONAM. Participación Comunitaria en el Monitoreo de las Actividades Mineras: Los Casos de Vicos y de San Mateo de Huanchor. Investigación sobre Política y Legislación Ambiental. Documento de Sistematización. Primera Edición. Lima. 156 págs. 2002.
- [24] PROGRAMA APGEP-SENREM. Convenio USAID-CONAM. Plan de Gestión Ambiental para el Desarrollo Sustentable en el distrito de San Mateo de Huanchor. Primera Edición. Lima. 117 págs. 2002.
- [25] ROJAS RICARDO A. Contaminación del Río Rímac por Metales Pesados Provenientes de la Industria Minera. Lima. 76 págs. 1986
- [26] SANÍN LUZ HELENA, COSSÍO T, ROMIEU I, AVILA M. Acumulación de Plomo en Hueso y sus Efectos en la Salud. Artículo de Revisión del Centro de Investigación en Sistemas de Salud del Instituto Nacional de Salud Pública. Morelos, México. Págs. 359-367. 1998.
- [27] SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. Información Hidrológica y Meteorológica de la Zona de Matucana.
- [28] SVS INGENIEROS S.A. Plan de Cierre del Depósito de Relaves de Máycoc de Wiese Sudameris Leasing S.A. 2005.
- [29] VECTOR PERÚ S.A.C. Plan de Cierre de la Unidad Minera Tamboraque de Compañía Minera San Juan. 2006
- [30] WILLIAM T, OLIVERA P. Determinación de Cromo, Manganeso, Fierro, Cobalto, Níquel, Cobre, Zinc y Arsénico en Aguas del Río Rímac por Fluorescencia de Rayos-X en Reflexión Total. Resumen del Estudio. Lima. Págs. 73-76.