



**MINISTERIO DE ENERGIA
Y MINAS**



**DIRECCION GENERAL DE
ASUNTOS AMBIENTALES**

EVALUACION AMBIENTAL TERRITORIAL DE LA CUENCA DEL RIO RIMAC

JULIO 1997

INDICE

- 1. INTRODUCCION**
 - 1.1. ANTECEDENTES**
 - 1.2. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE LAS CUENCAS**
 - 1.3. OBJETIVOS DEL TRABAJO**
 - 1.4. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO**

- 2. DESCRIPCION DE LA CUENCA DEL RÍO RIMAC**
 - 2.1. GENERALIDADES**

- 3. GEOLOGIA**
 - 3.1. GEOLOGIA ESTRUCTURAL**

- 4. HIDROLOGIA**
 - 4.1. SUBCUENCAS EN EL RÍO RIMAC**
 - 4.2. ORDEN DEL CURSO DE AGUA, SEGÚN HORTON**
 - 4.3. CALIDAD DE AGUA**
 - 4.4. USOS DE AGUA, TRANSFERENCIAS Y RETIROS**
 - 4.5. USO DE LA TIERRA**
 - 4.6. ZONAS ECOLÓGICAS**
 - 4.7. POBLACIÓN**

- 5. ACTIVIDADES MINERO METALÚRGICAS EN LA CUENCA**
 - 5.1. INFORMACIÓN ACTUAL**
 - 5.2. CUENCA EN ESTUDIO – UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD**
 - 5.3. PLANTAS DE BENEFICIO VIGENTES EN EL DEPARTAMENTO DE LIMA**
 - 5.4. ACTIVIDAD MINERO METALURGICA EN LA CUENCA DEL RIO RIMAC (1977)**

- 6. PROGRAMA DE CAMPO**
 - 6.1. OBJETIVOS**
 - 6.2. CARACTERÍSTICAS DE LA ROCA DE DESMONTE**
 - 6.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS RELAVES**
 - 6.4. IMPACTOS GENERALES DE MINAS**
 - 6.5. PROBLEMAS DE SEDIMENTACIÓN Y CONTROL DE DRENAJES**
 - 6.6. PROBLEMAS DE MATERIALES PELIGROSOS**
 - 6.7. CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO RÍMAC**
 - 6.8. CARACTERIZACIÓN DE LOS RELAVES Y ROCA DE DESMONTE**
 - 6.9. RIESGOS POTENCIALES**
 - 6.10. DEFINICIÓN DE PRIORIDADES**

- 7. MEDIDAS DE MITIGACION**
 - 7.1. GENERALIDADES**
 - 7.2. SUPUESTOS DE ESTIMACIÓN**

8. REVISION DE LA CUENCA

- 8.1. SITUACIÓN ACTUAL**
- 8.2. ESTRATEGIAS DE MANEJO AMBIENTAL**
- 8.3. CONCLUSIONES**
- 8.4. RECOMENDACIONES**

1. INTRODUCCION

1.1. ANTECEDENTES

El Perú es un país minero. Esta actividad representa aproximadamente entre el 40 y el 50% del producto de exportación. Su participación en la minería mundial destaca como producto de primer nivel en zinc, plata y estaño y, en menor escala, en plomo, cobre y oro.

En los últimos 5 ó 6 años, se ha vivido una etapa de apertura a la economía global y a las inversiones, lo cual está conduciendo a la presencia de capitales, privados, tanto nacionales como extranjeros, en las diferentes etapas de la actividad minera.

1.2. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE LAS CUENCAS

El Decreto Legislativo 757, Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada, contiene las disposiciones requeridas para promover la inversión privada en todos los sectores de la economía nacional, dicta las disposiciones para dar seguridad jurídica a los inversionistas e incentiva un modelo de desarrollo que armoniza la inversión productiva con la preservación del medio ambiente. El Título 15° del Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería señala los requerimientos ambientales que tiene que cumplir todo titular de actividad minera. Asimismo, el D.S. 016-93-EM y el D.S. 059-93-EM contienen el Reglamento para la Protección Ambiental en las actividades minero-metalúrgicas. Se reglamenta el control de la contaminación en estas actividades mediante mecanismos tales como los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) para proyectos nuevos o ampliaciones mayores al 50 %, y los Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) para unidades en operación.

Además de la contaminación netamente inorgánica, como producto de la alteración de los minerales sulfurados, por los agentes del intemperismo (aire y agua), es posible también tener la presencia la contaminación orgánica, principalmente del tipo antropogénico, como producto de las actividades humanas de primera necesidad. Toda esta contaminación, inorgánica y orgánica, es la que al final discurre a la cuenca.

1.3. OBJETIVOS DEL TRABAJO

El propósito del estudio es realizar la Evaluación Ambiental Territorial de la Cuenca del Río Rímac, cuya contaminación ha sido originada por la actividad minera histórica y presente, a fin de establecer los lineamientos del Programa de Adecuación Ambiental Minero de la Cuenca, así como formular un Programa de Restauración del Pasivo Ambiental Histórico, desarrollando, a nivel conceptual, los proyectos individuales que deben comprender estos Programas o Planes, incluyendo la estimación de costos de los mismos.

1.4. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO

En primer lugar, se ha efectuado una amplia revisión de la mayor cantidad de información posible relacionada con este tema. Indudablemente, la información más valiosa y reciente la constituyen los programas de monitoreo de las empresas formales de la zona (del EVAP o PAMA y EIA).

Con estos resultados de análisis químicos y flujos volumétricos, se ha procedido a efectuar balances de agua y de carga sobre ciertos elementos contaminantes.

La siguiente etapa importante ha sido la visita al lugar, donde se efectuó trabajos muy específicos tales como la verificación de los impactos, toma de muestras faltantes, toma de nuevas muestras a fin de complementar los balances efectuados, realizar entrevistas a grupos de población y apreciar qué otras formas posibles de contaminación pueden existir en la cuenca (minas abandonadas, actividad de pequeña o micro minería, centros poblados, etc.).

La parte final ha consistido en estructurar un diagnóstico cuantitativo de la cuenca en lo que a contaminación relacionada con la minería se refiere, para luego plantear las soluciones a toda la problemática que no esté cubierta en los PAMAS de las empresas formales. Estos resultados serán invaluableles para un seguimiento posterior de lo que sería el programa de adecuación de la cuenca.

2. DESCRIPCION DE LA CUENCA DEL RÍO RIMAC

2.1. GENERALIDADES

La cuenca del río Rímac es una de las cuencas hidrográficas más importantes del país, al encontrarse dentro de ella la Gran Capital, desempeñando un rol vital como fuente de abastecimiento de agua para el consumo humano, agrícola y energético, existiendo en ella 5 centrales hidroeléctricas importantes.

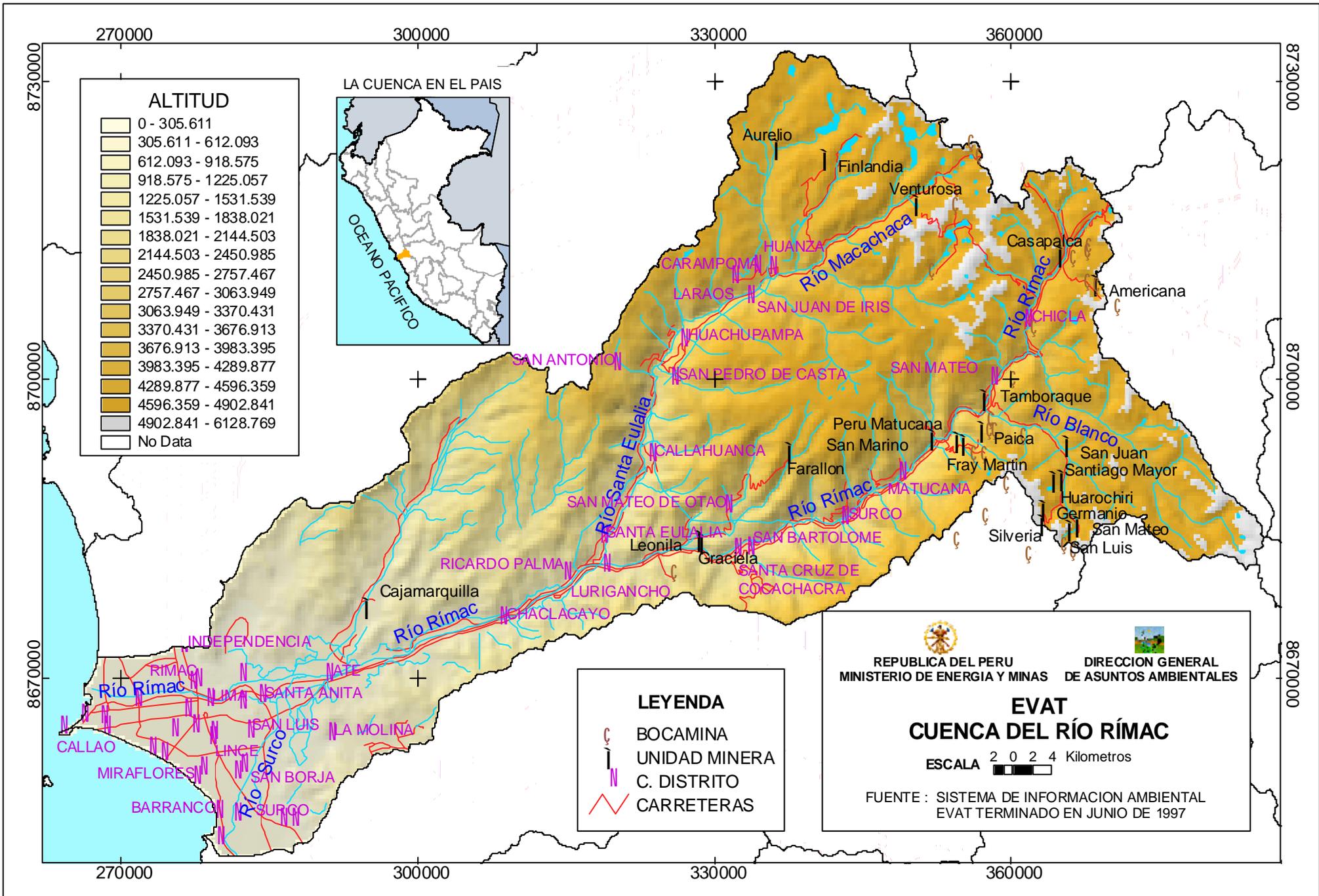
La cuenca del río Rímac se origina en la vertiente occidental de la cordillera de los Andes a una altitud máxima de aproximadamente 5,508 metros sobre el nivel del mar en el nevado Paca y aproximadamente a 132 kilómetros al nor-este de la ciudad de Lima, desembocando por el Callao, en el océano Pacífico. El área total de captación es de 3,132 km², que incluye aquella de sus principales tributarios, Santa Eulalia (1,097.7 km²) y Río Blanco (193.7 km²), tiene en total 191 lagunas, de las cuales 89 han sido estudiadas.

Conforme la cuenca se eleva de Lima hacia su fuente en la cordillera, el valle del río varía de un amplio plano costero, en el cual está situada Lima, a un perfil de valle bien definido que sirve de soporte a actividades agrícolas y a importantes centros de población tales como Vitarte, Chaclacayo, Chosica, Ricardo Palma y Matucana. En las partes más altas de la cuenca, al Este de Surco (altura de 2,200 m.s.n.m), el valle se vuelve extremadamente angosto con paredes laterales con un talud muy empinado y paisajes espectaculares.

La cuenca sostiene varias comunidades en esa sección, tales como Matucana, San Mateo y Chicla.

En la sub cuenca de Santa Eulalia se ubican, aguas arriba de su confluencia con el Río Rimac, las comunidades de Santa Eulalia, Collahuarca, San Pedro de Casta, Huachupampa, San Juan de Iris y Huansa.

La cuenca del Río Rimac soporta un amplio rango de actividad minera la que es particularmente intensa en las zonas más altas, tanto en la parte principal del Rimac como en la sub cuenca del Santa Eulalia.



ALTITUD

0 - 305.611
305.611 - 612.093
612.093 - 918.575
918.575 - 1225.057
1225.057 - 1531.539
1531.539 - 1838.021
1838.021 - 2144.503
2144.503 - 2450.985
2450.985 - 2757.467
2757.467 - 3063.949
3063.949 - 3370.431
3370.431 - 3676.913
3676.913 - 3983.395
3983.395 - 4289.877
4289.877 - 4596.359
4596.359 - 4902.841
4902.841 - 6128.769
No Data



LEYENDA

- BOCAMINA
- UNIDAD MINERA
- C. DISTRITO
- CARRETERAS

REPUBLICA DEL PERU
 MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

DIRECCION GENERAL
 DE ASUNTOS AMBIENTALES

EVAT

CUENCA DEL RÍO RÍMAC

ESCALA Kilometros

FUENTE : SISTEMA DE INFORMACION AMBIENTAL
 EVAT TERMINADO EN JUNIO DE 1997

3. GEOLOGIA

3.1. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Fallamientos: Las fallas más notorias son la falla Chorrillos, Salto del Fraile, El Túnel, La Chira, Colura-Umazamba, fallamiento inverso en el área del puente Infiernillo, Falla Chinchán.

Plegamientos: El más saltante es el Anticlinal de Lima, que es de gran extensión y su eje pasa por la ciudad de Lima, extendiéndose desde el Morro Solar en Chorrillos, playas Conchan y La Campiña, hasta el Cerro Ancón. Otros plegamientos son: el de la localidad de Cocachacra, de Huinco, del área Tambo de Viso-Venturosa, Sinclinal de Chicla – Río Blanco.

Unidades Litológicas

Unidad I: Depósitos Superficiales

Son los depósitos recientes, no diagenizados, son de extensiones y espesores variables, con diferentes grados de cohesión y litología, su morfología varía de un lugar a otro y depende de los procesos que les han dado origen.

Dentro de estos existen depósitos glaciales, fluvio-glaciales, aluviales, coluviales, proluviales, fluviales, litorales y eólicos.

Unidad II: Rocas Volcánicas

Consisten mayormente de derrames andesíticos de textura afanítica y porfirítica, también se encuentran basaltos, todas de composición riolítica y dacítica, tufo lapilíticos, aglomerados y brechas volcánicas, las coloraciones que presentan son diversas, predominando los tonos gris, gris verdoso y violáceo.

Unidad III: Volcánico Sedimentaria

- Sub Unidad IIIa Conglomerados Volcánicos, Derrames Andesíticos, Limolitas y Areniscas.

Sector oriental de la cuenca, en las localidades de Yauliyacu, Casapalca, Yuracmayo etc. Están conformados mayormente por conglomerados volcánicos intercalados con arenisca, limolitas y calizas arenosas, derrames andesíticos porfiroideos y tobas finas.

La estabilidad de esta sub unidad puede considerarse de mediana a buena.

- Sub Unidad IIIb Tobas, Areniscas Tobáceas y Calizas

Sector oriental de la cuenca, localidades del río Blanco, Chicla, y Bellavista. Está conformado mayormente por calizas margosas, tobas finas, andesitas tobáceas, tobas redepositadas, tobas lapilíticas, areniscas tobáceas.

- Sub Unidad IIIc Areniscas, Andesitas y Conglomerados.

Sector oriental de la cuenca, Mina Millotingo, lagunas de Urpo, cerro Carapeca, etc. En general estables con problemas menores de geodinámica extrema.

- Sub Unidad IIId Tobas, Areniscas y Limolitas

Sector central de la cuenca, localidades de Llanca, Chinchina, Cerros Marcajay y Huarichaca. Esta unidad se encuentra alejada del curso principal del río Rímac.

- **Sub Unidad IIIe Derrames Andesíticos, Calizas, Metavolcanicos, Lodolitas**

Sector central de la cuenca, localidades de Carachacra, San Lorenzo de Huachupampa y cerro Pacsahumo.

- **Sub Unidad IIIf Lavas Andesíticas, Lodolitas, Margas, Chert**

Sector occidental de la cuenca, aflorando en el cerro Santa María, quebrada El Silencio, etc. Se encuentran alejadas del curso principal del río Rímac.

Unidad IV Sedimentarios

- **Sub Unidad IVa Calizas**

Afloran en el sector oriental de la cuenca, en la quebrada de Pancha, puente El Infiernillo, Huamanripa y Corte, etc., en los lugares donde la roca está muy fracturada, puede ocurrir caída de fragmentos y bloques sobre las carreteras.

- **Sub Unidad IVb Lutita, Areniscas, Cuarcitas Limolitas**

Estas rocas afloran en el sector nor-occidental de la cuenca, localizándose en el cerro Morro Solar, la secuencia típica.

- **Sub Unidad IVc Areniscas, Limolitas, Lutitas Conglomerados**

Afloran en el sector oriental de la cuenca, en la localidad de Casapalca, se considera como zonas moderadamente estables.

- **Sub Unidad IVd Calizas Limolitas**

Sector Occidental de la cuenca, en el área de la ciudad de Lima. Se encuentran alejadas del curso principal del Río Rímac.

Unidad V Rocas Intrusivas

Se encuentran mayormente en el curso inferior del Río Rimac, encontrándose también pequeños cuerpos en el curso medio y superior.

Se encuentran cuerpos tales como dioritas, tonalitas, granodioritas, tonalitas-dioritas, tonalitas-granodioritas y gabros. Se encuentran fracturadas, diaclasadas, meteorizadas, con disyunción esferoidal, generalmente con mediana resistencia al golpe.

Unidad VI Rocas Metamórficas

Las rocas metamórficas se localizan en sectores muy reducidos de la cuenca, no siendo mapeables.

4. HIDROLOGIA

4.1. SUBCUENCAS EN EL RÍO RIMAC

La cuenca total del río Rímac tiene una extensión aproximada de 3,312 km², de la cual 2,237.2 km² es cuenca húmeda, donde caen precipitaciones significativas. A partir de Chosica hacia la desembocadura del río en el Océano Pacífico, incluyendo la quebrada Jicamarca se puede considerar como cuenca seca, donde sólo esporádicamente ocurren precipitaciones. Esta área tiene una extensión de 895.2 km².

- Cuenca Seca

La cumbre de los cerros en esta denominada cuenca seca va de 2,200 a 1,200 m.s.n.m salvo las nacientes de la quebrada seca de Jicamarca que bordea los 3,400 m.s.n.m.

La cuenca seca propia del río Rímac, entre Chosica y el mar tiene una extensión de 467.2 km² y una longitud del curso de agua de 56.9 km. Se puede distinguir tres tramos bien definidos en este curso de agua: el primero entre Chosica y el ingreso de la Quebrada Jicamarca, tienen 21.5 km de longitud, con una pendiente de 2.4 por ciento y baja de los 966 a los 450 m.s.n.m. El segundo tramo, desde el ingreso de quebrada Jicamarca hasta la zona de La Menacho (ingreso del río Rímac a la ciudad de Lima), tiene 17.9 Kms., de longitud, con una pendiente de 1.4 por ciento y baja de los 450 a los 195 m.s.n.m. El tercer tramo, desde la Menacho hasta la desembocadura del río Rímac en el mar, va por la zona urbana de la ciudad de Lima y tiene 17.5 km., de longitud, con una pendiente de 1.1 por ciento y baja de 195 a 0.0 m.s.n.m.

La quebrada seca de Jicamarca tiene una extensión de 428 km² y una longitud de cauce de 34.7 km. Se puede distinguir dos subcuencas, denominadas. Quebrada Seca y Quebrada Huaycoloro. La Quebrada Seca tiene una longitud de 29.3 kms., y una pendiente de 7.2 por ciento. La quebrada Huaycoloro tiene una longitud de 23.2 kms., con una pendiente de 10.7 por ciento bajando en sus últimos 16 kms a 4.4 por ciento. El tramo final de la quebrada seca Jicamarca, entre la unión de las quebradas secas y Huaycoloro y el río Rímac, es de 7.5 Km., de longitud con una pendiente de 0.7 por ciento.

- Cuenca Húmeda

La cuenca húmeda del río Rímac, desde las estribaciones occidentales de la Cordillera de los Andes hasta Chosica tiene una extensión de 2,237.2 km² y muestra dos subcuencas principales, la del río Santa Eulalia, con 1,097.7 km² de extensión y la del río Alto Rímac o San Mateo, con 1,139.5 km² de extensión. Estas subcuencas tienen, a su vez, subcuencas secundarias: dos en el Santa Eulalia y dos en el Alto Rímac o San Mateo.

La subcuenca principal de Santa Eulalia tiene una extensión de 1,097.7 km², con una longitud de cauce de 69 km. Se puede distinguir dos subcuencas secundarias: Macachaca y Sacsa.

La subcuenca Macachaca, tiene una extensión de 328 km² y una longitud de cauce de 24.5 km, con una pendiente de 4.9 por ciento que baja de los 4,850 a los 3,400 m.s.n.m.

La subcuenca Sacsa, tiene una extensión de 155.7 km² y una longitud de cauce de 24.5 km. con una pendiente 4.9 por ciento que baja de los 4,600 a los 3,400 m.s.n.m.

El tramo inferior del río Santa Eulalia, aguas debajo de la unión de los ríos Macachaca y del Río Sacsa, tiene una extensión de 614.0 km² una longitud de cauce de 39.5 kms, con una pendiente de 6.2 por ciento que baja de los 3,400 a 966 m.s.n.m.

La subcuenca principal del Alto Rimac tiene una extensión de 1,139.5 km², con una longitud de cauce de 59.8 km. Tiene dos subcuencas secundarias laterales: el río Blanco y la quebrada Parac.

La subcuenca propia del Alto Rímac tiene una extensión de 804.7 km² y una longitud de cauce de 59.8 km., con una pendiente de 6.5 por ciento que baja de los 4,850 a 966 m.s.n.m.

La subcuenca del río Blanco, es lateral a la subcuenca del Alto Rímac y tiene una extensión de 193.7 km², con una longitud de cauce de 33 km, con una pendiente de 3.3 por ciento que baja de 4,750 a 3,650 m.s.n.m.

La subcuenca de la quebrada Parac, es también lateral a la subcuenca del Alto Rímac y paralela a la subcuenca del río Blanco. Tiene una extensión de 141.1 km² y una longitud de cauce de 20 km, con una pendiente de 7.5 por ciento, que baja de los 4,650 a 3,200 m.s.n.m.

4.2. ORDEN DEL CURSO DE AGUA, SEGÚN HORTON

El curso de agua del río Rímac desde Chosica (punto de unión del Santa Eulalia y el Rímac), hasta el mar, es de 4to. orden. El curso de agua de la subcuenca Santa Eulalia es del 3er. orden, desde Antacucho (punto de unión del río Macachaca y río Sacsa). A su vez, el curso de agua del río Macachaca y el río Sacsa, son de 2do. orden. A su vez, el curso de agua de la subcuenca Alto Rimac, es también de 3er. orden, desde Cachay (punto de unión del río San Mateo Alto y el río Blanco). El curso superior del río Rímac y el del río Blanco son de 2do. orden, a consecuencia de la unión de dos quebradas iniciales, ambas de 1er. orden.

Densidad de Drenaje

Toda la cuenca del río Rímac tiene una baja densidad de drenaje. La cuenca húmeda tiene 0.46 kms/km² y la cuenca integral del río Rímac, tiene una densidad de drenaje de 0.5 km/km².

Descarga en la Cuenca del Río Rímac

La descarga máxima en 24 horas, ocurrida en el río Rímac y registrada en la estación de Chosica asciende a 385 m³/seg (año 1,941) y sólo repetida en otra oportunidad con 380 m³/seg (año 1,955).

4.3. CALIDAD DE AGUA

Se dispone de datos de calidad de agua en la estación hidrológica al final del río Rímac. Aparentemente existen inconsistencias en los datos históricos quizá asignados en la transcripción de los datos de los informes de laboratorios o en errores analíticos.

En general, los datos disponibles indican que el agua superficial en el río Rímac se caracteriza por bajos niveles de color (<10CU), altos niveles de turbidez, especialmente durante la temporada de lluvias (20 a 600 TU), y moderadas concentraciones de sólidos en solución (300 a 500 mg/lit). El agua es alcalina (pH en el rango de 7.4 a 8.4), dura (100 a 260 mg/lit como CaCO₃) y contenido, de aluminio, trazas de hierro, arsénico y plomo. El contenido relativamente alto de sulfato (88 a 230 mg/lit) refleja la descarga de drenajes ácidos de mina hacia el río.

4.4. USOS DE AGUA, TRANSFERENCIAS Y RETIROS

El caudal de estiaje del Río Rímac, entre los meses de Mayo y Diciembre es suministrado por el complejo de lagunas y represas existentes, con fines de generación de energía, tanto en la cuenca propia del río Rímac, como en la subcuenca vecina de Marcapomacocha, que es transvasada hacia el río Santa Eulalia, afluente del río Rímac.

El caudal de estiaje mensual fluctúa entre 16.90 m³/seg y 18.19 m³/seg entre Junio y Noviembre, de los cuales aproximadamente 5 m³/seg proceden del transvase de Marcapomacocha.

Para suplir el déficit existente en el aporte de aguas superficiales se ha proyectado la derivación de las aguas de la cuenca alta del río Mantaro y el represamiento (ya concluido) del río Yuracmayo.

4.5. USO DE LA TIERRA

Uso de la tierra agrícola física neta es de 9,000 Ha y durante el año está orientada a dos tipos de cultivos: aquellos que ocupan un área permanente 1,630 Ha representadas por frutales, algodón, flores y pastos permanentes, y los de corto período vegetativo o transitorio que ocupan el área física de rotación 7,370 Ha representados por hortalizas, menestras, maíz, tubérculos, etc.

Vegetación Natural

Se puede observar que en el rango altitudinal entre 0-1,000 m.s.n.m., son áreas áridas o desiertas con pocas especies de Tillandsias que viven de la humedad atmosférica. Entre los 1,000 y 2,000 m.s.n.m. se considera una zona semiárida con especies tales como el molle (*Schinus molle*), la "tara" (*Caesalpinia tinctoria*) y varias especies de cactus

En el rango de 2,000 a 4,000 m.s.n.m. se observa algunos arbustos y vegetación de pastos naturales estacionales; entre los 4,000 y 5,000 m.s.n.m. los pastos naturales son permanentes.

4.6. ZONAS ECOLÓGICAS

- Desierto Desecado Premontano Tropical (Dd-St)

El escenario edáfico está representado por suelos de textura variable, entre ligeros y finos, con cementaciones salinas, cálcicas o gípsicas (yeso) y con incipiente horizonte a superficial, con menos de 1% de materia orgánica. Los grupos de suelos son Yermosoles irrigados y donde predominan las arenas, los regosoles, con formaciones dunosas. Los litosoles y las formaciones líticas son típicas de aquellas áreas empinadas en donde aparece el material rocoso.

- Matorral Desértico Sub Tropical (Md-St)

La biotemperatura media anual es de 17.4 °C y el promedio de precipitación total por año, de 139.7 milímetros.

El relieve topográfico varía entre ondulado y quebrado con algunas áreas de pendientes suaves (parte central de los valles costeros). El escenario edáfico con predominancia de suelos delgados de naturaleza litosólica esencialmente. Asimismo, regosoles de naturaleza arenosa asociados con fluviales de morfología estratificada.

- Estepa Espinoza Montano Baja Sub Tropical (Ee-Mbs)

Se encuentra comprendida en la localidad de Matucana. La biotemperatura media anual máxima es de 17.7 °C y la media anual mínima de 12.8°C. El promedio máximo de precipitación total por año es de 590.4 milímetros y el promedio mínimo de 216.1 milímetros.

El relieve topográfico es predominantemente refinado, ya que fisiográficamente ocupan las paredes de los valles.

- Estepa Montano Tropical (E-Mt)

Se encuentra ubicada en la localidad de San Mateo, la biotemperatura media anual máxima es de 14.1 °C (Estación Yauyos cima) y la media anual máxima de 9.5 °C. El promedio máximo de precipitación total por año es de 541.8 mm y el promedio mínimo de precipitación de 244.5 mm. (Huarochirí Lima).

- Páramo Húmedo Sub Alpino Tropical (Ph-Sat)

La biotemperatura media anual varía entre 3 y 6 °C y el promedio de precipitación por año entre 500 y 1,000 mm. Según el diagrama bioclimático el promedio de evapotranspiración potencial total por año varía entre la mitad (0.5) y una cantidad igual (1) al volumen promedio de precipitación total por año lo que la ubica en la provincia de humedad: "HUMEDA".

- Nival

En esta zona de vida, la biotemperatura media anual generalmente se encuentra por debajo de 1.5 °C y el promedio de precipitación total anual por año a menudo varía entre 500 y 1,000 mm.

4.7. POBLACIÓN

LIMA

Lima-Callao	7'479,540
Ate	307,993
Chaclacayo	44,484
Lurigancho	111,7098
Matucana	5,695
Callahuanca	776
Carampoma	468
Chicla	6,093
Huarochirí	1,847
Ricardo Palma	5,160
San Bartolomé	1,401
San Damián	2,009
San Juan de Iris	373
San Mateo	4,816
San Pedro de Casta	1,184
Santa Eulalia	8,451
Santiago de Tuna	484
Surco	1,756

5. ACTIVIDADES MINERO METALÚRGICAS EN LA CUENCA

5.1. INFORMACIÓN ACTUAL

Minas en operación	7
Minas Abandonadas	20
Plantas de Concentración	7
Refinería	1
Explotación no metálica	9
PAMAS registradas en DGAA	7

Temas De Riesgo Sísmico / Estabilidad de Suelos

La cuenca del Río Rímac se ubica dentro de una zona de alta actividad sísmica (Zona Sísmica).

<u>T retorno (años)</u>	<u>mb</u>
32	6.3
55	6.5
103	6.8

5.2. CUENCA EN ESTUDIO – UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

La cuenca del río Rímac se encuentra emplazada en el ramas Occidental de la Cordillera de los Andes, entre las cumbres nevadas de Anticona, Pucacocha, Yuracocha, etc., y el borde del Océano Pacífico, teniendo geoméricamente 204 km de largo, con un ancho promedio de 16 km, y una superficie de 3,312 km². Esta cuenca limita al Noreste con la cuenca del río Mantaro, al Sureste con la cuenca del río Lurín, por el Noreste con la cuenca del río Chillón y por el Suroeste con el Océano Pacífico.

5.3. PLANTAS DE BENEFICIO VIGENTES EN EL DEPARTAMENTO DE LIMA

Características de la Actividad Minero Metalúrgica en la Cuenca del Río Rímac

La actividad minero metalúrgica en la cuenca del Río Rimac se sitúa principalmente en las provincias de Huarochirí y Lima, siendo los distritos de Chicla, San Mateo, Matucana, Surco, Huanza y Carampoma los de mayor concentración de labores.

Los centros mineros más destacados de la zona se encuentran ubicados en Casapalca, Tamboraque, Millontingo, Pacococa, Colqui, Venturosa, Caridad, Lichicocha y Cocachacra.

Empresa	Zinc TMF	Plomo TMF
Centromín Perú – Casapalca	17,000	8,100
Perubar S.A.	44,000	4,500
C.M. Casapalca S.A.	3,200	3,200
C.M. El Barón S.A.	870	---
N.M. Lizandro Proaño SRL	810	540
TOTAL	65,880	16,340
Porcentaje de la producción	9.60%	7.03%

En la cuenca hay empresas mineras cuya actividad está paralizada, entre las cuales podemos mencionar a la C.M. Huampar S.A. C.M. Millotingo S.A. y S.M. Pacococha S.A. También existen varias bocaminas y depósitos de relaves que no están operativos.

Las empresas mineras que han presentado su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental- PAMA son las siguientes:

- Empresas Minera del Centro del Perú – Casapalca
- C.M. Casapalca S.A.
- N.M. Lizandro Proaño
- Perubar S.A.
- Refinería de Cajamarquilla S.A.
- Minera La Gloria S.A.
- C.M. Luren S.A.
- RGT Minerales S..A

5.4. ACTIVIDAD MINERO METALURGICA EN LA CUENCA DEL RIO RIMAC (1977)

1.	Empresas Minera	:	C.M. Casapalca
	Localidad	:	Departamento: Lima, Provincia: Huarochirí, Distrito: Chicla
	Sustancia	:	Metálica
	Elementos	:	Cu, Pb, Zn, Ag.
	Capacidad	:	350 TMD
2.	Empresa Minera	:	Empresa Minera del Centro del Perú S.A.
	Localidad	:	Departamento: Lima, Provincia: Huarochirí, Distrito: Chicla
	Sustancia	:	Metálica
	Elementos	:	Cu, Pb, Zn
	Capacidad	:	2720 TMD
3.	Empresas Minera	:	SMRL. Planta Concentradora Huarochiri
	Localidad	:	Departamento: Lima, Provincia: Huarochirí, Distrito : San Mateo
	Sustancia	:	Metálica
	Elementos	:	Cu, Pb, Zn, Ag.
	Capacidad	:	100 TMD
4.	Empresa Minera	:	C.M. El Barón S.A.
	Localidad	:	Departamento: Lima, Provincia: Huarochirí, Distrito: San Mateo.
	Sustancia	:	Metálica
	Elementos	:	Cu, Pb, Zn, Ag
	Capacidad	:	200 TMD
5.	Empresa Minera	:	C.M. Millotingo S.A.
	Localidad	:	Departamento: Lima, Provincia: Huarochirí, Distrito : San Mateo.
	Sustancia	:	Metálica
	Elementos	:	Ag.
	Capacidad	:	350 TMD

- | | | | |
|-----|----------------|---|---|
| 6. | Empresa Minera | : | N.M. Lizandro Proaño |
| | Localidad | : | Departamento: Lima, Provincia: Huarochirí,
Distrito: San Mateo |
| | Sustancia | : | Metálica |
| | Elementos | : | Cu, Pb, SNI, Ag. |
| | Capacidad | : | 300 TMD |
| 7. | Empresa Minera | : | S.M. Pacococha S.A. |
| | Localidad | : | Departamento: Lima, Provincia, Huarochirí,
Distrito: San Mateo |
| | Sustancia | : | Metálica |
| | Elementos | : | Pb, Ag. |
| | Capacidad | : | 300 TMD |
| 8. | Empresa Minera | : | C.M. Huampar S.A. |
| | Localidad | : | Departamento: Lima, Provincia, Huarochirí,
Distrito: Carampoma |
| | Sustancia | : | Metálica |
| | Elementos | : | Pb, Zn, Ag. |
| | Capacidad | : | 350 TMD |
| 9. | Empresa Minera | : | Suc. Anita Fernandini |
| | Localidad | : | Departamento: Lima, Provincia, Huarochirí,
Distrito: Surco |
| | Sustancia | : | Metálica |
| | Elementos | : | Pb, Ag. |
| | Capacidad | : | 150 TMD |
| 10. | Empresa Minera | : | Perubar S.A. |
| | Localidad | : | Departamento: Lima, Provincia, Huarochirí,
Distrito : Cocachacra |
| | Sustancia | : | Metálica |
| | Elementos | : | Pb, Zn, Ag. |
| | Capacidad | : | 1000 TMD |
| 11. | Empresa Minera | : | Cecibar S.A. |
| | Localidad | : | Departamento: Lima, Provincia, Huarochirí,
Distrito : Cocachacra |
| | Sustancia | : | Metálica |
| | Elementos | : | Pb, Zn, Ag. |
| 12. | Empresa Minera | : | Refinería de Cajamarquilla S.A. |
| | Localidad | : | Departamento: Lima, Provincia, Huarochirí,
Distrito : Lurigancho |
| | Sustancia | : | Metálica |
| | Elementos | : | Zn, Cd, Cu, Pb, Ag. |
| | Capacidad | : | 550 TMD |
| 13. | Empresa Minera | : | M. Barmine S.A. |
| | Localidad | : | Departamento: Lima, Provincia, Huarochirí,
Distrito : Cocachacra |
| | Sustancia | : | Metálica |
| | Elementos | : | Pb, Ag. |

- | | | | |
|-----|----------------|---|---|
| 14. | Empresa Minera | : | C.M. Venturosa S.A. |
| | Localidad | : | Departamento: Lima, Provincia, Huarochirí,
Distrito : Carampoma |
| | Sustancia | : | Metálica |
| | Elementos | : | Pb, Ag. |
| | Capacidad | : | 200 TMD |
| 15. | Empresa Minera | : | G.M. Germania |
| | Localidad | : | Departamento: Lima, Provincia, Huarochirí,
Distrito : San Mateo |
| | Sustancia | : | Metálica |
| | Elementos | : | Zn, Pb, Ag. |
| 16. | Empresa Minera | : | S.M. Viso S.A. |
| | Localidad | : | Departamento: Lima, Provincia, Huarochirí,
Distrito : San Mateo |
| | Sustancia | : | Metálica |
| | Elementos | : | Pb, Ag. |
| 17. | Empresa Minera | : | C.M. Acobamba S.A. |
| | Localidad | : | Departamento: Lima, Provincia, Huarochirí,
Distrito : Carampoma |
| | Sustancia | : | Metálica |
| | Elementos | : | Pb, Ag. |
| | Capacidad | : | 200 TMD |
| 18. | Empresa Minera | : | C.M. Perú Matucana (A) |
| | Localidad | : | Departamento: Lima, Provincia, Huarochirí,
Distrito : San Mateo |
| | Sustancia | : | Metálica |
| 19. | Empresa Minera | : | S.M. Fray Martín |
| | Localidad | : | Departamento: Lima, Provincia, Huarochirí,
Distrito : San Miguel de Viso |
| 20. | Empresa Minera | : | S.M. Paica |
| | Localidad | : | Departamento: Lima, Provincia, Huarochirí,
Distrito : San Miguel de Viso |
| 21. | Empresa Minera | : | C.M. Siberia |
| | Localidad | : | Departamento: Lima, Provincia, Huarochirí,
Distrito : San Mateo |
| 22. | Empresa Minera | : | C.M. San Mateo |
| | Localidad | : | Departamento: Lima, Provincia, Huarochirí,
Distrito : San Mateo |
| 23. | Empresa Minera | : | C.M. San Luis |
| | Localidad | : | Departamento: Lima, Provincia, Huarochirí,
Distrito : San Mateo |

24. Empresa Minera : C.M. Santa Fe
Localidad : Departamento: Lima, Provincia, Huarochirí,
Distrito : San Mateo
25. Empresa Minera : C.M. San Nonato
Localidad : Departamento: Lima, Provincia, Huarochirí,
Distrito : San Mateo
26. Empresa Minera : C.M. Las Camelias S.A.
Localidad : Departamento: Lima, Provincia, Huarochirí,
Distrito : Chicla
27. Empresa Minera : Minería La Gloria S.A.
Localidad : Departamento: Lima, Provincia, Huarochirí,
Distrito : Ate
28. Empresa Minera : C.I.M. Agri Lurín S.A.
Localidad : Departamento: Lima, Provincia, Huarochirí,
Distrito : San Mateo
29. Empresa Minera : C.M. Luren S.A.
Localidad : Departamento: Lima, Provincia, Huarochirí,
Distrito : Villa El Salvador
30. Empresa Minera : Cementos Lima S.A.
Localidad : Departamento: Lima, Provincia, Huarochirí,
Distrito : Ate
31. Empresa Minera : C.M. Agregados Calcáreos
Localidad : Departamento: Lima, Provincia, Huarochirí,
Distrito : San Martín de Porres
32. Empresa Minera : C.M. Minerales Andinos S.A.
Localidad : Departamento: Lima, Provincia, Huarochirí,
Distrito : Ate
33. Empresa Minera : Arenera La Molina S.A.
Localidad : Departamento: Lima, Provincia, Huarochirí,
Distrito : La Molina
34. Empresa Minera : Chancadora Limatambo S.A.
Localidad : Departamento: Lima, Provincia, Huarochirí,
Distrito : Lurigancho
35. Empresa Minera : RGT Minerales S.A.
Localidad : Departamento: Lima, Provincia, Huarochirí,
Distrito : Ventanilla

BOCAMINAS

36.	Unidad	:	Mina Lichicocha
37.	Unidad	:	Mina Poderosa (A)
38.	Unidad	:	Mina Caridad
39.	Unidad	:	Mina Huanchurina (A)
40.	Unidad	:	Mina Elisa
41.	Unidad	:	Mina Carlos Francisco
42.	Unidad	:	Mina Cuarenta
43.	Unidad	:	Mina Oroya
44.	Unidad	:	Mina La Caprichosa
45.	Unidad	:	Mina Santa Rosita
46.	Unidad	:	Mina Shashi
47.	Unidad	:	Mina Monterrey
48.	Unidad	:	Mina Rinconada (A)
49.	Unidad	:	Mina Colquirallana (A)
50.	Unidad	:	Mina Victoria
51.	Unidad	:	Mina de Huaqui
52.	Unidad	:	Mina Tunac
53.	Unidad	:	Mina Chanape
54.	Unidad	:	Mina Recodo (A)
55.	Unidad	:	Mina Mayurco
56.	Unidad	:	Mina Pincullo
57.	Unidad	:	Mina Santa Rita
58.	Unidad	:	Mina Esperada
59.	Unidad	:	Mina Alberto
60.	Unidad	:	Mina Cupiche

6. PROGRAMA DE CAMPO

6.1. OBJETIVOS

Los objetivos del programa de campo fueron visitar las propiedades mineras accesibles en la cuenca del Rímac para identificar cualquier situación que actualmente contribuya a la contaminación del sistema del río, que pudiera constituir un riesgo de futura contaminación; fotografiar las principales características de la ubicación, obtener muestras de relaves, roca de desmonte y descargas para análisis; y estimar el flujo de descargas significativas.

El equipo de campo estuvo conformado por un ingeniero ambiental, un técnico de campo junior y un chofer. Se realizaron las siguientes tareas en donde fuera apropiado:

- ?? Obtención de muestras de aguas de superficie, mina y relaves según fuera apropiado.
- ?? Medición de flujos de todas las corrientes.
- ?? Observaciones relacionadas a las características físicas de los flujos y canales de flujo.
- ?? Obtención de muestras representativas de depósitos de relaves.
- ?? Observaciones relacionadas a las características físicas de los depósitos de relaves.
- ?? Obtención de muestras representativas de depósitos de roca de desmonte.
- ?? Observaciones relacionadas a las características físicas de los depósitos de roca de desmonte.
- ?? Evaluación ambiental general de las condiciones del área.
- ?? Fotografías de aspectos permanentes.
- ?? Donde era posible, entrevistas con funcionarios principales de minas.

6.2. CARACTERÍSTICAS DE LA ROCA DE DESMONTE

- ?? Se obtuvo trozos de roca de desmonte representativos con litología similar.
- ?? Se obtuvo una muestra compuesta de 5 submuestras mediante cono y cono partido.
- ?? Se entregó las muestras al laboratorio para el análisis mineralógico y la determinación del potencial de generación ácida.
- ?? Se hizo estimados de los volúmenes de las pilas de desecho de roca de desmonte.
- ?? Se anotó observaciones generales de las pilas con respecto a la infiltración de flujos de superficie, estabilidad y ubicación.

6.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS RELAVES

- ?? Se obtuvieron muestras representativas de las pilas.
- ?? Se obtuvieron muestras a profundidades de 10 a 30 cm, debajo de la superficie.
- ?? Se obtuvo una muestra compuesta de un mínimo de cinco submuestras mediante mezclado completo y métodos de cono y cono partido.
- ?? Se entregó las muestras al laboratorio para análisis mineralógico y determinación del potencial de generación de ácido.
- ?? Se hizo estimados de los volúmenes de los depósitos de relaves.
- ?? Se anotó observaciones generales de los relaves con relación a distribución del tamaño del grano, contenido de humedad, infiltración y flujos de agua superficial, estabilidad y ubicación.

6.4. IMPACTOS GENERALES DE MINAS

Entre los orígenes de problemas se pueden incluir:

- ?? Liberación de drenaje ácido en áreas de mineralización sulfurada.
- ?? Liberación de altas cargas metálicas que generalmente, aunque no siempre, asociadas con condiciones ácidas.
- ?? Liberación de altas cargas de sedimentos.

- ?? Inundación, o el riesgo de inundación, de corrientes por relaves u otros desechos sólidos, y
- ?? Contaminación de aguas de superficie y subterráneas con sustancias peligrosas, tales como petróleo u otros hidrocarburos, reactivos y otros productos químicos.

Tales problemas, de los cuales todos se observan en la cuenca del río Rímac, pueden influenciar la calidad de agua de toda la cuenca. Tales efectos en muchas localidades mineras pueden ser acumulativos, en su impacto sobre la cuenca.

Río Rímac
Fuentes de Contaminación Actuales y Potenciales

Minas	PAMA	Drenaje Acido	Fallas en Taludes en Pilas de Relaves y Roca de Desmonte	Control de Drenaje De Sedimentación	Desagüe	Almacenaje de Químicos / Petróleo
2-2, Chinchas Relaves	Si	**	*	*		
Grupo 40, 42, Bocaminas	No	*		**	*	*
2, Casapalca	Si	*	**	**	*	*
1, Americana	Si	*	**	*		*
43, Mina Oroya	No	*			*	
7. S.M. Pacococha	No	*	**	**	*	
5, San Juan	No	*	*	**	*	*
6, Tamboraque	Si	*	**	**		*
Grupo 19, 20, 50, 58, 59, Bocaminas.	No	**				
18, Perú Matucana	No	*				
4, San Marino	No	*		*		
38, Mina Caridad	No	*	**	**	*	*
14, Venturosa	No	*				
10, Graciela	Si					

Nota: Localidades Prioritarias **

La generación de ácido en la cuenca es responsable de la presencia de al menos trazas de muchas especies químicas metálicas y no metálicas en el río Rimac. Varios metales, tales como hierro y cinc, son solubilizados directamente por la oxidación de sulfatos de minerales, otros se solubilizan por la presencia de condiciones ácidas debido al proceso de generación ácida. Los elementos químicos asociados con la generación ácida en la cuenca incluyen arsénico, antimonio, aluminio, cadmio, cobre, hierro, plomo, manganeso, níquel y cinc. No se detectó mercurio en ninguna de las muestras de agua que fueron tomadas durante el estudio.

Temas de estabilidad de taludes.

Entre las minas sin PAMA con depósitos de relaves inestables están:

- S.M. Pacococha
- San Juan
- San Marino

Entre las minas con PAMA con depósito de relaves inestables figuran:

- Cancha de relaves Chinchán
- Casapalca
- Americana
- Tamboraque

Los relaves se ha derramado hacia los cursos de agua debido a varias causas, incluyendo:

- Erosión general
- Llenado por sobre las paredes de contención, y
- Falla de taludes

Descarga de metales al río Rímac

Elemento	Cantidad T/d
Arsénico	0.007
Aluminio	0.7
Cadmio	0.03
Cobre	1.8
Hierro	1.0
Plomo	0.02
Manganeso	1.6
Cinc	4.1

La liberación de sólidos de relaves hacia los cursos de aguas locales causa de muchos efectos nocivos, que incluyen:

- ?? Aumentos en el nivel de turbidez y concentraciones de sólidos en suspensión dentro del sistema del río Rímac.
- ?? Destrucción del sedimento "natural" y las orillas de la corriente debido a que son cubiertos con los relaves, y
- ?? Transferencia de sólidos generadores de ácidos a otros cursos de agua.

6.5. PROBLEMAS DE SEDIMENTACIÓN Y CONTROL DE DRENJES

La mayoría de las localidades visitadas no tenían adecuadas medidas para minimizar la erosión de las superficies alteradas. Consecuentemente, el drenaje de superficie de estas localidades contiene cargas excesivas de arenilla y la erosión de estas áreas continuará indefinidamente. La erosión es fuente de incremento de los niveles de turbidez y de concentraciones de sólidos en suspensión, dentro de la cuenca.

6.6. PROBLEMAS DE MATERIALES PELIGROSOS

Se ha notado evidencia de derrames de petróleo en muchas localidades mineras que fueron visitadas. Cierta número de localidades no contaban con instalaciones para contener el derrame de productos de petróleo y otros productos químicos. Los derrames de tales materiales son muy dañinos a la calidad de agua corriente abajo.

La descarga de desagües no tratados fue evidente en numerosas localidades mineras y en los asentamientos cercanos a éstas. Las descargas de desagües son dañinas para los organismos acuáticos y pueden causar efectos severos en la salud de los usuarios corriente abajo.

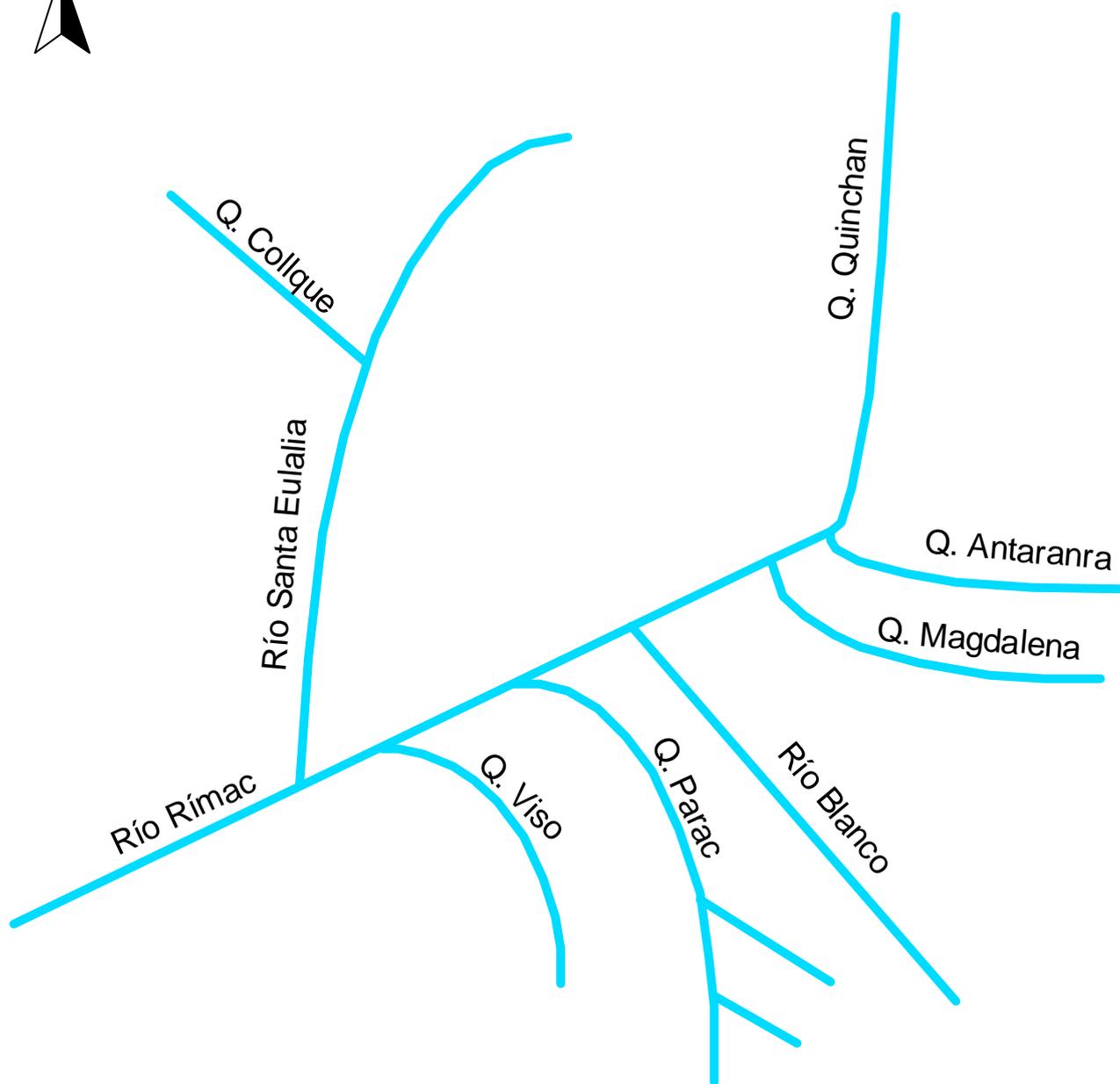
6.7. CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO RÍMAC

La calidad del agua en el río Rímac y sus tributarios principales, se caracteriza por concentraciones elevadas de sólidos en suspensión, un pH ligeramente ácido a ligeramente alcalino, calcio como el principal cation, sulfato y bicarbonato como los principales aniones, y al menos trazas de elementos químicos metálicos y no metálicos. Las trazas de elementos prominentes incluyen manganeso y cinc.

Los elementos menos solubles incluyen aluminio, cadmio, cobre, hierro, plomo, níquel y cinc. El arsénico y el antimonio tenderían a formar compuestos relativamente insolubles (con hidróxidos de hierro precipitados).

La cuenca del río Rímac se caracteriza por una habilidad para neutralizar, y en un menor grado, diluir los productos de la generación ácida. La neutralización puede ser atribuida a la disolución de carbonatos dentro de las rocas de lecho.

El río Rímac actúa como un gran sistema de neutralización con los precipitados metálicos siendo acumulados como sedimento del río o transferidos corriente abajo como sólidos en suspensión.



REPUBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS



DIRECCION GENERAL
DE ASUNTOS AMBIENTALES

ESQUEMA DEL RIO RIMAC

JULIO DE 1997

FUENTE:
SISTEMA DE INFORMACION AMBIENTAL - ADI GROUP

DIRECCION DE LABORATORIOS
(LABORATORIO DE QUIMICA ANALITICA)

ORDEN DE TRABAJO : N° OFICIO N° 169 -97-EM-DGAA
 PROCEDENTE : RIO RIMAC
 SOLICITADO POR : PROYECTO PER/93/0019
 ADI International Inc.
 ANALISIS POR : Ph, Cl⁻, SO₄⁻, TSS, Acidez Total
FECHA : Lima, 10 de Abril de 1997

					T. Sólidos en Suspensión Mg/L
1-1	6.70	<4	<10	73	<10
1-2	9.30	0	<10	206	74
2-1	7.60	0	<10	199	132
2-2	2.50	1320	29	2137	520
2-3	6.90	<4	<10	79	58
2-4	6.90	<4	<10	99	70
2-2-1	7.30	0	<10	35	15
2-2-2	6.60	4	<10	375	34
4-1-1	7.50	0	<10	62	<10
4-1-2	7.05	0	<10	89	244
4-1-3	7.15	0	15	79	23
4-1-4	7.20	0	17	84	16
4-2-1	5.10	22	<10	156	41
4-2-2	7.15	0	49	200	14
4-2-3	6.70	<4	26	170	24
5-1	6.30	4	<10	87	<10
5-2	6.10	4	<10	95	20
5-3	6.50	<4	<10	55	12
5-4	2.25	536	78	1169	216
6-1	6.20	5	<10	63	<10
6-2	6.15	5	<10	79	25
6-3	7.00	0	20	122	27
6-4	7.25	0	35	163	28
7-1	6.80	<4	<10	26	12
7-2	6.35	<4	<10	83	30

					T. Sólidos en Suspensión Mg/L
10-1	7.20	0	35	137	61
10-2	7.40	0	32	133	35
14-1	7.20	0	12	68	13
14-2	6.75	<4	<10	41	<10
14-3	7.00	0	<10	65	13
18-1	7.20	0	<10	180	56
18-2	6.50	<4	24	198	32
18-3	6.60	<4	26	193	16
38-1	2.50	200	98	286	98
38-2	2.50	162	115	280	85
40-1	6.70	<4	<10	123	18
43-1	6.50	<4	<10	419	630
43-2	7.00	0	<10	205	94
100	7.15	0	<10	60	15
200-1	7.10	0	<10	91	<10

DIRECCION DE LABORATORIOS
(LABORATORIO DE QUIMICA ANALITICA)

ORDEN DE TRABAJO : N° OFICIO N° 169 -97-EM-DGAA
 PROCEDENTE : RIO RIMAC
 SOLICITADO POR : PROYECTO PER/93/0019
 ADI International Inc.
 ANALISIS POR : Fe, Pb, Zn, Ni, Cu, Cd, Sb, Al, As, Ca, K, Mg, Na, Mn, Hg
FECHA : Lima, 09 de Abril de 1997

CODIGO MUESTRA															
1-1	<0.0050	0.0039	0.0500	0.0143	0.0068	<0.0005	0.0165	0.0167	0.0279	45.0	1.32	6.00	1.08	<0.0050	<0.0002
1-2	<0.0050	0.0025	0.0250	0.0187	0.0498	<0.0005	0.1403	0.0850	0.0090	100.0	12.50	2.04	10.50	0.0121	<0.0002
2-1	17.5000	0.6250	380.000	0.2750	47.0000	2.8875	<0.0050	48.8110	0.0512	340.0	1.75	75.00	6.00	29.0000	<0.0002
2-2	<0.0050	0.0095	0.0875	<0.0050	0.0039	0.0007	0.0540	0.0149	0.0207	115.0	3.00	7.56	4.00	0.2500	<0.0002
2-3	0.0100	0.0033	0.3625	0.0050	0.0125	0.0005	<0.0050	0.0462	<0.0050	54.0	1.56	5.64	2.52	0.5500	<0.0002
2-4	0.0128	0.0036	0.7500	<0.0050	0.0383	0.0038	0.0050	0.0229	<0.0050	58.0	1.80	6.48	2.76	0.7000	<0.0002
2-2-1	0.0077	0.0019	0.0250	<0.0050	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.0334	0.0137	42.0	0.60	3.48	1.32	<0.0050	<0.0002
2-2-2	<0.0050	0.0020	0.1875	<0.0050	0.0007	0.0007	0.0101	0.0143	0.0087	185.0	17.00	3.24	17.00	0.6875	<0.0002
4-1-1	<0.0050	0.0031	0.1375	<0.0050	0.0008	0.0009	<0.0050	<0.0100	0.0333	57.5	1.32	7.68	6.50	<0.0050	<0.0002
4-1-2	0.0675	0.0027	1.0000	<0.0050	0.0068	0.0046	0.0070	<0.0100	0.0082	70.0	1.20	7.08	6.50	0.1500	<0.0002
4-1-3	<0.0050	0.0006	0.2000	<0.0050	0.0018	0.0013	<0.0050	0.0257	0.0168	60.0	1.44	5.64	7.00	0.1250	<0.0002

CODIGO MUEST RA															
4-1-4	<0.0050	0.0019	0.2000	<0.0050	0.0023	0.0013	<0.0050	0.0180	0.0164	60.0	1.44	5.64	7.50	0.1250	<0.0002
4-2-1	0.0237	0.1116	1.0000	0.0065	0.2310	0.0225	<0.0050	0.3142	<0.0050	50.0	0.72	5.64	4.68	1.4375	<0.0002
4-2-2	<0.0050	0.0040	0.2750	<0.0050	0.0020	0.0022	0.0055	<0.0100	0.0281	125.0	3.00	9.24	8.50	0.1000	<0.0002
4-2-3	<0.0050	0.0018	2.2500	0.0080	0.0105	0.0123	<0.0050	0.0409	<0.0050	78.0	2.00	7.44	11.75	0.9000	<0.0002
5-1	0.0057	0.0011	1.3750	<0.0050	0.0167	0.0121	<0.0050	0.0318	<0.0050	37.0	0.36	3.84	3.00	0.4375	<0.0002
5-2	<0.0050	0.0012	1.5000	<0.0050	0.0159	0.0128	<0.0050	0.0257	<0.0050	38.0	0.48	3.72	3.00	0.4625	<0.0002
5-3	0.0738	0.0015	0.6250	<0.0050	0.0248	0.0069	<0.0050	0.0855	<0.0050	30.00	0.48	3.24	2.88	0.3125	<0.0002
5-4	49.000	0.0048	118750	0.0443	0.6820	0.0470	<0.0050	33.1370	0.0112	165.0	0.96	55.00	18.00	31.5000	<0.0002
6-1	0.0498	0.0007	0.4375	<0.0050	0.0128	0.0037	<0.0050	0.0680	0.0077	34.0	0.48	3.36	3.60	0.1750	<0.0002
6-2	0.0359	<0.0005	1.2500	<0.0050	0.0067	0.0056	<0.0050	0.0115	<0.0050	35.00	0.48	4.08	3.60	0.3500	<0.0002
6-3	0.0473	0.0016	0.4000	<0.0050	0.0049	0.0028	<0.0050	0.0172	0.0086	80.0	2.16	6.36	11.00	0.3000	<0.0002
6-4	<0.0050	0.0028	0.3500	<0.0050	0.0072	0.0030	<0.0050	<0.0100	0.0089	105.0	3.00	7.44	16.00	0.2000	<0.0002
7-1	0.1134	0.0015	0.6250	<0.0050	0.0664	0.0041	<0.0050	0.0436	<0.0050	17.5	0.24	1.50	1.56	0.0875	<0.0002
7-2	0.1317	<0.0005	1.8750	<0.0050	0.0297	0.0166	<0.0050	0.0305	<0.0050	35.0	0.36	3.50	2.64	0.5125	<0.0002
10-1	0.0073	0.0008	0.0875	<0.0050	0.0018	<0.0005	<0.0050	0.0290	0.0140	92.5	2.50	7.20	14.50	<0.0050	<0.0002
10-2	0.1218	<0.0005	0.0750	0.0050	0.0026	0.0005	<0.0050	0.0588	0.0185	87.5	2.50	7.56	15.00	<0.0050	<0.0002
14-1	0.0285	0.0009	0.0500	<0.0050	0.0166	<0.0005	<0.0050	0.2223	0.0111	50.0	0.60	5.00	4.20	0.0750	<0.0002
14-2	<0.0050	<0.0005	0.5875	<0.0050	0.0085	0.0032	<0.0050	0.0132	<0.0050	27.00	0.36	1.20	2.16	<0.0050	<0.0002
14-3	0.0239	<0.0005	0.0500	<0.0050	0.0161	<0.0005	<0.0050	0.1909	0.0120	50.0	0.60	4.80	4.32	0.0750	<0.0002
18-1	<0.0050	0.0006	0.0023	<0.0050	<0.0005	<0.0005	<0.0050	0.0242	0.0728	95.0	0.60	12.50	10.50	<0.0050	<0.0002

CODIGO MUEST RA															
18-2	0.0319	<0.0005	2.2500	<0.0050	0.0121	0.0154	<0.0050	0.0303	0.0067	87.5	1.75	7.50	11.75	0.9125	<0.0002
18-3	0.0444	<0.0005	2.0000	<0.0050	0.0067	0.0136	<0.0050	0.0351	0.0057	95.0	1.75	7.50	12.75	0.9000	<0.0002
38-1	7.6250	0.0266	4.5000	0.0060	3.375 0	0.0220	<0.0050	10.1460	<0.0050	25.0	0.72	4.00	2.42	1.7625	<0.0002
38-2	17.000	0.0292	4.0000	0.0051	3.0000	0.0234	<0.0050	8.5540	<0.0050	25.0	0.72	4.00	2.42	0.2125	<0.0002
40-1	0.0052	<0.0005	1.0000	0.0092	0.0009	0.0026	<0.0050	0.0100	<0.0050	73.00	0.96	8.00	1.32	2.7500	<0.0002
43-1	0.0306	0.0293	4.7500	<0.0050	0.0148	0.0175	0.2190	<0.0100	0.0105	195.0	4.68	22.50	3.84	1.1000	<0.0002
43-2	<0.0050	0.0156	0.1875	<0.0050	0.0074	0.0009	0.0809	<0.0100	0.0270	95.0	3.12	7.50	4.20	0.3000	<0.0002
100	0.0071	<0.0005	0.0017	<0.0050	<0.0005	<0.0005	<0.0050	0.0236	0.0162	53.0	0.60	5.28	4.32	<0.0050	<0.0002
200-1	0.0066	<0.0005	0.0250	<0.0050	0.0008	<0.0005	<0.0050	0.0225	0.0089	63.0	2.64	6.36	3.96	<0.0050	<0.0002

SUMARIO DE CALIDAD DE AGUA – RIO RIMAC

		VALOR DE LA FRECUENCIA ACUMULATIVA DE OCURRENCIA			
		10 %	50 %	90 %	
Sólidos en suspensión	<10-70	<10	16	70	14
pH	6.2 – 7.4	6.3	6.9	7.2	14
Calcio	18.0 – 12.5	34.0	60.0	92.5	14
Magnesio	1.50 – 9.24	3.36	6.36	8.00	14
Sodio	1.32 – 15.00	1.56	4.32	14.5	14
Potasio	0.24 – 3.00	0.36	1.56	2.64	14
Cloruro	<10 – 49	<10	<10	35	14
Sulfato	26 – 200	60	91	170	14
Alcolinidol (como Co Co3)	25 – 117	27	84	103	14
Hierro	<0.0050 – 0.1218	<0.0050	0.0071	0.1134	14
Manganeso	<0.0050 – 2.7500	<0.0050	0.1250	0.9000	14
Antimonio	<0.0050 – 0.0055	<0.0050	<0.0050	0.0050	14
Arsénico	<0.0050 – 0.0281	<0.0050	0.0077	0.0185	14
Aluminio	<0.0100 – 0.0680	0.0100	0.0236	0.0588	14
Cadmio	<0.0005 – 0.0121	<0.0005	<0.0005	0.0041	14
Cobre	<0.0005 – 0.0664	0.0008	0.0026	0.0383	14
Plomo	<0.0005 – 0.0040	<0.0005	<0.0005	0.0011	14
Mercurio	<0.0002 - <0.0002	---	---	---	---
Niquel	<0.0050 – 0.0092	<0.0050	<0.0050	0.0050	14
Cinc	0.0017 – 2.2500	0.0250	0.3625	1.3750	14

CAPACIDAD DE AMORTIGUAMIENTO DE LA CUENCA DEL RIO RIMAC

UBICACION DE LA MUESTRA	CONCENTRACION ACIDA POTENCIAL mg/l CaCO ₃	CONCENTRACION ACIDA ACTUAL mg/l Ca CO ₃
40-1 Q. Antaranra	130	6.6
20-1 Río Rímac	95	0.2
2-3 Río Rímac	82	1.9
2-4 Río Rímac	100	2.6
7-1 Q. Tonsoyoc	27	1.8
5-1 Q. Parac	91	3.1
6-1 Q. Parac	66	0.5
6-3 Río Rímac	130	6.1
4-22 Río Rímac	210	0.6
4-23 Río Rímac	180	5.4
4-1-4 Río Rímac	88	0.6
100-1 Río Santa Eulalia	63	0.2
10-1 Río Rímac	140	0.3
10-2 Río Rímac	140	1.3

Normas de Calidad de Agua por clases de usos

		USOS					
		I	II	III	IV	V	VI
I. LIMITES BACTERIOLOGICOS (Valor máximo de 80% de 5 a mas muestras mensuales)	Colifomes totales	8,8	20.000	5.000	5.000	1.000	20.000
	Colifomes Fecales	0	4.000	1.000	1.000	200	4.000
II. LIMITES DE DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO en 5 días, 20°C) y DE OXIGENO DISUELTO (OD)	DBO	5	5	15	10	10	10
	OB	3	3	3	3	5	4

		USOS					
		I	II	III	IV	V	VI
III. LIMITES DE LOS PARAMETROS FISICO-QUIMICOS QUE INCLUYEN SUSTANCIAS POTENCIALMENTE PELIGROSAS	Aluminio	---	--	--	1(b)	1 (b)	--
	Arsénico	0.1	0.1	0.2	1	0.01	0.05
	Bario	0.1(b)	0.1(b)	--	0.5	0.5(b)	--
	Cadmio	0.01	0.01	0.05	--	0.0002	0.004
	Cloruro (CN)	0.2	0.2	(c)	0.005	0.005	--
	Cobalto	--	--	0.20(d)	0.2	0.2(b)	--
	Cobre	1	1	0.5	3	0.01	LC50*0.02
	Color (Unidad) (b)	0	10	20	30	30	--
		5	5(d)				
	Cromo Hexav.	0.05	0.050	1	5	0.050	0.050
	Ester Etileno	0.0003	0.0003	0.0003	--	0.0003	0.0003
	Fenoles	0.0005	0.001	(c)	--	0.001	0.1
	Hierro	0.03(b)	0.03(b)	0.001(b)	--	--	--
	Fluoruro	--	1.5(b)	1.5(b)	20.0(b)	--	--
	Litio	--	--	5(d)	5.0	5.0(b)	--
	Magnesio	--	--	150(b)	--	--	--
		--	--	-(d)	--	--	--
	Manganeso	0.01(b)	0.010(b)	0.050	--	--	--
		--	--	-(d)	--	--	--
	Mercurio	0.002	0.002	0.01	--	0.0001	0.0002
	Nitratos	0.01(a)	0.01(a)	0.1(a)	--	--	--
		--	--	0.01(d)	--	--	--
	Níquel	0.002	0.002	(c)	0.5	0.002	LC50*0.02
	pH (b)	09-May	09-May	5-9	5-9	5-9	5-9
		6-9(d)	6-9(d)	6-9(d)	6-8.5(d)	6-8.5(d)	--
	Plata	0.05(b)	0.05(b)	0.05(b)	--	--	--
			-(d)	--	--	--	--
	Plomo	0.05	0.05	0.1	--	0.01	0.03
	P.C.B.	0.001	0.001	(c)	--	0.005	0.002
	Selenio	0.01	0.01	0.05	0.05	0.005	0.01
				0.05(d)			
Sólidos Flotantes	0.00(b)	0.00(b)	0.00(b)	Invisible	Moderado	--	
Sulfatos	--	--	400(b)	--	--	--	
			-(d)				
Sulfuros	0.001	0.002	(c)	--	0.002	0.002	
Zinc	5	5	25	--	0.02	LC50*0.02	

		USOS					
		I	II	III	IV	V	VI
IV. LIMITES DE SUSTANCIAS POTENCIALMENTE DAÑINAS O PARAMETROS	Material extraible en hexano	1.5	1.5	0.5	0.2		
	Sustancias activas de azul de Metileno	0.0	0.0	1.0	0.5		
	Extracción de columna de carbón activado por alcohol	1.5	1.5	5.0	5.0		
	Extracción de columna de carbón activado por Cloroformo	0.3	0.3	1.0	1.0		

- I. Agua para suministro doméstico, simplemente desinfectado.
- II. Agua para suministro doméstico, tratado equivalente a procesos combinados de mezcla y coagulación, sedimentación, filtración y coloración, aprobado por el ministerio de salud.
- III. Aguas para regadío de vegetales para ser consumidos crudos y para abrevar a los animales.
- IV. Agua para área recreacional de contacto primario (baños y similares)
- V. Agua para zonas de pesca y para moluscos bivalvos.
- VI. Agua para las zonas para preservar la fauna y la pesca recreacional o comercial.

OBSERVACIONES

- (a) Parece haber un error en la unidad aplicada en la modificación de la ley. El valor deberá ser multiplicado por 1,000.
- (b) Información obtenida de la Dirección Técnica de Salud Ambiental (Departamento Técnico de Salud Ambiental) Ministerio de Salud.
- (c) Si la presencia de paramera es sospechada aplicar los valores en la columna V.
- (d) Si la descarga es en el mar los valores vienen de (b)
- (e) El pH debe ser entre 5 y 8.5. Las industrias que evacuan ácidos minerales o fuertes sustancias alcalinas deben tener tanques con capacidad suficiente donde ellos sean neutralizados.
- (f) La DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) no puede exceder de 1,000 ppm.
- (g) Los sólidos sedimentables no deben tener una concentración mayor de 8.5 ml/1/hora.

Fuente: Ley General de Aguas D.L. 17752 del 29 de Julio de 1969 enmendado por D.S. 007-83 SA del 11 de Febrero de 1983.

6.8. CARACTERIZACIÓN DE LOS RELAVES Y ROCA DE DESMONTE

La mayoría de las muestras contenían Pirita como el sulfato predominante. Muchas muestras también contenían pirrotita. Estos sulfuros de hierro son las principales fuentes de generación ácida en las localidades mineras. Ninguna de las muestras obtenidas contenían carbonatos minerales, una mayor indicación del alto potencial para la generación ácida, partiendo de estos materiales mineralizados. Los carbonatos minerales inhiben la generación ácida evitando la disminución del pH que es necesario mantener para un proceso de oxidación rápida.

6.9. RIESGOS POTENCIALES

- ?? La liberación continua de drenaje ácido de mina no tratado.
- ?? La liberación continua de relaves debido a la erosión.
- ?? El potencial de derrames masivos de relaves debido a condiciones de taludes inestables y
- ?? La potencial liberación accidental de productos químicos peligrosos.

Muchos de los depósitos de relaves observados en la cuenca están situados a lo largo de las orillas de la corriente principal o sus tributarios. Muchos de éstos parecen

como haber sido muy pronunciados en la cara aguas abajo, algunos de los cuales han sufrido fallas locales. La erosión del pie de los taludes, presente o potencial, debido a la corriente, es la principal causa en muchos casos.

6.10. DEFINICIÓN DE PRIORIDADES

Impactos Ambientales Existentes en Proceso

Las cargas ácidas de las principales cuencas, basadas en el muestreo por una vez, realizado durante el estudio, son como sigue:

Alto Rimac	81 t/d (Como Ca CO ₃)
Q. Parac	39 t/d (Como Ca CO ₃)
Q. Viso	37 t/d (Como Ca CO ₃)
Río Santa Eulalia	29 t/d (Como Ca CO ₃)

Los esfuerzos para controlar los efectos del drenaje de mina en la calidad de agua, serán extremadamente difíciles y costosos debido al número de fuentes y las dificultades inherentes relacionadas con la eliminación de la generación ácida. Se requerirá mayores estudios detallados de ingeniería y calidad de agua para confirmar los efectos de drenaje ácido en la calidad de agua; para confirmar la importancia de cada una de las fuentes y evaluar la factibilidad de las medidas de mitigación.

Esta categoría también incluye, como un segundo nivel de prioridad, la liberación en proceso de sedimentos provenientes de las operaciones mineras y su efecto en el incremento de los sólidos en suspensión en los sistemas receptores.

Otras contaminaciones en proceso, tales como la contaminación por liberación de derrames de productos de petróleo y de otros productos químicos industriales, y la liberación de desagües sin tratamiento, son importantes pero son tomadas como de menor prioridad con relación a los efectos totales en la cuenca como un todo.

CAPACIDAD DE AMORTIGUAMIENTO DE LA CUENCA DEL RIO RIMAC

UBICACIÓN DE LA MUESTRA	CONCENTRACION ACIDA POTENCIAL mg/l Ca CO ₃	CONCENTRACION ACIDA ACTUAL mg/l Ca CO ₃
40-1 Q. Antaranra	130	6.6
20-1 Río Rimac	95	0.2
2-3 Río Rimac	82	1.9
2-4 Río Rimac	100	2.6
7-1 Q. Tonsuyoc	27	1.8
5-1 Q. Parac	91	3.1
6-1 Q. Parac	66	0.5
6-3 Río Rimac	130	6.1
4-22 Río Rimac	210	0.6
4-23 Río Rimac	180	5.4
4-1-4 Río Rimac	88	0.6
100-1 Río Santa Eulalia	63	0.2
10-1 Río Rimac	140	0.3
10-2 Río Rimac	140	1.3

PUNTOS DE MUESTREO EN ALTO RIMAC

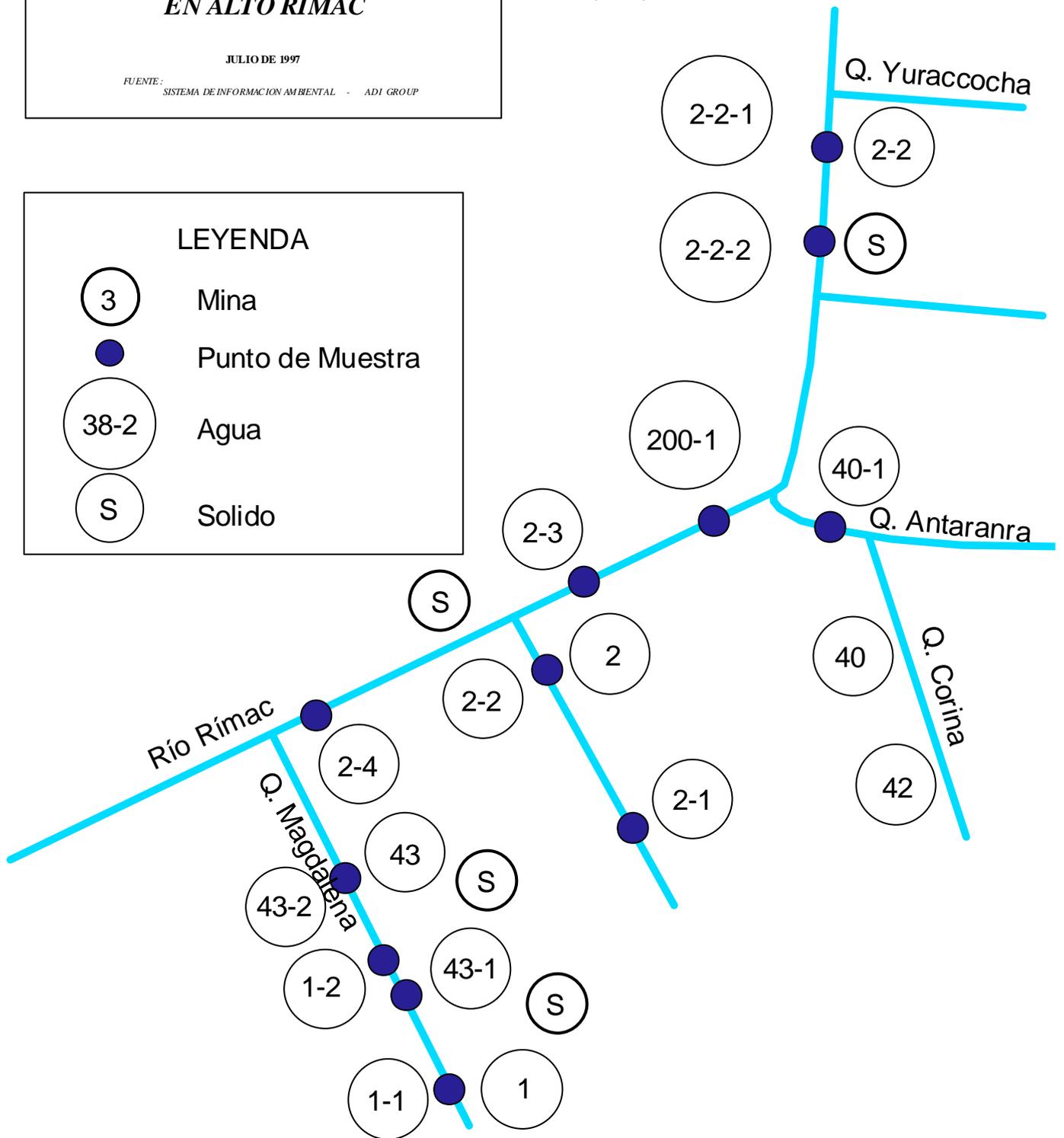
JULIO DE 1997

FUENTE: SISTEMA DE INFORMACION AMBIENTAL - ADI GROUP



LEYENDA

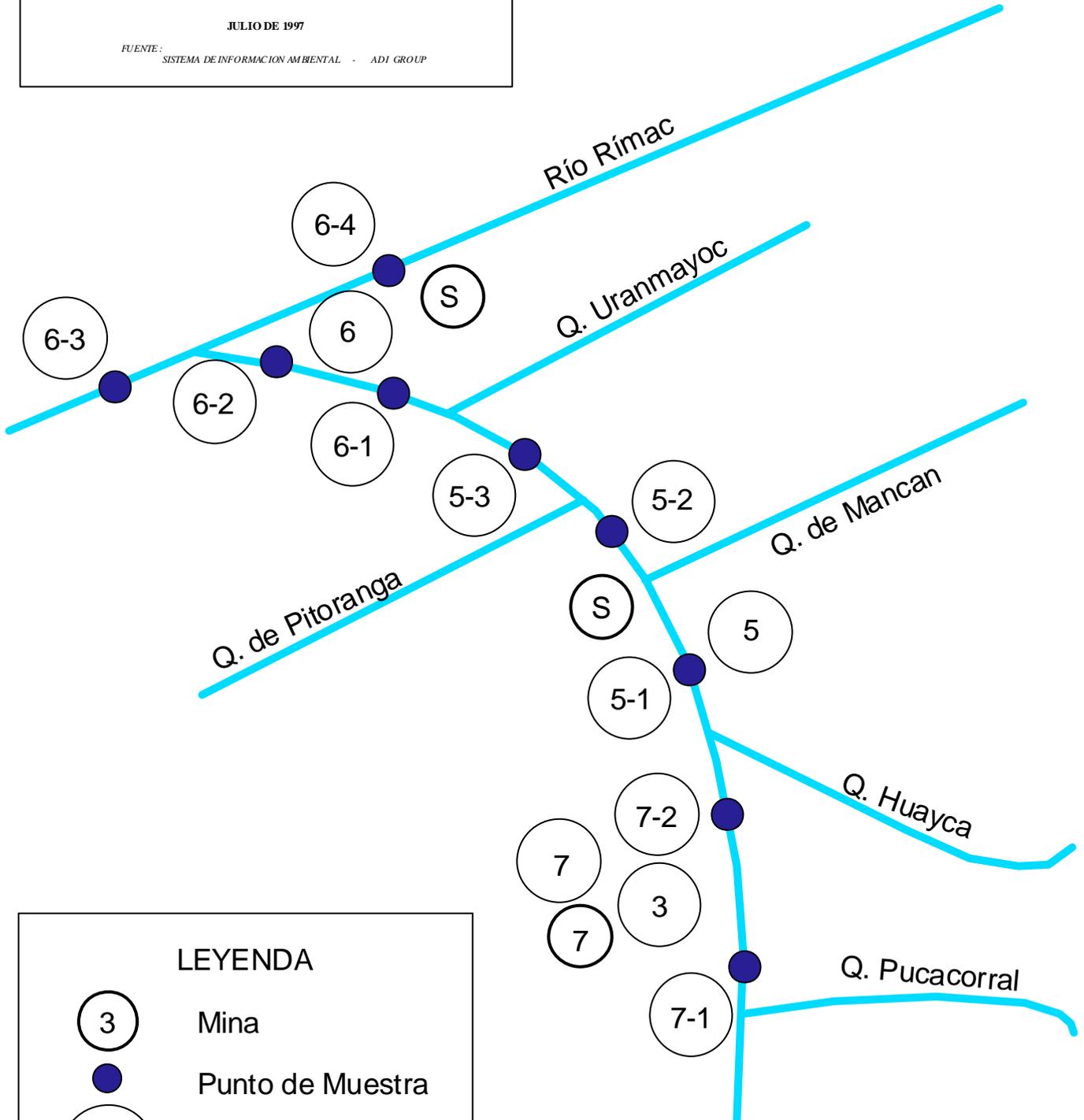
- 3 Mina
- Punto de Muestra
- 38-2 Agua
- S Solido



PUNTOS DE MUESTREO EN QUEBRADA PARAC

JULIO DE 1997

FUENTE: SISTEMA DE INFORMACION AMBIENTAL - ADI GROUP



LEYENDA



Mina



Punto de Muestra



Agua

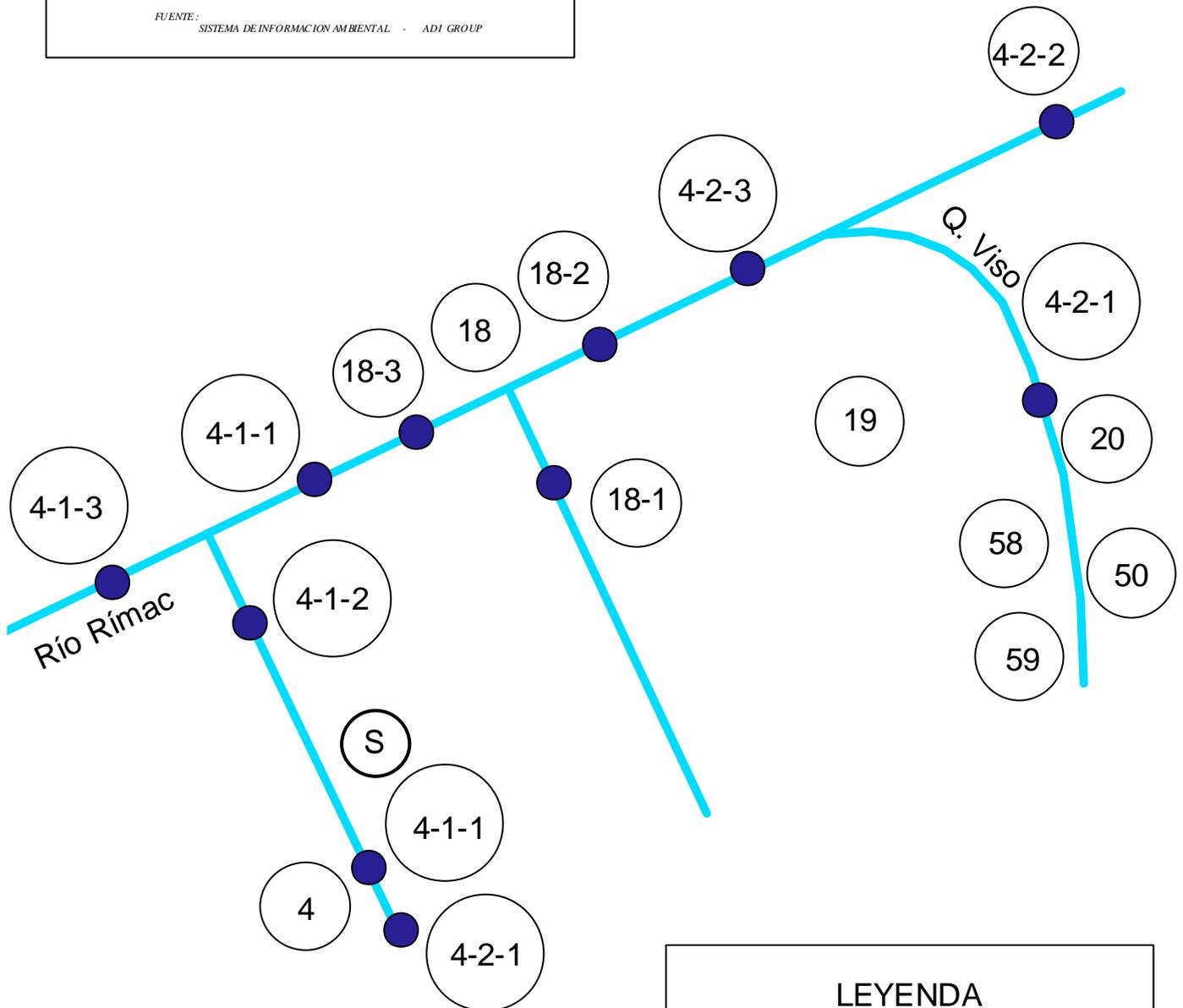


Solido

PUNTOS DE MUESTREO EN QUEBRADA VISO

JULIO DE 1997

FUENTE: SISTEMA DE INFORMACION AMBIENTAL - ADI GROUP

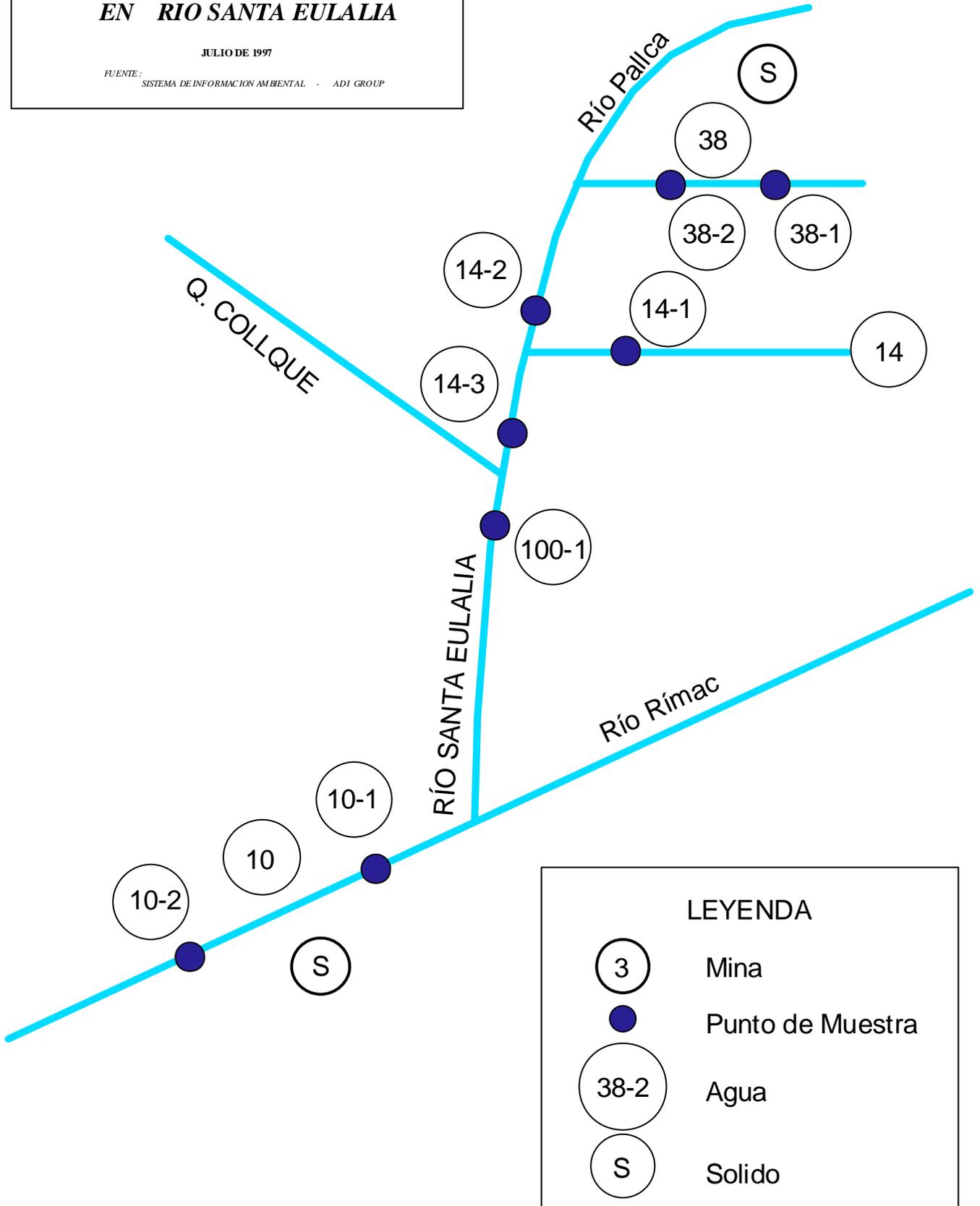


LEYENDA	
3	Mina
●	Punto de Muestra
38-2	Agua
S	Solido

PUNTOS DE MUESTREO EN RIO SANTA EULALIA

JULIO DE 1997

FUENTE: SISTEMA DE INFORMACION AMBIENTAL - ADI GROUP



7. MEDIDAS DE MITIGACION

7.1. GENERALIDADES

El programa de campo y los subsecuentes análisis identificaron el drenaje ácido, la estabilidad de taludes y la sedimentación como los temas de problemas ambientales en minería con relación a la cuenca del río Rímac.

Debe recordarse que los niveles de costos resultantes generados por este enfoque se basan en una evaluación y análisis en toda la cuenca que refleja las restricciones siguientes:

- ?? Las localidades impactadas fueron identificadas por observaciones visuales, apoyadas solamente, en la mayoría de los casos, por muestras de aguas y sólidos que representan un instante en el tiempo durante la época lluviosa del año (tal como Marzo 1997).
- ?? Se hizo sólo estimados visuales de campo simples de las distancias, volúmenes, regímenes y otros parámetros de importancia en las localidades que fueron inspeccionadas.
- ?? No se pudo acceder a todas las localidades durante la época lluviosa debido a las condiciones de las vías, y
- ?? Se desarrolló estimados de costos unitarios sobre una base genérica.
- ?? Lixiviados de pilas de roca de desmonte generadoras de ácido, y
- ?? Lixiviados de roca de desmonte generadora de ácido usada en instalaciones de infraestructura de minas, tales como caminos, rellenos, cimentaciones, represas, diques, etc.

Las medidas de mitigación incluyen la cesación del bombeo de manera que se permita la inundación de la mina, colección y tratamiento de las descargas de las bocaminas, etc. en las minas abandonadas; inundación de relaves y roca de desmonte si es factible y la instalación de cubiertas de baja permeabilidad sobre relaves y roca de desmonte.

La última opción reducirá la infiltración de agua hacia los desechos y reducirá el lavado de los productos de reacciones, al ambiente. Sin embargo, no inhibirá la transferencia de oxígeno atmosférico hacia el desecho, salvo que la cubierta pueda ser permanentemente mantenida como una cubierta saturada con un 100 por ciento de integridad. Esto podría ser muy difícil, si no imposible, alcanzar en las condiciones de la cuenca, antes que se pueda considerar seriamente el diseño de cubiertas saturadas en la región.

Se puede aplicar bactericidas, álcalis u otros reactivos químicos a los depósitos de relaves y roca de desmonte para disminuir el régimen al cual ocurre la generación ácida.

La colección y tratamiento de drenaje ácido es el método más directo para controlar los efectos de la generación ácida en la calidad de agua de la cuenca. La neutralización del drenaje con cal hidratada es el método más común de tratamiento. El tratamiento es costoso, produce cantidades voluminosas de lodos de hidróxidos metálicos no utilizables, requiere atención constante y puede ser requerido por siglos.

7.2. SUPUESTOS DE ESTIMACIÓN

Los intentos de eliminar o minimizar el ritmo en el que ocurre la generación ácida dentro de la cuenca podrían tener resultados muy problemáticos. Muchos años de esfuerzos y gastos podrían ser acompañados de resultados inciertos, el drenaje ácido podría seguir siendo un problema, a pesar de los esfuerzos masivos. La recolección y tratamiento del drenaje ácido proporcionaría los resultados más seguros con relación en las mejoras en la calidad de agua,

al costo de inversiones de capital mayores y la necesidad de incurrir en costos de operación a perpetuidad.

7.3. COSTOS POTENCIALES

El total de costo de capital está en el orden de US\$ 15 millones. Los costos operativos anuales para tratar aproximadamente 200 t/d de carga ácida estarían en el orden de US\$ 5 millones.

Acción Futura Recomendada

- ?? Confirmar las fuentes de drenaje ácido.
- ?? Confirmar los efectos a lo largo del año de este drenaje en el río Rímac.
- ?? Definir la factibilidad de métodos específicos en el área para inhibir el régimen al cual ocurre la generación ácida.
- ?? Definir la factibilidad de métodos específicos de tratamiento en el área para prevenir la liberación de drenaje no tratado hacia el río Rímac, y
- ?? Definir una secuencia de acciones de mitigación en una localidad específica que proporcionarán el costo-beneficio óptimo con relación a la calidad de agua en el río Rímac.

Inestabilidad de Taludes

Opciones

El rango de opciones disponible para el manejo de depósitos de relaves a largo plazo, y en algunos casos también de roca de desmonte, en la cuenca, son difíciles de abordar de manera general o en base de la capacidad de la evaluación inicial dentro del alcance de este estudio. Las soluciones, donde sean requeridas, dependerán de las características físicas y de gradación de los depósitos de relaves, de la viabilidad de la localidad para permitir la modificación de la inclinación de los taludes, y en los factores hidráulicos que influyen las condiciones freáticas en el depósito y el manejo de flujos pico que influyan en el depósito. Estos factores solo pueden ser determinados por una detallada investigación de las localidades incluyendo un programa de perforaciones y sus análisis.

Supuestos de Estimación

La eliminación de depósitos de relaves inestables mediante reprocesamiento y el almacenamiento de los relaves en áreas diseñadas en proceso podría requerir muchos millones de dólares en inversión de capital. Tales estimados, que deberían ser precedidos por las evaluaciones económicas de los minerales en los relaves, están fuera del alcance del estudio.

Costos Potenciales

El costo total estaría en el orden de US\$ 14 millones.

Acciones Futuras Recomendadas

Se requerirá de considerables estudios geotécnicos y de ingeniería específicos en las localidades para definir los métodos de estabilización de taludes y para estimar con exactitud los costos correspondientes.

Transporte de Sedimentos

Opciones

El control de la erosión requerirá la minimización del flujo de agua de superficie sobre áreas alteradas, la aplicación de ripio y otras cubiertas protectoras sobre taludes fácilmente erosionables, y la instalación de lagunas de sedimentación para atrapar las arenillas antes de la descarga de los drenajes a los cursos de agua.

Supuestos de Estimación

Los costos nominales para el trabajo de control de la erosión fueron estimados en base a datos de archivo para los costos de los canales de derivación, lagunas de sedimentación y recuperación general de las localidades mineras (US\$ 5,000/ha).

Costos Potenciales

El costo total estaría en el orden de US\$ 2 millones.

Acción Futura Recomendada

Se requerirá trabajos de ingeniería específicos en la localidad para establecer las medidas de control de erosión.

Otros

Opciones

Muchas localidades mineras no tienen instalaciones para contención de derrames de productos de petróleo y otros productos químicos. Se debería proveer instalaciones de contención secundaria para asegurar que los derrames no sean liberados de las localidades mineras hacia los cursos de agua locales.

Supuestos de Estimación

Se ha asignado una cantidad de US\$ 20,000 por localidad minera para la instalación de sistemas para la contención de productos de petróleo y otros químicos.

Costos Potenciales

El costo de las instalaciones de contención de derrames estaría en el orden de US\$ 100,000.

Costos potenciales de una falla mayor de un sistema de relaves

Podría ocurrir una falla mayor de una represa de relaves en cualquiera de las siete localidades como que tienen sistemas potencialmente inestables. Se requerirá de evaluaciones específicas en cada localidad para determinar el riesgo de la falla presente. En las situaciones que podrían disparar tal evento se podría incluir.

- ?? Un aumento en el nivel freático en el depósito debido a la lluvia, migración de la poza hacia la cara de la represa, escurrimiento superficial, etc.
- ?? Erosión del pie.
- ?? Actividad sísmica, o
- ?? Combinaciones de los anteriores.

Un evento sísmico durante el período húmedo y de alto flujo podría resultar en un impacto particularmente severo a la cuenca, porque podría existir una posibilidad que más de un sistema falle al mismo tiempo, transportándose los relaves liberados a lo largo de una extensa distancia río abajo, produciendo un significativo impacto a un gran porcentaje de la cuenca. Entre tales impactos se podrían incluir los siguientes:

- ?? Inundación o erosión de la carretera Lima - La Oroya.
- ?? Daño al sistema del ferrocarril.
- ?? Daño potencial severo a las plantas hidroeléctricas río abajo.
- ?? Inundación de decenas de kilómetros de lecho del río con material generador de ácido.
- ?? Inundación de tomas y sistemas de irrigación y suministro de agua río abajo.
- ?? Causar daños y posiblemente pérdida de vidas a los residentes y los usuarios de la carretera y del ferrocarril, y
- ?? Causar daño ecológico al sistema del río.

SUMARIO DE OPCIONES DE MITIGACION

<u>ITEM</u>	<u>OPCIONES</u>
1. Drenaje ácido.	
a. de relaves reactivos	<ul style="list-style-type: none"> - sumergir con una cubierta de 1.5 m. de agua. - mantener en condición saturada. - colocar una cubierta compuesta saturada - recolectar y tratar.
b. de roca de desmonte	<ul style="list-style-type: none"> - sumergir con una cubierta de 1.5 m. de agua. - colocar una cubierta compuesta saturada - recolectar y tratar.
c. de infraestructura y áreas generales	<ul style="list-style-type: none"> - excavar y mover a un área controlada - colocar una cubierta saturada si es factible. - Minimizar flujos, recolectar y tratar. - Intentar reducir el flujo mediante sellado, recolectar y tratar.
d. de minas	<ul style="list-style-type: none"> - intentar reducir el flujo mediante sellado, recolectar y tratar.

2. Pilas de relaves y de roca de desmonte inestables_

- reducir taludes
- drenar la cara con perforaciones horizontales, controlando el empozamiento, desviando el escurrimiento superficial, etc.
- reforzar el pie
- prevenir la erosión del pie.
- mover / reconstruir la pila.

3. Control de sedimentación

- segregación del área
- protección de la superficie por cubierta de roca.
- recubrimiento de los canales de drenaje
- colocación de pozas de sedimentación
- recubrimiento de los canales de drenaje.
- colocación de pozas de sedimentación

4. Desagües

- segregar desagües de otros drenajes
- proporcionar tratamiento

5. Hidrocarburos y otras sustancias peligrosas.

- instalar sistemas de retención secundarios (preventivo)
- excavar y desechar
- biorremediación
- tratamiento térmico.

**ELEMENTOS EN LOS ESTIMADOS DE COSTOS
DE MITIGACION PARA MINAS SIN PAMA**

MINA	DRENAJE ACIDO	RELAVES INESTABLES	CONTROL DE SEDIMENTOS	DESAGÜE	HIDROCARBUROS, ETC.
Bocaminas Q. Corina	*				
Mina Oroya	*				
S.M. Pacococha	*	*	*	No se incluye en estimados de costos.	No se incluye en estimados de costos.
San Juan	*	*	*		
Bocaminas Q. Viso	*			Se requerirá estudios específicos por localidad	Se requerirá estudios específicos por localidad
Perú Matucana	*				
San Marino	*				
Mina Caridad	*	*	*		
Venturosa	*				

8. REVISION DE LA CUENCA

8.1. SITUACIÓN ACTUAL

La cuenca del río Rímac alberga una población grande y un amplio rango de actividades socio económicas que incluye la actividad minera establecida desde hace mucho tiempo; la generación hidroeléctrica; suministro de agua a comunidades incluyendo Lima; la irrigación de tierras agrícolas y la recepción de aguas de desecho tanto domésticas como industriales.

Sin embargo, es importante apreciar que el río sufre impactos extremos que no están relacionados a la minería. Por ejemplo, el total del flujo de río, excepto en la época de crecida, es desviado de su lecho en la toma de Tamboreque hacia el sistema hidroeléctrico. Similarmente en La Atarjea, a las afueras de Lima, el flujo total del río, en la mayor parte del año, es desviado hacia el sistema de suministro de agua de la ciudad.

8.2. ESTRATEGIAS DE MANEJO AMBIENTAL

Los principales problemas ambientales directamente relacionados a las actividades mineras son:

?? La seria descarga potencial de relaves al río Rímac y sus tributarios debido a fallas de los sistemas de almacenamiento.

?? La descarga de drenaje ácido de mina no tratado hacia el río Rímac y sus tributarios, y

?? La descarga de arenillas debido a la erosión en las áreas de operación minera.

Otros problemas de alguna menor significación incluyen la pérdida potencial de productos de petróleo y otros productos químicos peligrosos y las descargas de desagües no tratados.

Estabilización de Relaves

Entre las medidas de mitigación se puede mencionar las siguientes :

?? Disminución de los taludes.

?? Reforzamiento del pie de los taludes.

?? Escalonamiento hasta la cresta de los taludes.

?? Instalación de drenajes para reducir la línea freática.

?? Modificación de las capacidades de derivación hidráulica de los sistemas.

?? Reprocesamiento de los relaves para recuperar los valores minerales económicos y la reubicación de los relaves, y

?? Transferir los relaves a un sistema de depósito subacuático.

La necesidad de controlar la descarga de lixiviados ácidos de los depósitos de relaves podría influir en una decisión hacia la última de estas alternativas en algunos casos.

Cada investigación de área y estudio de ingeniería requerirá aproximadamente de tres a cuatro meses a un costo aproximado de entre US\$ 50,000 a 80,000.

Tratamiento del Drenaje Acido

Entre las actividades clave de cada estudio se deberá incluir:

- ?? Investigación en el área para determinar las fuentes de drenajes ácido.
- ?? Evaluación de alternativas de mitigación sin tratamiento.
- ?? Evaluación de las alternativas de tratamiento, y
- ?? Diseño de las medidas de mitigación.

Control de Sedimentos

Se requerirá mayores investigaciones de ingeniería y de campo para diseñar los sistemas de control de drenaje, tales como los canales de derivación y colección, las medidas de control de erosión y las pozas de sedimentación. Cada investigación de área requerirá de aproximadamente dos meses y costará en el orden de US\$ 10,000 a US\$ 50,000, dependiendo de la complejidad de cada localidad en particular.

8.3. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones que se puedan derivar del estudio son las siguientes:

Un total de 27 operaciones mineras han sido identificadas en la cuenca, con las siguientes características.

- Minas en operación	7
- Minas cerradas o abandonadas	20
- Concentradoras	7

La actividad minero metalúrgica en la cuenca del Río Rimac se sitúa principalmente en las provincias de Huarochiri y Lima, siendo los distritos de Chicla, San Mateo, Matucana, Surco, Huanza y Carampoma los de mayor concentración de labores.

Los centros mineros más destacados de la zona se encuentran ubicados en Casapalca, Tamboraque, Millontingo, Pacococha, Colqui, Venturosa, Caridad, Lichicocha y Cocachacra.

También podemos mencionar que en la zona se encuentra la Refinería de Cajamarquilla S.A. cuya producción es de 100,000 TMA de cinc refinado.

En la cuenca existen empresas mineras cuya actividad esta paralizada, entre las cuales podemos mencionar a la C.M. Huampar S.A. y al S.M. Pacococha S.A.. También existen varias bocaminas y depósitos de relaves que no están operativos.

Finalmente, las empresas mineras que han presentado su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental – PAMA son las siguientes:

- Empresa Minera del Centro del Perú – Casapalca
- C.M. Casapalca S.A.
- N.M. Lizandro Proaño
- Perubar S.A.
- Refinería de Cajamarquilla S.A.
- Minera La Gloria S.A.
- C.M. Luren S.A.

- RGT Minerales S.A.

La geología de la cuenca y los resultados de las muestras tomadas de calidad de agua, relaves y roca de desmonte, indican que la mayoría de las operaciones mineras generan drenaje ácido. Las fuentes típicas son los drenajes de mina, lixiviados de relaves y roca de desmonte y otras mineralizaciones de sulfatos expuestas.

En adición al drenaje ácido, las operaciones mineras contribuyen a la liberación incontrolada de sedimentos al sistema del río, contaminan con filtraciones y derrames de hidrocarburos y otros materiales peligrosos y desagües no tratados.

Una importante característica de la cuenca de río Rimac es su habilidad de neutralizar los productos de la generación ácida debido a la disolución de carbonatos en las rocas del lecho que existen en la cuenca.

Existen varios depósitos de relaves cercanos al río donde la estabilidad geotécnica a largo plazo del sistema es un problema. El riesgo de falla y la liberación catastrófica de los relaves deberá constituir una principal preocupación para el manejo de la cuenca a largo plazo.

Recomendaciones

En base a los resultados del estudio se presenta las siguientes recomendaciones:

Que, como prioritario, se revisen todos los sistemas de almacenaje de relaves en la cuenca para identificar específicamente cualquiera que ofrezca un riesgo potencial de falla y la liberación de los relaves hacia el río. Aquellos que sean considerados un riesgo real, deberán entonces ser objeto de investigaciones geotécnicas e hidrológicas en el área más detalladas, para definir específicamente la integridad a largo plazo del sistema y para derivar cualquier acción correctiva requerida.

Que las iniciativas recientemente presentada bajo el sistema de los PAMAs sean mantenidas y posiblemente intensificadas para establecer programas específicos de áreas, para reducir la liberación de drenaje ácido, sedimentos, y desagües no tratados de las localidades mineras a la cuenca. Similarmente las áreas contaminadas por derrames de petróleo u otros materiales peligrosos, deben ser revisadas y recuperadas, según sea apropiado, para reducir la liberación de contaminantes al medio ambiente.

Se deberá establecer estaciones permanentes de monitoreo de flujos y calidad de agua a lo largo del río Rímac para determinar la calidad de agua en base a las estaciones.