



RESUMEN EJECUTIVO

En el Perú el proceso de concentración de minerales por flotación, se inicia en el año de 1918, tal como lo indica el Ing. Samame B., en su obra "*Peruvian Mining-Biography and Strategy of a Decisive Activity*". En consecuencia es a partir de esta fecha que en nuestro país se producen los concentrados y los relaves como productos del proceso de flotación; uno de los relaves que existe actualmente es la relavera de Mesapata.

La relavera de Mesapata, se encuentra ubicado en la parte baja del valle de Yanayacu en el paraje de Mesapata, poblado de san Miguel, distrito de Cátac, provincia de Recuay, departamento de Ancash, entre los 3520 y 3600 metros sobre el nivel del mar.

El procedimiento de construcción de esta presa de relave fue totalmente manual en sus inicios; no se tuvo en cuenta la aplicación de tecnologías apropiadas y bondades de la ciencia en el diseño, construcción, operación y manejo de la presa de relave, lo que constituye en la actualidad un riesgo para el ambiente y sus componentes, así como también un riesgo en la salud de poblacional.



Se conoce como relave, al conjunto de roca triturada que son producidas, transportados, descargados y depositados en forma de pulpa (mezcla de sólido en agua) en un determinado lugar de almacenamiento llamado presa de relaves; considerando que constituyen el material residual, que no tienen valor económico, son simplemente un producto de desecho con características físicas (conformados principalmente por arena muy fina y otras partículas pequeñas) y químicas propias de una operación determinada, siendo un recurso de impacto ambiental.

El Plan de cierre de la relavera de la Planta Concentradora de Mesapata, comprende el desarrollo de actividades de ingeniería, que son requeridos para el desmantelamiento de instalaciones, estabilidad física - química, recontoneo y compactación del terreno, recuperación y rehabilitación de suelos, revegetación y rehabilitación de hábitats acuáticos, donde se incluyen los programas sociales a favor de la comunidad afectada.

Además, se incluye el cronograma y presupuesto de ejecución de las actividades de cierre final; así como un conjunto de actividades relacionados con el cierre, que van ha seguir un proceso de mantenimiento y monitoreo, durante la etapa post-cierre, con la finalidad de garantizar que se cumpla los objetivos y sea sostenible en el tiempo.



Para la ejecución del plan de cierre, se considera la investigación geofísica, geoquímica, mapeo geológico, tipo de suelo, muestreo de superficie, monitoreos de agua, monitoreo de suelo, monitoreo de aire y entre otros aspectos.

La protección del ambiente es una preocupación reciente de la opinión pública, de los gobiernos regionales, provinciales y locales, así como también de las empresas, por lo que en la actualidad la legislación peruana va evolucionando en dictaminar códigos, leyes, normas y reglamentos, a favor del ambiente y de la sociedad en su conjunto, donde el incumplimiento de cualquiera de las disposiciones se traduce en sanciones, multas y descrédito; por lo tanto es una necesidad la remediación del relave de Mesapata por parte de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo", por lo que esta institución promueve la implementación y ejecución del "Plan de Cierre de la Relavera de la Planta Concentradora de Mesapata", contando además con el "Convenio específico de Cooperación entre la UNASAM y la FUNDASAM (ver Anexo N° 07).

En el Plan de cierre se considera de mayor importancia la estabilidad física y química, enmarcado en el cuidado, remediación y protección del ambiente y de la salud pública, en cumplimiento de las leyes vigentes.



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN



1.0. Introducción.

La Planta Concentradora de Minerales "Mesapata", de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo", se encuentra ubicada en la parte baja de la microcuenca del río Yanayacu, en el paraje Mesapata, poblado de San Miguel, distrito de Cátac; provincia de Recuay, Región Ancash, entre 3,520 y 3,600 m.s.n.m. La Planta Concentradora de Mesapata es accesible desde la ciudad de Huaraz mediante una carretera asfaltada de segundo orden.

La planta está dedicada a la flotación de minerales sulfurados y a la producción de tres tipos de concentrados: de Plomo - Plata; Zinc y Cobre. Tiene una capacidad para procesar 200 toneladas por día de Mineral, posee campamentos, oficinas, talleres, almacenes y demás instalaciones auxiliares; La Planta cuenta con una sub-estación eléctrica de 500 KVA localizada al lado Este de la Misma.

UNASAM es una institución educativa dedicada a la enseñanza, la investigación científica y la proyección social; a través de sus respectivas Facultades quienes están autorizados para la generación de recursos con esos fines.

El Plan de cierre de la relavera de la Planta Concentradora de MESAPATA de la Universidad Nacional de Ancash Santiago Antúnez de Mayolo (UNASAM), comprende el desarrollo de actividades de ingeniería, que son requeridos para el desmantelamiento de instalaciones, estabilidad física y química, nivelación



y reconfiguración de taludes de la relavera, recuperación y rehabilitación de suelos, revegetación y rehabilitación de hábitat acuáticos, donde se incluyen los programas sociales a favor de la comunidad afectada.

Se incluye el cronograma de ejecución de actividades de cierre de la relavera. Así como un conjunto de actividades relacionados con el cierre, que van a ser implementadas durante la etapa post-cierre, para garantizar que se cumpla los objetivos.

Para la ejecución del plan de cierre de la relavera, se considera la evaluación de la estabilidad física (estudio de mecánica de suelos, estabilidad de taludes, balance hídrico), estabilidad química (geoquímica, coberturas), mapeo geológico y muestreo de superficie, muestreo de agua, suelo y aire; entre otros aspectos.

1.1. Identificación del Proponente.

- Razón Social: Universidad Nacional de Ancash “Santiago Antúnez de Mayolo”- UNASAM
- Dirección: Av. Centenario N° 200, Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz, Región Ancash.
- Tele/fax:: 043- 428971, 043-421393
- Correo electrónico: unasam_plantas@yahoo.es
- RUC : 20166550239
- Representante legal: Dr. Manuel Rosemberg Barrón



1.2. Marco Legal.

1.2.1. Normatividad General.

- Constitución Política del Perú, 1993. Señala en Art. 2°, inciso 22 que:
“Toda persona tiene derecho a: la paz, la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como gozar de un ambiente equilibrado y adecuado de desarrollo de su vida”.
- D. L. N° 757, “Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada”, 08/11/1991). Establece que el Estado estimula el equilibrio racional entre el desarrollo socioeconómico, la conservación del medio ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales, garantizando la debida seguridad jurídica a los inversionistas mediante el establecimiento de normas claras de protección del medio ambiente.
- D. L. N° 635, Código Penal (Título XIII), 06/04/1991, en el Título XIII – Delitos contra la Ecología. Señala los delitos contra la Ecología, los Recursos Naturales y el Medio Ambiente, estableciendo lo siguiente: quien contamina vertiendo residuos sólidos, líquidos, gaseosos o de cualquier otra naturaleza por encima de los límites establecidos, y que puedan causar alteraciones en la flora, fauna y recursos hidrobiológicos será reprimida con pena privativa de libertad, siempre y cuando estos ocasionen peligro para la salud de las personas o para sus bienes.



1.2.2. Normas Ambientales.

- LEY N° 28611 "Ley General del Ambiente", 13/10/2005. es la norma que presenta el marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú. Establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país.
- LEY N° 17752, "Ley General de Aguas"; 24/06/1969; Prohíbe mediante el Art. 22° verter o emitir cualquier residuo sólido, líquido o gaseoso, que pueda alterar la calidad de agua y ocasionar daños a la salud humana o poner en peligro recursos hidrobiológicos de los cauces afectados; así como, perjudicar el normal desarrollo de la flora y fauna. Asimismo, refiere que los efluentes deben ser adecuadamente tratados para alcanzar los valores límites permisibles.
- DS N° 261-69-AP Reglamento de los Títulos I, II y III del Decreto Ley N° 17752 Ley General de Aguas". 13/12/1969. Reglamenta la preservación y la conservación de aguas, además clasificación los cursos de aguas del país y zonas costeras en VI clases, según sus usos y características naturales.

El Decreto Supremo N° 007-83-A, precisa la calidad de los cuerpos de agua en general, ya sea terrestre o marítima del país, cuya clasificación respecto a sus usos de la siguiente manera:



- Clase I:** Aguas de abastecimiento doméstico con simple desinfección.
- Clase II:** Aguas de abastecimiento doméstico con tratamiento equivalente a procesos combinados de mezcla y coagulación, sedimentación, filtración y cloración aprobados por el Ministerio de Salud.
- Clase III:** Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales.
- Clase IV:** Aguas de zonas recreativas de contacto primario (baños y similares).
- Clase V:** Aguas de zonas de de pesca de mariscos bivalvos.
- Clase VI:** Aguas de zonas de preservación de fauna acuática y pesca recreativa o comercial.

Asimismo, para los efectos de protección de las aguas, correspondientes a los diferentes usos, establece los límites bacteriológicos, límites de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y de oxígeno disuelto (O.D.), límites de sustancias peligrosas; y finalmente, los límites de sustancias o parámetros potencialmente perjudiciales. Dichos niveles máximos se presentan en el cuadro N° 1.1.

Cuadro N° 1.1.

Clasificación de las Aguas según Clases de Uso

| CLASE | | I | II | III | IV | V | VI |
|---|--------------------|-----|--------|-------|-------|-------|--------|
| Límite Bacteriológico (NM/100 M2) (1) | Coliformes Totales | 8.8 | 20,000 | 5,000 | 5,000 | 1,000 | 20,000 |
| | Coliformes Fecales | 0 | 4,000 | 1,000 | 1,000 | 200 | 4,000 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno y oxígeno Disuelto (mg/l O ₂) | DBO 5 días | 5 | 5 | 15 | 10 | 10 | 10 |
| | 20° OD | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 | 4 |
| Límite de Sustancias Potencialmente Peligrosas (mg/m ³) | Selenio | 10 | 10 | 50 | N | 5 | 10 |
| | Mercurio | 2 | 2 | 10 | O | 0.1 | 0.2 |
| | PCB | 1 | 1 | 1+ | - | 2 | 2 |
| | Esteres Estalatos | 0.3 | 0.3 | 0.3 | - | 0.3 | 0.3 |
| | Cadmio | 10 | 10 | 50 | - | 0.2 | 4 |



| | | | | | | | |
|--|--------------|-------|-------|--------|---|------|------|
| | Cromo | 50 | 50 | 1,000 | A | 50 | 50 |
| | Níquel | 2 | 2 | 1+ | P | 2 | (3) |
| | Cobre | 1,000 | 1,000 | 500 | L | 10 | (2) |
| | Plomo | 50 | 50 | 100 | I | 10 | 30 |
| | Zinc | 5,000 | 5,000 | 25,000 | C | 20 | (3) |
| | Cianuro | 200 | 200 | 1+ | A | 5 | 5 |
| | Fenoles | 0.5 | 1 | 1+ | B | 1 | 100 |
| | Sulfuros | 1 | 2 | 1+ | L | 2 | 2 |
| | Arsénico | 100 | 100 | 200 | E | 10 | 50 |
| | Nitratos (N) | 10 | 10 | 100 | | N.A. | N.A. |

(1) : Entendido como valor máximo en 80% de 5 o más muestras.

(2) : Pruebas de 96 horas: LC 50 (concentración letal) multiplicadas por 0.1

(3) : Pruebas de 96 horas multiplicadas por 0.2. LC. 50 : Dosis letal para provocar 50% de muertes o inmovilización del BIO ENSAYO.

1 +: Valores a ser determinadas. En caso sospechar su presencia se aplicará los valores de la columna V provisionalmente N.A.: Valor no aplicable.

Cuadro N° 1.2.

Limites de Sustancias o Parámetros Potencialmente Perjudiciales (VALORES EN MG/1) (APLICABLES EN LOS USOS I,II,III,IV,V)

| PARAMETROS | I y II | III | IV |
|-------------|--------|-----|-----|
| M.E.H (1) | 1.5 | 0.5 | 0.2 |
| S.A.A.M (2) | 0.5 | 1.0 | 0.5 |
| C.A.E (3) | 1.5 | 5.0 | 5.0 |
| C.C.E. (4) | 0.3 | 1.0 | 1.0 |

(1) .-Material Extractable en Hexano (Grasa Principalmente)

(2) .-Sustancias activas de azul de Metileno(Detergente principalmente)

(3) .-Extracto de columna de carbón activo por alcohol (Según método de flujo lento)

(4) .-Extracto de columna de carbón activo de Cloroformo (Según método de Flujo Lento)

Respecto a temperatura, el Ministerio de Salud determinará en cada caso, las máximas temperaturas para exposiciones cortas y de promedio semanal.

- Ley N° 26839, Ley de la Conservación de la Diversidad Biológica, 16/07/1997, regula la conservación de la diversidad biológica y el uso sostenible de sus componentes, en concordancia con los Art. 66° y 68° de la Constitución Política del Perú. Además, promueve la conservación de la diversidad de ecosistemas, especies y genes, el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales, la participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de la diversidad biológica,



y el desarrollo económico del país basado en el uso sostenible de sus componentes.

- Ley N° 28245, “Ley del Sistema Nacional de Gestión Ambiental”, (08/06/2004).
- D.S. N° 008-2005-PCM, “Reglamento de la Ley N° 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión”, (28/01/2005).

1.2.3. Normas sobre Planes de Cierre aplicables al Proyecto.

- LEY N° 28271, “Ley que regula los pasivos ambientales de la actividad minera” 06/07/2004; La presente Ley tiene por objeto regular la identificación de los pasivos ambientales de la actividad minera, la responsabilidad y el financiamiento para la remediación de las áreas afectadas por éstos, los responsables de los pasivos ambientales realizarán los estudios, acciones y obras correspondientes para controlar, mitigar y eliminar, en lo posible, los riesgos y efectos contaminantes y dañinos a la población y al ecosistema en general.
- D. S. N° 059-2003-EM Reglamento de Pasivos Ambientales Mineros, 06/12/2005; tiene por objetivo precisar los alcances de la Ley N° 28271, que regula los pasivos ambientales de la actividad minera, a fin de establecer los mecanismos que aseguren la identificación de los pasivos ambientales de la actividad minera, la responsabilidad y el financiamiento para la remediación ambiental de las áreas afectadas por



dichos pasivos, con la finalidad de mitigar sus impactos negativos a la salud de la población, al ecosistema y a la propiedad.

- R.D. No 19-97-EM/DGAA Guía Ambiental para el Manejo de Relaves Mineros, la estructura de reporte de estabilidad física de depósito de relaves, 23/06/97; su objetivo está centrado específicamente en el manejo de los relaves, de los procesos de flotación en la extracción metalúrgica de minerales metálicos, con la finalidad de mitigar la degradación ambiental generada por la industria.
- D.S. N° 016-93-EM Reglamento para la Protección Ambiental en la Actividad Minero-metalúrgica, 01/05/1993; El titular de la actividad minero-metalúrgica, es responsable por las emisiones, vertimientos y disposición de desechos al medio ambiente que produzcan como resultado de sus operaciones por lo que tiene la obligación de evitar que las concentraciones de dichos efluentes, emisiones y residuos no sobrepasen los niveles máximos permisibles establecidos.
- R.M. N° 315-96-EM/VMM: Se establecieron los LMP para emisiones gaseosas minero- metalúrgicas. 19/07/1996; Los titulares mineros están obligados a establecer puntos de control por cada fuente emisora así como un número apropiado de estaciones de monitoreo a fin de determinar la cantidad y concentración de cada uno de los parámetros regulados, además del flujo de descarga. Los titulares mineros llevarán un registro según los formatos que se especifican en el Protocolo de



monitoreo de emisiones gaseosas de la DGAA, los mismos que deberá ser presentado al Auditor Ambiental, cuando éste lo requiera.

- R.M. N° 011-96-EM/VMM Establece Los Niveles Máximos Permisibles de Efluentes Líquidos para Las Actividades Minero – Metalúrgicas 13/01/1996. Los titulares mineros están obligados a establecer un punto de control en cada efluente líquido minero metalúrgico, a fin de determinar la concentración de cada uno de los parámetros regulados y el volumen de descarga en metros cúbicos por día, Los resultados analíticos obtenidos para cada parámetro regulado del efluente minero metalúrgico no excederán los niveles contemplados en el Anexo 2, columna “Valor en cualquier momento”. De manera similar, para el caso de las concentraciones promedio anuales no excederán los valores contemplados en la columna “Valor promedio anual” en el anexo 2.

ANEXO 2

VALORES MAXIMOS DE EMISION PARA LAS UNIDADES MINERAS EN OPERACION O QUE REINICIAN OPERACIONES

| PARAMETRO | VALOR EN CUALQUIER MOMENTO | VALOR PROMEDIO ANUAL |
|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ph | Mayor que 5.5 y Menor que 10.5 | Mayor que 5.5 y Menor que 10.5 |
| Sólidos suspendidos (mg/l) | 100 | 50 |
| Plomo (mg/l) | 1 | 0.5 |
| Cobre (mg/l) | 2 | 1 |
| Zinc (mg/l) | 6 | 3 |
| Fierro (mg/l) | 5 | 2 |
| Arsénico (mg/l) | 1 | 0.5 |
| Cianuro total (mg/l) | 2 | 1 |



- R. M. N°596-2002-EM/DM, “Reglamento de Participación Ciudadana en el Procedimiento de Aprobación de los Estudios Ambientales Presentados al Ministerio de Energía y Minas”, 20/12/02; el Titular deberá informar y dialogar con personas naturales y/o organizaciones sociales, sobre todos los aspectos relevantes del proyecto minero a ser ejecutado, la participación de la ciudadanía se lleva a cabo mediante Consulta previa o audiencia Pública.

1.2.4. Normas del Sector Salud Aplicables al Proyecto.

- D.S N° 074-2001-PCM Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire. 2001. Crea un plan de acción para el mejoramiento de la calidad del aire de acuerdo a las fases y etapas previstas por la legislación.

Cuadro N° 1.3.

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire

| CONTAMINANTES | PERIODO | VALOR DEL ESTANDAR | | METODO DE ANALISIS (1) |
|------------------|--------------|--------------------|---------------------------|--|
| | | VALOR | FORMATO | |
| SO ₂ | Anual | 80 | Media aritmética anual | Fluorescencia UV (método automático) |
| | 24 horas | 365 | NE más de 1 vez al año | |
| PM-10 | Anual | 50 | Media aritmética anual | Separación inercial / filtración (Gravimetría) |
| | 24 horas | 150 | NE más de 3 veces al año | |
| CO | 8 horas | 10,000 | Promedio móvil | Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (método automático) |
| | 1 hora | 30,000 | NE más de 1 vez al año | |
| NO ₂ | Anual | 100 | Promedio aritmético anual | Quimiluminiscencia (método automático) |
| | 1 hora | 200 | NE más de 24 veces al año | |
| O ₃ | 8 horas | 120 | NE más de 24 veces al año | Fotometría UV (método automático) |
| Pb | Anual (2) | | | Método para PM10 (espectrofotometría de absorción atómica) |
| | Mensual | 1.5 | NE más de 4 veces al año | |
| H ₂ S | 24 horas (2) | | | Fluorescencia UV (método automático) |

(1) O método equivalente aprobado

(2) A determinarse según lo establecido en el artículo 5° del presente reglamento



- Ley N° 27314, “Ley General de Residuos Sólidos”, 21/07/2000, en ella se establecen los derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, para la protección del ambiente y el bienestar de la persona humana.
- D. S. N° 057-2004-PCM Reglamento de la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos. 24/07/2004. Este dispositivo reglamenta la Ley de residuos sólidos a fin de asegurar la gestión y el manejo de los residuos sólidos.

1.2.5. Normas de Seguridad e Higiene en el Trabajo Aplicables Al Proyecto.

- DS-046-2001-EM, Reglamento de Seguridad e Higiene Minera, 20/07/01, Este reglamento es parte de la Gestión de las empresas mineras, de tal manera que el titular esta obligado a; asumir de manera absoluta los costos relacionados con la Seguridad e Higiene Minera; informar a los trabajadores los riesgos, los peligros que implica para su salud, las medidas de prevención y protección aplicables, de manera comprensible; proporcionar el EPP, herramientas adecuadas que permitan realizar sus labores con seguridad y efectuar inspecciones internas y externas; brindar primeros auxilios, transporte y todas las facilidades del caso a los trabajadores cuando lo requieran; establecer, reclutar, evaluar, seleccionar y capacitar al personal que trabajará en la mina.



- RS-021-83-TR, Normas Básicas de Seguridad e Higiene En Obras de Edificación”, 23/03/83; esta norma tiene como objetivo dar lineamientos de seguridad en la circulación, orden, limpieza, iluminación, señalización, en las excavaciones, trabajos de riesgos de altura, en la utilización de maquinaria, en la utilización de escaleras y rampas, andamios, electricidad, instalaciones provisionales, entre otros, los cuales tienen parámetros establecidos por esta norma, para asegurar el bienestar e integridad de todo el personal que labora en dicho proyecto y de la población que transita.

1.3. Ubicación del Proyecto.

1.3.1. Ubicación Política.

| | | |
|-----------|---|-----------------|
| Región | : | Ancash |
| Provincia | : | Recuay |
| Distrito | : | Cátac |
| Localidad | : | C.P. San Miguel |
| Paraje | : | Mesapata |

1.3.2. Ubicación Geográfica.

La relavera de la Planta Concentradora de Mesapata, tiene por coordenadas centrales UTM:

8918171.855 N

233992.253 E

Ver Anexo N° 01: Plano PL-01.



1.3.3. Vías de acceso.

La relavera de la Planta Concentradora de Mesapata, se encuentra ubicado al Sureste de la ciudad de Huaraz a 36,5 Km., al costado de la carretera Cátac – Chavín, el itinerario es el siguiente:

Cuadro N° 1.4.
Acceso a la relavera.

| De | A | Distancia (Km) | Tipo Carretera |
|----------|----------------------|----------------|----------------|
| Huaraz | Cátac | 35.00 | Asfaltada |
| Cátac | Relavera | 1.50 | Asfaltada |
| Relavera | Planta Concentradora | 0.50 | Trocha |

Fuente: Propia

1.4. Historia del Proyecto.

Habiéndose paralizado las operaciones de la antigua Planta Concentradora que correspondía a la compañía minera Cátac, las instalaciones de la planta concentradora totalmente implementada y operativa fueron tomados por los administración del Ex Banco Minero del Perú, esto ocurrió a finales de la década del 80; desarrollando el ex banco, las actividades metalúrgicas, contando con una operación constante, hasta el año 1989, en donde se declara en quiebra, cerrándose la Planta y manteniéndose paralizada hasta 1993. Durante los años de administración del Ex Banco Minero del Perú, se generó el pasivo ambiental (depósito de relave), ubicado al sur del río Yanayacu, estos relaves fueron depositados en ese entonces sin tener en consideración ningún criterio técnico - ambiental.



Posteriormente, en 1993, fue transferida a la Universidad Nacional de Ancash “Santiago Antúnez de Mayolo” - UNASAM, que a la fecha viene siendo administrada por la misma, donde se viene acumulando el relave, siendo en la actualidad el punto crítico de la Planta Concentradora.

La UNSAM en cumplimiento de la normatividad vigente del sector minero tiene previsto ejecutar el cierre definitivo de esta relavera con la finalidad de remediar el impacto negativo que produce la relavera.

1.5. Objetivos del Cierre.

1.5.1. Objetivo General.

- Remediar el pasivo ambiental de la relavera de la Planta Concentradora de Minerales de Mesapata.

1.5.2. Objetivos Específicos.

- Prevención, minimización, mitigación y el control de los riesgos y efectos sobre la salud, la seguridad de las personas y el ecosistema.
- Realizar estudios, acciones y obras correspondientes para controlar, mitigar y eliminar, en lo posible, los riesgos y efectos contaminantes y dañinos a la población y al ecosistema en general.
- Determinación de las condiciones del posible uso futuro de dichas áreas o instalaciones.



- Mejorar la calidad del suelo, agua y aire.
- Lograr una imagen paisajística agradable.
- Estabilidad física y química.
- Asegurar el manejo y tratamiento del agua superficial y subterránea en las áreas rehabilitadas, logrando que el agua sea de buena calidad antes de su descarga al cuerpo receptor.
- Monitorear la rehabilitación de las áreas que se utilizaron como depósito de relave con la finalidad de integrarlas progresivamente al entorno y ecosistema local.
- Desarrollar estrategias conjuntas durante la ejecución del plan de cierre, entre la población y la empresa, para el logro de los objetivos trazados.
- Volver a generar espacios que permitan el establecimiento de especies de flora nativa y la presencia de especies de fauna silvestre (biodiversidad).
- Cumplir con lo establecido en la normatividad vigente del sector.

1.6. Criterios del Cierre.

1.6.1. Área de Influencia Directa.

Comprende las áreas aledañas, donde se desarrollará la infraestructura proyectada que comprende: la modificación de la relavera, canales de drenaje, apertura de vías de acceso, en donde se producirán la ocurrencia de impactos ambientales de formas directa e inmediata durante la ejecución del proyecto.



Se ha considerado dentro del área de influencia directa un área aproximada de 3Ha.

A. Estabilidad Física.

Se realiza el estudio de Mecánica de suelos (estudio del material del depósito de relave y el subsuelo de la zona), y considerar los parámetros para diseñar el muro de contención dentro del Plan de Cierre y proponer la estabilización del depósito de relave. (Ver Anexo N° 02: Informe técnico del “Estudio de Mecánica de Suelos y Reporte de Estabilidad Física”).

B. Estabilidad Química.

El fenómeno de drenaje ácido es un proceso que ocurre de forma natural, que resulta de la oxidación de minerales sulfurados y lixiviación de metales asociados, provenientes del material sulfuroso cuando son expuestos al aire y al agua.

Por procesos de infiltración y por la existencia de drenaje ácido se instalará un sistema de tratamiento por wetland (Ver Anexo N° 03, Tratamiento del Drenaje Acido del Relave de Mesapata por el Sistema Wetlands - Proceso de Biorremediación), el cual tendrá como finalidad incrementar el pH de los efluentes provenientes de la relavera de tal manera que los parámetros de estos efluentes estén dentro de los LMP y no contaminen al cuerpo receptor.



C. Estabilidad Geoquímica.

Para la estabilidad geoquímica de la relavera, se tendrá en cuenta la velocidad de acidificación del agua frente al relave y el diseño de las coberturas para impermeabilización de la relavera.

La cobertura no permitirá la infiltración de aguas pluviales, la cuales escurrirán por los canales de colectores y de drenaje, minimizando la generación de agua ácida de relave, la generación de agua ácida de la relavera encapsulada solo se dará por el fenómeno de capilaridad; este efluente ira directamente al sistema de tratamiento por wetlands.

D. Estabilidad Hidrológica.

Estará dado por canales de drenaje de las aguas superficiales de la relavera reducirá la infiltración de agua, además que estos canales de drenaje estarán diseñadas para el caudal máximo de venida. También contemplara el sistema de riego de la cubierta vegetal en toda la relavera.

Teniendo en cuenta el tratamiento del drenaje ácido de relave por el sistema wetlands así como, el diseño de las coberturas, el hábitat acuático que se encuentra alrededor de la relavera, tendrá un proceso de recuperación de mediano a largo plazo.



E. Aspecto Social.

La población ubicada en el área de influencia del depósito de relave de Mesapata, ubicada en el bofedal de Yanayacu, se encuentra preocupada por la generación de impactos ambientales negativos que ocasiona la presencia de la relavera.

Es importante la participación e involucramiento de la comunidad, en el proceso de cierre definitivo de la relavera, que tiene por finalidad mejorar la calidad de vida de la población, la propuesta de este proyecto de cierre, que será sostenible a corto, mediano y largo plazo.

1.6.2. Área de Influencia Indirecta

El área de influencia indirecta se estableció en base a las áreas o sectores con potencial a ser impactadas a mediano y largo plazo para de esta manera tener una mejor visión del ecosistema donde se desarrolla el plan de cierre.

Se han considerado dentro del área de influencia indirecta a:

- Cuenca hidrográfica de Yanayacu.
- Los sectores de San Miguel, 2 de Mayo y Santa Rosa.



CAPITULO II

COMPONENTES DEL CIERRE



2.0. Componentes del Cierre.

2.1. Mina.

Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" no cuenta con una Unidad Minera, solo presta servicio de concentración de minerales a terceros (Minas ubicadas en la zona Sierra de la región Ancash).

2.2. Instalaciones de Procesamiento de la Planta Concentradora Minerales de Mesapata.

Se hace la descripción del proceso productivo, que se realiza al dar el servicio de tratamiento de minerales por el método de flotación selectiva así como las Actividades relacionadas a Ella.

Materia prima.

El mineral que se procesa actualmente en la Planta Concentradora de Minerales de "Mesapata" procede de las minas ubicadas en la zona Sierra de la Región Ancash.

Procesamiento del Mineral.

La planta concentradora de minerales de "Mesapata" tiene una capacidad de procesamiento nominal de 200 tpd. de mineral y realiza el tratamiento de



minerales polimetálicos con contenido de plomo, zinc, cobre y plata con características variables.

El proceso productivo de la planta concentradora de minerales de Mesapata se describe a continuación.

Recepción y almacenamiento de mineral.

El mineral proveniente de la mina es pesado y debidamente codificado, luego es almacenado en la cancha de minerales hasta que se completa el tonelaje correspondiente a una campaña; la cancha de almacenamiento tiene una capacidad de 50,000 toneladas.

Sección de trituración.

El mineral almacenado es vaciado a una tolva de gruesos de 250 tm. de capacidad, la cual tiene una parrilla de rieles con una luz de 6". El mineral almacenado en esta tolva es descargado por un alimentador de placas de 24" x 2 mts., a una parrilla estacionaria (grizzly) de 2" x 4" con abertura de 1"; el mineral grueso es alimentado a la trituradora de quijadas de 10" x 24" con set de 2".

El producto de esta chancadora, junto con el fino de la parrilla estacionaria, son descargados a la faja transportadora N° 01 de 3/8" x 18" x 21 mts. El material transportado por esta faja es descargado a una zaranda vibratoria de 3' x 6' con una malla de 1/2" de donde los finos – 1/2" van a una tolva de 250 tm. y los



gruesos + $\frac{1}{2}$ " retornan a la faja transportadora N° 02 de 3/8" x 18" x 10 mts. Mediante un tolvín de transferencia.

El material que transporta la faja N° 02 es descargado a la chancadora de conos de 24" con descarga de 3/8" el producto de la chancadora de conos es recibido por la faja transportadora N° 01, cerrando de esta manera el circuito. Todo el circuito se encuentra cubierto por un techo de calaminas para protegerlo de la lluvia.

Sección Molienda.

El mineral proveniente de la tolva de finos es alimentado mediante una faja de 3/8" x 18" x 5 mts. al molino de barras de 4' x 8'; el mineral es descargado al clasificador helicoidal de 36" x 20' x 5' retornando los gruesos a un molino de bolas de 5'x 5'. El over flow del clasificador constituye la cabeza del circuito de flotación.

Sección de Flotación.

La flotación es selectiva y consta de 3 circuitos:

Para la Obtención de Dos Productos.- En el primer circuito se obtiene un concentrado de **plomo**. El under flow del primer circuito (flotación bulk) es reacondicionado y procesado en el tercer circuito, con el fin de obtener un; **concentrado de zinc**; el under flow de este circuito constituye el relave final



del proceso y se transporta por gravedad para su almacenamiento en el depósito de relaves.

Para la Obtención de Tres Productos.- En el primer circuito se obtiene un concentrado bulk de **plomo - cobre**. La flotación bulk es reacondicionado y procesado en el segundo circuito para obtener un concentrado de **cobre** y como under flow el concentrado de **plomo**. El under flow del primer circuito es reacondicionado y procesado en el tercer circuito para obtener un concentrado de **zinc**. El under flow de este circuito constituye el relave final del proceso y se transporta por gravedad para su almacenamiento en el depósito de relaves. A continuación se detallan cada uno de los circuitos mencionados:

Circuito de Flotación de Plomo.- Este circuito se alimenta directamente de una celda unitaria de 38" x 38" que es, a su vez, alimentada con el over flow del clasificador helicoidal, luego la pulpa pasa a un acondicionador – súper celda de 6' x 6' donde se adicionan la mayor parte de los promotores y espumantes. La pulpa acondicionada entra a un banco de 8 celdas de 43" x 43", de las cuales 3 operan como celdas de desbaste (rougher), 2 como celdas de limpieza (cleaner) y 3 como celdas secundarias (scavenger).

La pulpa acondicionada ingresa a las celdas de flotación desde donde pasa hacia las celdas scavenger, las colas de las celdas scavenger constituyen la cabeza del circuito de flotación de zinc. Las espumas de las celdas rougher son enriquecidas en celdas cleaner, obteniendo el concentrado de plomo, el que se deposita en dos pozas de decantación de 14' x 8' x 10'.



Circuito de Flotación de Zinc.- La separación de zinc se lleva a cabo en un banco de 8 celdas de 43" x 43", donde 3 operan como celdas de desbaste (rougher), 2 como celdas de limpieza (cleaner) y 3 como celdas secundarias (scavenger). El under flow proveniente del circuito de flotación de plomo es tratado en un acondicionador – súpercelada de 6' x 6'. La pulpa acondicionada ingresa a las celdas rougher, desde donde pasa a las celdas scavenger. Las colas de las celdas scavenger constituyen el relave final del proceso. Las espumas de las celdas rougher son enriquecidas en las celdas de limpieza, obteniéndose el concentrado de zinc el mismo que se deposita en dos pozas de decantación de 14' x 8' x 10'.

Circuito de Flotación de Cobre.- La alimentación de este circuito es el concentrado bulk plomo - cobre de la flotación del primer circuito, el concentrado ingresa a un acondicionador de 4' x 4' para activar las partículas de cobre, luego del cual pasan a un banco de 8 celdas de 32" x 32" de las cuales 3 son celda rougher, 3 son celdas scavenger y 2 son cleaner. La pulpa ingresa a las celdas rougher y continua hacia las celdas scavenger, las colas de las celdas scavenger constituyen el concentrado de plomo. Las espumas de la celda rougher son enriquecidas en la celda de limpieza. El producto de esta última es el concentrado de cobre.

Sección de Filtrado, Secado y Despacho de Concentrados.- Una parte del concentrado de zinc es conducido a un filtro de discos de 6', obteniéndose un concentrado con 8 a 12% de humedad, el cual es almacenado en una loza, desde donde se despacha con un cargador frontal a los camiones. El agua del proceso de filtrado y el de las cochas de concentrado es conducido a un



sistema de pozas de sedimentación para recuperar los finos de la flotación, siendo el rebose luego descargado al deposito de relaves.

El concentrado de Plomo, Es depositado en dos pozas de decantación de 35 ton. El material espesado (15 a 18% de humedad) es luego almacenado en una loza para el secado respectivo (8 a 12% humedad para luego ser despachado a los camiones.

El concentrado de cobre es descargado a una poza de decantación de 35 ton., luego el material espesado (15 a 18% de humedad) es almacenado en una loza para el secado respectivo (8 a 12% humedad) y luego ser despachado a los camiones.

Los concentrados son transportados por carretera en camiones de 30 toneladas al puerto de Callao.

Reactivos Utilizados:

Depresores.

| Nombre | Kg / Ton. |
|--------------------|------------------|
| Cianuro de Sodio | 0.080. |
| Sulfato de zinc | 0.600 |
| Bisulfito de Sodio | 0.150 |
| Silicato de Sodio | 0.030 |

Promotores.

| Nombre | Kg / Ton. |
|---------------|------------------|
| Aerofloat | 0.011 |



| | |
|---------|-------|
| A – 31 | 0.008 |
| A – 242 | 0.001 |
| A – 404 | 0.010 |

Xantatos.

| Nombre | Kg / Ton. |
|---------------|------------------|
| Z – 6 | 0.200 |
| Z – 11 | 0.050 |

Espumantes.

| Nombre | Kg / Ton. |
|-----------------|------------------|
| Aceite de Pino | 0.001 |
| Acido Cresílico | 0.002 |
| Frother | 0.029 |
| Carbinol | 0.250 |

Reactivadores.

| Nombre | Kg / Ton. |
|------------------|------------------|
| Sulfato de Cobre | 0.550 |

Modificadores de pH.

| Nombre | Kg / Ton. |
|---------------|------------------|
| Cal | 2.200 |



Instalaciones y Servicios Auxiliares.

La potencia necesaria para el funcionamiento de la planta así como para el campamento, oficinas y talleres es suministrada por la central hidroeléctrica del cañón del pato de propiedad de DUKE ENERGY S.A. a través de una línea de transmisión de 2 Km. desde el poblado de Cátac; para ello la UNASAM adquirió una sub estación eléctrica de 500 KVA de potencia. La planta además cuenta con un generador diesel que esta para casos de emergencia (stand- by) de 50 KVA. También cuenta con talleres de mantenimiento de maquinarias pesada, equipos de soldadura eléctrica y autógena, prensas de mano, teclees y un campamento.

2.3. Instalaciones de Manejo de Residuos.

En la Planta concentradora de Mesapata, existen dos clasificaciones de residuos como son:

2.3.1. Residuos Sólidos.

Clasificado en 4 clases de residuos, provenientes de sus operaciones propias de la planta.

1. Residuos Masivos.

Constituidos por los relaves, que se originan como consecuencia del procesamiento de minerales: Para obtener productos minerales de alto valor económico y comercial denominado concentrado y la parte



remanente se le llama relave que es un producto que no tiene valor económico ni comercial, pero que necesita ser confinado.

Relaveras.- existen dos: uno ubicado en la parte Sur al pie de las instalaciones de la planta, tiene un área aproximada de 3,500 m² y una altura promedio de 6 m. cuenta con un dique de tierra de 4m.; y otro ubicado al Norte de la planta, que esta en la parte baja del bofedal Yanayacu, al margen izquierdo del río del mismo nombre, de aproximadamente de 3 Has. y una altura promedio de 22 m.

2. Residuos sólidos generados en los procesos para la obtención de concentrados.

Constituidos por las partículas y polvos producidos por la erosión eólica de los depósitos de relaves y emisiones al aire, residuos del proceso de trituración y otros generados por los procesos y la tecnología utilizada.

3. Residuos industriales.

Consisten principalmente de latas, chatarra, envases de reactivos, restos de lubricantes, grasas, aceites, cartones, plásticos, envases de reactivos químicos, vidrios contaminados, entre otros provenientes de las actividades industriales propias de la planta.

4. Residuos domésticos.

Generador por el campamento, comedor, servicios higiénicos, oficinas, almacén de alimentos. Constituido por los restos alimenticios, envases



de plástico, envases de vidrio, cartones, papeles, tintes de impresora, envolturas de alimentos, cajas, envases y frascos de utensilios de aseo personal, etc.

Los residuos orgánicos son dispuestos por el contratista del comedor y los residuos inorgánicos son recolectados en los respectivos contenedores de acuerdo a su clasificación.

2.3.2. Residuos Líquidos.

1. Aguas residuales domésticas (ARD).

El servicio de alcantarillado recoge las aguas servidas de los diferentes puntos de servicio mediante tuberías de concreto normalizado de 4" de diámetro y las descarga a un pozo séptico ubicado en la ladera, al pie de las instalaciones del campamento y oficina.

2. Efluentes líquidos.

Las aguas residuales industriales de la Planta y el agua de rebose del depósito de relaves principalmente, que contiene un pH de 4.3, que se indica que se encuentra dentro de los LMP vigentes (efluente ligeramente ácido).

El efluente industrial principal está constituido por el rebose del depósito de relaves, puesto que tanto el drenaje del filtro, de las pozas de



decantación así como el rebose de las pozas de recuperación son descargados al canal que conduce los relaves.

2.4. Instalaciones de Manejo de Agua.

El agua para consumo humano e industrial proveniente del riachuelo de Queshque, es conducida a la Planta a través del canal San Miguel y almacenada en dos tanques de concreto de 240 m³ y 2 m³ de capacidad, desde cada uno de estos se deriva una línea de servicio, una abastece a la planta concentradora de minerales, otra para los diversos servicios de uso domestico, a través de una línea de conducción de 1" (red matriz) y de ½" (redes secundarias), para los servicios higiénicos, laboratorios, viveros y para la estación experimental de la piscigranja de truchas. Para todos los casos el consumo total es de 10 litros/seg.

2.5. Áreas de Materiales de Préstamo.

2.5.1. Canteras de Materiales de Construcción.

Los materiales de construcción se encuentran abundantes en toda el área en el que está el Proyecto, tanto en la terraza aluvial del lado Sur en el mismo sitio como en el lecho mismo del río Yanayacu a la altura del puente que está aproximadamente a 2 km de distancia.

Otra cantera lo constituyen las playas del río Santa que estaría aproximadamente a 4 – 5 km.



En estos tres lugares, se pueden obtener canteras de piedras sueltas para gaviones y agregados para concreto simple, lo mismo que piedras menudas de ½ pulgada y arena.

La arcilla puede obtenerse principalmente de la zona cercana de terrazas que está en el planicie superior sur de los relaves mismos.

Los materiales de las canteras mencionadas requieren ser tratadas por zarandeo.

2.5.2. Canteras de Tierra Agrícola.

Con la finalidad de eliminar o disminuir los impactos negativos generados por la relavera, es que se ha programado revegetarlo; para ello es imprescindible cubrirlas con un sustrato gravoso y sobre él colocar una capa de tierra agrícola para que finalmente se siembre una especie vegetal y de esa manera eliminar una serie de implicancias negativas al ecosistema.

Las canteras de tierra agrícola han sido seleccionadas tomando en consideración una serie de factores tales como: calidad edáfica, cercanías a la zona por rehabilitar, potencia del estrato y posibilidades de obtener la autorización de uso.



a. Descripción Ecogeográfica de los Relaves.

Con el objeto de tener una información cuantificada de los requerimientos de tierra agrícola para la relavera de Mesapata; que se halla ubicado sobre una llanura aluvial del río Seco, cubierta mayormente por pastos nativos. La altitud es de 3530 m.s.n.m., se halla a 4 Km. del Puente Cátac de la Carretera Lima – Huaraz, a un lado de la Carretera Cátac - Chavín. Su posicionamiento es: 234000E; 8918200N.

La superficie ocupada por esta relavera es de aproximadamente 1.5 ha (Ver fotografía N° 01 y Anexo N° 01 Planos PL - 02 y PL - 03).

Fotografía N° 01

Vista de la Relavera mirando al Este.





b. Características edáficas requeridas de la tierra agrícola.

La tierra agrícola deberá estar constituida por el horizonte superficial de un perfil de suelo (topsoil en inglés). Normalmente en zonas andinas, puede ser de 20 a 50 cm de espesor, dependiendo de su posición fisiográfica, acción del clima y características del material parental. Morfológicamente, se caracteriza por presentar un color oscuro, el desarrollo de una estructura granular o bloques finos, excelente porosidad, elevada actividad microbiana, alto contenido de materia orgánica y es una zona de máximo desarrollo radicular. Constituye así, el estrato de mayor fertilidad de un suelo cualesquiera.

Este material deberá constituir el soporte mecánico y el sustento nutritivo para el desarrollo de una especie vegetal cualesquiera que se prene implantar como cobertura.

c. Ubicación y características ecogeográficas de las canteras de tierra agrícola.

Se ha evaluado cinco canteras potenciales de tierra agrícola; en el siguiente cuadro se da la ubicación de las coordenadas centrales de las mismas (ver cuadro N° 2.1.).



Cuadro N° 2.1.

Coordenadas UTM de las posibles canteras de tierra agrícola

| ESTE | NORTE | LUGAR |
|--------|---------|-----------|
| 228850 | 8922210 | Ticapampa |
| 231806 | 8923755 | Cátac |
| 235908 | 8923520 | Cátac |
| 230802 | 8917957 | Recuay |
| 200089 | 8913068 | Huaraz |

Elaboración propia.

d. Características físico- químicas de las canteras de tierra agrícola.

Se ha efectuado la evaluación de la fertilidad natural del suelo de cada una de las canteras de tierra agrícola más importantes que se utilizarán como sustrato de suelo en la relavera. Para ello se ha sometido a una muestra homogénea de suelo a un análisis físico – químico que difiere según su importancia y finalidad.

En el Cuadro N° 2.2, se muestra la calificación de los parámetros más importantes que definen la clase de fertilidad natural de cada una de las muestras.

Cuadro N 2.2.

Fertilidad Natural de la Tierra Agrícola

| Cantera | Potencia | pH | Sales | Asimilables | | Materia Orgánica | Nitrógeno Total | Clase Textural | Calificación |
|----------|----------|----|-------|-------------|---------|------------------|-----------------|----------------|--------------|
| | m | | ds/m | Fósforo | Potasio | | | | |
| Mesapata | | + | + | + | + | ++ | ++ | ++ | Baja |

Fuente: RRR Consultores en Ingeniería S.A.C.

Calificación: + Muy bajo o deficiente

++ Baja

+++ Media a satisfactoria

++++ Alta o excesiva



La mayor parte de las canteras de tierra agrícola poseen un pH muy ácido, el cual necesitará elevarlo mediante la aplicación de cal; de igual manera son deficientes en potasio asimilable y en materia orgánica.

Ello significa que se va a necesitar una fórmula de abonamiento que pueda suplir estas deficiencias.

2.6. Otras Infraestructuras Relacionadas con el Proyecto.

2.6.1. Sistema Wetlands.

La Planta concentradora Mesapata de la UNSAM, viene depositando desde el año 1993 el relave minero en el bofedal de Yanayacu, que es un área donde se encuentran pastos naturales, que colinda con las áreas de la Comunidad campesina de Cátac, esta relavera ha generado siempre drenajes ácidos de mina que son generados principalmente por la oxidación de minerales sulfurados, como la pirita (FeS_2), lo que ocasiona un efecto perturbador del entorno del ecosistema y la contaminación de los pastos naturales que son consumidos por los ganados de la comunidad campesina de Cátac.

El sistema de Humedal, es un sistema de biorremediación que actúa realizando el proceso de biosorción captando metales disueltos a través de microorganismos (Hongos, algas, levaduras, bacterias), con efecto de elevar el ph del efluente a los cursos de agua cercanas. En la actualidad este



sistema ha dejado de operar debido a que no se planifico su mantenimiento y monitoreo permanente a ser sostenible en el tiempo.

2.6.2. Tubería aérea de conducción de Relaves.

Se cuenta con una tubería área de PVC de 4" de diámetro y 85m de longitud; la tubería trabaja conjuntamente con una bomba, que bombea el relave hacia la meseta de la relavera.

2.6.3. Canales de derivación.

Han sido construidos sobre la turba del bofedal de Yanayacu, son de secciones rectangulares (0.80 m. x 1.5 m.) y que están ubicadas alrededor de la relavera.

2.6.3.1. Canales de derivación para aguas de lluvia.

Son canales que tienen la misma sección y son construidos con la finalidad de que las aguas de lluvia no ingresen a la relavera.

2.6.3.2. Aguas ácidas.

Estas son colectadas y derivadas al sistema Wetlands, y las pozas de sedimentación y clarificación para su tratamiento antes de ser vertidos al cuerpo receptor.



2.7. Vivienda y Servicios para el trabajador.

2.7.1 Campamentos.

La Plan Concentradora de Mesapata, cuenta con un campamento compuesto de un pabellón construido de ladrillo y techo de calamina, con capacidad para alojar a unas 15 personas. En la actualidad sólo el personal profesional y de guardianía se alojan en dichos ambientes; el personal técnico y obreros viven en sus respectivos domicilios en la ciudad de Cátac.

Este campamento cuenta con servicios de abastecimiento de agua, alcantarillado y luz eléctrica. No cuenta con sistemas de calefacción central, pero se usan algunas estufas eléctricas.

Existe un total de seis servicios higiénicos con capacidad suficiente para todo el personal. Existe además un comedor de obreros y un comedor de empleados, con capacidad de 14 y 8 comensales respectivamente, el almuerzo de los obreros es recogido de sus domicilios por la unidad móvil de la Planta, el comedor de empleados si cuenta con su propia cocina.

La planta cuenta con un sistema de colección de aguas servidas así como con un pozo séptico.



2.7.2 Abastecimiento de agua.

El agua para consumo humano e industrial proveniente del riachuelo Queshque, es conducida a la Planta a través del canal San Miguel y almacenada en dos tanques de concreto de 240 m³ y 2m³ de capacidad; desde cada uno de éstos se deriva una línea de servicio, una abastece a la Planta Concentradora y la otra abastece a los diferentes puntos de servicio de agua para uso doméstico, como servicios higiénicos, duchas, cocina, oficinas y laboratorio de análisis. El consumo de agua para uso industrial es de 8 Lt/s , para uso doméstico se estima en 0.30 Lt/s.

2.8 Fuerza de Trabajo y Obtención de Recursos.

En la Planta concentradora de Mesapata trabajan 38 personas, distribuidas según se indica en el siguiente cuadro N° 2.3.



Cuadro N° 2.3.

Personal que labora en la Planta Concentradora de Minerales "Mesapata"

Turno Diurno

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |
|------------------------------------|-----------|
| Administrador de Planta | 1 |
| Jefe de Operaciones | 1 |
| Jefe de Medio Ambiente y seguridad | 1 |
| Jefe de guardia | 1 |
| Flotador circuito de Zinc | 1 |
| Molinero | 1 |
| Sección trituración | 2 |
| Sección filtros | 1 |
| Balanza | 1 |
| Guardianes | 2 |
| Mecánicos | 2 |
| Almacenero – reactivero | 1 |
| Operador cargador frontal | 1 |
| Personal administrativo | 1 |
| Capataz-Flotador Circuito Plomo | 1 |
| Jefe de Logística | 1 |
| Aguatero | 1 |
| Relavero | 2 |
| Muestrero | 1 |
| Tolvero | 1 |
| Obreros | 8 |
| TOTAL | 32 |

TURNO NOCTURNO

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |
|--------------------------------------|-----------|
| Jefe de guardia | 1 |
| Capataz - flotador circuito de Plomo | 1 |
| Flotador de circuito de zinc | 1 |
| Molinero | 1 |
| Sección filtros | 1 |
| Guardianes | 2 |
| Mecánicos | 1 |
| Muestrero | 1 |
| Tolvero | 1 |
| Relavero | 2 |
| TOTAL | 12 |



CAPITULO III

CONDICIONES ACTUALES DEL SITIO DEL PROYECTO



3.0. Condiciones actuales del sitio del proyecto.

3.1. Medio Ambiente Físico.

3.1.1. Fisiografía.

El área de estudio se encuentra entre las cumbres de la Cordillera Blanca y el valle del río Santa, correspondiente al lado occidental del Callejón de Huaylas y se encuentra comprendida desde los 3530 a 3552 msnm.

La zona de estudio presenta un relieve moderado, con superficies planas, cubiertas con turba en la parte superficial y más abajo tenemos materiales clásticos de diversos tamaños de fragmentos y granulometría menuda de naturaleza morrénica. Destacan los colores rojizos amarillentos, anaranjados y grises que corresponden a sedimentos limoníticos, producto de una fuerte acción de intemperismo químico que ha provocado una gran alteración. (ver Anexo N° 01: Imagen IS – 01).

3.1.2. Geología.

3.1.2.1. Geología Regional

Los rasgos lito - estratigráficos de la secuencia sedimentaria, son:



Formación Chimú.- Su grosor mide aproximadamente 100mts. Son areniscas cuarzosas blancas y macizas con potencia de 1 a 3 metros; tiene intercalaciones de lutitas y mantos de carbón.

Formación Santa.- Esta formación mide por lo general mas de 100 metros de grosor, pero en esta zona llega a 400mts y consiste en calizas impuras y dolomitas de color azul grisáceo, con potencia de hasta 1 m. intercaladas con lutitas, limonitas carbonosas, areniscas y pizarras grises finas.

Formación Carhuaz.- Esta formación tiene 600 metros de grosor y consiste en limo arcillitas de tonos gris verdosos, intercaladas con areniscas cuarzosas en esta formación existe la presencia de anhidrita (yeso).

Formación Volcánicos Calipuy.- Esta formación consiste en intercalaciones de rocas piro clásticos con lavas andesíticas e ignimbrita dacíticas que alcanzan una potencia de 2,000 a 3,000 metros.

Rocas Igneas.- Estas rocas afloran como stocks, diques y silis, con minerales del tipo félsico y gradan entre granodiorita y diorita las intrusivas y entre dacitas - andesitas las volcánicas. (ver Anexo N° 01: Plano PL – 04).

3.1.2.2. Geología Estructural Regional.



El rasgo estructural regional mas saltante es la presencia del Batolito de la Cordillera Blanca ubicado al Este de la zona y el conjunto de fallas de rumbo NW - SE que permitieron su emersión (Falta Regional de la Cordillera Blanca) y el otro rasgo es la Falla Santa que es paralela a la anterior y al río Santa , también tenemos fallas transformantes que desplazan a las anteriores de rumbó casi E - W; ambas asociadas dieron como consecuencia la formación de fallamientos en bloques lo que permitió la formación del valle tectónico del Callejón de Huaylas y donde convergieron estas fallas fueron aprovechadas para la intrusión de sills y de pórfidos. Por efecto del movimiento de las placas, dieron como consecuencia a la formación de pliegues largos de rumbo NW - SE.

3.1.2.3. Estratigrafía.

En la posición estratigráfica, según INGEMMET, comprende unidades sedimentarias y volcánicas desde el Cretáceo Inferior (Formación Chimú) al Cuaternario Reciente. Esta columna estratigráfica incluye rocas intrusivas como emplazamientos aislados de “stocks” graníticos y subvolcánicos porfiríticos en rocas del Grupo Calipuy durante el Mioceno – Plioceno (Ver columna estratigráfica Cuadro 3.1.).

Cuadro N° 3.1.

Columna Litoestratigrafica Regional (Santo Toribio – Chahuapampa)

| EDAD | UNIDAD ESTRATIGRAFICA | ROCAS INTRUSIVAS | LITOLOGIA |
|-------------|------------------------------|-------------------------|--|
| C U | Depósitos fluviales (Q-fl) | | Arena de grano fino a medio inconsolidado |



| | | | |
|---|---|--|---|
| A T E R N A R I O | Depósitos aluviales (Q-al) | | Cantos, gravas, bloques subredondeados en matriz arenolimsa |
| | Depósitos glaciares (Q-g) | | Bloques, cantos, gravas en matriz arenosa Bloques, gravas cantos subangulosos, matriz limo-arcillosa-arenosa. |
| Terciario Inferior | Volcánicos Calipuy (Kti-Vca) | | Tufos andesíticos, derrames, piroclastos y brechas Gris claro a oscuro, estructura marina, grano medio a fina. Gris a ligeramente rosado, equigranular, grano medio a grueso Gris leucocrata, estructura maciza, granular a porfírica. |
| Cretáceo Inferior | F. Santa-Carhuaz (Ki-Saca) Fm. Chimú (Ki-Chim) | | Lutitas negras a gris y calizas arcillosas. Cuarцитas blancas, grises, grano fino a grueso, lutitas y areniscas. |

Fuente: 501 Cuadrángulos geológicos – INGEMMET .

3.1.2.4. Geomorfología.

El área en estudio se encuentra ubicada al margen derecho del río Santa y la Cordillera Blanca a una altitud promedio de 3541m.s.n.m.

La Quebrada Yanayacu, presenta un relieve moderado; en las partes bajas, un valle maduro, ancho, de poca pendiente, con un cause serpenteante y llanuras de crecidas a ambos lados.

Adyacente hacia el sector Sur, se tienen dos terrazas de tipo fluvio-glacial, las cuales en sus partes altas son de relieve moderado.

En detalle, se observa que el valle es ancho, maduro y de tipo anegadizo; es decir, su cause presenta meandros de poca pendiente, con llanura de crecida o terraza a ambos lados y cuya topografía es suave casi



horizontal, no consolidado, muy permeable, compuesto por arenas, gravas y cantos rodados.

Hacia el Sur, y un nivel superior existe una zona casi horizontal, que constituye una llanura de crecida antigua, cuyas depresiones están cubiertas por turba de los pantanos.

En las laderas del valle se inicia el pie de la Terraza I – Fluvio-Glacial, presenta una pendiente fuerte (45° a 60°), hasta el borde de la terraza, para luego continuar casi plano hasta su tope, que en este caso es la Terraza II – Fluvio-Glacial, que también presenta una pendiente bastante fuerte en el borde (45° - 60°) para luego continuar casi plano de manera ondulada en la parte superior.

En general su relieve es moderado, en las partes bajas presenta un valle maduro, ancho, de poca pendiente, con llanuras de crecida y en sus flancos dos terrazas de tipo Fluvio-Glacial, que en las partes altas presenta un relieve ondulado.

3.1.3. Riesgos Naturales.

Según J. Kuroiwa en su libro “**Reducción de Desastres – Viviendo en armonía con la naturaleza**” (2002), se define como Peligro o Amenaza al grado de exposición de un lugar o emplazamiento a los fenómenos naturales dentro de un periodo determinado, independiente de lo que sobre dicha ubicación se construya.



Para la región del Callejón de Huaylas, la magnitud de los peligros naturales es tal que constituyen una serie amenaza para la seguridad física de los centros poblados ubicados a lo largo de este importante valle interandino; así como lo expresan las estadísticas, del departamento de Ancash que le corresponde el mayor calificativo sobre la magnitud de fenómenos naturales que causan desastres de carácter catastrófico, teniendo como ejemplos el sismo del 31 de mayo de 1,970, así como los periódicos eventos catastróficos de origen glaciológico producidos en el tiempo geológico reciente, siendo su ultima manifestación el alud - aluvión que se originó en la cima del nevado Huascarán y que destruyó la ciudad de Yungay.

3.1.3.1. Riesgo Sísmico.

Existen los peligros naturales comunes, como son los terremotos causados por los sismos de gran magnitud y los peligros naturales particulares, como son los de origen glaciológico y geológico climático (inundaciones, deslizamientos, erosiones, etc.).

En particular la ubicación del territorio peruano dentro del contexto geotectónico mundial (Cinturón de Fuego Circunpacífico), le confiere una alta actividad sísmica, traducida en los eventos catastróficos que se han dado en su historia y con probabilidades de generación de otros en el futuro. Ver figura N° 3.2 Mapa de sismicidad a lo largo del borde Oeste de Perú para el período 1955 – 1974.



La región centro - norte de nuestro territorio, donde se ubica el Callejón de Huaylas, es también una zona marcadamente sísmica, siendo el sismo del 31 de mayo del 70 el evento catastrófico más devastador en la historia sísmica del país en su época contemporánea. Luego de este evento y dentro de las acciones de reconstrucción, se efectuaron una serie de investigaciones técnicas científicas para evaluar la sismicidad y el riesgo sísmico de varias ciudades de la zona afectada, entre ellas Chimbote y Huaraz, prediciéndose, probabilísticamente, las posibles aceleraciones, velocidades y desplazamientos máximos que podrían ocurrir en un determinado lugar y en un intervalo de tiempo.

Para la región del departamento de Ancash, la mayor actividad sísmica se concentra en el Océano Pacífico, en una línea paralela a la costa, a una distancia media mar adentro de entre 80 a 100 Km., correspondiendo a la traza del contacto entre las placas tectónicas marina y continental. Ahí se da una gran concentración de sismos, apreciándose la subducción de la Placa de Nazca, aumentando la profundidad focal de los sismos hacia el continente, donde se producen a profundidades superficiales a intermedias y que podrían estar relacionadas a fallamientos activos.

Historia Sísmica Regional.

La publicación "Historia de los Sismos más Notables ocurridos en el Perú" (1513-1974) de E. Salgado, hecha por el Instituto de Geología y Minería en 1,978, describe la actividad sísmica para la región de Ancash ocurrida antes del año 1,900, la cual no posee datos instrumentales y en donde



aparecen seis sismos de carácter catastrófico. A partir de 1,900, cuando ya se tienen registros instrumentales, se han registrado 18 sismos importantes que han afectado a la región. Basándose en el desarrollo tecnológico de estos registros instrumentales, se puede establecer que: Entre 1,900 a 1,992, los datos instrumentales han determinado localización e hipocentros en forma aproximada y las pocas magnitudes calculadas están en función de las ondas superficiales. A partir de 1,963, los datos instrumentales determinaron con precisión la localización e hipocentros y las magnitudes calculadas están en función de las ondas de cuerpo.

Los sismos mas importantes que afectaron a la región y cuyos registros se encuentran recopilados en el CISMID, son:

- Sismo del 14 de febrero de 1,619, que se sintió con una intensidad aproximada de IX MM en Trujillo y con una intensidad aproximada de VIII en Chicama y Santa.
- Sismo del 6 de Enero de 1,725, que se sintió con una intensidad aproximada de VIII MM en Barranca y Guacho, VII MM en Casma y VI MM en Trujillo y Santa.
- Sismo del 2 de Septiembre de 1,759, con una magnitud aproximada de VII MM en Trujillo.
- Sismo del 21 de Junio de 1,937, con intensidades de VII MM en Trujillo, Lambayeque y Salaverry.



- Sismo del 31 de Mayo de 1,970, con intensidades de IX en Casma y Chimbote, VIII en el Callejón de Huaylas y el Santa con una intensidad de VII MM en Trujillo, Moche y Paramonga.

De acuerdo con la historia sísmica estudiada, se puede concluir que han ocurrido sismos con intensidades de hasta **VIII** MM sin embargo, en áreas cercanas, como en Chimbote y Trujillo, han ocurrido intensidades máximas de hasta **IX** grados.

Figura N° 3.1.

Mapa de áreas de ruptura para los grandes terremotos ocurridos en el borde Oste de Perú. GSN, Gap sísmico de Nazca. Las flechas indican la dirección y velocidad de desplazamiento de la placa de Nazca

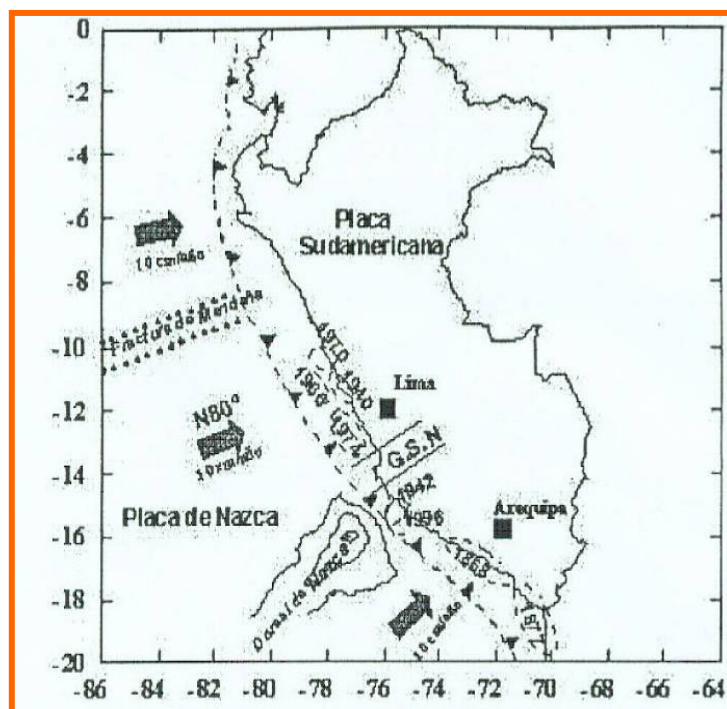
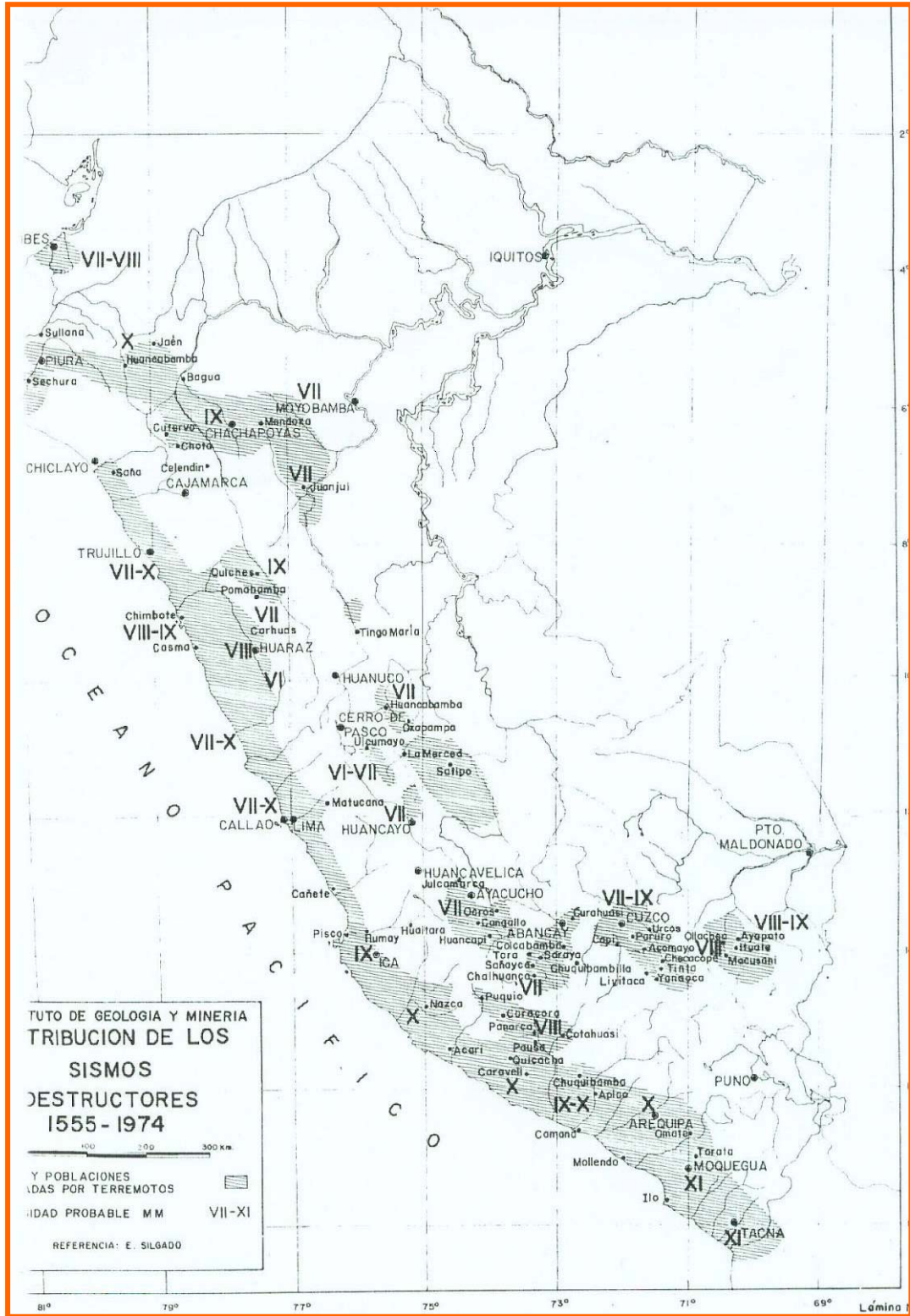




Figura N° 3.2.

Mapa de sismicidad a lo largo del borde Oeste de Perú para el período
1955 – 1974 (Ms, 3.5).





Sismo del 31 de Mayo de 1970: Origen y Efecto en las ciudades.- El terremoto ocurrido en esta fecha tuvo una magnitud MS de 7.7 en la escala de Richter; se produjo a las 20 h 23 m 28.7 s (3.23 p.m. hora local), frente a la costa norte del Perú y cuyos parámetros epicentrales, según el USGS fueron:

- Longitud : 9.176 S
- Latitud : 78.823 W
- Profundidad : 43 Km.
- Magnitud : 6.6 MB – 7.8 Ms
- Intensidad : VIII MM.

Debido a su distancia epicentral, el distrito de Cátac pudo haberles correspondido una intensidad de VII MM, pero y para el caso particular de Cátac, la intensidad pudo haber sido mayor, debido a la amplificación sísmica causada por las condiciones locales del suelo, que puede atribuirse a la presencia del nivel freático a poca profundidad de la superficie.

Según los estudios sismológicos efectuados por Lomnitz (1970), no se registraron cambios geofísicos en gran escala, debido a que la magnitud del sismo no llegó a un mayor valor.



En relación con estudios geológicos / estructurales (Plafker et al, 1971), se constató que la serie de fallas geológicas que existen en el valle del Santa no fueron reactivadas por el sismo de mayo 70.

En relación con los efectos que se tuvieron como consecuencia del terremoto del 70, en el área de la provincia de Recuay fueron:

Recuay.- Destrucción total, hasta el colapso, de viviendas antiguas. Afectación severa, muy cerca del colapso, de un elevado número de viviendas, casi todas ellas de construcción de adobe y muy antiguas. Generación del deslizamiento del cerro Huancapampa, frente a la ciudad.

Ticapampa.- Destrucción total, hasta el colapso, de viviendas antiguas. Afectación severa, muy cerca del colapso, de un elevado número de viviendas, casi todas ellas de construcción de adobes y muy antiguas.

Cátac.- Destrucción total, hasta el colapso, de un elevado número de viviendas.

Deslizamiento del Cerro Huancapampa.- En el año 1,970, luego del sismo del 31 de mayo del 70, que asoló toda la región de Ancash, se realizaron una serie de interesantes estudios en muchas especialidades de la ingeniería con la finalidad de evaluar los problemas generados y plantear soluciones técnicas dentro del proceso de reconstrucción y rehabilitación de la zona afectada. Dentro de estas acciones, se efectuaron estudios diversos, siendo uno de ellos el del importante



deslizamiento del cerro Huancapampa, frente a la ciudad de Recuay, que se produjo a consecuencia del sismo del 70 y que trajo como consecuencia el represamiento de las aguas del río Santa, con la consecuente inundación de parte de la población. De este trabajo, el cual el suscrito lo tuvo a cargo, se tienen las siguientes apreciaciones técnicas:

- El deslizamiento ha sido tipificado como rotacional, con un salto de arranque de 10 m. en la coronación del deslizamiento.
- Entre el límite superior del deslizamiento y el frente del levantamiento, en la margen izquierda del río Santa, se cartografiaron una serie de grietas tensionales con rumbos y desplazamientos diferentes.
- El movimiento masivo levantó el lecho del río Santa hasta una altura media de 4 m., permitiendo la observación de rocas lutitas, areniscas y conglomerados, de coloraciones violáceas rojizas en capas bien definidas, con buzamiento promedio de 70° al Este. Estos sedimentos han sido considerados como de edad terciaria, correspondientes al volcánico Calipuy, que predominantemente se emplaza en la Cordillera Negra (margen izquierda del río Santa).
- El contexto del área del cerro Huancapampa muestra que en ella se han producido, en el tiempo geológico, cuando menos seis eventos de deslizamientos, probablemente relacionados con sísmicos importantes, tal como ha sucedido con el último, consecuencia del sismo del 31 de mayo de 1970.
- La interpretación geológica estructural para esta área ya crítica, es que se encuentra dentro de la traza de la falla activa denominada



“Falla Santa”, la que no habiendo sido, necesariamente, fuente de liberación de energía en el evento del 70, en el momento que se activó (la falla) produjo un fuerte debilitamiento del material en su entorno, que siendo éste suelto, de naturaleza Fluvio-Glaciario, con cierta saturación, ha facilitado las reactivaciones por una insensibilización sísmica externa importante, como lo ha sido en este último caso con el sismo del 31.5.70, cuyo origen (epicentro) ha estado muy distante.

- HIDROSERVICE (1984), señala que la masa deslizada está conformada, en la base, por un horizonte arcillo-limoso, rojo violáceo, perteneciente a la base de la Formación Yungay, que habría servido como superficie de deslizamiento.
- Sobre el referido horizonte se hallan superpuestas las areniscas conglomerádicas de la misma Formación Yungay y luego, encima, depósitos morrénicos. Este conjunto se desplazó masivamente y en forma rápida sobre el horizonte arcilloso, transformando en muy poco tiempo la morfología local, incluyendo el represamiento de las aguas del río Santa.
- Un estudio comparativo de fotografías aéreas de los años 1962, 1966 y 1970 (antes del sismo), muestra que las escarpas más resaltantes ya existían antes del sismo del 70. Con este evento, se produjeron nuevas escarpas, que en muchos casos han correspondido a reactivaciones de escarpas antiguas, con un salto promedio de 4.00 m. en la base, comprometiendo tanto el manto mueble (material fluvio-glaciario) como al basamento rocoso, parte del cual emergió en el lecho del río Santa.



- La revisión del entorno del cerro Huancapampa muestra que las escarpas de los deslizamientos más antiguos son más imponentes en dimensiones que las más recientes, permitiendo postular, en primera aproximación, que los eventos (deslizamientos) son cada vez de menor magnitud, no significando esto que próximos deslizamientos puedan, por igual, afectar el curso normal de las aguas del río Santa.
- Han sido factores contribuyentes para la reactivación del deslizamiento en el cerro Huancapampa, la presencia de pequeñas lagunas en la parte superior, cuyas aguas de filtración en un material muy permeable (fluvio-glaciario) han saturado la masa del área deslizada; la debilidad estructural del área por sucesivos deslizamientos ya producidos y la ausencia de un soporte en el frente del deslizamiento; siendo el factor activador, el sismo.
- Como consecuencia de este deslizamiento en mayo del 70, se tuvo el inmediato represamiento de las aguas del río Santa, con la inundación de una amplia plataforma de la terraza aluvial donde se ubica la población. Luego del desagüe de esta laguna, dentro de la emergencia, se tuvo una fuerte erosión de la margen izquierda del río desapareciendo parte de la terraza, así como el cambio del curso del río Santa, con una marcada orientación hacia su margen izquierda (pegada a la población), facilitando el impacto de la quebrada Atoc-huacanca sobre el curso de agua del mismo río Santa.



A la fecha, la morfología superficial del cerro Atoc-huacanca, particularmente el área de la última reactivación (1970), se muestra estable, con pequeños indicios de sobre saturación, que se incrementan en estaciones de lluvias. Hasta la fecha, no se han hecho trabajos de estabilización de este deslizamiento, tal vez, por su gran magnitud, por que luego de producido ha adquirido cierta estabilidad; y por que, tal vez, una reactivación se le relaciona solo con un evento sísmico importante.

Riesgo Sísmico de la Zona en Estudio

El área en estudio es una zona altamente sísmica, por ser la región de mayores antecedentes de terremotos destructivos del Perú. En el área de la relavera el peligro que afectaría es el sismo de origen geológico y climático (inundaciones, aluviones, colmataciones y erosiones) de acuerdo a los tipos de sismicidad.

En el Mapa-01 de Zonificación Sísmica del Perú (ver Anexo N° 01: Mapa M -01). Epicentros de sismos con magnitudes mayores que cinco, ocurridos entre 1900 y 1996 se desprende que el área de estudio está situado en una zona con una elevada actividad sísmica; que esta asociada a dos fuentes sismogénicas que son: La Provincia Sismotectónica Continental relacionada a la Falla Activa Cordillera Blanca, al este; y La Provincia Sismotectónica de Subducción, al oeste.

La falla de la cordillera blanca.



Para determinar el sismo extremo de la falla de la cordillera blanca se utilizará la expresión de Slemmons (1982) de fallas normales para determinar la magnitud:

$$M = 0,809 + 1,345 \log L$$

Donde:

M : Magnitud del sismo

L : Longitud de ruptura en metros

Considerando una longitud de falla de 8km, se tiene un sismo extremo de magnitud igual a 6,04

Fenómeno de Geodinámica Externa Previsible.

La Cordillera Blanca con sus elevaciones cubiertas por glaciares, constituye el principal factor generador de eventos catastróficos de geodinámica externa en la cuenca del río Santa, es decir de la formación de alusiones que puedan generarse durante la ocurrencia de un sismo o por el proceso de desglaciación que estamos viviendo.

Así en la cuenca del río Yanayacu tenemos 26 glaciares de montaña (Nevados de Yanamarey, Pucaraju, Tunos, Gueshgue) que cubren un área de 17.18 KM² y 395'140,000.00 m³ de hielo y 138 morrenas.

Si ocurriera n aluvión, este podría llegar a la terraza 1-fluvioglacial, la cual tiene una pendiente fuerte (45° a 60°) hasta el borde de la terraza, cubriendo o llevándose las canchas de relaves de las Plantas concentradoras de Mesapata y la Planta Concentradora de Santa Rene.



3.1.3.2. Riesgo Hidrodinámico.

Los problemas de mayor importancia son de tipo hidrogeológico, ya que el depósito de relave se ubica sobre áreas muy húmedas, cerca de bofedales, que en algunos casos afloran como manantiales.

El río Yanayacu, que baja de la cordillera Blanca y pasa relativamente alejado del depósito del relave aun para eventos extraordinarios para avenidas de hasta $30\text{m}^3/\text{s}$, estos no tendrían ningún efecto sobre el depósito.

3.1.3.3. Riesgos Climáticos.

Otros fenómenos, de origen geológico / climático, también se presentan en el área donde se ubican los poblados de Recuay-Ticapampa-Catac, que por estar relacionados con los periodos estacionales de lluvias, se les podría catalogar como cotidianos, pero no menos impactantes en la seguridad física de estos poblados, si, por un lado, se les relaciona con periodos excepcionales de lluvias (Fenómeno de El Niño).

Para el caso de Cátac, la población no recibe directamente las quebradas que se ubican en la Cordillera Negra, ya que está en la otra margen del río; pero si, por igual, podría ser inundada si con lluvias excepcionales las quebradas del río Seco y de Llacshuanca (Cordillera Blanca) son colmatadas.



Inundaciones.- En un eventual fenómeno del niño fuerte el área de la relavera podría inundarse siempre y cuando el cause del río Santa también se inundara.

3.1.3.4. Riesgo Glaciológico.

Las áreas glaciares que se ubican en la línea de cumbres de la Cordillera Blanca, se encuentran distantes de estas ciudades, cuanto más, hay una importante ablación de los nevados, quedando un poco más que remanentes de la masa glaciaria; no observándose frentes glaciares que muestren importantes desestabilizaciones. Por otra parte, en las partes inferiores de los frentes glaciares de este segmento de la cordillera, no hay lagunas importantes, que pudieran verse afectadas por algún desprendimiento de masas de hielo. Como principal vestigio de la evolución del área glaciaria, se tiene la laguna Querococha, ubicada al este de la ciudad de Cátac, distante de ella unos 15 Km., francamente estable, ocupando un vaso natural muy evolucionado, cuya fuente de alimentación se da mayormente por el agua de precipitación pluvial y, en menor porcentaje por los discurrimientos de los deshielos que ablañan, que se ubican entre 5 a 6 Km. de distancia. De lo expuesto, se deduce que las ciudades de Recuay, Ticapampa y Cátac, no están expuestas a ningún peligro natural de origen glaciológico.



Mapa de Peligros.

La descripción de los peligros naturales en sus diferentes manifestaciones, arriba descritos, ha conllevado a la elaboración del “Mapa de Peligros Naturales” para cada una de las ciudades que se estudian; y cuya calificación del grado de peligro se ha hecho en base a lo descrito en el libro “Prevención de Desastres: Viviendo en armonía con la naturaleza” (Tabla 2.1 , Pág. 41) de J. Kuroiwa, 2002, donde se tienen las siguientes características:

Altamente Peligroso.- Las fuerzas naturales o sus efectos son tan grandes que las construcciones efectuadas por el hombre no las pueden resistir.

- De ocurrir un fenómeno, las pérdidas llegan al 100%.
- El costo de reducir los daños es tan alto que la relación costo-beneficio hace impracticable su uso para fines urbanos.

Peligroso.- La amenaza natural es alta pero se pueden tomar medidas efectivas de reducción de daños a costos aceptables, utilizando técnicas y materiales adecuados.

- Peligro Medio:
- Amenaza natural moderada.

Peligro Bajo.- Suelo donde se producirá baja amplificación de las ondas sísmicas.



Donde es muy remota la probabilidad de ocurrencia de fenómenos naturales intensos o falla gradual del suelo.

- Igualmente, la “Cartilla” distribuida por Defensa Civil, cuyas calificaciones son las siguientes:

Zonas de Peligro Muy Alto.- Sectores amenazados por alud-avalanchas y flujos repentinos de piedra y lodo (huaycos).

- Áreas amenazadas por flujos piroclásticos o lava.
- Fondos de quebradas que nacen de la cumbre de volcanes activos y sus zonas de deposición afectables por flujos de lodo.
- Sectores amenazados por deslizamientos. Zonas amenazadas por inundaciones a gran velocidad, con gran fuerza hidrodinámica y poder erosivo.
- Sectores amenazados por tsunamis.
- Suelos con alta probabilidad de ocurrencia de licuación generalizada o suelos colapsables en grandes proporciones.

Zonas de Peligro Alto.- Sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas.

Sectores que son inundados a baja velocidad y permanecen bajo agua por varios días.

Ocurrencia parcial de la licuación y suelos expansivos.



Zonas de Peligro Medio.- Suelo de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas moderadas.

- Inundaciones muy esporádicas con bajo tirante y velocidad.

Zonas de Peligro Bajo.- Terrenos planos o con poca pendiente, roca o suelo compacto y seco, con alta capacidad portante.

- Terrenos altos no inundables, alejados de barrancos o cerros deleznales. No amenazados por actividad volcánica o tsunamis.

Distrito de Cátac.

Peligro Muy Alto.- Calificativo que le corresponde a la parte norte de la ciudad, entre la municipalidad y el río Seco, en razón de tener la napa freática muy alta (afloraciones de agua superficial en forma permanente, proveniente de las filtraciones del talud superior y que se incrementan sobre manera en periodos de lluvias), que inciden en la estabilidad de las viviendas causando inundaciones (frecuentemente); y, mas aún, de producirse un sismo importante, pudiendo llevarlas al colapso.

Peligro Alto.- Calificativo que se da al resto de la ciudad, entre la municipalidad y la quebrada Llacshahuanca, por tener la napa freática a muy poca profundidad, alimentada con chorros de agua superficial (que se utilizan parcialmente para irrigar tierras de cultivo), así como por filtraciones de agua (que se observan en el mismo talud) y que alimentan a dicha napa freática. Este calificativo también se da a los cursos inferiores, en los tramos que cruzan a la ciudad, de las quebradas río Seco



y Llacsha huanca, ante la probabilidad de causar inundaciones si estas quebradas condujeran volúmenes importantes de agua como consecuencia de lluvias extraordinarias (un Niño, por ejemplo), debido al sub dimensionamiento de las secciones de estas quebradas.

Este mismo calificativo le corresponderá a la margen derecha del río Santa, en el tramo que cruza la ciudad, ante la probabilidad de ser inundada por volúmenes extraordinarios consecuencia de una anomalía climática.

A esto se agrega el hecho de que esta franja, estimada en unos 30 m. de ancho desde el borde del cauce hacia arriba, también tiene una menor capacidad portante del suelo en razón de la pendiente que presenta y ante la probabilidad de tener la napa freática a poca profundidad.

Este calificativo de peligro alto también comprende a la ubicación del “Puente Cátac”, sobre la carretera principal, ya que al estar ubicado en una estrangulación del río, podría ser afectado por una inundación.

Este calificativo también se le da al área donde se ubica la relavera por tener en la actualidad por estar sobreelevada.

Peligro Medio.- Calificativo que le corresponderá al talud superior de la plataforma donde se ubica la ciudad, en razón de probables desestabilizaciones en forma progresiva por efecto de las lluvias. A la



fecha ya se observan algunos flujos de lodo menores por algunas pequeñas quebradas relacionados con los periodos de lluvias.

También se califica a los cursos de río Seco y quebrada Llacshahuanca desde la plataforma superior encima de la población hasta sus nacientes, en razón de causar probables inundaciones si se dieran caudales importantes de agua por lluvias excepcionales, pero que solo afectarían áreas de cultivo y ereáceas, mayormente.

Peligro Bajo.- Este calificativo corresponde al área sur de la ciudad, a partir de la quebrada Llacshahuanca, en razón de que por razones geomorfológicas favorables, el nivel freático deberá encontrarse a mayor profundidad, con mucha menor influencia negativa en la estabilidad de las viviendas frente a un sismo importante.

3.1.4. Suelos y Estudio de Suelos con Capacidad de Riego.

3.1.4.1. Características Físico Morfológicas.

Los miembros de la serie Yanayacu están constituidos por sedimentos de arena y limo de origen aluviónico y situados fisiográficamente en terrazas bajas y medias. Ocupan una pequeña extensión aproximadamente de 122Ha.

El relieve es ligeramente inclinado con declives entre 2 y 7%. El drenaje interno de estos suelos es pobre, debido a los excesos de agua proveniente de la quebrada de Yanayacu, aunados a los desagües de las



zonas circundantes. Estos suelos están casi permanentemente saturados de agua, encontrándose el nivel de la napa freática entre los 30 y 40cm de la superficie.

Morfológicamente presentan un horizonte A + AC, aproximadamente de 100cm de espesor, de matices negros a pardo gris muy oscuros con moteamiento prominente. Su textura es franca, con abundante materia orgánica en diferente grado de descomposición (hojas y raíces). Sobreyace sobre un C son ligeros síntomas de gleización de color negro, de textura franco arenosa y con grava en forma angulosa en una proporción de 15 a 20%.

Los miembros típicos de la serie Yanayacu, se clasifican de acuerdo al sistema de la 7ª aproximación, dentro del orden ENTISOL, suborden ACUENT y al gran grupo HAPLACUENT y de acuerdo al sistema FAO – 1970 se clasifican dentro de los FLUVIOSOLES DISTRICOS o GLEYSOLES DISTRICOS.

Cuadro N° 3.2.

Descripción de Horizontes Edáficos.

| Horizonte | Prof. / cm. | Descripción |
|----------------|-------------|--|
| A ₁ | 0 – 25 | Negro en húmedo, franco, sin estructura, reacción muy fuertemente ácida, raíces finas abundantes, alto contenido de materia orgánica (16-20%) límite horizonte difuso. |
| AC | 25 – 120 | Pardo grisáceo muy oscuro en mojado, franco, sin estructura, reacción fuertemente ácida, raíces finas comunes, alto contenido de materia orgánica. Límite de horizonte difuso. |
| Cg | + 120 | Grisáceo muy oscuro en mojado, franco arenoso, reacción medianamente ácida de 1 a 3 cm. de diámetro. Ligeros síntomas de gleización. |



3.1.4.2. Clasificación Agrícola.

En base a las restricciones de drenaje, los suelos de la serie Yanayacu presentan serias limitaciones para el uso agrícola. Su mayor vocación se centra al pastoreo local.

3.1.4.3. Clasificación de suelos por aptitud de riego.

- **Suelo.-** Estado Hídrico: En el bofedal el estado es húmedo, en la ladera el estado es sub Húmedo, en el pajonal el estado es sub húmedo.

Pendiente: En el bofedal es de 4 á 6%, en la ladera es de 20 á 40% , en el pajonal es de 12 á 30%.

Drenaje. En el bofedal el drenaje es pobre, en la ladera es bueno, en el pajonal es bueno.

pH: En el bofedal es 5.1, en la ladera 5.5, en el pajonal es 5.5.

Pedregosidad: En el bofedal es 00 a 45%, en la ladera 46 á 60%, en el pajonal es 46 á 60%.

Textura: Franco-Arenoso-Arcilloso



3.1.5. Uso Actual de tierras.

En el área de estudio se ubica en un bofedal, de aproximadamente 3 Ha., que es una zona de filtración y depresión con suelos siempre empapados, localmente llamado “oconal”.

Actualmente las tierras del entorno del proyecto, su potencial de uso esta orientado al pastoreo de ganado con una calidad agrológica baja, limitado por su fragilidad, debido a su condición de drenaje.

3.1.6. Calidad del Suelo.

Clase VI.- Los suelos que presentan esta clase presentan limitaciones severas que las hacen generalmente inapropiadas para llevar a cabo, en forma normal, cultivos de carácter intensivo. Son tierras consideradas como moderadamente buenas para el desarrollo de una agricultura a base de cultivos permanentes, principalmente pastos y frutales. Así mismo, son muy aptos para establecer una política de forestación. Las limitaciones más importantes que presentan las tierras de esta clase están estrechamente vinculadas a condiciones edáficas como escasa profundidad efectiva, pedregosidad o exceso de elemento grueso a condiciones de drenaje pobre, a características topográficas desfavorables y, por consiguiente a susceptibilidad a la erosión o progreso de este fenómeno y , finalmente, a condiciones climáticas adversas.



Sub Clase VI Wc.- La unidad edáfica incluida en esta sub clase de capacidad es la siguiente:

Yanayacu.- Fase ligeramente inclinada; el suelo comprendido por esta sub clase presenta limitaciones de uso vinculadas estrechamente a problemas de drenaje pobre y a condiciones climáticas un tanto adversas.

Problemas de manejo.

Entre los problemas de manejo que presentan los suelos de esta sub clase se tiene:

- Drenaje deficiente y presencia de napas freáticas oscilantes cercanas a la superficie.
- Condiciones de clima un tanto adversas (oscilaciones de temperatura)

3.1.7. Clima y Meteorología.

3.1.7.1. Climatología.

El clima se encuentra condicionado por la atmósfera y los siguientes elementos del tiempo: la radiación solar, la temperatura, la humedad, la precipitación pluvial, la presión atmosférica y los vientos.



Se ha realizado la clasificación climática basada en el sistema de Thornthwaite, considerando la precipitación efectiva (PE) y la temperatura eficiente (TE), en función de la evaporación.

La clasificación de Thornthwaite, data originalmente de 1931, habiendo sido renovada en 1948, cuando el autor propuso como base el criterio de la “Evaporación potencial”, en el que permite realizar balances hídricos (relación entre el agua aportada por la precipitación pluvial y la requerida por la vegetación en sus funciones y transpiración). Esta clasificación requiere de una información meteorológica seria y precisa.

3.1.7.2. Meteorología.

La estación meteorológica de Querococha, se encuentra ubicada en las coordenadas:

| | | |
|---------|---|---------------|
| 18L | : | 242149.17 |
| UTM | : | 8926864.94 |
| Altitud | : | 4550 m.s.n.m. |

a) Temperatura.

Esta variable es el elemento que esta más ligado en sus variaciones al factor altitudinal.

La estación meteorológica de Querococha, operada por EGENOR SA presenta la misma zona de vida y una altitud similar por lo que se



toma sus datos como confiables y representativas de la zona de estudio.

La temperatura media promedio mensual para el periodo de un año registrada durante 31 años (ver Cuadro 3.3) es de 7.46°C, siendo la temperatura mínima promedio mensual 1.79°C y la temperatura máxima promedio mensual 13.8°C.

En el gráfico 3.1 se muestra las variaciones de las temperaturas promedio mensuales.

Cuadro N° 3.3

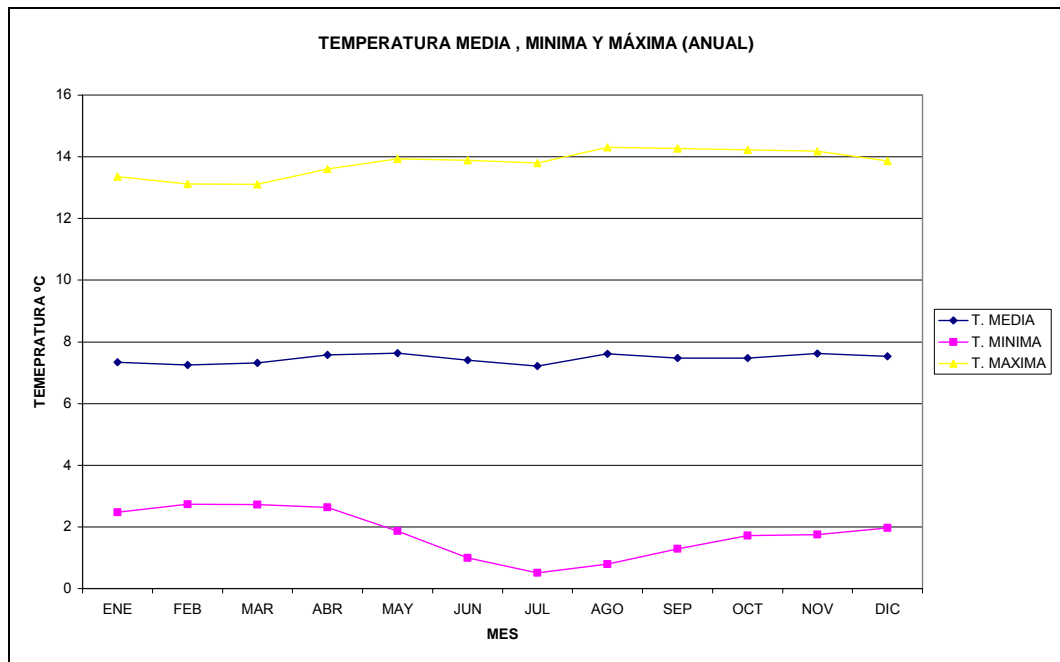
Registro de Temperatura Anual

| MES | TEMPERATURA | | |
|-------------|-------------|-------------|--------------|
| | MEDIA | MINIMA | MAXIMA |
| ENE | 7.34 | 2.47 | 13.36 |
| FEB | 7.25 | 2.73 | 13.12 |
| MAR | 7.32 | 2.72 | 13.11 |
| ABR | 7.58 | 2.63 | 13.61 |
| MAY | 7.63 | 1.86 | 13.93 |
| JUN | 7.41 | 0.99 | 13.89 |
| JUL | 7.22 | 0.51 | 13.8 |
| AGO | 7.61 | 0.79 | 14.31 |
| SEP | 7.47 | 1.29 | 14.27 |
| OCT | 7.47 | 1.72 | 14.23 |
| NOV | 7.62 | 1.75 | 14.18 |
| DIC | 7.53 | 1.97 | 13.87 |
| PROM | 7.45 | 1.79 | 13.81 |

Fuente: Desarrollo y Ecología SAC, Reporte de Estabilidad Física –
Deposito de Relaves de la Planta Concentradora de Mesapata



Gráfico N° 3.1



b) Dirección del viento y velocidad del viento.

La dirección predominante del viento es N45°E. (Estación Meteorológica de Querococha - EMQ), durante los meses de junio a noviembre de 1998.

La velocidad mensual promedio oscila en el rango de 2,6 m/s (en julio) a 6,4 m/s (en septiembre).



c) Evaporación.

Según el registro de la tasa de evaporación mensual entre 1965 y 1995 registro de EMQ se tiene una evaporación anual promedio de 80,51mm. Ver cuadro N° 3.4.

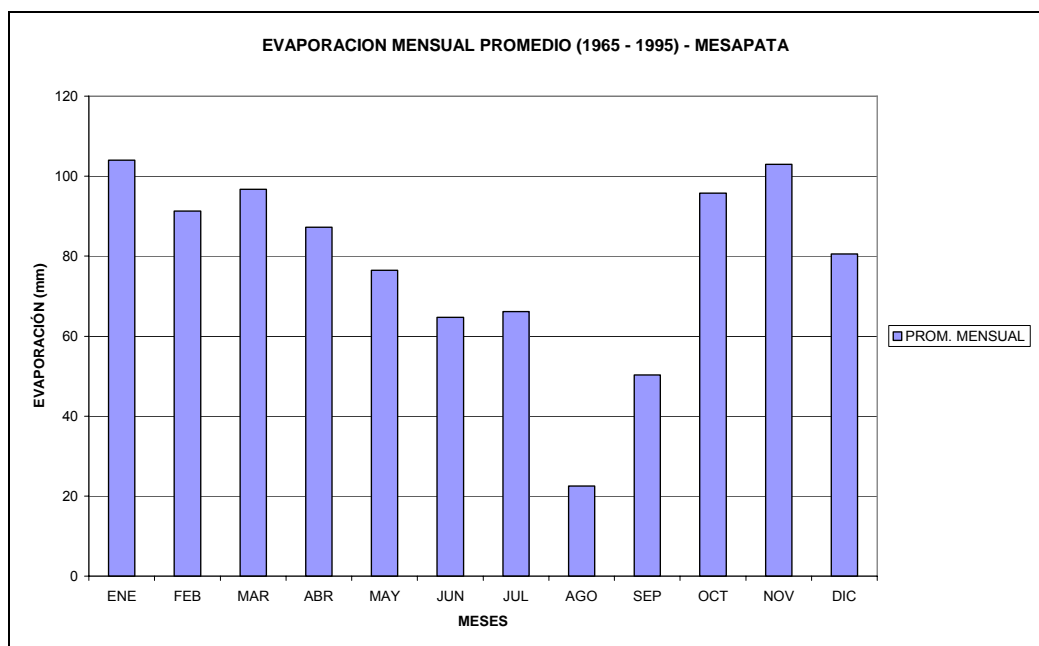
Cuadro N° 3.4

Evaporacion Mensual Promedio (1965 - 1995) Mesapata

| EVAPORACION (mm) | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| PROM. MENSUAL | 104 | 91.3 | 96.7 | 87.2 | 76.5 | 64.7 | 66.1 | 22.5 | 50.3 | 95.8 | 103 | 80.5 |

Fuente: Desarrollo y Ecología SAC, Reporte de Estabilidad Física – Deposito de Relaves de la Planta Concentradora de Mesapata

Gráfico N° 3.2





d) Precipitación.

Presenta una precipitación promedio mensual varía entre 47,99 mm - 108,37 mm.

La precipitación anual correspondiente al periodo 1965 – 1992 presenta un rango que varía entre 575,90mm (mínimo 1992) y 1300.40mm (máximo 1982).

La precipitación mensual promedio (época de estiaje de abril a octubre, varía entre 7.71 y 95,30mm) ver cuadro N° 3.5

Cuadro N° 3.5

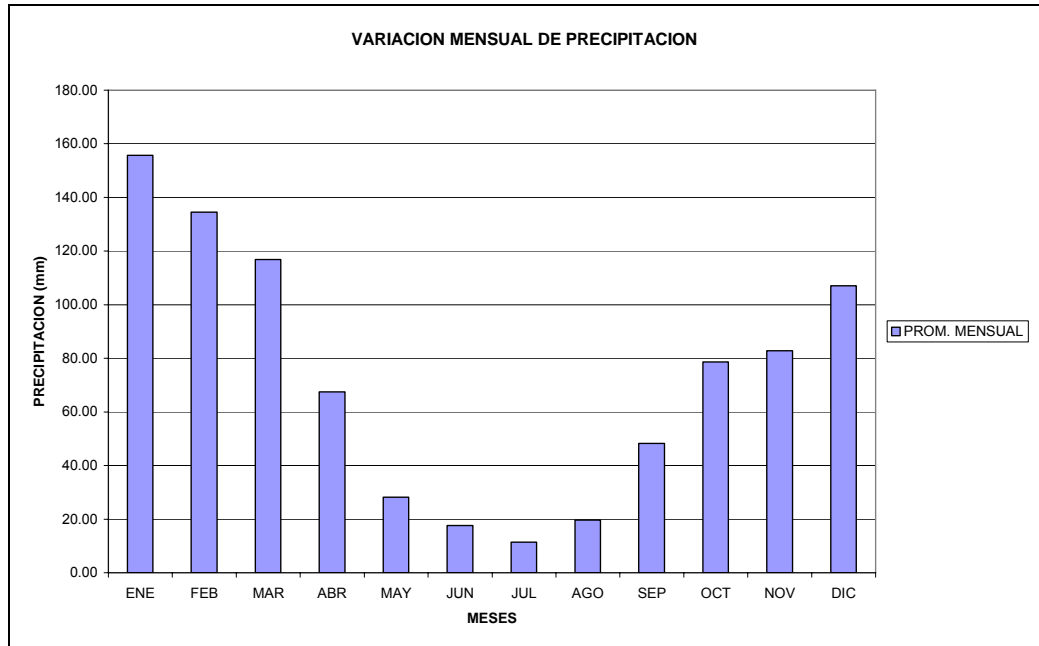
Variación Mensual de Precipitación (Mm)

| PRECIPITACION | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|----------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| PROM. | | | | | | | | | | | | |
| MENSUAL | 155.68 | 134.52 | 116.91 | 67.47 | 28.16 | 17.63 | 11.49 | 19.63 | 48.33 | 78.63 | 82.77 | 107.12 |

Fuente: Desarrollo y Ecología SAC, Reporte de Estabilidad Física – Deposito de Relaves de la Planta Concentradora de Mesapata



Gráfico N° 3.3



e) Humedad Relativa.

La humedad relativa media mensual correspondiente al periodo 1965 – 1995, presenta un rango que varía de un 60% como mínimo en Julio a 75% como máximo en Febrero, con un promedio de 67%.

El registro de la tasa de evaporación establece una evaporación anual promedio de 80.51 mm.

f) Presión Atmosférica.

La presión atmosférica no variará significativamente durante el año temporal ya que es un valor que depende mucho de su altitud (3535 m.s.n.m.) y tendrá un promedio de 637.25 mbrs.



g) Radiación Solar.

En el cuadro N° 3.6 y en el Grafico N° 3.4, se muestran los resultados de la radiación solar para los datos de la Estación Meteorológica de Querococha.

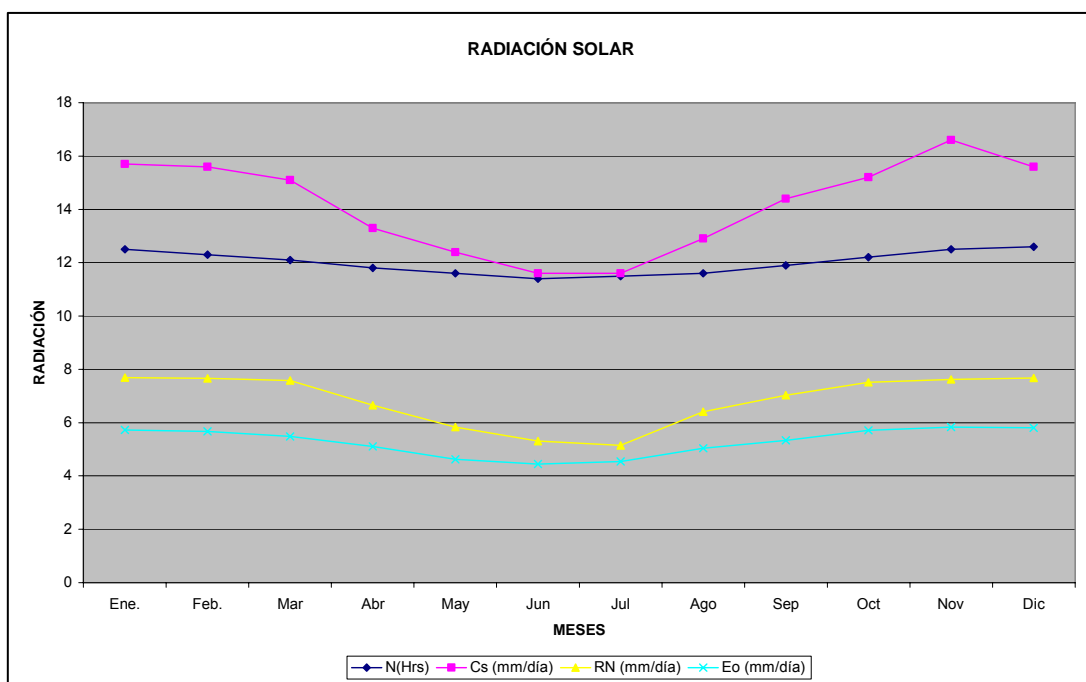
Cuadro N° 3.6

Radiación Solar

| MES | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| N(Hr) | 12.5 | 12.3 | 12.1 | 11.8 | 11.6 | 11.4 | 11.5 | 11.6 | 11.9 | 12.2 | 12.5 | 12.6 |
| Cs (hr/día) | 15.7 | 15.6 | 15.1 | 13.3 | 12.4 | 11.6 | 11.6 | 12.9 | 14.4 | 15.2 | 16.6 | 15.6 |
| RN (hr/día) | 7.69 | 7.66 | 7.58 | 6.65 | 5.83 | 5.31 | 5.15 | 6.41 | 7.03 | 7.52 | 7.62 | 7.67 |
| Eo (hr/día) | 5.72 | 5.67 | 5.48 | 5.11 | 4.63 | 4.45 | 4.54 | 5.04 | 5.34 | 5.71 | 5.84 | 5.81 |

Fuente: Evaluación de estabilidad física y química de la presa de relaves de Mesapata, febrero 2004

Gráfico N° 3.4





3.1.8. Aspectos Hidrológicos.

3.1.8.1. Ubicación Hidrográfica.

La Presa de relaves en estudio, se encuentra ubicada en la Sub cuenca del río Yanayacu, que tiene su origen en las lagunas y glaciares que se encuentran aguas arriba, (averiguar los nombres) conformado por las quebradas Querococha, Cotush, Maraytaca, Punquishga, Huaychao, Gueshgue, Tranca Ruri, Pampa Gato. La unión de dichas quebradas, en proximidades al lugar denominado Buenos Aires, forman el río Yanayacu. (Ver Anexo N° 01: Plano PL - 05), el río Yanayacu es un afluente del río Santa que recorre de Sur a Norte del departamento de Ancash.

3.1.8.2. Descripción de la Cuenca de drenaje.

La cuenca del río Santa es un tipo drenaje de la forma dendrítico lineal, el cual nace en la laguna de Conococha cuya descarga se va alimentando de riachuelos conformados por las diferentes quebradas que surcan las alturas cordilleranas, las cuales colectan las aguas pluviales y de deshielos que alimentan algunas lagunas al pie de los nevados para luego descargar y llegar a alimentar con sus aguas al río Santa, el cual discurre en forma encañonada entre ambas cordilleras, la Cordillera Negra y Cordillera Blanca.



El río discurre en dirección de Sur a Norte, tiene una longitud aproximada de 200 Km desde su nacimiento en Conococha, hasta la altura de la localidad de Huaylas. En el Cañón del Pato cambia de dirección (Este – Oeste) para descargar sus aguas finalmente en el Océano Pacífico. El poder alimentarse continuamente de los deshielos de los nevados, hace de este río el único que tiene una descarga importante todo el año hacia el mar.

En este contexto, el área de estudio se encuentra al margen derecho del río Santa, muy cerca de la intersección con uno de sus afluentes (Río Yanayacu).

El río Yanayacu es un típico drenaje dendrítico, el cual es alimentado por una serie de quebradas las cuales nacen en las alturas de la Cordillera Blanca, como producto de los de hielos y precipitación pluvial, en algunos casos esta agua alimentan primero algunas lagunas como son Querococha, Puñacancha y Gueshgue. La descarga de estas lagunas discurren cuesta abajo conformando las quebradas de Querococha y Gueshque, las cuales se unen con las quebradas de Cotuh, Punquishga y Huaychao, formando un gran bofedal conocido como el bofedal de Yanayacu. En cuya margen izquierda se ubica la planta concentradora de “Mesapata”.

Es así que en los alrededores de la planta el espejo de la capa acuífera varía de 3 a 6 m. La gradiente calculada es de 2.5 % y se encuentra en un



nivel 0.5 +/- 0.2 m. Razón por la cual es necesario preparar diferentes canales de drenaje alrededor de toda la presa.

Como se sabe el río Santa puede recibir de 30 – 300 m³/s en sus acopios, y los afluentes pueden alcanzar en algunos casos hasta 20m³/s como es el caso de la quebrada de Lacramayo, en el caso referente al estudio las quebradas pequeñas varían de 1 – 5 m³/s. Debido a la topografía abrupta por lo general estas quebradas son de corto recorrido y gran pendiente, por lo que se convierten en ríos tormentosos y en época de lluvia arrastran gran cantidad de sedimentos.

3.1.8.3. Afloramiento de agua.

La presa de relaves no presenta afloramientos de agua en las paredes del talud solo presenta humedad, pero en los pies del talud del lado Oeste y Norte presenta afloramiento de agua en pequeña escala.

En épocas de lluvia el nivel freático del suelo donde esta asentado el relave es prácticamente superficial, es decir existe afloramiento de agua, lo que constituye un peligro desde el punto de vista hidráulico.

3.1.8.4. Análisis de precipitaciones.

La información hidrometeorológica proviene de dos fuentes SENAMHI y DUKE ENERGY INTERNATIONAL EGENOR S.A., siendo la segunda la que tiene mayor número de estaciones bajo su control.



La actual red en su mayoría fue instalada por la ex – CORPORACION PERUANA DEL SANTA, entidad estatal encargada del desarrollo de la cuenca del río Santa. Las estaciones están constituidas por estaciones meteorológicas e hidrográficas. Al crearse ELECTROPERU, todas las estaciones pasaron bajo su administración. La red aumentó al estudiarse nuevas posibilidades de desarrollo, sobre todo energético. Al iniciarse el proceso de privatización la red pasó a cargo de EGENOR S.A., actualmente la red está administrada por la empresa DUKE ENERGY INTERNATIONAL EGENOR S.A.

El SENAMHI también tiene estaciones pero de tipo meteorológico y en menor número.

La totalidad de estaciones hidrológicas están ubicadas en la margen derecha del río Santa y sólo cinco están en el mismo curso del río Santa; éstas son Recreta, Miraflores, Balsas, Condorcerro y Puente Carretera. Esta última estación está ubicada en el cruce con la carretera Panamericana Norte y es la única que pertenece al Ministerio de Agricultura y es de tipo limnimétrica.



| Estaciones Pluviométricas ▲ | | | | | | | |
|-----------------------------|-------------|-------------|--------------|-----------|----------------|--------|-------------|
| Estación | Latitud | Longitud | Instrumentos | Cota msnm | Provincia | Dpto. | Inicio Obs. |
| Querococha | 9° 43' 35" | 77° 20' 00" | PG | 3930 | Recuay | Ancash | 1953 |
| Conococha | 10° 07' 37" | 77° 17' 13" | P | 4080 | Recuay | Ancash | 1952 |
| Ticapampa | 9° 45' 09" | 77° 26' 32" | P | 3480 | Recuay | Ancash | 1948 |
| Huaraz | 9° 30' 51" | 77° 31' 51" | P | 3063 | Huaraz | Ancash | 1952 |
| Hidroeléctrica N° | 8° 48' 42" | 77° 50' 49" | P | 1386 | Huaylas | Ancash | 1944 |
| lampas Alto N° 2 | 10° 07' 32" | 77° 05' 59" | P | 4030 | Recuay | Ancash | 1958 |
| Safuna | 8° 49' 42" | 77° 37' 36" | PG | 4275 | Pomabamba | Ancash | 1969 |
| Hullca | 8° 48' 00" | 77° 36' 32" | P | 3995 | Pomabamba | Ancash | 1977 |
| Recreta | 10° 02' 19" | 77° 19' 29" | PT | 3990 | Recuay | Ancash | 1952 |
| Punta Mojon | 10° 05' 00" | 77° 11' 21" | PT | 4390 | Bolognesi | Ancash | 1952 |
| Yanacocha | 10° 02' 27" | 77° 12' 27" | PT | 4450 | Bolognesi | Ancash | 1952 |
| Collota | 9° 56' 50" | 77° 22' 34" | PT | 3800 | Recuay | Ancash | 1952 |
| Pachacoto | 9° 50' 55" | 77° 24' 00" | PT | 3760 | Recuay | Ancash | 1952 |
| Cahuish | 9° 41' 05" | 77° 15' 17" | PT | 4550 | Recuay | Ancash | 1952 |
| Schacaypampa | 9° 44' 47" | 77° 23' 32" | PT | 3600 | Recuay | Ancash | 1952 |
| Quiruncancha | 9° 43' 54" | 77° 29' 47" | PT | 4010 | Recuay | Ancash | 1952 |
| Huancapeti | 9° 45' 00" | 77° 31' 48" | PT | 4420 | Recuay | Ancash | 1952 |
| Chancos | 9° 19' 20" | 77° 34' 05" | PT | 2840 | Recuay | Ancash | 1952 |
| Yungay | 9° 18' 51" | 77° 44' 04" | PT | 2535 | Yungay | Ancash | 1952 |
| Llanganuco | 9° 04' 53" | 77° 38' 51" | PT | 3850 | Yungay | Ancash | 1952 |
| Caraz | 9° 02' 43" | 77° 48' 25" | PT | 2286 | Huaylas | Ancash | 1952 |
| Paron | 9° 00' 32" | 77° 41' 15" | PT | 4185 | Huaylas | Ancash | 1948 |
| SENANHI | | | | | | | |
| Estación | Latitud | Longitud | Instrumentos | Cota msnm | Provincia | Dpto. | Inicio Obs. |
| Conchucos | 8° 16' 00" | 77° 51' 00" | P | 3180 | Pallasca | Ancash | 1964 |
| Corongo | 8° 34' 00" | 77° 54' 00" | P | 3192 | Corongo | Ancash | 1964 |
| Caraz | 9° 03' 00" | 77° 49' 00" | P | 2205 | Caraz | Ancash | 1964 |
| Recuay | 9° 43' 00" | 77° 27' 00" | P | 3394 | Recuay | Ancash | 1964 |
| Rinconada | 8° 54' 00" | 78° 34' 00" | | 3381 | | Ancash | |
| Cachicadan | 8° 06' 00" | 78° 09' 00" | P | 2892 | Stgo. de Chuco | Ancash | 1963 |
| Mollepata | 8° 11' 00" | 77° 58' 00" | P | 2758 | Stgo. de Chuco | Ancash | 1963 |
| Huancamarcanga | 8° 06' 00" | 78° 17' 00" | P | 4000 | Stgo. de Chuco | Ancash | 1971 |
| La Pampa | 8° 40' 00" | 77° 53' 00" | | 1788 | | Ancash | |
| Stgo. de Chuco | 8° 08' 00" | 78° 10' 00" | P | 3129 | Stgo. de Chuco | Ancash | 1964 |
| Tingua | 9° 13' 00" | 77° 41' 00" | | 2488 | | Ancash | |
| Huaraz | 9° 31' 00" | 77° 32' 00" | P | 3038 | Huaraz | Ancash | 1963 |
| Anta | 9° 21' 00" | 77° 36' 00" | | 2748 | Huaraz | Ancash | |



El período de registro de estas estaciones, en su mayoría son los más amplios que se puedan encontrar en el Perú, la mayoría empezó en 1953 y están operando hasta la actualidad.

| Estaciones Hidrométricas | | | | | | | |
|---|-------------|-------------|--------------|-----------|-----------|--------|-------------|
| Estación | Latitud | Longitud | Instrumentos | Cota msnm | Provincia | Dpto. | Inicio Obs. |
| Recreta | 10° 02' 19" | 77° 19' 29" | HR | 3990 | Recuay | Ancash | 1952 |
| Pachacoto | 9° 50' 55" | 77° 24' 01" | HR | 3700 | Recuay | Ancash | 1953 |
| Querococha | 9° 43' 35" | 77° 20' 00" | HR | 3980 | Recuay | Ancash | 1953 |
| Olleros | 9° 40' 03" | 77° 27' 27" | HR | 3550 | Huaraz | Ancash | 1970 |
| Quillcay | 9° 31' 12" | 77° 31' 41" | HR | 3042 | Huaraz | Ancash | 1970 |
| Chancos | 9° 19' 05" | 77° 33' 48" | HR | 2940 | Carhuaz | Ancash | 1953 |
| Llanganuco | 9° 04' 40" | 77° 38' 45" | HR | 3850 | Yungay | Ancash | 1953 |
| Paron | 8° 59' 49" | 77° 41' 15" | HR | 4100 | Huaylas | Ancash | 1953 |
| Colcas | 8° 55' 10" | 77° 50' 20" | HR | 2050 | Huaylas | Ancash | 1953 |
| Balsa | 8° 52' 27" | 77° 49' 47" | HR | 1880 | Huaylas | Ancash | 1953 |
| Cedros | 8° 51' 51" | 77° 49' 14" | HR | 1990 | Huaylas | Ancash | 1953 |
| Quitarcasa | 8° 47' 56" | 77° 51' 08" | HR | 1480 | Huaylas | Ancash | 1953 |
| Manta | 8° 36' 31" | 77° 53' 03" | HR | 1920 | Corongo | Ancash | 1968 |
| Chuquicara | 8° 38' 42" | 78° 13' 35" | HR | 500 | Pallasca | Ancash | 1953 |
| Condorcero | 8° 39' 14" | 78° 15' 29" | HR | 450 | Santa | Ancash | 1957 |
| Miraflores | 9° 29' 00" | 77° 32' 00" | HR | | Huaraz | Ancash | 1987 |
| Huillca | 8° 47' 00" | 77° 36' 00" | HR | 3990 | Pomabamba | Ancash | 1977 |
| Pte. Carretera | 8° 58' 00" | 78° 38' 00" | H | 18 | Santa | Ancash | 1931 |
| Nota: HR: Limnigráficos H: Limnimétricas | | | | | | | |

3.1.8.5. Máximas Avenidas de cuencas menores

El presente estudio contiene los análisis y resultados del Estudio Hidrológico para las obras de ingeniería a realizarse como parte de la Rehabilitación ambiental de la relavera Mesapata.

El estudio ha tomado en consideración la información disponible en las áreas cercanas, puesto que se carece de información en la misma área de estudio.



El estudio está orientado a cuantificar el caudal de máximas avenidas para un periodo de retorno de 500 años en la cuenca de influencia, para efectuar las obras hidráulicas necesarias.

Climatología

Para su mejor entendimiento se presentarán las estaciones meteorológicas tales como las indicadas en el Cuadro N° 3.7

Cuadro N° 3.7
Estaciones meteorológicas

| Estación | Altitud msnm | Latitud | Longitud | Temp. Media °C | Evaporación mm |
|--------------|-----------------|---------|----------|----------------------|-------------------|
| Hidroelectra | 1380 | 9°48 ' | 77°51 ' | 24,7 | |
| Safuna | 4275 | 8°50 ' | 77°38 ' | 4,9 | |
| Santa | 3000 | 8°59' | 78°37 ' | 21,2 | |
| Caraz | 2000 | 9°03' | 77°49 ' | 16,5 | 1449 |
| Huaraz | 3207 | 9°31 ' | 77°32 ' | 13,8 | 1362 |
| Querococha | 3180 | 9°43 ' | 77°20 ' | 7,3 | 1183 |
| San Lorenzo | 3750 | 9°45 ' | 77°22 ' | 9,2 | |
| Lampas Alto | 4030 | 10°07 ' | 77°14 ' | 6,1 | 1201 |
| Lampas Bajo | 3950 | 10°04 ' | 77°18 ' | 6,6 | 1183 |
| Conococha | 4020 | 10°07 ' | 77°20 ' | 5,7 | 1168 |

Análisis regional de la temperatura media anual.

La temperatura varía en forma inversa con la altitud, en el caso de la cuenca del río Santa, se tiene la siguiente relación regional:

$$T = -0.0066H + 33,112$$

$$R = 0,88$$



siendo: T = Temperatura media anual, en °C.

H = Altitud, en msnm.

R = Coeficiente de correlación.

Para la altitud de la relavera Mesapata 3579 msnm, se tiene 9,5 °C. Se asume 10°C.

El valor asumido, se desdoblará en forma mensual tomando como base la distribución mensual observada en la estación más próxima al proyecto que es San Lorenzo. La temperatura media mensual es:

Cuadro N° 3.8

Temperatura media mensual - ° C

| E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | MEDIA |
|------|------|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-------|
| 10,1 | 10,0 | 9,8 | 10,2 | 10,2 | 9,9 | 9,8 | 9,9 | 9,9 | 10,2 | 10,3 | 10,2 | 10,0 |

Análisis regional de la evaporación.

También es conocido que la evaporación mantiene una relación inversa con la altitud, en el caso del río Santa se tiene la siguiente relación regional:

$$E = -0,1417H + 1752,5$$

$$R = 0,951$$

donde: E = Evaporación, en mm.

H = Altitud, en msnm.

R = Coeficiente de correlación.



Para 3579 msnm, altitud de la relavera se espera 1245 mm de evaporación total anual. Idénticamente a la temperatura, el desdoblamiento se realizará en base a la distribución porcentual de la evaporación mensual en la estación San Lorenzo, así se tiene:

Cuadro N° 3.9

Evaporación media mensual – mm

| E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|------|------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|
| 99,9 | 85,9 | 100,8 | 96,3 | 96,3 | 99,3 | 114,4 | 115,4 | 112,0 | 101,0 | 97,1 | 99,7 | 1218 |

Precipitación

En la cuenca del río Santa se tienen las siguientes estaciones pluviométricas mostradas en el Cuadro N° 3.12.

El conjunto de estaciones mostradas, permiten tener las Isoyetas medias anuales que permite en cualquier punto de la cuenca del río Santa, obtener la respectiva precipitación media anual, (ver Anexo N° 01: Plano PL – 10).

Por interpolación se deduce para el proyecto 650 mm como precipitación anual. Desdoblándola en base a la distribución porcentual de la estación próxima Pachacoto, se tiene:

Cuadro N° 3.10

Precipitación media mensual – mm

| E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|-------|-------|-------|------|------|-----|-----|-----|------|------|------|------|-------|
| 104,8 | 122,0 | 140,8 | 73,2 | 26,9 | 1,8 | 0,4 | 2,3 | 12,4 | 47,4 | 48,3 | 69,7 | 650 |



Máximas Avenidas

En las zonas donde se encuentra el proyecto, no se cuenta con pluviómetro de lectura diaria ni gráfica, por lo que no se dispone de precipitaciones máximas en 24 horas.

Intensidad de lluvia máxima

Para cuencas donde no existe la información necesaria para el cálculo de las máximas avenidas, se puede hacer uso de la hidrología paramétrica del Perú desarrollada por el Instituto Italo – Latino Americano (IILA) – Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) – Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) en 1984.

El método está basado en parámetros regionales obtenidos de las estadísticas pluviométricas existentes en el Perú. Para el mejor estudio de las avenidas se ha dividido el territorio nacional en Zonas y Sub – Zonas pluviométricas.

De manera general la intensidad pluviométrica se expresa por medio de la siguiente expresión:

$$I_{t,T} = a(1 + k \log T)t^{t-1}$$

donde: $I_{t,T}$ = Intensidad de lluvia, para una duración t y período de retorno T , en mm/h.



t = Duración de la lluvia, en horas.

T = Período de retorno, en años.

a = parámetro de intensidad, en mm.

k = Parámetro de frecuencia.

n = Parámetro de duración.

De acuerdo al I método, la Zona en estudio está comprendida en la Sub – Zona 5 a 6. Los parámetros respectivos son:

$$E_g = 1,40 + 0,0067Y$$

$$k = 11E_g^{-0,85}$$

$$n = 0,303$$

$$a = -2,6 + 0,0031Y$$

Aquí Y es la altitud media de la cuenca. Para la zona en estudio se tiene:

Cuadro N° 3.11:

Intensidad de lluvia Máxima

| Zona | Y msnm | a | Eg | k |
|----------|-----------|-----|------|------|
| Mesapata | 3578 | 8.5 | 25.4 | 0.70 |

El período de retorno considerado será 500 años, como se exige en caso de abandono de cancha de relaves. Por lo tanto la intensidad pluviométrica para la zona estudiada es:



$$I_{t,500} = \frac{24,56}{t^{0,697}}$$

siendo $t=t_c$ el tiempo de concentración, para hallarlo se empleará la fórmula de Temez:

$$t_c = 0,3 * \left[\frac{L}{\left(\frac{\Delta H}{10^3 L} \right)^{1/4}} \right]^{0,76}$$

siendo: t_c = Tiempo de concentración, en horas.

L = Longitud del curso principal, en km.

ΔH = Desnivel, en m.

El curso que incide en la relavera tiene como características:

$$A = 0,29 \text{ km}^2$$

$$L = 1,00 \text{ km}$$

$$\Delta H = 3630 \text{ msnm} - 3525 \text{ msnm} = 105 \text{ m}$$

Luego se tiene $t_c = 0,46$ horas y la intensidad de lluvia 42,2 mm/h. Este valor es puntual y hay que corregirlo por área, factor que en este caso es 0,95, luego en toda el área la intensidad es 40.1 mm/h.

Para calcular el caudal se empleará la fórmula Racional cuya expresión es:



$$Q = 0,278CIA...m^3 / s$$

donde: Q = Caudal de máxima avenida, en m3/s.

C = Coeficiente de escorrentía.

A = Area de la cuenca, en km2.

Considerando que el terreno es de alta pendiente (50%), semipermeable, le corresponde C=0,50, luego:

$$Q_{500} = 0,278*0,5*40*0,29 = 1,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

Cuadro N° 3.12
Estaciones Pluviométricas

| Estación | Altitud msnm | Latitud | Longitud | Entidad | Tipo | Estado |
|-----------------|--------------|---------|----------|---------------------------------------|------------|------------|
| Lampas Alto N°2 | 4030 | 10°07' | 77°05' | DUKE ENERGY INTERNATIONAL EGENOR S.A. | P | Operando |
| Punta Mojón | 4390 | 10°05' | 77°11' | | PT | Operando |
| Yanacocha | 4450 | 10°02' | 77°12' | | PT | Operando |
| Recreta | 3990 | 10°02' | 77°19' | | PT | Operando |
| Collota | 3800 | 9°56' | 77°22' | | PT | Operando |
| Pachacoto | 3760 | 9°50' | 77°24' | | PT | Operando |
| Quiruncancha | 4010 | 9°43' | 77°29' | | PT | Operando |
| Huancapetí | 4420 | 9°45' | 77°31' | | PT | Operando |
| Ticapampa | 3480 | 9°45' | 77°26' | | P | Operando |
| Schacaypampa | 3600 | 9°44' | 77°23' | | PT | Operando |
| Querococha | 3955 | 9°41' | 77°21' | | PG | Operando |
| Cahuis | 4550 | 9°41' | 77°15' | | PT | Operando |
| Huaraz | 3063 | 9°30' | 77°31' | | P | Operando |
| Chancos | 2840 | 9°19' | 77°34' | | PT | Operando |
| Yungay | 2535 | 9°08' | 77°44' | | PT | Operando |
| Llanganuco | 3850 | 9°04' | 77°38' | | PT | Operando |
| Caraz | 2286 | 9°02' | 77°48' | | PT | Operando |
| Parón | 4185 | 9°00' | 77°41' | | PT | Operando |
| Safuna | 4275 | 8°50' | 77°38' | | P | Operando |
| Hidroelectra | 3386 | 8°48' | 77°50' | | P | Paralizada |
| Corongo | 3192 | 8°34' | 77°54' | P | Paralizada | |
| Cochucos | 3180 | 8°16' | 77°51' | P | Paralizada | |
| Mollepata | 2758 | 8°11' | 77°58' | P | Paralizada | |



| | | | | | | |
|----------------|------|-------|--------|---------|---|------------|
| Cachicadan | 2892 | 8°06' | 78°09' | SENAMHI | P | Paralizada |
| Stgo. De Chuco | 3129 | 8°08' | 78°10' | | P | Paralizada |
| Huacamarcanga | 4000 | 8°06' | 78°17' | | P | Paralizada |

Análisis del rendimiento regional en cuenca río Santa

El río Santa tiene sus estaciones de aforos de tipo limnigráficas, ubicadas en la margen derecha del río Santa. Tienen amplio registro de caudales, la mayoría desde 1953.

En el Estudio Integral para el Aprovechamiento de la cuenca del río Santa, hecho por HIDROSERVICE, se han estudiado probabilísticamente los caudales máximos en las estaciones existentes, obteniendo los caudales para 500 años de Período de Retorno, información que se detalla a continuación:

Cuadro N° 3.13

Análisis del rendimiento regional registro de caudales en cuenca río Santa (1953)

| Estación | AREA Cca. Km ² | Caudal m3/s | Rendimiento l/s/km ² |
|------------|---------------------------------|----------------|------------------------------------|
| Recreta | 289.5 | 90 | 310.9 |
| Olleros | 174.3 | 80 | 459.0 |
| Llanganuco | 86.4 | 15 | 173.6 |
| Pachacoto | 201.5 | 80 | 397.0 |
| Quillcay | 249.5 | 69 | 276.6 |
| Parón | 53.3 | 6 | 112.6 |
| Querococha | 62.7 | 18 | 287.1 |
| Chancos | 209.9 | 85 | 405.0 |
| Colcas | 234.3 | 56 | 239.0 |
| Quitaraca | 384.9 | 140 | 363.7 |
| Tablachaca | 3166.1 | 1000 | 315.8 |
| Balsas | 4260 | 1700 | 399.1 |



| | | | |
|-------------|---------|------|-------|
| Manta | 561.3 | 200 | 356.3 |
| Condorcerro | 10401.9 | 2900 | 278.8 |
| Cedros | 114.5 | 32 | 279.5 |

Se ha relacionado el área de cuenca con el Rendimiento obteniendo la siguiente expresión matemática:

$$Q_{500} = 0,0521 X^{1,3321}$$

$$R = 0,96$$

Donde:

Q_{500} : Caudal máximo para 500 años de periodo de retorno
(l/s/km²)

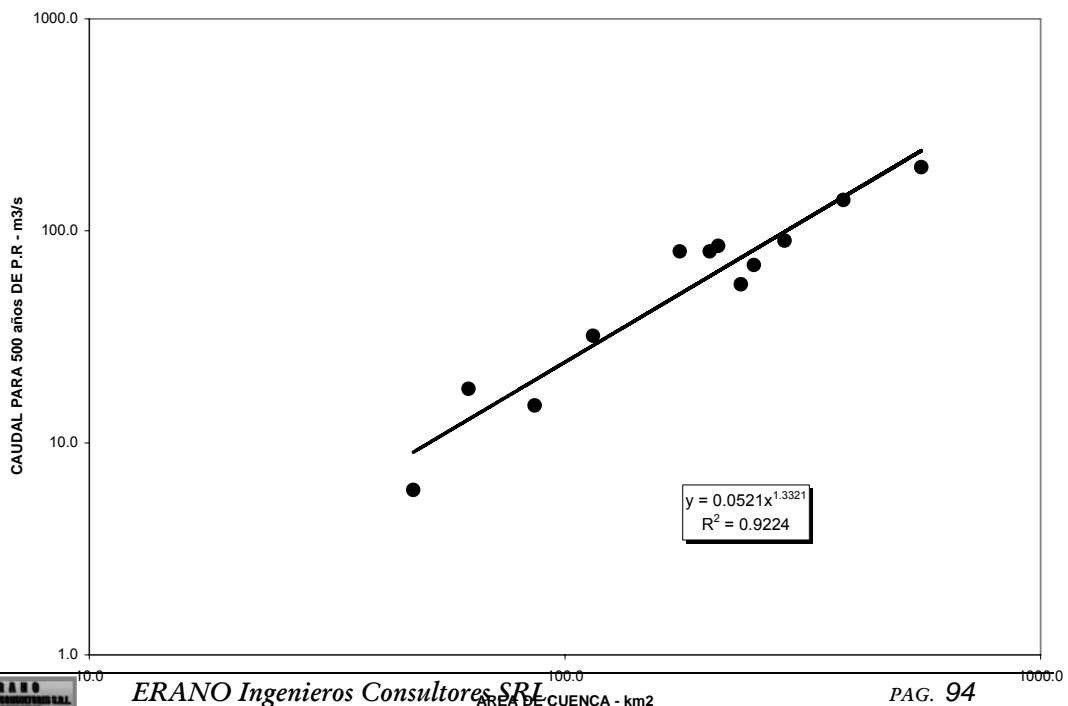
X : área de cuenca (km²)

R : coeficiente de correlación

Para la cuenca estudiada se tiene el siguiente resultado:

Figura N° 3.3.

**ANALISIS REGIONAL
AREA DE CUENCA - CAUDAL PARA 500 años DE PERIODO DE RETORNO**





Cuadro N° 3.14

| Relavera | Area km ² | Rendimiento l/s/km ² | Caudal m ³ /s |
|----------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Mesapata | 0,29 | 34,5 | 0,010 |

Para el Proyecto Mesapata se tiene un rendimiento de 34,5 l/s/km² y por el método del IILA se halló 5517 l/s/km². La diferencia es resaltante. El segundo método (IILA) y cualquier otro que use las intensidades de lluvia dan resultados altos porque las intensidades también lo son y, es debido a que el tiempo de concentración es pequeño. Pero es un método aceptado y no se puede descartar. El método en base a los rendimientos de las estaciones de aforos, tiene la ventaja de comprometer datos derivados de información real (máximas avenidas), por lo que tampoco se debe descartar.

Para uniformar los dos criterios se asume un rendimiento promedio entre los dos métodos, para el presente Proyecto 2776 l/s/km², lo que da un caudal de 0,80 m³/s.

3.1.9. Calidad del agua.

Teniendo conocimiento del esquema hidráulico de la zona implicada, en la que en total se ubicaron 10 puntos de muestre de agua, clasificándolas como sigue: 03 puntos de muestreo de efluentes, 04 puntos de muestreo de agua superficial y 03 puntos de muestreo de agua subterránea.



Los análisis de laboratorio nos revelaron las siguientes condiciones de la calidad del agua de la cancha de relave:

Gráfico N° 3.5 : Concentración de Coliformes Totales

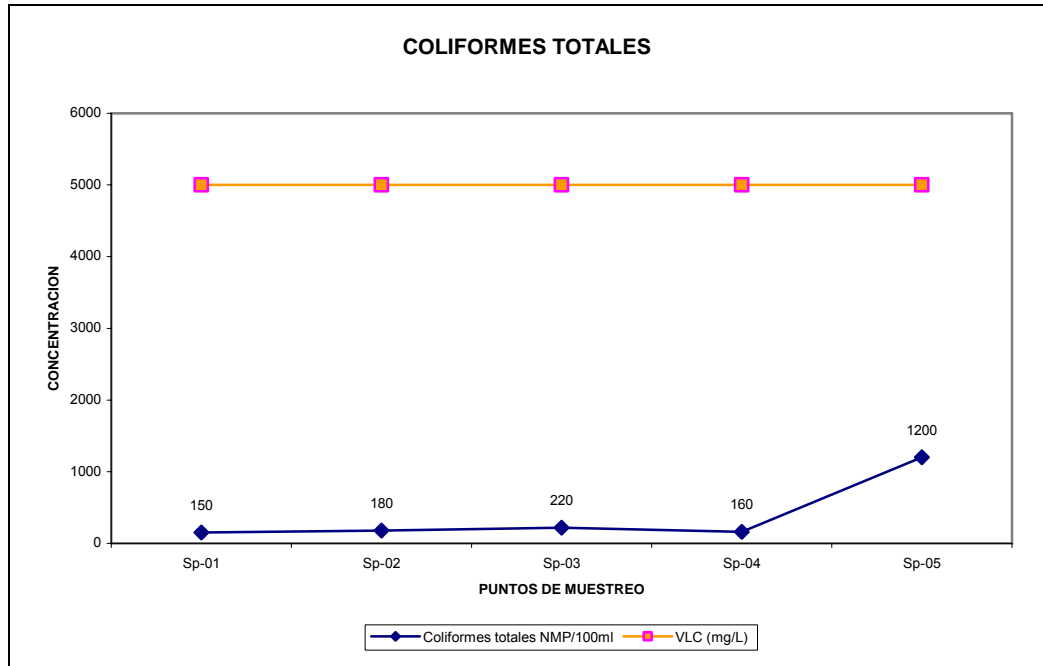
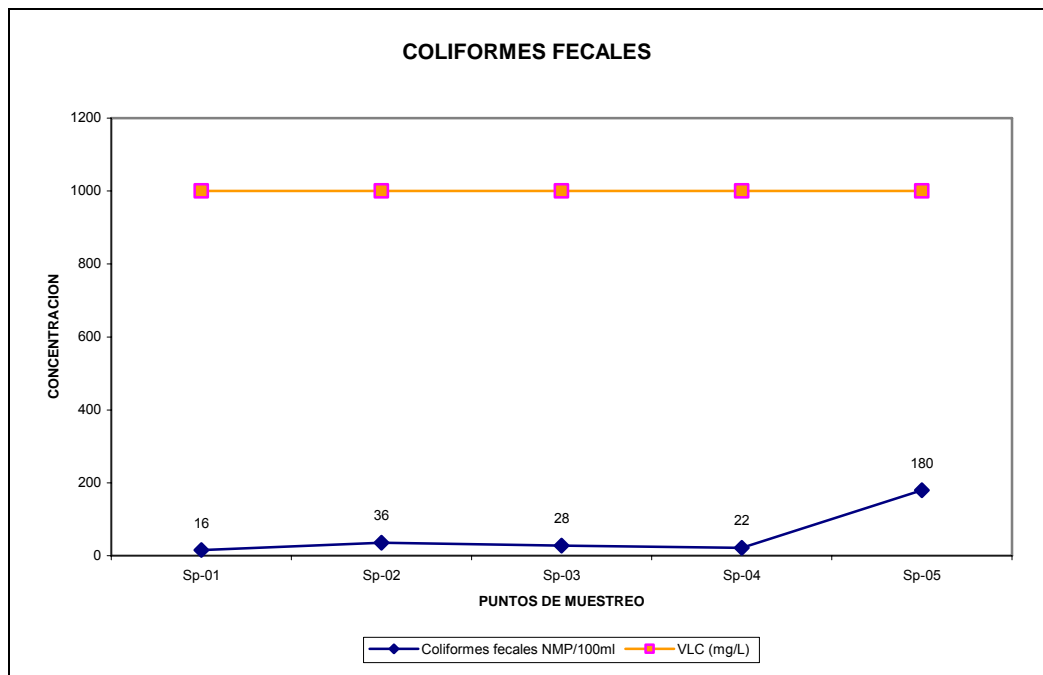


Gráfico N° 3.6 Concentración de Coliformes Fecales

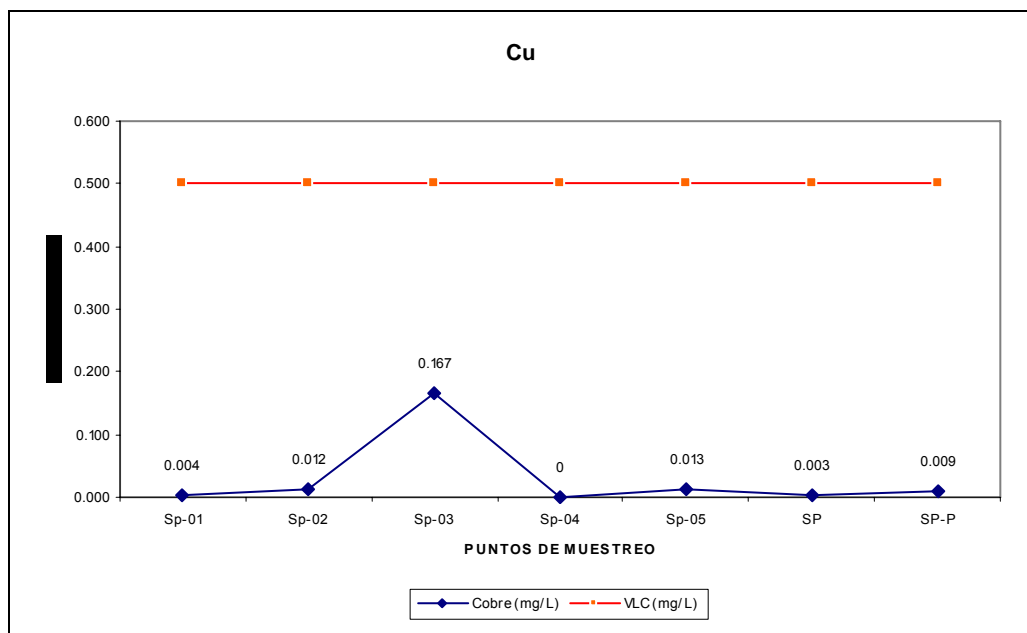




Los análisis realizados nos dan como resultado un rango de 150 a 1200 Coliformes Totales (NMP/100 ml), mientras que la cantidad de coniformes fecales o termo tolerantes están en un rango de 16 a 180 Coliformes Termotolerantes (NMP/100 ml); estos valores se encuentran muy por debajo de los VLC dados por la Ley General de Aguas para la Clase III que son de 5000 NMP/100 ml para Coliformes Totales y de 1000 NMP/100 ml para las Coliformes Fecales o Termotolerantes.

Grafico N° 3.7

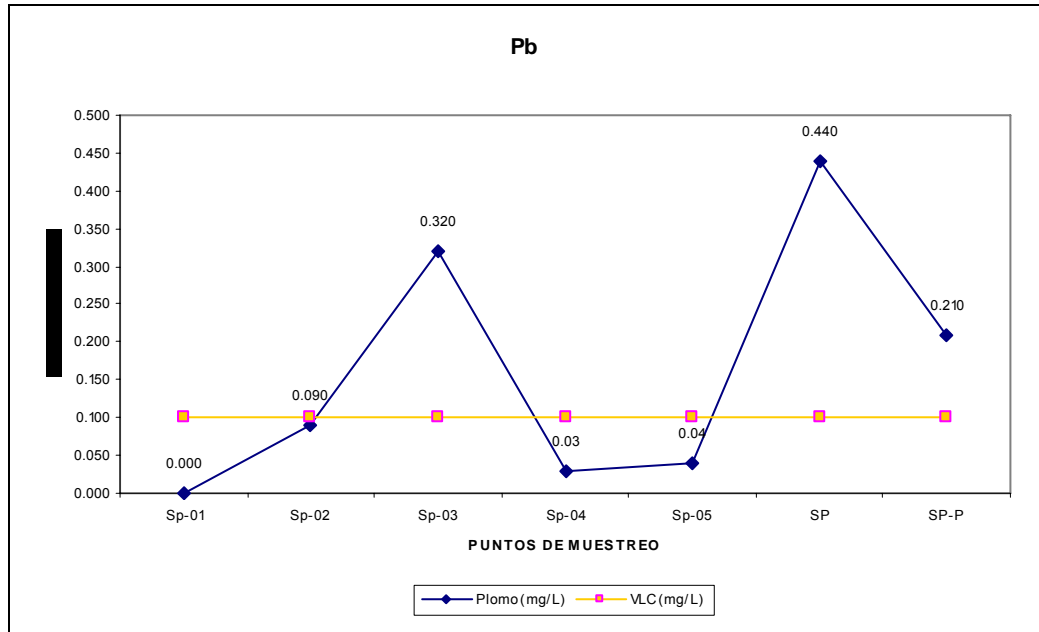
Concentración de Cobre



Las concentraciones de Cu en el efluente se encuentran dentro del rango de 0.003 a 0.167 mg/L, lo que nos indica q estamos muy por debajo de los VLC.



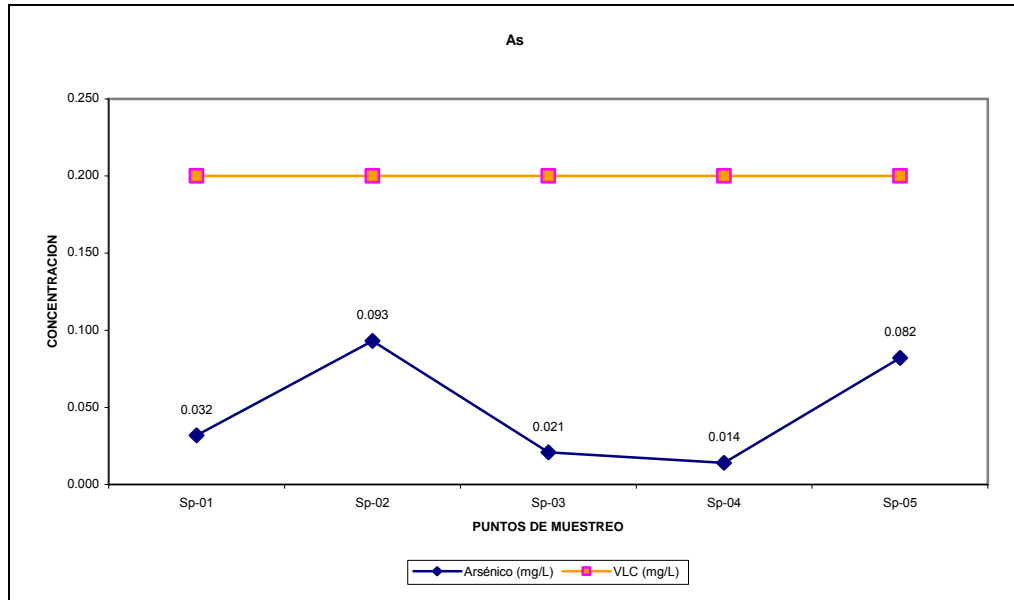
Grafico N° 3.8
Concentración de Plomo



Los valores de concentración de las muestras están en un intervalo de 0.03 a 0.44mg/L, en el gráfico se muestra que en los puntos de muestreo Sp-03, Sp y Sp-p los VLC se encuentran por encima de los VLC permitidos, lo que nos indica una clara contaminación de las aguas aledañas a la cancha de relave.



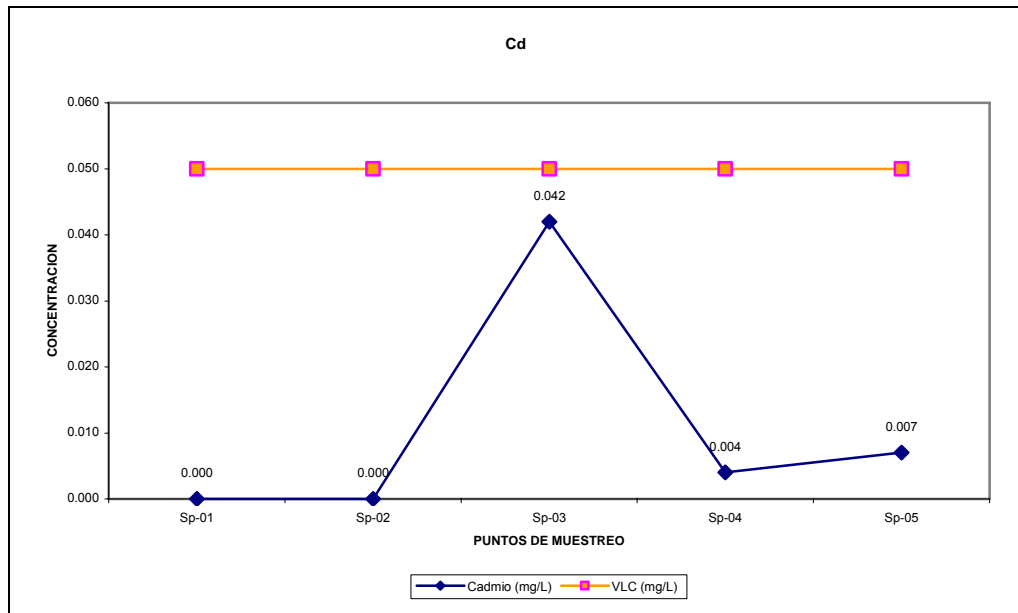
Grafico N° 3.9
Concentración de Arsénico



Las concentraciones de Arsénico en el agua se encuentran debajo del VLC, ya que los valores de concentración son menores a 0.093mg/L en todos los puntos de muestreo, para agua de Clase III, según la Ley General de Aguas.



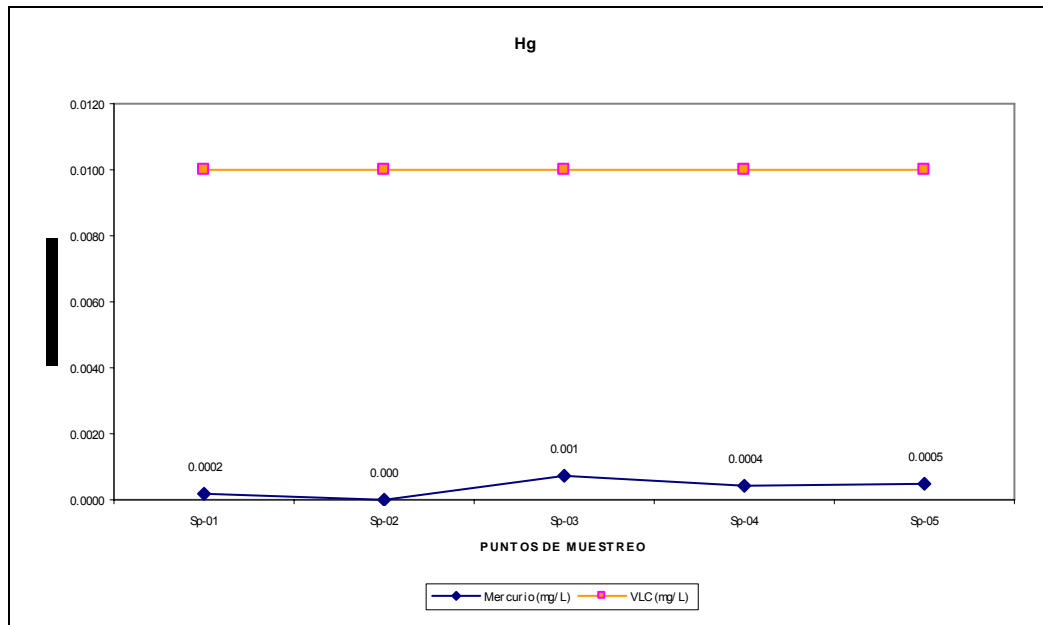
Grafico N° 3.10
Concentración de Cadmio.



Las concentraciones de Cadmio en las muestras de agua se encuentran debajo de los VLC, ya q se encuentran en un rango <0.001 a 0.004 mg/L, según la Ley General de Aguas para la Clase III.



Grafico N° 3.11
Concentración de Mercurio



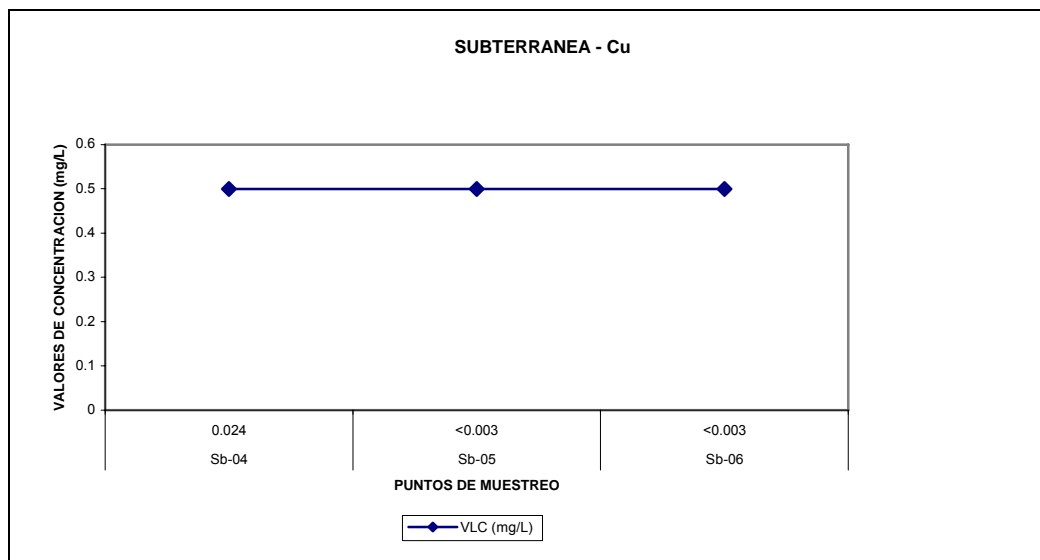
Las concentraciones de mercurio en las muestras de agua se encuentran muy por debajo de los VLC según la Ley general de Aguas para Agua de Clase III.



3.1.9.1. Recursos de Agua Subterránea.

Grafico N° 3.12.

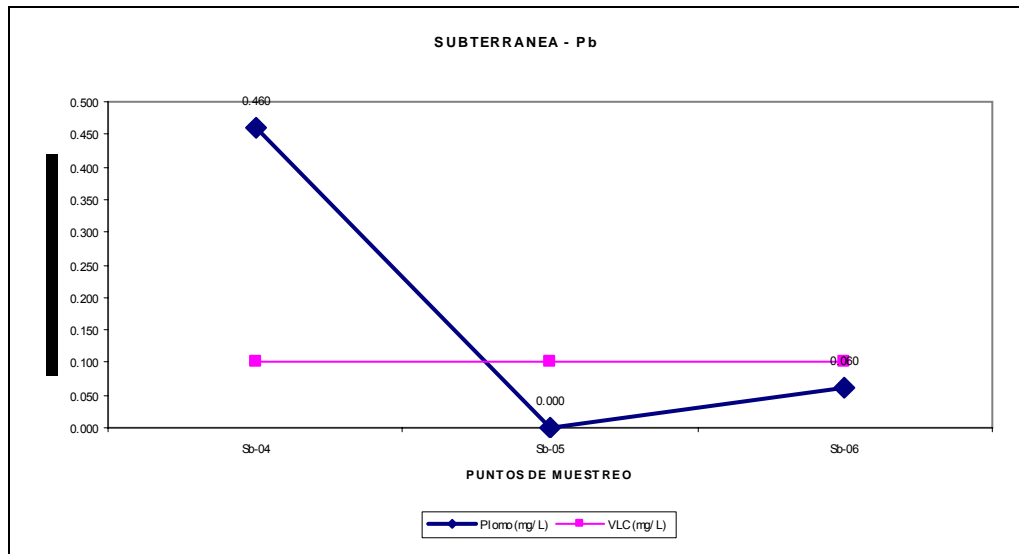
Concentración de Cobre



Las concentraciones de Cu en las muestras de agua subterránea son menores a 0.024 mg/L, por lo que nos encontramos por debajo de los VLC, según la Ley General de Agua, para Aguas de Clase III.



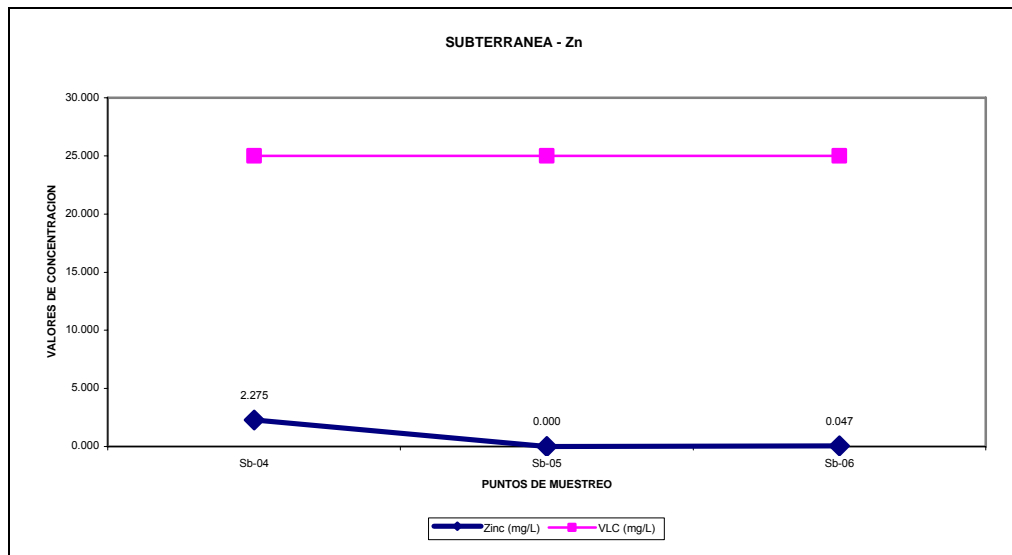
Grafico N° 3.13.
Concentración de Plomo



Los resultados de análisis de agua nos muestran que en el punto Sb-04, las concentraciones de Plomo superan los valores máximos de concentración, por lo que se debe de tomar acción para reducir estas concentraciones en los futuros vertimientos.



Gráfico N° 3.14.
Concentración de Zinc



Las concentraciones de Zn se encuentran en un rango de <0.004 a 2.275 mg/L, por lo que nos encontramos dentro del rango de VLC para agua de Clase III según la Ley General de Aguas.

3.2. Medio Ambiente Biológico.

Se entiende por medio ambiente biológico al entorno o suma total de aquello que rodea, que afecta y condiciona especialmente las circunstancias de vida de la sociedad en su conjunto. El área en estudio comprende los siguientes ecosistemas.



3.2.1. Ecosistema.

La relavera en estudio, se ubica en el bofedal Yanayacu, de acuerdo al sistema de Clasificación de Zonas de Vida del Mundo elaborado por el Dr. Leslie R. Holdridge, en la relavera en estudio, se identificó una la zona de vida: **bosque húmedo Montano Tropical (bh-MT)**, Esta zona de vida se extiende entre las cotas de 2900 y 3800 m.s.n.m. Se caracteriza por presentar un clima húmedo y frío, con precipitaciones pluviales mucho más intensas y frecuentes que la formación precedente y con un promedio anual del orden de 700 mm. Las lluvias son estacionales, concentrándose la mayor cantidad entre los meses de Diciembre a Marzo. Las heladas son frecuentes por lo que constituyen un serio peligro para la agricultura. (ver Anexo N° 01: Plano PL – 08).

3.2.1.1. Flora.

La vegetación natural en el sitio de la relave ha sido destruida, existiendo zonas de vegetación natural en las zonas aledañas a la cancha de relave los cuales son del género “totora”, Calamagrostis, Festucas e Ichus, los que son aprovechados por el pastoreo extensivo de toda clase de ganado doméstico familiar.

La vegetación presente en el área de influencia del proyecto es poco variable, ya que presenta con mayor representatividad a la “totora”, “Champa estrella”, “diente de león”, “berros”. También se distingue el “trébol” (*Ray grass*) y “garbancillo” (*Astragalus garbancillo*), como



indicadores de sobrepastoreo en la zona de influencia de la cancha de relave, se puede apreciar una variedad de familias de flora, los cuales se pueden apreciar dentro del Anexo N° 04: Panel fotográfico de Flora.

Para el inventario de la flora se utilizó el Método de Transectos. Este método consiste en tomar segmentos de 10 m. en el área de estudio. Para este caso se determinó un espaciamiento de 100 m. Entre transecto y transecto, contando con la ayuda de un anillo sensor el que nos permitió determinar las diferentes especies de pastos que existen en cada transecto.

En la zona de estudio existen dos tipos de pastos, como son los pastos nativos y los patos cultivados

Los Pastos nativos, se puede apreciar que predominan las gramíneas, y que van ha variar en su composición florística de acuerdo a la humedad del suelo, clima, exposición y características edafológicas, como la contextura, materia orgánica y drenaje; en áreas húmedas predomina las Juncáceas. Los pastos nativos más representativas que se pueden apreciar son:

- Festuca dolichophylla
- Calamagrostis vicunarum
- Stipa ichu.

Los Pastos cultivados, que muchas veces son introducidas para la base de alimentación de los ganados, debido a la degradación de los pastos



naturales, ya que son . Los pastos cultivados más representativos que se aprecian en la zona son:

- Las Gramíneas (hierva)
- Rye Grass (trébol)
- Bromas, etc.

Dentro del área de estudio, existen las siguientes especies de pastos tal como se muestra en el cuadro N° 3.15.

Cuadro N° 3.15.

Clasificación de Especies de Flora en el Área de Estudio.

| BOFEDAL | LADERA PEDREGOSA | PAJONAL |
|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| <i>Senecio spp.</i> | <i>Baccharis sp.</i> | <i>Bomarea sp.</i> |
| <i>Taraxacum officinale</i> | <i>Senecio spp.</i> | <i>Opuntia floccosa</i> |
| <i>Carex sp.</i> | <i>Opuntia floccosa</i> | <i>Agrostis sp.</i> |
| <i>Medicago hispida</i> | <i>Astragalus garbancillo</i> | <i>Festuca sp.</i> |
| <i>Luzula racemosa</i> | <i>Distichia muscoides</i> | <i>Bromas sp.</i> |
| <i>Festuca sp.</i> | <i>Calamagrostis eminnens</i> | |
| | <i>Avena spp.</i> | |
| | <i>Cortaderia sp.</i> | |

No se observó la presencia de cobertura arbórea nativa, pero existen plantaciones de arbustos como *Ceticio Sp*, *lupinus Sp* y especies forestales exóticas de pino y eucalipto realizado como parte del plan de manejo ambiental de la Planta.

3.2.1.2. Fauna.

Dentro de la zona en estudio se puede apreciar una variedad de especies propios de la zona y otros con adaptaciones especiales a los factores



ambientales. En la identificación de la fauna se determino con métodos directos de visita de campo, es decir el reconocimiento visual con la ayuda de tomas fotográficos, identificación de excretas, huellas, nidos, madrigueras, entre otros. Identificando así a manigeros, aves, reptiles, arácnidos, peces e insectos, (ver anexo N° 05: Panel fotográfico de Fauna).

La fauna silvestre que destaca en el área de influencia de la cancha de relave son: “china linda” (*Phalcobaenus albogularis megalopterus*), “gorrión andino” (*Zonotrichia capensis sanborni*), sapos, arácnidos, saltamontes, aguiluchos y aguilas, entre otros que se pueden apreciar dentro del Anexo N° 05 - Panel fotográfico de fauna.

3.3. Medio Ambiente Socio –Económico y Cultural.

La comunidad campesina de Cátac, es una organización social y económica. Con personería jurídica, integrada por familias, que poseen terrenos en común, relacionados por vínculos sociales, culturales y de actividad económica.

Su base legal se encuentra enmarcada dentro de:

- Resolución Suprema de fecha 18 de febrero de 1946.
- Ley General N° 24656 de las comunidades campesinas y su reglamento D.S. N° 00891
- La constitución política vigente.



En este contexto, se va a desarrollar una descripción de las características, sociales, educativas, culturales, económicas, de salud entre otros aspectos, del sector de influencia por la relavera en estudio, mediante encuestas realizadas directamente a la población directa e indirectamente vinculadas con el Plan de cierre de la relavera.

Las encuestas se llevaron a cabo los días 21 y 22 de diciembre del 2006 en el distrito de Cátac de la provincia de Recuay con la finalidad de conocer la opinión de la población respecto al Plan de cierre de la relavera minera de Mesapata.

Esta encuesta se realizó en una muestra de 145 pobladores mayores de 18 años de ambos sexos, distribuidos en 4 barrios y 2 caseríos haciendo con ello 6 grupos, según como se muestra en el cuadro N° 3.16.

Cuadro N° 3.16

Población censada por sexos y por grupos de barrios y caseríos

| Nº | GRUPOS | H | % | M | % | % Par. total | TOTAL | TOTAL (%) |
|----------------------|---------------|-----------|----|-----------|----|--------------|------------|-------------|
| 1 | Llacshahuanca | 16 | 61 | 10 | 39 | 100 | 26 | 7.93 |
| 2 | Sta.Rosa | 19 | 61 | 7 | 39 | 100 | 26 | 7.93 |
| 3 | 2 de Mayo | 17 | 73 | 6 | 27 | 100 | 23 | 5.86 |
| 4 | San Miguel | 20 | 67 | 10 | 33 | 100 | 30 | 0.68 |
| 5 | Yanayacu * | 11 | 65 | 6 | 35 | 100 | 17 | 1.72 |
| 6 | Parco ** | 14 | 61 | 9 | 39 | 100 | 23 | 6.0 |
| TOTAL GENERAL | | 97 | | 48 | | | 145 | 00.0 |

* caserío

** caserío



Del cuadro precedente se infiere que la población censada 97 pertenecen al sexo masculino que representa el 67% y 48 son del sexo femenino que representan el 33% de la población.

3.3.1. Acceso y Uso de Recursos.

La vía que conecta a la planta concentradora con la carretera Cátac – Huari, es usada también como acceso al paraje Mesapata, la comunidad campesina de Cátac es propietaria de la mayoría de los terrenos, los mismos que son usados como áreas forestales y pastizales.

La carretera Panamericana Norte es una ruta longitudinal que permite el acceso por la costa desde la ciudad de Lima hacia la ciudad de Huaraz, vía importante que hace posible el intercambio de la producción agropecuaria y la comercialización de productos manufactureros entre la zona costa y la zona altoandina.

Desde Cátac se inicia una ruta local hacia la provincia de Huari (en la zona de conchudos). Esta ruta tiene un tramo de 22 kilómetros asfaltados desde Cátac hasta las inmediaciones de la laguna de Querococha. En ésta carretera a una distancia de 2 y 2,5 Km. de Cátac, existen dos desvíos al Sur, uno es el acceso para vehículos que llevan a la planta concentradora los minerales procedentes de las pequeñas mineras, y el otro es para el ingreso de vehículos pequeños de transporte al personal.



Paralelamente a esta vía, existe un camino de herradura que parte del pueblo de San Miguel – Cátac por el lado Este del mismo, con dirección al paraje de Mesapata, este camino es usado principalmente por los habitantes de la región relacionados a la actividad agropecuaria como vías de acceso hacia los terrenos de cultivo y pastoreo.

3.3.2. Demografía.

Su población a experimentado un crecimiento acelerado, influenciado en gran parte por la migración de zonas vecinas, así como por la alta tasa de natalidad existente, cuyos resultado de la última encuesta arrojaron 4200 habitantes.

El distrito de Cátac, políticamente esta distribuido por barrios y caserios, siendo los más representativos y de influencia directa con la relavera de Mesapata los que se muestran en el cuadro N° 3.17, donde se puede apreciar el número de hijos promedio por familia.

Cuadro N° 3.17

De Familias Promedio:

| BARRIOS | Miembros de familia promedio | Nº de hijos Promedio | Nº de hijos – 5 años total |
|----------------|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| Llacshahuanca | 5.5 | 5.3 | 8 |
| Sta.Rosa | 4.7 | 5.1 | 9 |
| 2 de Mayo | 5.8 | 3.0 | 8 |
| San Miguel | 7.3 | 5.8 | 9 |
| Yanayacu | 5.8 | 2.5 | 11 |
| Parco | 5.1 | 2.4 | 9 |
| TOTAL | 5.7 | 4.0 | 54 |



Del Cuadro N° 3.17, se puede deducir que coexisten un promedio de 5.7 miembros de familia, además tienen un promedio de 4.0 % de promedio de hijos por pareja.

3.3.3. Infraestructura Social y Física.

Cuando se instaló la Planta Concentradora de Mesapata, no altera la ubicación ni la distribución de la población humana, lo mismo ocurre con el depósito de relave (Caserío de San Miguel, Comunidad campesina de Cátac).

Existen tres niveles de Influencia, por la relavera de Mesapata:

a. Nivel Local.

Actualmente en la Planta concentradora de Mesapata residen 19 personas, en el campamento.

El caserío de San Miguel, es la zona de importancia, ya que la relavera, se ubica en la parte alta de este caserío.

b. Nivel Intermedio.

Que es la zona de influencia directa, en esta zona no existe ningún centro poblado, esta constituida en general por el bofedal de Yanayacu, en donde se ubica la relavera, donde existe el pastoreo eventual de caballos y reces (ver fotografía N° 02).



Fotografía N° 02

Influencia directa de la relavera Mesapata.



c. Nivel Regional.

Es la zona de influencia indirecta, existe un el Distrito de Cátac, que se ubica a 2 Km de la relavera, el cual es influenciado de manera muy leve por la relavera.

3.3.4. Empleo e Ingresos.

Cuadro N° 3.18:

TRABAJO.

| Barrios | Agricult | % | Ganad | % | Comer | % | Minero | % | Otros | % | Total | % |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| Llacshahuanca | 8 | 31 | 2 | 8 | 12 | 46 | 1 | 4 | 3 | 12 | 26 | 100 |
| Sta.Rosa | 9 | 34 | 3 | 12 | 7 | 27 | 5 | 19 | 2 | 8 | 26 | 100 |
| 2 de Mayo | 7 | 30 | 6 | 26 | 3 | 13 | 3 | 13 | 4 | 17 | 23 | 100 |
| San Miguel | 11 | 37 | 5 | 17 | 6 | 20 | 7 | 23 | 1 | 3 | 30 | 100 |
| Yanayacu | 8 | 47 | 2 | 12 | 2 | 12 | 4 | 23 | 1 | 6 | 17 | 100 |
| Parco | 16 | 70 | 2 | 9 | 3 | 13 | 0 | 0 | 2 | 8 | 23 | 100 |
| Total | 59 | 41 | 20 | 14 | 33 | 23 | 17 | 12 | 13 | 10 | 145 | 100 |



Del Cuadro N° 3.18 se desprende que el 41% de la población está dedicada a la agricultura, seguida por el comercio en un 23%, luego es la actividad ganadera que sigue el orden de precedencia y la minería ocupa el 4to. lugar en orden de prioridades de actividades de la población cataquina.

3.3.5. Economía y Alfabetismo.

3.3.5.1. Economía.

En el distrito de Cátaç, se concentra el comercio, educación, salud, etc, las zonas aledañas como : poblado de Yanacancha, 2 de Mayo, San Miguel, están básicamente dedicados a la actividad ganadera, contando con una producción ganadera de:

- Ganado Ovino - raza Cordialle 8070 Cabezas.
- Ganado Vacuno - raza Brownwiss 150 Cabezas.
- Ganado Auquénido (Alpaca) - raza Huancayo 750 Cabezas.
- Ganado Auquénido (Alpaca) - raza Suri 220 Cabezas.
- Ganado Equino 20 Cabezas

En el plano empresarial, la comunidad permanentemente se proyecta en el desarrollo de sus sistemas organizativos, para favorecer a sus comuneros a través de la realización de actividades que rindan utilidades anuales a sus asociados.



Además un porcentaje de la población se dedica a las siguientes actividades económicas:

Pastizales: donde se viene realizando el sembrado de pastos en todos los terrenos de la comunidad campesina de Cátac, para el mantenimiento de los animales propios de la ganadería.

Crianza de truchas: Básicamente en la laguna de Wairacocha, ubicado al 6 Km. al este del distrito de Cátac. Esta actividad esta orientada en el sustento económico y contribuir en el mejoramiento nutricional de la población.

Se esta trabajando en promover el uso de los recursos naturales asi como las lagunas existentes, como medio para captar utilidades económicas.

Pudiendo concluir de que el distrito de Cátac, es uno de los distritos de mejor situación económica por hallarse en una zona estratégica; así como por los recursos turísticos y sus diversas actividades, que se encuentran en su área lo que lo convierten en uno de los distritos con mayor proyección de toda la provincia.

3.3.5.2. Alfabetismo.

El distrito de Cátac presenta niveles de analfabetismo medios. El 13.8% de la población total del distrito no sabe leer ni escribir, el 42% tiene nivel



primario, el 20% ha finalizado sus estudios secundarios y solo el 7.2% sigue estudios superiores.

Existe un centro educativo secundario en el pueblo de Cátac que atiende a la población escolar de primaria de 474 alumnos, secundaria 343 alumnos, actual del distrito.

3.3.6. Salud Pública.

Cuadro Nº 3.19.

Atención de Salud.

| BARRIO | Médico particular | % | Curandero | % | Posta Médica | % | ESSALUD | % | Otro | % | | Total (%) |
|---------------|-------------------|----------|-----------|----------|--------------|-----------|----------|----------|----------|----------|------------|------------|
| Llacshahuanca | 5 | 19 | 0 | 0 | 18 | 69 | 1 | 4 | 2 | 8 | 26 | 100 |
| Sta.Rosa | 3 | 12 | 3 | 12 | 15 | 58 | 2 | 8 | 3 | 12 | 26 | 100 |
| 2 de Mayo | 1 | 4 | 0 | 0 | 17 | 74 | 1 | 4 | 4 | 17 | 23 | 100 |
| San Miguel | 0 | 0 | 1 | 3 | 29 | 97 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 100 |
| Yanayacu | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 100 |
| Parco | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 | 91 | 2 | 9 | 0 | 0 | 23 | 100 |
| Total | 9 | 6 | 4 | 3 | 117 | 81 | 6 | 4 | 9 | 6 | 145 | 100 |

El 81% de la población de Cátac recurren al servicio de la Posta médica en caso de enfermedades, y siendo las más frecuentes, las enfermedades bronquiales, diarreicas y gripales.



Cuadro N° 3.20

Alimentación de los pobladores de Cátac

| Nº | BARRIOS | DESAYUNO | ALMUERZO | CENA |
|----|---------------|------------------|------------------|-----------------|
| 1 | Llacshahuanca | Kuaquer, té. pan | Sopas, menestras | Sopa. papas |
| 2 | Sta.Rosa | Kuaquer, té pan | Sopas, papas | Sopas papas |
| 3 | 2 de Mayo | Té, panes | Sopas menestras | Sopas, segundos |
| 4 | San Miguel | Kuaquer, pan | Sopas menestras | Sopas, papas |
| 5 | Yanayacu | Te panes | Sopas menestras | Sopas dulces |
| 6 | Parco | Leche, panes | Sopas, papas | Sopas, papas |

La alimentación de la población es generalmente de harina y menestras que consumen diariamente para reponer las energías perdidas durante el trabajo cotidiano.

Cuadro N° 3.21

Salud humana

| BARRIOS | SI | % | NO | % | | % |
|---------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| Llacshahuanca | 17 | 65 | 9 | 35 | 26 | 100 |
| Sta.Rosa | 19 | 73 | 7 | 27 | 26 | 100 |
| 2 de Mayo | 20 | 87 | 3 | 13 | 23 | 100 |
| San Miguel | 24 | 80 | 6 | 20 | 30 | 100 |
| Yanayacu | 15 | 88 | 2 | 12 | 17 | 100 |
| Parco | 18 | 78 | 5 | 22 | 23 | 100 |
| Total | 113 | 78 | 32 | 22 | 145 | 100 |

El cuadro N° 3.21 refleja el conocimiento de la población referente a la contaminación que ocasiona el relave minero, en cuanto al aire y agua fundamentalmente y esto a su vez afecta a la salud humana, es así que de los 145 encuestados, a la pregunta hecha si el relave minero afecta a la salud de las personas 113 que representa el 78% contestaron positivamente y 22 personas que representa el 22% contestaron negativamente.



3.3.7. Organización Política, Social y Cultural.

Dentro del distrito de Cátac, existe un Órgano de control interno fiscalización y revisor de cuenta, quienes cumplen el rol de protagonistas y coparticipes de varias acciones administrativas, no dejando de lado sus funciones eminentemente fiscalizadoras y supervisoras de allí el logro importante de los planes y programas trazados por la directiva comunal, del mismo modo se manifiesta el éxito de las gestiones administrativas que coadyuvan en el desarrollo económico y social de la comunidad.

Cuadro N° 3.22.

Condiciones de vivienda de los barrios del distrito de Cátac

| Barrios | Propia | % | Alquilada | % | total | % |
|----------------|---------------|-----------|------------------|-----------|--------------|------------|
| Llacshahuanca | 17 | 65 | 9 | 45 | 26 | 100 |
| Sta.Rosa | 19 | 73 | 7 | 27 | 26 | 100 |
| 2 de Mayo | 20 | 9 | 3 | 91 | 23 | 100 |
| San Miguel | 24 | 80 | 6 | 20 | 30 | 100 |
| Yanayacu | 15 | 88 | 2 | 12 | 17 | 100 |
| Parco | 18 | 78 | 5 | 22 | 23 | 100 |
| Total | 113 | 78 | 32 | 22 | 145 | 100 |

Del cuadro N° 3.22 se puede colegir que el 78 % de la población cuenta con casa propia y solo el 22% vive en casa alquilada.



Cuadro N° 3.23.

Estado Civil de los pobladores del distrito de Cátac

| N° | BARRIOS | SOL | % | CAS | % | CON VIV | % | TOTAL | % |
|--------------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| 1 | Llacshahuanca | 6 | 23 | 11 | 42 | 9 | 35 | 26 | 100 |
| 2 | Sta.Rosa | 6 | 23 | 9 | 42 | 11 | 35 | 26 | 100 |
| 3 | 2 de Mayo | 11 | 48 | 7 | 30 | 5 | 22 | 23 | 100 |
| 4 | San Miguel | 5 | 17 | 9 | 30 | 16 | 53 | 30 | 100 |
| 5 | Yanayacu | 6 | 35 | 3 | 18 | 8 | 47 | 17 | 100 |
| 6 | Parco | 8 | 35 | 10 | 43 | 5 | 22 | 23 | 100 |
| TOTAL | | 42 | 29 | 49 | 34 | 54 | 37 | 145 | 100 |

Del Cuadro N° 3.23 se infiere que el 29% de los encuestados son solteros, el 34% son casados y el 37% son convivientes

3.3.8. Percepción de la Población.

La población se encuentra satisfecha y con mucha expectativa por la ejecución del Proyecto del Cierre Definitivo de la Relavera de Mesapata; porque permitirá mejorar la calidad de vida de la población y les traerá una serie de beneficios.

Con el objeto de conocer la opinión de la población cataquina, se realizaron encuestas, que se reflejan en los cuadros siguientes:



Cuadro N° 3.24.

Conocimiento de la población acerca de la relavera de Mesapata

| BARRIOS | SÍ | % | NO | % | TOTAL | % |
|----------------|------------|-----------|-----------|----------|--------------|------------|
| Llacshahuanca | 24 | 92 | 2 | 8 | 26 | 100 |
| Sta.Rosa | 25 | 96 | 1 | 4 | 26 | 100 |
| 2 de Mayo | 22 | 97 | 1 | 3 | 23 | 100 |
| San Miguel | 30 | 100 | 0 | 0 | 30 | 100 |
| Yanayacu | 16 | 94 | 1 | 6 | 17 | 100 |
| Parco | 23 | 100 | 0 | 0 | 23 | 100 |
| TOTAL | 140 | 97 | 5 | 3 | 145 | 100 |

El cuadro precedente refleja el conocimiento de la población en cuanto al relave minero, y preguntado si sabe ¿que es un relave minero?, de 145 entrevistados, 140 que representa un 97% contestó afirmativamente y sólo 5 que representa el 3% contestó negativamente, lo que demuestra que la población cataquina conoce la actividad minera por excelencia.

CUADRO N° 3.25.

Consulta - El relave y la agricultura.

| Barrios | SI | % | NO | % | TOTAL | % |
|----------------|------------|-----------|-----------|----------|--------------|------------|
| Llacshahuanca | 24 | 92 | 2 | 8 | 26 | 100 |
| Sta.Rosa | 24 | 92 | 2 | 8 | 26 | 100 |
| 2 de Mayo | 19 | 83 | 4 | 17 | 23 | 100 |
| San Miguel | 29 | 97 | 1 | 3 | 30 | 100 |
| Yanayacu | 17 | 100 | 0 | 0 | 17 | 100 |
| Parco | 22 | 96 | 1 | 4 | 23 | 100 |
| TOTAL | 135 | 93 | 10 | 7 | 145 | 100 |



El cuadro N° 3.25 es referente si el relave minero afectaba a la agricultura al respecto de la población encuestada 135 que representa el 93% opinaba que sí, el relave minero era perjudicial a la agricultura, especialmente a los sembríos que estaban cercanos a la relavara y sólo 10 de los encuestados que representa el 7% de la población opinaba negativamente.

Cuadro N° 3.26.

Conservación de la relavera

| Barrios | SÍ | % | NO | % | No opina | % | Total | % |
|---------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|----------|------------|------------|
| Llacshahuanca | 3 | 12 | 19 | 73 | 4 | 15 | 26 | 100 |
| Sta.Rosa | 2 | 8 | 20 | 77 | 4 | 15 | 26 | 100 |
| 2 de Mayo | 5 | 22 | 17 | 74 | 1 | 4 | 23 | 100 |
| San Miguel | 10 | 33 | 19 | 64 | 1 | 3 | 30 | 100 |
| Yanayacu | 3 | 18 | 13 | 76 | 1 | 6 | 17 | 100 |
| Parco | 4 | 17 | 17 | 74 | 2 | 9 | 23 | 100 |
| TOTAL | 27 | 19 | 105 | 72 | 13 | 9 | 145 | 100 |

El cuadro N° 3.26 corresponde a la pregunta efectuada la población encuestada que si estaban de acuerdo que el relave minero continuará como esta al respecto 105 encuestados contestaron que no estaban de acuerdo en que continuará el relave minero tal como está más por el contrario estaban a favor del cierre definitivo, y 27 encuestados que representan el 19 % contestaron afirmativamente y 13 encuestados que representa el 9% no opinaban al respecto.

En lo que respecta a la cantidad de trabajadores que laboraban en la relavera de Mesapata, nos informaron que había un promedio de 6 trabajadores.



Cuadro N° 3.27.

Problemas laborales respecto al cierre de la relavera

| Barrios | SÍ | % | NO | % | TOTAL | % |
|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|------------|
| Llacshahuanca | 11 | 42 | 15 | 58 | 26 | 100 |
| Sta.Rosa | 9 | 35 | 17 | 65 | 26 | 100 |
| 2 de Mayo | 6 | 26 | 17 | 74 | 23 | 100 |
| San Miguel | 8 | 27 | 22 | 73 | 30 | 100 |
| Yanayacu | 9 | 53 | 8 | 47 | 17 | 100 |
| Parco | 16 | 70 | 7 | 30 | 23 | 100 |
| TOTAL | 59 | 41 | 86 | 59 | 145 | 100 |

El cuadro N° 3.27 refleja la opinión de los pobladores respecto si con el cierre del relave minero se generarán problemas laborales, al respecto los pobladores de Parco opinaron que si habrá problemas laborales con el cierre del relave minero, esta opinión corresponde al 70% de la población encuestada, lo mismo ocurre con la opinión del caserío de Yanayacu, en que el 53% de su población opina que con el cierre el relave minero habrá problemas laborales, manifestándose en el desempleo de la población, pero a nivel general la población opina que no habrá problemas laborales esto se afirma con la opinión del 86 encuestados que representan el 59% de la población encuestada, pero sí 59 de los encuestados opinan que si habrá problemas laborales que representa el 41% de la población, esto será fundamentalmente en el desempleo de la población cataquina.



Cuadro N° 3.28.

Salud Animal

| Barrios | SI | % | NO | % | TOTAL | % |
|---------------|------------|-----------|----------|----------|------------|------------|
| Llacshahuanca | 24 | 92 | 2 | 8 | 26 | 100 |
| Sta.Rosa | 26 | 100 | 0 | 0 | 26 | 100 |
| 2 de Mayo | 23 | 100 | 0 | 0 | 23 | 100 |
| San Miguel | 29 | 97 | 1 | 3 | 30 | 100 |
| Yanayacu | 16 | 94 | 1 | 6 | 17 | 100 |
| Parco | 22 | 96 | 1 | 4 | 23 | 100 |
| TOTAL | 140 | 97 | 5 | 3 | 145 | 100 |

El cuadro N° 3.28 representa a la población encuestada referente si el relave minero afecta a la salud de los animales, y de los 145 encuestados 140 que representan el 97% de la población contestaron que si el relave minero afectaba a la salud de los animales por cuanto el agua que bebían y el pasto que consumían como alimento estaban contaminados especialmente en la zona circundante de la “cancha” relavara.

Cuadro N° 3.29.

Protesta Poblacional

| Barrios | SÍ | % | NO | % | TOTAL | % |
|---------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| Llacshahuanca | 15 | 58 | 11 | 42 | 26 | 100 |
| Sta.Rosa | 18 | 69 | 8 | 31 | 26 | 100 |
| 2 de Mayo | 17 | 74 | 6 | 26 | 23 | 100 |
| San Miguel | 29 | 97 | 1 | 3 | 30 | 100 |
| Yanayacu | 10 | 59 | 7 | 41 | 17 | 100 |
| Parco | 23 | 100 | 0 | 0 | 23 | 100 |
| Total | 112 | 77 | 33 | 23 | 145 | 100 |

El cuadro N° 3.29 se refiere si la población ha realizado alguna protesta contra la relavera de mesapata al respecto 112 encuestados que



representan el 77% de la población opinaron si el pueblo en varias oportunidades ha realizado protestas contra la relavera de mesapata y sólo 33 encuestados que representan el 23% ,manifestaron que no conocían el caso

Enfermedades ocasionados por la relavera.

Para determinar algunos casos de enfermedades ocasionados por la relavera de Mesapata se constituyó al Centro de Salud de Cátac y: según los informes proporcionados por el Personal de Salud, se pudo comprobar que casi no existían enfermedades ocasionados por la relavera, como intoxicación a la sangre, u otros casos puntuales

3.3.9. Patrimonio Cultural.

En el área de influencia de la Relavera y en general de toda la Planta Concentradora no existen restos arqueológicos.



CAPITULO IV

CONSULTAS DURANTE LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE CIERRE



4.0. Consultas Durante La Elaboración Del Plan De Cierre.

4.1. Identificación de Grupos de Interés.

La Universidad Nacional de Ancash “Santiago Antúnez de Mayolo”, busca ejecutar el plan de cierre de la relavera de la Planta Concentradora de Mesapata, a efectos de remediar los impactos negativos que genera la relavera, en donde la institución realiza concertaciones con diversos grupos de interés a efectos de plantear los objetivos y metas de cada grupo participante, que a continuación se detalla:

4.1.1. Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo” (UNASAM).

Quien es la entidad, que interviene en ordenar la ejecución del plan de cierre de la relavera de la Planta Concentradora de Mesapata, con el único propósito y compromiso de remediar los impactos negativos a las áreas aledañas y población afectada; en cumplimiento de la normatividad vigente.

Dirección: Av Centenario N° 200 – Huaraz.

4.1.2. Municipalidad Distrital de Catac.

Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 194° de la Constitución del Perú y en la Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades, es un órgano de gobierno con autonomía política y administrativa en los asuntos de su



competencia; teniendo como finalidad representar al vecindario, promover el desarrollo local, en coordinación y asociación con los niveles de gobierno regional y nacional, con el objeto de propiciar las mejores condiciones de vida de la población. Se compromete en apoyar el presente proyecto del plan de cierre de la relavera de Mesapata.

Dirección: Jr.8 de Enero N° 361,- Cátac.

4.1.3. El Centro de salud de Cátac.

Que en su afán de velar por la salud poblacional del distrito de Cátac, están de acuerdo con la ejecución del plan de cierre de Mesapata, con la finalidad de contar con una población fuera de peligro con respecto a la contaminación que se viene generando por la relavera de Mesapata.

4.1.4. Defensoría Municipal del Niño y del Adolescente del Distrito de Cátac

Es la institución que vela por la salud y bien estar general de los niños y adolescentes, que tiene el interés de que los efectos negativos que pueda ocasionar el relave se remedien con el fin de evitar posibles complicaciones el los niños menores de 5 años, siendo la población más vulnerable a contraer cualquier tipo de enfermedad sea cual fuere la causa, por lo que están de acuerdo en al ejecución del cierre de la relavera de Mesapata.

Dirección: Av. 31 de Mayo – Cátac. Telf. 43-444647.



4.1.5. Población afectada.

La población ubicada en el área de influencia del depósito de relave de Mesapata, ubicada en el bofedal de Yanayacu, se encuentra preocupada por la generación de impactos ambientales negativos de la relavera, así como sus efectos en la calidad de las aguas del río Yanayacu, río Santa, de la flora, la fauna, del suelo, etc. Por lo que conjuntamente con sus autoridades del Gobierno Distrital de Cátac, y agrupaciones existentes, solicitan el cierre definitivo del depósito relave de la Planta Concentradora de Mesapata.

4.1.6. Barrios.

Los barrios que se sitúan en las zonas adyacentes de la relavera de Mesapata, son Yanayacu, San Miguel y Santa Rosa, quienes en la actualidad son los directamente afectados por la relavera, existiendo además el barrio Dos de Mayo, Llacshahuanca y Parco, que de acuerdo a sus intereses del manejo de la relavera, aducen estar de acuerdo con el cierre definitivo de la relavera, por ser un factor de contaminación, afectando la salud poblacional, sus animales y sus terrenos de cultivo.



4.2. Consulta.

Cuadro N° 4.1.

Conservación de la relavera:

| Barrios | SÍ | % | NO | % | No opina | % | Total | % |
|---------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|----------|------------|------------|
| Llacshahuanca | 3 | 12 | 19 | 73 | 4 | 15 | 26 | 100 |
| Sta.Rosa | 2 | 8 | 20 | 77 | 4 | 15 | 26 | 100 |
| 2 de Mayo | 5 | 22 | 17 | 74 | 1 | 4 | 23 | 100 |
| San Miguel | 10 | 33 | 19 | 64 | 1 | 3 | 30 | 100 |
| Yanayacu | 3 | 18 | 13 | 76 | 1 | 6 | 17 | 100 |
| Parco | 4 | 17 | 17 | 74 | 2 | 9 | 23 | 100 |
| TOTAL | 27 | 19 | 105 | 72 | 13 | 9 | 145 | 100 |

El cuadro N° 4.1., corresponde a la pregunta efectuada a la población encuestada que si estaban de acuerdo, que el relave minero continuara como está, al respecto 105 encuestados contestaron que no estaban de acuerdo en que continuara el relave minero tal como está, y más por el contrario estaban a favor de que lo “sellen” y 27 encuestados que representan el 19 % contestaron afirmativamente vale decir que siga como está, y 13 encuestados que representa el 9% no opinan al respecto.

En lo que respecta a la cantidad de trabajadores que laboraban en la relavera de mesapata, nos informaron que habían un promedio de 6 trabajadores



Cuadro N° 4.2.

Problemas laborales:

| Barrios | SÍ | % | NO | % | TOTAL | % |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| Llacshahuanca | 11 | 42 | 15 | 58 | 26 | 100 |
| Sta.Rosa | 9 | 35 | 17 | 65 | 26 | 100 |
| 2 de Mayo | 6 | 26 | 17 | 74 | 23 | 100 |
| San Miguel | 8 | 27 | 22 | 73 | 30 | 100 |
| Yanayacu | 9 | 53 | 8 | 47 | 17 | 100 |
| Parco | 16 | 70 | 7 | 30 | 23 | 100 |
| TOTAL | 59 | 41 | 86 | 59 | 145 | 100 |

El cuadro N° 4.2., refleja la opinión de los pobladores respecto si con el cierre de la relavera, se generarán problemas laborales, al respecto los pobladores de Parco opinaron que si habrá problemas laborales con el cierre del relave minero, esta opinión corresponde al 70% de la población encuestada, lo mismo ocurre con la opinión de los pobladores del caserío de Yanayacu, en que el 53% de los encuestados opinan que con el cierre el relave minero habrá problemas laborales, manifestándose fundamentalmente en el desempleo, pero a nivel general la población opina que **no habrá** problemas laborales esto se confirma con la opinión de 86 encuestados que representan el 59% de la población encuestada, pero 59 de los encuestados que representa el 41% de la población encuestada opinaron que **sí habrá** problemas laborales, especialmente generando el desempleo en la población cataquina.



Cuadro N° 4.3.

Protesta poblacional

| Barrios | SÍ | % | NO | % | TOTAL | % |
|---------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| Llacshahuanca | 15 | 58 | 11 | 42 | 26 | 100 |
| Sta.Rosa | 18 | 69 | 8 | 31 | 26 | 100 |
| 2 de Mayo | 17 | 74 | 6 | 26 | 23 | 100 |
| San Miguel | 29 | 97 | 1 | 3 | 30 | 100 |
| Yanayacu | 10 | 59 | 7 | 41 | 17 | 100 |
| Parco | 23 | 100 | 0 | 0 | 23 | 100 |
| Total | 112 | 77 | 33 | 23 | 145 | 100 |

El cuadro N° 4.3., se refiere si la población ha realizado alguna protesta contra la relavera de mesapata al respecto 112 encuestados que representan el 77% de la población opinan que si el pueblo de Cátac en varias oportunidades ha realizado protestas contra la relavera de mesapata por generar la contaminación ambiental y sólo 33 encuestados que representan el 23% ,manifestaron que no conocían el caso.



CAPITULO V

ACTIVIDADES DE CIERRE



5.0. Actividades de Cierre.

5.1. Desmantelamiento.

El desmantelamiento de la relavera de Mesapata básicamente consiste en las siguientes actividades:

- Desmantelamiento de la Tubería aérea de PVC de 4" de diámetro por una longitud de 80 metros.
- Desmantelamiento de los postes de madera que sostienen la tubería aérea.
- Desmantelamiento de la caseta de guardianía.
- Desmantelamiento de la bomba de relaves.
- Desmantelamiento de línea de energía eléctrica.
- Desmantelamientos del muros de contención solo 2 metros del sector nor oeste y norte.

5.2. Demolición, Salvamento y Disposición.

Demolición.- En la relavera de mesapata no existe elementos ha demoler.

Salvamento y Disposición.- Se recuperara la tubería PVC de 4" de diámetro; La línea de energía eléctrica, los postes de madera que sostienen la tubería aérea; La bomba de relave, los cuales serán destinados y usados en la planta concentradora de mesapata y lo que se recupere de parte de los muros de



contención situados en el lado norte y nor oeste (solo se le baja un máximo de 2.0 metros); será usado en el nuevo muro de contención que será del tipo de gravedad.

5.3. Estabilización Física.

5.3.1. Factores de Diseño de talud.

Las obras de estabilización física que se proponen son el resultado de los análisis de estabilidad realizados sobre los taludes de los depósitos. Las condiciones de estabilidad considerados se refieren al comportamiento estático y con influencia del sismo esperado en un período de retorno de 500 años.

Los factores de seguridad mínimos considerados en el diseño de las obras de estabilización se basan en los criterios adoptados por los dispositivos vigentes de la Dirección de Asuntos Ambientales del Ministerio de Energía y Minas, los cuales han sido propuestos considerando factores de seguridad mínimo adoptado por el Cuerpo de Ingenieros, U.S.A., esto es:

Condición Factores de Seguridad Mínimo

| | | |
|-----------|---|------|
| Estática | : | 1,50 |
| Con sismo | : | 1,20 |

Para la realización de los análisis de estabilidad estática y pseudo-estática se ha utilizado el Programa SLOPE/W de GEO-SLOPE Office. La



metodología utilizada para el análisis ha sido el método de análisis de Bishop; los resultados del análisis se presentan adjuntos al anexo N° 01 “Estudio de Mecánica de Suelos y Reporte de estabilidad Física”.

De acuerdo a los resultados el factor de seguridad del depósito es de **1,348** ($1,348 > 1,20$). La superficie de falla son algo superficiales pasando por encima del pie de talud, como se puede apreciar el depósito de relaves tiene una buena estabilidad física.

Depósito de Relaves Mesapata.- El depósito de relaves de Mesapata está conformado por dos canchas unidas: una de mayor y otra de menor antigüedad. Sin embargo debido a la puesta en operación de la relavera antigua, las condiciones mecánicas de ambas relaveras son similares. Los diques son de material de relave depositado sin proceso de separación o “cicloneo”. Los gruesos del relave conforman el dique y por el proceso de segregación, los finos están conformando la cancha. La altura del depósito es actualmente de 22,94 m. y el talud tiene un ángulo máximo de 32.90°.

Los relaves depositado mayormente conformados por arenas finas limosas, SM en estado suelto forman un depósito que se caracteriza por presentar condiciones desfavorables en el fondo del depósito debido a la composición mayormente fina de los relaves, caracterizados básicamente como materiales limosos con arenas finas, ML. A pesar de no presentar nivel freático, los relaves que conforman el fondo del depósito presentan altos valores de humedad, condición casi saturada en que se encuentran.



La resistencia cortante por lo tanto es baja casi todo el depósito y su comportamiento en el fondo será el más desfavorable y del tipo no drenado.

La cimentación del depósito de relave de Mesapata está conformado superficialmente por suelos finos y suelos granulares con finos.

Los parámetros de suelos utilizados están mencionados en el Anexo N° 02. “Análisis de estabilidad de Taludes – Sección (Solución de Estabilización Propuesta)”

La condición actual del depósito de relaves es inestable ante la ocurrencia de un evento sísmico de diseño. La superficie crítica de falla es profunda y corre por el fondo del depósito donde se ubican los relaves más finos y sueltos. Es preciso indicar que la condición más desfavorable del depósito de relaves es la pseudo-estática debido a la baja resistencia cortante del tipo no drenada de los relaves que conforman el fondo del depósito.

Los relaves procedentes del corte serán colocados en la parte superior de los taludes desparramados de manera uniforme, utilizando equipos de construcción muy livianos. Ver anexo N° 02 Item “Análisis de estabilidad de Taludes – Sección (Solución de Estabilización Propuesta)” y Anexo N° 06: Modelamiento del plan de Cierre de la Relavera.

5.3.2. Diseño de canales de coronación y cunetas.

Para el diseño de los canales de coronación, así como de las cunetas o canales de drenaje se tuvieron en cuenta los factores climáticos actuales.



Para la efectividad en el modelamiento de los canales se uso el software Hcanales para el diseño de los mismos.

Caudal de diseño.

$$Q = \frac{C \times I \times A}{360}$$

- Q : Caudal de diseño
- C : Coeficiente de escorrentía adicional que cuantifica las pérdidas hidrológicas.
- I : Intensidad de precipitación de diseño (mm/hr) para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca.
- A : área de drenaje de la cuenca (Ha).

Canal de drenaje junto al muro de contención.

$$I = 0.327 \text{ mm/hr}$$

$$C = 0.3 \text{ Suelo con poca vegetación}$$

$$A = 1 \text{ Ha}$$

$$Q = 0.0981 \text{ m}^3/\text{s}$$

Usando Hcanales se obtiene:



Diseño para una sección trapezoidal de máxima eficiencia hidráulica

Lugar: MESAPATA Proyecto: PLAN DE CIERRE
Tramo: Canal - Muro Revestimiento: CONCRETO

Calculadora

Datos:

Caudal (Q): 0.0981 m³/s
Talud (Z): 0.75
Rugosidad (n): 0.013
Pendiente (S): 0.005 m/m

Resultados:

Tirante (y): 0.2139 m Ancho de solera (b): 0.2139 m
Perímetro (p): 0.7486 m Área hidráulica (A): 0.0801 m²
Radio hidráulico (R): 0.1069 m Espejo de agua (T): 0.5347 m
Velocidad (v): 1.2255 m/s Número de Froude (F): 1.0112
Energía específica (E): 0.2904 m-Kg/Kg Tipo de flujo: Supercrítico

Ejecutar Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal

Ejecuta las operaciones

Canales de drenaje intermedios.

$$I = 0.327 \text{ mm/hr}$$

$$C = 0.3 \text{ Suelo con poca vegetación}$$

$$A = 0.9 \text{ Ha}$$

$$Q = 0.0883 \text{ m}^3/\text{s}$$

Usando Hcanales se obtiene:

Diseño para una sección trapezoidal de máxima eficiencia hidráulica

Lugar: MESAPATA Proyecto: PLAN DE CIERRE
Tramo: Canal - Muro Revestimiento: CONCRETO

Calculadora

Datos:

Caudal (Q): 0.0883 m³/s
Talud (Z): 0.75
Rugosidad (n): 0.013
Pendiente (S): 0.005 m/m

Resultados:

Tirante (y): 0.2056 m Ancho de solera (b): 0.2056 m
Perímetro (p): 0.7196 m Área hidráulica (A): 0.0740 m²
Radio hidráulico (R): 0.1028 m Espejo de agua (T): 0.5140 m
Velocidad (v): 1.1936 m/s Número de Froude (F): 1.0046
Energía específica (E): 0.2782 m-Kg/Kg Tipo de flujo: Supercrítico

Ejecutar Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal

Limpia la pantalla para realizar nuevos cálculos



5.3.3. Diseño de muros de contención

Para la estabilidad del depósito del relave se propone perimetralmente la ejecución de muros de contención. El muro de contención propuesto ha sido diseñado para el tipo de muros de gravedad, con la geometría indicada en el anexo N° 01; el talud del dique estabilizado tendrá una pendiente 21° a 26°. (ver Anexo N° 01: Planos PL – 11 y PL - 12). El depósito de relaves de Mesapata con las obras de estabilización recomendadas cumplen con las recomendaciones de los dispositivos vigentes.

Para la construcción del muro de pie deberá removerse los suelos orgánico o desparrames de relaves de baja resistencia que se ubican superficialmente y en el pie del talud del dique actual, para así ser cimentados en el depósito de suelo en condición más estable mecánicamente. El muro deberá tener una cimentación flexible debido a los asentamientos importantes que se espera de la cimentación.

5.4. Estabilización Geoquímica.

5.4.1. Factores de diseño de coberturas

Las coberturas para el cierre definitivo de la relavera se diseñaron teniendo en cuenta la composición química y la velocidad de acidificación



que pueda tener el agua en contacto directo con el material (relave). (Ver Anexo N° 01: Plano PL – 09).

A. Cobertura Alcalina.

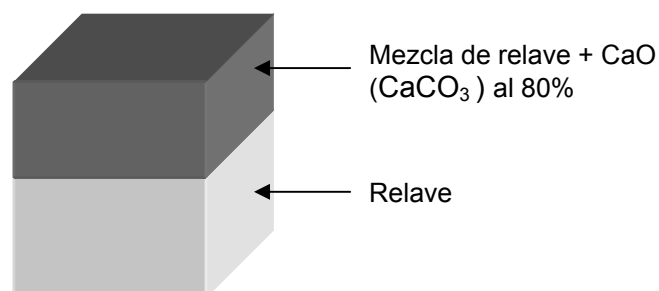
Esta cobertura tendrá una doble finalidad; nivelar la superficie de la relavera, y actuar como la primera barrera contra los efluentes ácidos que se puedan generar y subir por capilaridad. Esta cobertura alcalina, será el propio relave mezclado con CaO ó CaCO₃ llado y luego compactado a lo largo de toda la relavera; esta mezcla deberá tener una capacidad del 75 – 80% de CaO disponible.

Especificación Técnica:

| | | |
|----------|---|--|
| Material | : | Mezcla de Relave + CaO ó CaCO ₃ con 80% de CaO disponible |
| Altura | : | 0.20m; Mezclado, rastrillado y compactado |

Figura N° 5.1.

Cobertura Alcalina





B. Cobertura Hidráulica.

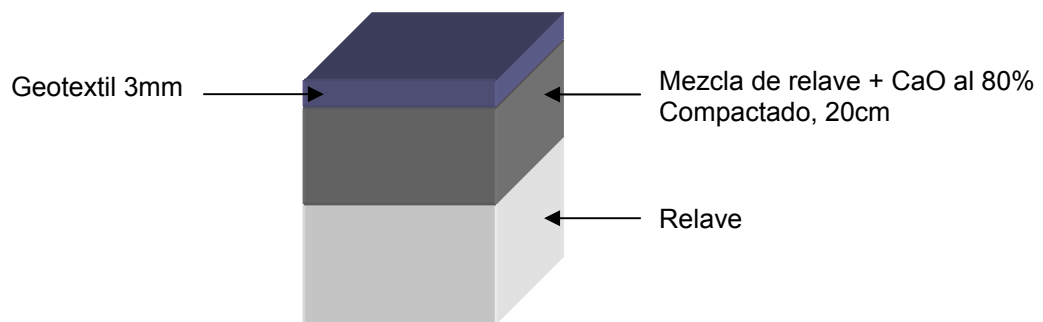
Esta primera cobertura hidráulica será de geotextil y tendrá como la función una primera barrera hidráulica, así como de protección entre la cobertura alcalina y la cobertura impermeabilizante (geomembrana).

Especificación Técnica:

| | | |
|----------|---|--|
| Material | : | Geotextil de polipropileno o poliester |
| Ancho | : | rollo de 7m |
| Altura | : | 3mm |

Figura N° 5.2.

Cobertura Hidraulica



C. Cobertura Impermeabilizante.

Esta cobertura será de una Geomembrana, esta cobertura impermeabilizará la relavera en forma definitiva, la que nos permitirá que no se realicen intercambios químicos entre la relavera y el medio exterior.

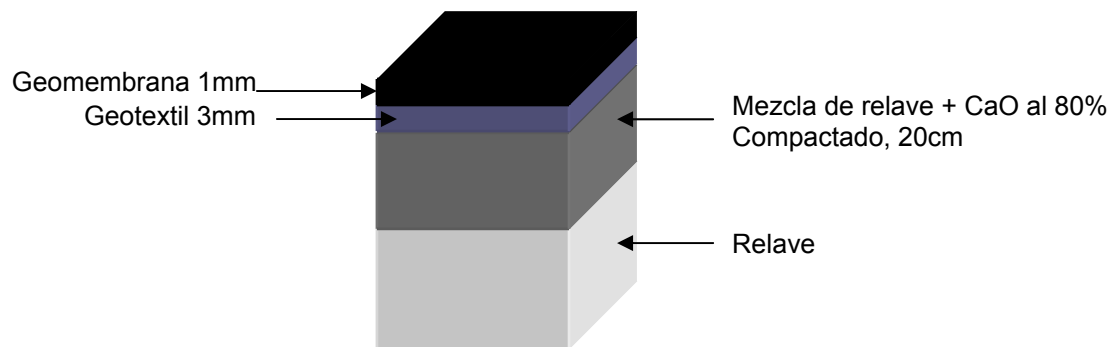


Especificación Técnica:

| | | |
|----------|---|---|
| Material | : | Geomembrana LLDPE SMOOTH polietileno de baja densidad lisa o LLDPE TEXTURED polietileno de baja densidad texturado 2 lados. |
| Ancho | : | rollo de 7m |
| Altura | : | 1mm |

Figura N° 5.3.

Cobertura Impermeabilizante.



D. Cobertura de Protección.

Esta cobertura servira de protección a la geomembrana ya que por encima de este se compactara una capa de suelo (grava).

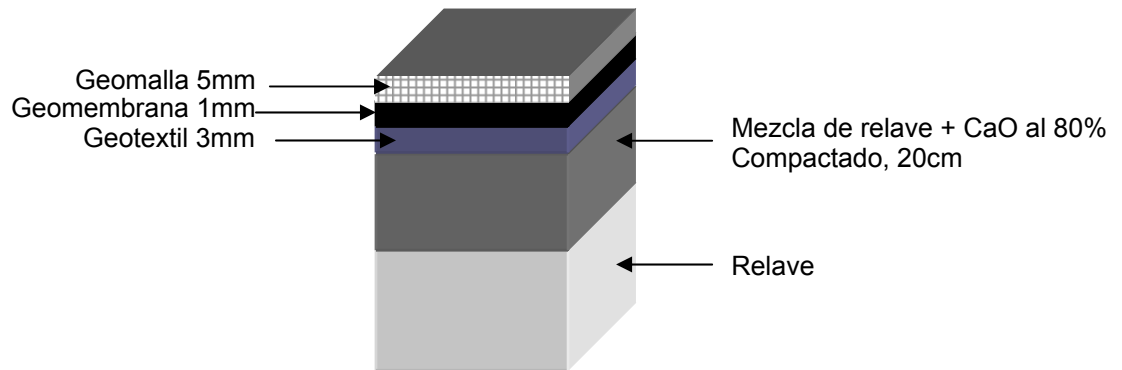
Especificación Técnica:

| | | |
|----------|---|---------------------|
| Material | : | Geomalla o Geonets. |
| Ancho | : | rollo de 4.6m |
| Altura | : | 5mm |

Figura N° 5.4.



Cobertura de Protección.



E. Cubierta de Suelo (grava).

Esta cubierta de suelo servirá como barrera de drenaje del agua infiltrada producto del riego o precipitaciones.

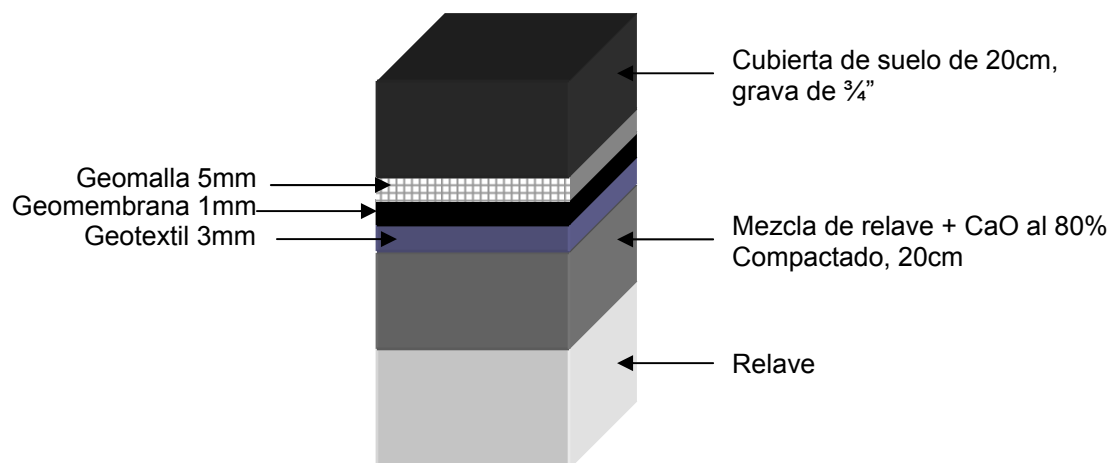
Especificación Técnica:

Material : Grava de $\frac{3}{4}$ ". Rastrillado y compactado

Altura : 0.20m

Figura N° 5.5.

Cubierta de suelo (Grava)





F. Cubierta de Suelo Orgánico.

La cubierta de suelo orgánico es la última capa que se asentará en la superficie de la relavera, la que tendrá como función de proporcionar nutrientes a las especies de vegetación que se instalarán en la superficie.

Especificación Técnica:

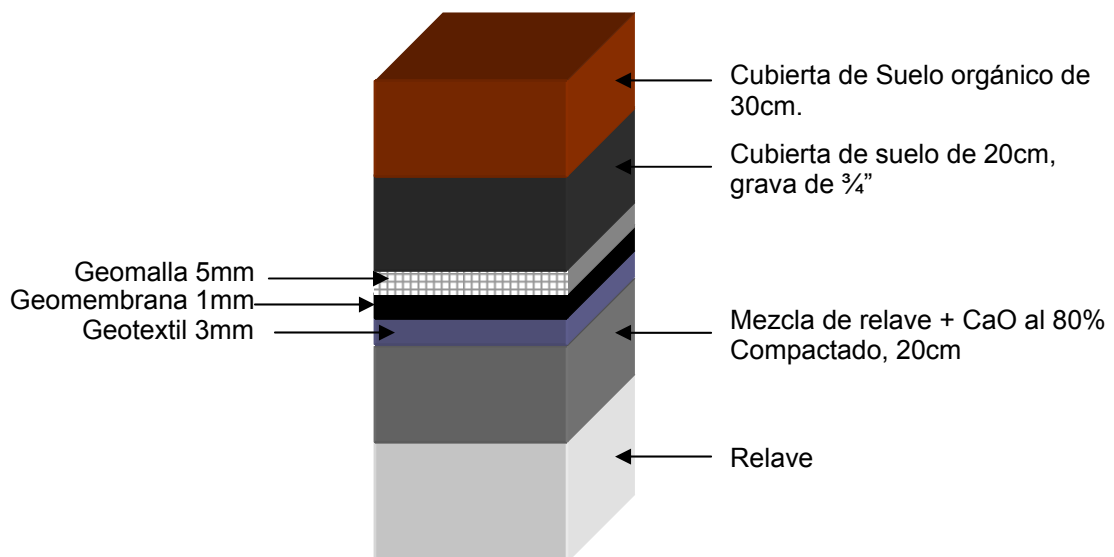
Material : Suelo orgánico.

Altura : 0.30m.

(ver Anexo N° 01: Planos PL – 07 y PL – 06).

Figura N° 5.6.

Cubierta de Suelo Orgánico.



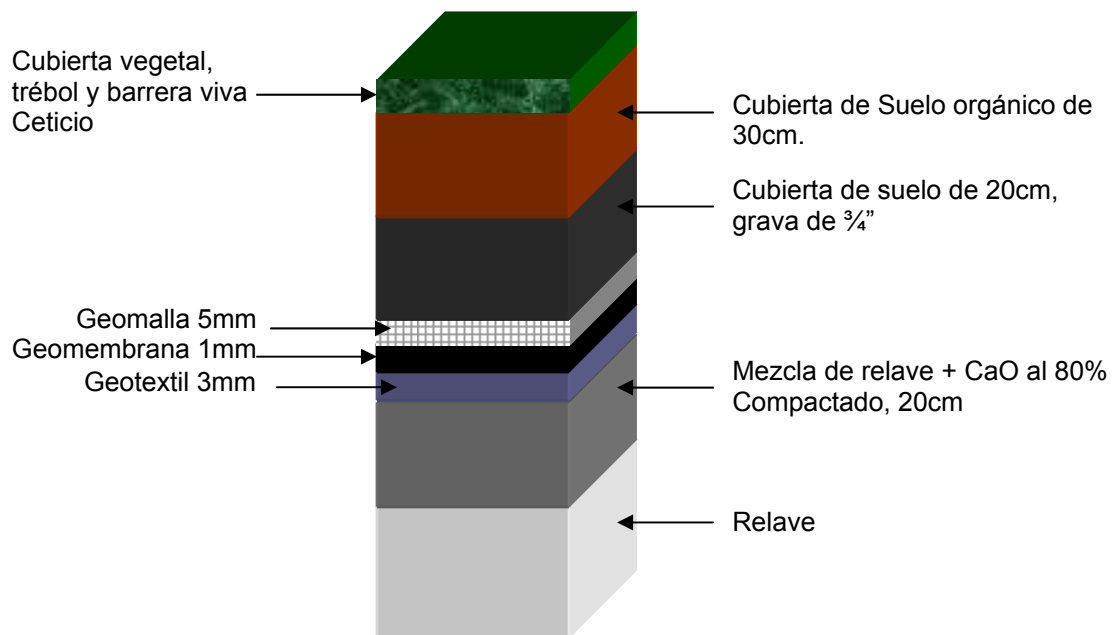


G. Cubierta Vegetal.

La cubierta vegetal se seleccionó de acuerdo al clima que se forma a lo largo del bofedal de Yanayacu, a la evaluación de la vegetación de especies de la zona, así como la necesidad de especies que permitan fijar nitrógeno al suelo. Esta cubierta vegetal será conformada por dos especies, **Ceticio Sp**, que tendrá la función de formar una barrera viva en las diferentes terrazas y como fijador de nitrógeno “trébol” **Ray Grass**.

Figura N° 5.7.

Cubierta Vegetal.





5.5. Estabilidad Química.

5.5.1. Drenaje Ácido de Relave (DAR).

El fenómeno de drenaje ácido es un proceso que ocurre de forma natural, que resulta de la oxidación de minerales sulfurados y lixiviación de metales asociados, provenientes del material sulfuroso cuando son expuestos al aire y al agua.

5.5.2. Análisis de la generación de efluentes con concentraciones de contaminantes.

El DAR es un proceso que depende del tiempo y comprende tanto reacciones químicas de oxidación como fenómenos físicos relacionados. En algunas operaciones mineras el DAR es detectado desde el inicio de las operaciones, en otros, han pasado de 10 a 40 años antes de que se observe el drenaje ácido, esto probablemente debido a un intervalo de retardación previo a la medición del agua de drenaje, pero con una baja proporción y con neutralización de los productos de oxidación.

El desarrollo del DAR a través del tiempo; generalmente se observa como un proceso de tres etapas definidas por el pH del agua en el microambiente de los minerales sulfurados.



Etapa I.- la acidez es generada y rápidamente neutralizada en las etapas iniciales cuando la roca que contiene minerales sulfurados es expuesta al oxígeno y al agua, mientras se produce la oxidación de los minerales sulfurosos, existe suficiente alcalinidad disponible como para neutralizar la acidez y precipitar el hierro en forma de hidróxido.

El oxígeno es el oxidante principal, al producir sulfato y acidez a partir de la oxidación de los minerales sulfurosos. Los minerales carbonatados, como la calcita (CaCO_3) presente en la roca, neutralizan esta acidez y mantienen condiciones que van de neutras a alcalinas ($\text{pH} > 7$) en el agua que fluye sobre la roca.

La oxidación de minerales sulfurosos libera hierro ferroso en la solución. La oxidación química del hierro ferroso es rápida a aun pH superior a 7 y el hierro férrico se precipita de la solución como un hidróxido; de esta manera la oxidación química de la pirita es relativamente baja, comparada con las etapas posteriores de oxidación, ya que el hierro férrico no contribuye como oxidante.

Etapa II.- Cuando el pH disminuye hasta 4.5, ocurren reacciones de oxidación tanto química como biológica. A medida que la velocidad de generación de ácido se acelera en las etapas II y III, el pH disminuye progresiva y gradualmente. Si la oxidación continua hasta que se haya agotado todo el potencial de neutralización, se presentaran valores de pH por debajo de 3.5.



En esta etapa II, el agua de drenaje está generalmente cerca del nivel neutro, con concentraciones elevadas de hierro ferroso y sulfato. Se observa una acidez relativamente alta, aun cuando las concentraciones de metales en la solución pueden ser bajas.

Etapas III.- las reacciones dominantes se transforman de oxidación química a principalmente oxidación biológicamente catalizada. De las reacciones de oxidación sulfurosa, se produce hierro ferroso, que se oxida biológicamente y se convierte en hierro férrico. Este a su vez, reemplaza el oxígeno como el oxidante principal.

En esta etapa la velocidad de oxidación es considerablemente más rápida que en la etapa I.

En esta etapa, el agua de drenaje es generalmente ácida, caracterizada por sulfatos y metales disueltos en concentraciones elevadas. El hierro disuelto se presenta como hierro ferroso y férrico.

5.5.2.1. Química de Reacciones.

A. Oxidación.

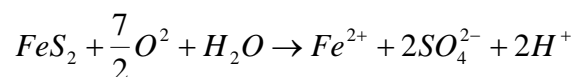
La generación y consumo de ácido, son el resultado de una serie de reacciones químicas complejas e interrelacionadas.

Los componentes principales para la generación de agua ácida son: minerales sulfurosos, agua, humedad atmosférica, el oxígeno de la atmósfera o de fuentes químicas (actúa como oxidante).

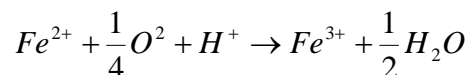


La velocidad y la magnitud de la generación de agua ácida son afectadas por factores secundarios como *Thiobacillus ferroxidans*, pH y temperatura.

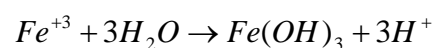
Inicialmente los sulfuros reaccionan con el oxígeno y el agua, para formar sulfato (SO_4^{2-}), Hierro ferroso (Fe^{2+}), e iones de hidrógeno (H^+). Esta generación total de agua ácida, en la que se muestra a la pirita siendo oxidada por el oxígeno, puede representarse por la ecuación:



Posteriormente el hierro ferroso reacciona con el oxígeno para formar hierro férrico:



Dependiendo del pH en el sitio de oxidación, el hierro férrico puede luego precipitarse en la forma de hidróxido, o puede a su vez, ser utilizado como oxidante. A niveles de pH > 3.5, el hierro férrico (Fe^{3+}) tiende a precipitarse como hidróxido férrico. Esto forma el precipitado rojo q se observa en la mayoría de minas que generan agua ácida. Durante esta reacción se liberan iones de hidrógeno adicionales.

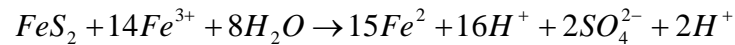


A medida que se desarrolla la generación de agua ácida y se consume la alcalinidad disponible, el hierro férrico a su vez, sirve como oxidante



y puede promover la oxidación química de los minerales sulfurosos.

Para el caso de la pirita:



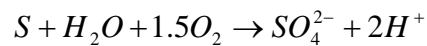
La oxidación química de lapidita es una reacción relativamente rápida a valores de pH>4.5, pero mucho más lenta a niveles de pH más ácidos. La velocidad del suministro de oxígeno es el elemento que controla principalmente la velocidad de oxidación química.

A niveles de pH<4.5, la oxidación por el hierro férrico se convierte en el proceso de oxidación dominante. La velocidad de producción de hierro férrico a partir del ferroso, se convierte en la etapa que controla el proceso total de oxidación; sin embargo, por catálisis biológica, esta reacción es relativamente rápida.

Se conoce que ciertas bacterias pueden acelerar la velocidad con la cual ocurren algunas de las reacciones anteriormente indicadas. Incrementando con ello la generación de agua ácida. La bacteria *Thiobacillus ferrooxidans* es capaz de oxidar compuestos de azufre reducidos, así como oxidar el hierro ferroso en férrico (que actúa como oxidante). Otras bacterias conocidas como participantes o aceleradores de la oxidación de minerales sulfurosos son: *Thiobacillus thiooxidans* y *Sulfolobus*. La velocidad con la cual ocurre la oxidación bacteriana depende de la temperatura, pH, disponibilidad de oxígeno, disponibilidad de dióxido de carbono, área superficial del mineral sulfuro expuesto.

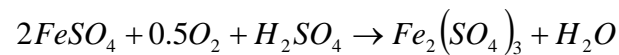


Oxidación bacteriana del azufre:



(Protones (H⁺) libres son los principales generadores de agua ácida)

Oxidación bacteriana del sulfato ferroso:



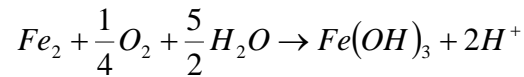
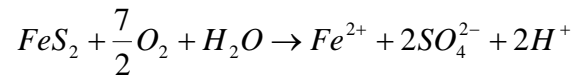
B. Minerales Sulfurosos.

Los minerales sulfurosos, más comunes considerados como fuente de DAR, son los minerales de hierro, en forma especial, la pirita (FeS₂), piroootita (Fe((1-x)Sx). Dependiendo de la estructura cristalina del mineral, como éste se presente en el yacimiento, se observarán diferentes velocidades de oxidación. Todo mineral sulfuroso tiene el potencial de oxidarse y lixiviar metales. Los minerales de metales bases, tales como calcopirita (CuFeS₄), enargita (Cu₃AsS₄), galena (PbS), escalerita (ZnS) y arsenopirita (FeAsS), pueden encontrarse asociados a cuerpos mineralizados en el Perú. La oxidación y lixiviación de minerales, generalmente como resultado de generación de agua ácida, a partir de los minerales de sulfuro de hierro asociados, pueden dar como resultado la liberación de acidez y metales disueltos en el agua de drenaje.

La cantidad de acidez que teóricamente se puede liberar de la oxidación de un minera sulfuroso puede calcularse a partir de las



reacciones estequiométricas mostradas. Como ejemplo, una mol de piritita produce 4 moles de acidez (equivalentes de H^+)

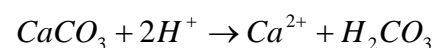
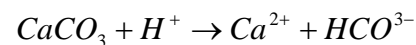


C. Neutralización.

Después de la oxidación de un mineral sulfuroso, los productos ácidos resultantes pueden ser inmediatamente arrastrados por la infiltración de agua; o extraídos de la solución, como resultado de la reacción con un mineral que consuma ácido.

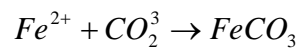
Existe una serie de minerales que pueden consumir acidez y neutralizar el drenaje ácido. Entre los minerales que consumen ácido se encuentran: carbonatos (calcita), hidróxidos (limonita), silicatos (clorita) arcillas.

El mineral más común que consume ácido es la calcita ($CaCO_3$), que consume acidez formando bicarbonatos (HCO_3) o ácido carbónico (H_2CO_3).



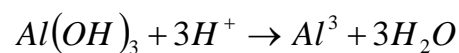


La calcita es un mineral carbonatado más abundante de los yacimientos mineralizados en el Perú, asociado con muy escasa o ninguna dolomita. Generalmente, es el más reactivo de los minerales consumidores de ácido y a diferencia de la mayoría de éstos, tiende a ser más saludable a temperaturas más bajas. La liberación de bicarbonato y carbonato a través de la disolución de la calcita puede resultar en la formación de minerales carbonatados secundarios, siderita ($FeCO_3$):



Este mineral también puede estar presente como mineral principal en la roca. Es menos soluble que la calcita tendiendo a amortiguar el pH en el rango de 4.5 a 6.0. la calcita tiende a neutraliza soluciones llevándolas hasta un pH entre 6.0 y 8.0.

Los siguientes minerales que proporcionan alcalinidad, luego del consumo de los minerales carbonatados, generalmente son los hidróxidos, los cuales consumen acidez mediante la formación de un ión libre más agua. Para el $Al(OH)_3$:



La mayoría de la rocas contendrán tanto minerales sulfurosos como minerales consumidores de ácido. La relativa cantidad y la reactividad de los dos tipos determinarán si la roca producirá finalmente condiciones ácidas en el agua que pasa sobre y a través de ella.



5.5.2.2. Trabajo de Campo.

P-3: Efluente de los relaves de Mesapata

pH : 4.3

Conductividad eléctrica : 1927 $\mu\text{s/cm}$

Los resultados comparados con los LMP para una agua de Clase III de la Ley General de Aguas D.L. N° 17752, tenemos:

- En el P-3, sobrepasan los LMP en hierro y manganeso.

Cuadro N° 5.1

Resultados del Potencial Neto de Neutralización

| N° | NOMBRE | CODIGO | %S | PN | PA | PNN | PN/P A |
|----|-----------------|--------|-------|------|--------|----------|-----------|
| 1 | Relave Mesapata | P-2 | 22.46 | 1.31 | 701.87 | - 700.56 | 0.002 |

Donde:

PN = Potencial de neutralización

%S = Porcentaje de azufre como sulfuro

PA = Potencial de acidez

PNN = Potencial neto de neutralización



PN, PA y PNN, están expresados en Kg CaCO₃/TM y evaluados según: Extracts from Fields and Laboratory Methods Applicable to overburdens and Mine Soils, US EPA, 600/2-78054, 1978.

Los valores de %S corresponden al contenido total del azufre de los sulfuros en cada muestra.

$$PNN = PN - PA$$

Internacionalmente se establece el siguiente criterio, respecto al drenaje ácido:

- Si $PNN > + 20 \text{ Kg CaCO}_3/\text{TM}$ (No se produce ácido)
- Si $PNN < - 20 \text{ Kg CaCO}_3/\text{TM}$ (Se produce drenaje ácido)

Otro criterio aceptado internacionalmente, establece que el cociente PN/PA debe ser mayor de 3.0 para que no se produzca drenaje ácido.

El Cuadro N° 5.1, con los resultados del potencial de neutralización nos muestra como gran generador de acidez los relaves de Mesapata con un PNN (Potencial Neto de Neutralización) de -700.56 Kg CaCO₃/TM, donde el potencial de neutralización ha sido consumido, con el ácido generado en el depósito; esto corrobora al observar el tenor de azufre de 22.46%.



5.5.2.3. Resultados del Estudio Petrominerográfico

Cuadro N° 5.2

Resultados del Estudio Petrominerográfico de la Relavera Mesapata

- Pirita 42 % (Con formas angulosas y subangulosas, libres, porosas y con tamaños menores a 300 micrones aveces en menor proporción como inclusiones en gangas)
- Galena 1 % (Como granos subredondeados, libres y tamaños menores a 250 micrones)
- Cuarzo 45 % (Subredondeado, menores a 100 micrones)
- Arcillas 11 % (En grumos menores a 100 micrones).

5.5.3. Control de Efluentes Ácidos.

5.5.3.1. Tratamiento por Wetlands.

Para el tratamiento del drenaje ácido de relave (DAR), se toma en cuenta, el sistema pasivo – Wetlands, flujo superficial - Las técnicas pasivas son las que se emplean para el tratamiento de grandes volúmenes, donde la relavera de Mesapata cuenta con un volumen 180,700.00 m³, y se basan en la puesta en contacto del DAR con condiciones adecuadas para evitar el desarrollo del proceso. Para mayor información ir al ANEXO N° 03: Tratamiento de drenaje ácido de relave de la Planta Concentradora de Mesapata por el sistema Wetlands (proceso de biorremediación).



5.6. Remediación de Habitats Acuáticos.

A efectos del drenaje ácido de relave de Mesapata, que es un factor contaminante básicamente químico, y la generación de partículas por efectos de la energía eólica, van afectar sobre las comunidades acuáticas existentes en la zona de Yanayacu; luego de haber sido reconocido y evaluado a través de bioindicadores bioquímicos y organismos bioindicadores, se ve por objetivo remediar dichas áreas con la acción directa de la ejecución del Plan de Cierre de la relavera, a efectos de reconstruir los hábitats acuáticos, en un porcentaje razonable, mediante la cobertura del relave y el tratamiento del drenaje ácido de relave por el sistema ó método Wetlands, evitando de esta manera el vertido de las aguas ácidas a los cursos de agua, ya que ocurrirá el proceso de la biotransformación química de los contaminantes provenientes del lixiviado de la relavera.

El método más efectivo para reducir el riesgo de contaminación de aguas es de retener o aislar los desechos, y así evitar que entren en contacto con el medio ambiente; de esta forma, se previene la migración de elementos contaminantes y se limita el contacto de minerales sulfúricos con el agua y oxígeno, lo que ayuda a prevenir la formación del DAR.

Como parte de estos métodos precautivos, también es necesario tomar medidas adicionales para la captación de aguas en caso de que los métodos primarios de retención llegaran a fallar. Estas redundancias no son económicas, pero a largo plazo pueden ahorrar dinero y prevenir efectos ambientales negativos.



5.7. Programas Sociales.

Se considera un Plan de relaciones comunitarias, el que sintetiza el conjunto de medidas de mitigación y manejo de los impactos sociales previamente identificados. Este plan involucra una serie de programas referidos a la consulta con poblaciones del área de influencia del proyecto, el empleo local, la salud y seguridad de la población usuaria de las vías de acceso a la Planta, la conducta de los trabajadores de la Planta concentradora de Mesapata (PCM) y el desarrollo sostenible de la localidad y la región.

El Plan de relaciones comunitarias considera lo siguiente:

- Desarrollar un Programa de Consulta y Participación Ciudadana mediante el cual la Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”, logre manejar las percepciones sobre impactos ambientales y sociales entre las poblaciones de su área de influencia. Este programa buscará por un lado informar la elaboración del Plan de Cierre de Pasivos Ambientales y del Plan de Relaciones Comunitarias del proyecto además promover el diálogo con la población para incluir sus observaciones y sugerencias en el Plan de Cierre y social del proyecto.

- Desarrollar un Programa de Empleo Local que permita favorecer a los pobladores del área de influencia, principalmente en San Miguel, dos de Mayo y Santa Rosa. Este programa estará diseñado para facilitar a estos pobladores oportunidades de participar en la ejecución del Plan luego de



aprobada por el MEM, en las fases de construcción como de operación del proyecto, sin por ello generar una dependencia con la.

- Desarrollar un Programa de Capacitación sobre Relaciones Comunitarias con los empleados y trabajadores de la Planta Concentradora de Mesapata, que incluya la difusión del Código de Ética y Políticas Ambientales de la Planta Concentradora de Mesapata.

- Desarrollar un Programa de Responsabilidad Social que busque promover el desarrollo sostenible en el área de influencia del proyecto. Este programa se enmarca en el cumplimiento del Decreto Supremo 042- 2003- EM sobre desarrollo sostenible y actividades mineras.



CAPITULO VI

MANTENIMIENTO Y MONITOREO

POST - CIERRE



6.0. Mantenimiento y Monitoreo Post – Cierre.

Luego del cierre del pasivo ambiental – relavera, se mantendrá un programa de mantenimiento y monitoreo que permita identificar posibles procesos de deterioro ambiental ocasionados por el cierre de la relavera.

6.1. Actividades de Mantenimiento Post – Cierre.

6.1.1. Mantenimiento Físico.

Las medidas de Mantenimiento físico, son orientadas para conservar la estabilidad física del área remediar, incluyendo los muros de contención tipo gravedad ver Anexo N° 01 “Diseño de Muro de Contención Tipo Gravedad (ver anexo N° 02: Diseño de Muro de Contención Tipo Gravedad”. Los canales de Captación, la especie vegetal. El cerco Perimétrico de con postes de tubo de Acero y malla de alambre coronada con alambres de púas en su parte superior que evitara que la especie vegetal sembrada sea usada como alimento por el ganado nómada. La plataforma de accesos que serán usadas para el mantenimiento monitoreo post cierre.

El programa de mantenimiento físico será:

- Diario, ha corto plazo (tres meses) a mediano Plazo (1 año) y a largo plazo con el mantenimiento, reparación, rehabilitación de zonas o áreas dañadas por la erosión pluvial y/o eólica, o por otros agentes



externos (Humanos, de animales, etc.), todo esto previo al examen efectuado por el profesional responsable del plan de abandono, este profesional tiene la obligación de velar que las actividades que están a su cargo se adecuen y se lleven a cabo de acuerdo al plan de abandono.

Cuadro N° 6.1.

Resumen de Mantenimiento Físico

| Sectores | Problemas Ambientales | Objetivos del Cierre | Alternativas de Medidas de Cierre | Temporalidad |
|--|--|--|--|--------------------------------------|
| Estabilidad Física de la Relavera | | | | |
| Taludes Inestables | <ul style="list-style-type: none">• Derrumbes (importante si en el área se encuentran Personas).• Erosión hídrica (sise presentan lluvias extraordinarias). | <ul style="list-style-type: none">• Restringir el acceso a todas las áreas inestables. | <ul style="list-style-type: none">• Cercas y letreros de advertencia.• Modificación de pendientes.• Revisión y limpieza de crestas.• Construcción de nuevas zanjas de coronación y drenaje. | Durante todo el periodo post cierre. |
| Uso de la Tierra | <ul style="list-style-type: none">• Conflictos sobre uso de la Tierra. | <ul style="list-style-type: none">• Volver al uso inicial | <ul style="list-style-type: none">• Desarmar y retirar todo lo que cause conflicto | Durante todo el periodo post cierre. |

6.1.2. Mantenimiento Geoquímica.

Se realizará el mantenimiento respectivo al sistema de tratamiento de agua ácida (Wetlands), cada vez que esté saturado o cuando se requiera, el mantenimiento propuesto para este sistema será de una vez al mes. Se instalaran piezómetros, para un monitoreo más exacto.



6.1.2.1. Instalación de Cubierta de sellos para la relavera.

El diseño de cierre para la relavera, es a fin de reducir la descarga de DAR, evitar las emisiones de polvo por efectos del viento, donde su mantenimiento estará abocado en: la cobertura superficial, es decir en la cubierta vegetal, y puede llegar hasta la cubierta de suelo orgánico, para verificar si este esta proveyendo de suficientes nutrientes, y si este se mantiene lo suficientemente estable para soportar la carga orgánica.

6.1.2.2. Sistema de tratamiento de drenaje ácido de Relave – WETLANDS.

El mantenimiento del sistema de los humedales de flujo superficial (FS), van a incluir el control hidráulico y de la profundidad del agua, la limpieza de las estructuras de entrada y descarga, el corte de la hierba en bermas, la inspección de la integridad de las mismas, el manejo de la vegetación del humedal y el monitoreo rutinario.

La profundidad del agua en el humedal puede requerir ajuste periódico según sea la estación o en respuesta al aumento a largo plazo de la resistencia por la acumulación de material. El manejo de la vegetación en estos humedales FS no incluye la poda rutinaria y disposición del material podado. La remoción de contaminantes por parte de la vegetación es un mecanismo relativamente insignificante de manera que el corte y la remoción rutinaria de la vegetación no proporciona un beneficio significativo en cuanto al tratamiento.



La operación es muy importante si se quiere obtener buenos resultados, por lo tanto debe contarse con un plan de operación y mantenimiento que debe redactarse durante la etapa de diseño final del sistema. El mantenimiento debe enfocarse a los factores más importantes para el rendimiento del tratamiento:

- Proporcionar una amplia oportunidad para el contacto del agua con la comunidad microbiana, con la capa de residuos de vegetación y con el sedimento.
- Asegurar que el flujo alcance todas las partes del humedal.
- Mantener un ambiente saludable para los microbios.
- Mantener un crecimiento vigoroso de vegetación.

6.1.3. Mantenimiento Hidrológico.

Se realizara un mantenimiento permanente a los canales de drenaje y de coronación, limpieza de pozas de sedimentación.

Así también se realizarán mediciones de los caudales de los flujos generados por los canales.

El mantenimiento nos proveerá de información si las obras de arte han sufrido algún deterioro constructivo a por el medio ambiente, para aplicar las medidas necesarias para su control.



6.1.4. Mantenimiento Biológico.

Se requerirá de cierto cuidado activo durante el período de cierre a fin de asegurar que se desarrolle la vegetación propuesta en la cubierta vegetal de forma sostenida.

En donde se propone la instalación de cunetas para evitar que no se produzca la erosión de las laderas del relave, contando con pendientes favorables que también reducen la escorrentía y que van a favorecer la infiltración, para lo cual se propone un mantenimiento de limpiezas mensuales de estas cunetas.

Con un cuidado permanente hasta que se establezca la vegetación es decir hasta que logre habituarse al sistema, contando con raíces resistentes a cualquier factor externo y/o condiciones ambientales.

6.2. Actividades de Monitoreo Post – Cierre.

Luego del cierre del pasivo ambiental – relave minero, se mantendrá un programa de monitoreo que permita identificar posibles procesos de deterioro ambiental ocasionados por el cierre del depósito de relave, así mismo se evaluará las medidas de mitigación post cierre aplicadas, que permita controlar los aspectos ambientales y social de la zona de estudio, esta dividida en varias secciones como son:



6.2.1. Monitoreo de Estabilidad Física.

Para evaluar la eficacia de las medidas implementadas en la etapa de cierre se realizara un seguimiento de las acciones y resultados de las medidas. El monitoreo de las medidas de cierre abarcará la estabilidad física de taludes, el relave confinado generar poco efluente generalmente por capilaridad, además el riesgo contaminación de aguas subterráneas o superficiales no es significativo pero aun así se implementara un sistema de tratamiento por wetlands.

Cuadro N° 6.2

Resumen de Monitoreo de Estabilidad Física.

| Componentes | Puntos de Interés | Métodos |
|---------------------------------|--|--|
| Taludes de la Relavera | Áreas de Riesgo | <ul style="list-style-type: none">• Inspección visual de letreros y defensas.• Evaluación de la estabilidad de las áreas de mayor riesgo. |
| | Taludes | <ul style="list-style-type: none">• Inspección visual de agrietamientos y escarpas.• Inspección de crestas y orillas. |
| Zanjas de coronación y drenaje. | Perímetro y dentro del área ha remediar. | <ul style="list-style-type: none">• Limpieza y mantenimiento. |
| Uso de la Tierra | Zona donde la especie vegetal seleccionada ha sido sembrada. | <ul style="list-style-type: none">• Inspección visual y mantenimiento de toda la zona que ha sido sembrada. |

6.2.2. Monitoreo de Estabilidad Geoquímica.

El monitoreo de estabilidad geoquímica, se aplicará al sistema de tratamiento de agua ácida, se verificara la inserción bacteriológica, para



analizar su efectividad hacia el agua ácida, comparando datos a través del tiempo.

6.2.2.1. Cubierta de sellos para la relavera.

Se realizarán muestreos de aire, de las coberturas y especies vegetales, trimestralmente. Para que de esta manera verificar si los suelos son estables además que si las cubiertas vegetales tienen un crecimiento adecuado y si las barreras vivas (Ceticio) están dando resultado contra la erosión cólica

6.2.2.2. Sistema de tratamiento de drenaje ácido de Relave – WETLANDS.

Se monitoreará regularmente la eficiencia de las diferentes operaciones de tratamiento wetlands, para asegurar que se está descargando agua que cumpla con los requerimientos legales, de acuerdo a la Ley General de Aguas, monitoreándose en puntos estratégicos a lo largo del sistema de manera que garantice una correcta toma de muestra.

El sistema wetlands, debe controlarse periódicamente para observar condiciones generales del sitio y para descubrir cambios importantes que puedan ser adversos, como erosión o crecimiento de vegetación indeseable.

Debe supervisarse la vegetación periódicamente para evaluar su salud y abundancia. La vegetación también está sujeta a cambios graduales de año en año, así como en los humedales naturales. Puede haber



tendencias a que algunas especies mueran y sean reemplazadas por otras, por lo que es esencial mantener registros.

El aumento de los sedimentos acumulados, disminuyen la capacidad de almacenamiento de aguas, afectando la profundidad del humedal, y posiblemente alterando los caminos de flujo. Por lo que deben verificarse se vez en cuando.

Se realizaran monitoreos a los efluentes y en los cuerpos receptores, trimestral mente.

6.2.3. Monitoreo de Estabilidad Hidrológica.

Se realizarán monitoreos permanentes en los puntos de muestreo ya establecidos lo que nos permitirá controlar:

- La calidad del agua superficial y subterránea.
- La calidad del agua de los cuerpos receptores (río santa).
- La calidad del bofedal de Yanayacu).

Los parámetros a medir serán: pH, conductividad eléctrica, sólidos suspendidos, Coliformes totales y termotolerantes, Mercurio, Arsénico, Plomo y Cobre, Zinc, Hierro, Manganeso.

Los resultados deberán ser evaluados tomando en cuenta los valores límites de concentración para aguas de Clase III, según las normas vigentes.



6.2.4. Monitoreo Biológico.

A fin de asegurar que los objetivos planteados se logren, se establecerá, un programa de inspección de rehabilitación, donde se incorpora:

- La toma de muestras anuales de vegetación, con el fin de establecer la producción de biomasa, la composición de especies.
- Se verificará el buen funcionamiento de la vegetación introducida como cubierta vegetal.
- Se verificara el repoblamiento de vegetación aguas debajo de la relavera, así como de sus alrededores.
- Monitoreo de efluentes cada mes, para garantizar que estén dentro de los Límites Máximos Permisible, de acuerdo a la Ley General de Aguas.

En la evaluación de la calidad del agua, se usa para indicar que un sistema está saludable, por lo tanto, es necesario poner atención en la estructura de la comunidad total y en los cambios que ocurren con el tiempo.

6.2.5. Monitoreo Social.

Para el monitoreo social, se realizarán encuestas y/o entrevistas a la población y a los grupos de interés.



CAPITULO VII

PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA

FINANCIERO



7.0. Cronograma y Presupuesto.

7.1. Cronograma físico.

7.1.1. Cronograma para la remediación.

Cuadro N° 7.1.

Cronograma para la remediación de la relavera de Mesapata

Obra : PROYECTO PLAN DE CIERRE DEFINITIVO DE LA RELAVERA DE LA PLANTA CONC. DE MESAPATA
 Cliente : UNIVERSIDAD NACIONAL DE ANCASH "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"
 Lugar : DISTRITO DE CATAC, PROVINCIA DE RECUAY; REGION ANCASH
 Precios : A ENERO DEL 2007

| Item | Descripción | MESES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 01.00.00 | OBRAS PRELIMINARES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01.01.00 | Movilización y Desmovilización de Equipos | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01.02.00 | Instalaciones Provisionales | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01.03.00 | Trazo y Replanteo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01.04.00 | Accesos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.00.00 | OBRAS DE ESTABILIZACION FISICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.01.00 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.02.01 | Excavación Masiva para Muro de Contención | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.02.02 | Excavación masiva canales de derivación | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.02.03 | Relleno con maquinaria y compactación | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | |
| 02.02.04 | Conformación de taludes | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | |
| 02.02.05 | Relleno Manual y compactación | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| 02.02.00 | MURO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.02.01 | Muro tipo gravedad con concreto ciclopeo f'c=140 kg/cm2 | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | |
| 02.03.00 | ESTABILIZACION DEL RELAVE CON CAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.03.01 | Estabilización del Relave con Cal, e = 0.20 m. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.03.02 | Compactación con rodillo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.04.00 | INSTALACIONES DE DRENAJE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.04.01 | Instalación de Tuberías perforadas de 4" de Diámetro | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | |
| 02.04.02 | Instalación de getextil de Filtro | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | |
| 02.05.00 | CONS. DE CUNETAS DE CORONACION Y DE DRENAJE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.05.01 | Excavación en material estabilizado con cal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.06.00 | INSTALACIONES DE COBERTURA DE LA RELAVERA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.06.01 | Instalación del Geotextil NT 3000M (Incl.Compra) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.06.02 | Instalación de la Geomembrana de PVC (incl. Compra) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.06.03 | Instalación de la Geomalla (Incl.Compra) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.06.04 | Colocación de material granular diámetro menor $\phi = a 3/4"$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.06.05 | Colocación de material - suelo organico (tierra de cultivo) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.07.00 | INSTALACIONES DE REVEGETACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.07.00 | Habilitación de superficie de siembra | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.07.01 | Redefine, nivelación y apisonado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.07.02 | Enrocado de protección de Terrazas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.07.03 | Revegetación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03.00.00 | CERCO DE PROTECCION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03.01.00 | Colocación de cerco de malla con poste de tubería de fierro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03.02.00 | Puerta con marco de tubo de dos hojas c/d hoja 2 m. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04.00.00 | SISTEMA DE TRATAMIENTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04.01.00 | Sistema Wetlands | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



7.2. Presupuesto y Cronograma Financiero.

7.2.1. Presupuesto para la Remediación.

7.2.1.1. Cubiertas y sellos.

Cuadro Nº 7.2.

PRESUPUESTO PLAN DE CIERRE DEFINITO DE LA RELAVERA DE MESAPATA

Obra : PROYECTO PLAN DE CIERRE DEFINITIVO DE LA RELAVERA DE LA PLANTA CONC. DE MESAPATA
Cliente : UNIVERSIDAD NACIONAL DE ANCASH "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"
Lugar : DISTRITO DE CATAC, PROVINCIA DE RECUAY; REGION ANCASH
Precios : A FEBRERO DEL 2007

| Item | Descripción | Und | Metrado | P.U. US\$ | Parcial US\$ | Sub Total US\$ | Total US\$ |
|-----------------|---|------|-----------|--------------|-----------------|-------------------|---------------|
| 01.00.00 | OBRAS PRELIMINARES | | | | | | |
| 01.01.00 | Movilización y Desmovilización de Equipos | Glb. | 1.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | | |
| 01.02.00 | Instalaciones Provisionales | Glb. | 1.00 | 1,000.00 | 1,000.00 | | |
| 01.03.00 | Trazo y Replanteo | Glb. | 1.00 | 2,000.00 | 2,000.00 | | |
| 01.04.00 | Accesos | Glb. | 1.00 | 1,000.00 | 1,000.00 | | |
| | | | | | | 8,000.00 | |
| 02.00.00 | OBRAS DE ESTABILIZACION FISICA | | | | | | |
| 02.01.00 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | | | |
| 02.02.01 | Excavación Masiva para Muro de Contención | m3 | 2,625.00 | 2.20 | 5,775.00 | | |
| 02.02.02 | Excavación masiva canales de derivación | m3 | 560.00 | 2.20 | 1,232.00 | | |
| 02.02.03 | Relleno con maquinaria y compactación | m3 | 1,950.00 | 2.20 | 4,290.00 | | |
| 02.02.04 | Conformacion de taludes | m3 | 48,000.00 | 1.72 | 82,560.00 | | |
| 02.02.05 | Relleno Manual y compactación | m3 | 585.00 | 4.20 | 2,457.00 | | |
| | | | | | | 96,314.00 | |



Proyecto de Plan de Cierre de la Relavera - Planta Concentradora de Mesapata
UNASAM

| | | | | | | | |
|--------------------------|---|------|-----------|-----------|------------|--------------------------|------------|
| 02.02.00 | MURO | | | | | | |
| 02.02.01 | Muro tipo gravedad con concreto ciclopeo f'c=140 kg/cm2 | ml. | 700.00 | 93.25 | 65,275.00 | | 65,275.00 |
| 02.03.00 | ESTABILIZACION DEL RELAVE CON CAL | | | | | | |
| 02.03.01 | Estabilización del Relave con Cal, e = 0.20 m. | m3 | 5,860.00 | 0.92 | 5,391.20 | | |
| 02.03.02 | Compactación con rodillo | m2 | 29,300.00 | 0.12 | 3,516.00 | | 8,907.20 |
| 02.04.00 | INSTALACIONES DE DRENAJE | | | | | | |
| 02.04.01 | Instalación de Tuberías perforadas de 4" de Diámetro | ml. | 1,890.00 | 4.20 | 7,938.00 | | |
| 02.04.02 | Instalación de getextil de Filtro | m2 | 603.24 | 1.25 | 754.05 | | 8,692.05 |
| 02.05.00 | CONS. DE CUNETAS DE CORONACION Y DE DRENAJE | | | | | | |
| 02.05.01 | Excavación en material estabilizado con cal | m3 | 620.64 | 2.20 | 1,365.41 | | 1,365.41 |
| 02.06.00 | INSTALACIONES DE COBERTURA DE LA RELAVERA | | | | | | |
| 02.06.01 | Instalación del Geotextil NT 3000M (Incl.Compra) | m2 | 29,300.00 | 1.10 | 32,230.00 | | |
| 02.06.02 | Instalación de la Geomembrana de PVC (incl. Compra) | m2 | 29,300.00 | 5.52 | 161,736.00 | | |
| 02.06.03 | Instalación de la Geomalla (Incl.Compra) | m2 | 29,300.00 | 2.94 | 86,142.00 | | |
| 02.06.04 | Colocación de material granular diámetro menor o = a 3/4" | m3 | 5,860.00 | 14.15 | 82,919.00 | | |
| 02.06.05 | Colocación de material - suelo organico (tierra de cultivo) | m3 | 8,790.00 | 7.89 | 69,353.10 | | 432,380.10 |
| 02.07.00 | INSTALACIONES DE REVEGETACION | | | | | | |
| 02.07.00 | Habilitación de superficie de siembra | | | | | | |
| 02.07.01 | Redefine, nivelación y apisonado | m2 | 29,300.00 | 0.12 | 3,516.00 | | |
| 02.07.02 | Enrocado de proteccion de Terrazas | ml. | 1,270.00 | 1.59 | 2,019.30 | | |
| 02.07.03 | Revegetación | Glb. | 1.00 | 2,500.00 | 2,500.00 | | 8,035.30 |
| 03.00.00 | CERCO DE PROTECCION | | | | | | |
| 03.01.00 | Colocación de cerco de malla con poste de tubería de fierro | ml. | 700.00 | 3.59 | 2,513.00 | | |
| 03.02.00 | Puerta con marco de tubo de dos hojas c/d hoja 2 m. | Und. | 2.00 | 500.00 | 1,000.00 | | 3,513.00 |
| 04.00.00 | SISTEMA DE TRATAMIENTO | | | | | | |
| 04.01.00 | Sistema Wetlands | Gbl. | 1.00 | 82,516.46 | 82,516.46 | | 82,516.46 |
| Costo Directo | | | | | | 714,998.52 | |
| Gastos Generales (10%) | | | | | | 71,499.85 | |
| Utilidad (10%) | | | | | | 71,499.85 | |
| Sub-total | | | | | | 857,998.22 | |
| IGV (19%) | | | | | | 163,019.66 | |
| Total presupuesto | | | | | | US\$ 1,021,017.88 | |



7.2.1.2. Sistema Wetlands.

Cuadro N° 7.3.

PRESUPUESTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE DRENAJE ACIDO DE RELAVE - WETLANDS

Obra : PROYECTO PLAN DE CIERRE DEFINITIVO DE LA RELAVERA DE LA PLANTA CONC. DE MESAPATA
Cliente: UNIVERSIDAD NACIONAL DE ANCASH "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"
Lugar : DISTRITO DE CATAC, PROVINCIA DE RECUAY; REGION ANCASH
Pecios : A FEBRERO 2007

| ITEM | DESCRIPCION - LAGUNA AEROBICA | UND. | METRADO | P.U. (\$) | PARCIAL (\$) | Sub Total | Total |
|-----------------|---------------------------------------|----------|---------|-----------|-----------------|-----------------|-------------|
| 01.00.00 | SISTEMA AEROBICO | | | | 31965.83 | US\$ | US\$ |
| 01.01.00 | Trazo y Replanteo | m2 | 3092.00 | 0.750 | 2319.00 | | |
| 01.02.00 | Movimiento de Tierra | GLB | 600.00 | 2.250 | 1350.00 | | |
| 01.03.00 | Muro de Piedra Caliza | m3 | 1230.00 | 5.200 | 6396.00 | | |
| 01.04.00 | Suelo Oganico | m3 | 1391.40 | 9.434 | 13126.42 | | |
| 01.05.00 | Relleno y Compactado de suel.org. | M3 | 1391.40 | 0.629 | 875.09 | | |
| 01.07.00 | Especie Fitorremediadora (totora) | m2 | 800 | 2.522 | 2017.61 | | |
| 01.08.00 | Instalación de totora | m2 | 800.00 | 0.157 | 125.79 | | |
| 01.09.00 | Eliminación de material excedente | m3 | 3092 | 0.800 | 2473.60 | | |
| 01.10.00 | Tubería de conexión para DAR - PVC 4" | ml | 100.00 | 4.710 | 471.00 | | |
| 01.11.00 | Monitoreo Entrada | GLB | 24.00 | 25.157 | 603.77 | | |
| 01.12.00 | Monitoreo Salida | Pto./mes | 24.00 | 25.157 | 603.77 | | |
| 01.13.00 | Análisis de Muestras | MSTRA. | 24.00 | 62.893 | 1509.43 | | |
| 01.14.00 | cartel de identificación | GLB | 1.00 | 94.340 | 94.34 | | |
| | | | | | | 31965.83 | |



Proyecto de Plan de Cierre de la Relavera - Planta Concentradora de Mesapata
UNASAM

| 02.00.00 | LAGUNA ANAEROBICA | | | | | | |
|-----------------|-----------------------------------|--------|---------|--------|----------|-----------------|--|
| 02.01.00 | Movimiento de tierra | m2 | 2820.00 | 2.250 | 6345.00 | | |
| 02.02.00 | Especie Fitorremediadora (totora) | m2 | 6000.00 | 2.522 | 15132.08 | | |
| 02.03.00 | Materia Organica. | m3 | 282.00 | 9.434 | 2660.38 | | |
| 02.04.00 | Cal Agrícola (10%) del Mat.org. | m3 | 169.20 | 10.000 | 1692.00 | | |
| 02.05.00 | Eliminación de material excedente | m3 | 2820.00 | 0.800 | 2256.00 | | |
| 02.06.00 | relleno y compactado de material | m3 | 1391.40 | 0.629 | 875.09 | | |
| 02.07.00 | monitoreo salida | GLB | 24 | 25.16 | 603.77 | | |
| 02.08.00 | analisis de muestras | MSTRA. | 24 | 62.89 | 1509.43 | | |
| 02.09.00 | cartel de identificación | GLB | 1 | 94.340 | 94.34 | | |
| | | | | | | 31168.09 | |

| 03.00.00 | POZA DE SEDIMENTACIÓN | | | Total | | | |
|-----------------|-----------------------------------|--------|---------|--------------|---------|----------------------------|------------------|
| 03.01.00 | Movimiento de Tierra | m2 | 2700 | 2.250 | 6075.00 | | |
| 03.02.00 | Arena Fina | m3 | 270.00 | 15.720 | 4244.40 | | |
| 03.03.00 | Grava de 1 1/2 | m | 270.00 | 14.150 | 3820.50 | | |
| 03.04.00 | Eliminación de Material Excedente | m3 | 2700 | 0.800 | 2160.00 | | |
| 03.05.00 | Relleno y Compactado de Material | m3 | 1391.40 | 0.629 | 875.09 | | |
| 03.06.00 | Monitoreo Salida | GLB | 24.00 | 25.16 | 603.77 | | |
| 03.07.00 | Analisis de Muestras | MSTRA. | 24.00 | 62.89 | 1509.43 | | |
| 03.08.00 | Cartel de Identificación | GLB | 1 | 94.340 | 94.34 | | |
| | | | | | | 19382.54 | |
| | | | | | | Costo Directo US \$ | 82,516.46 |



7.2.2. Presupuesto para el Post Cierre.

Cuadro N° 7.4.

PRESUPUESTO POST CIERRE DEL PROYECTO

Obra : PROYECTO PLAN DE CIERRE DEFINITIVO DE LA RELAVERA DE LA PLANTA CONC. DE MESAPATA
Cliente : UNIVERSIDAD NACIONAL DE ANCASH "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"
Lugar : DISTRITO DE CATAC, PROVINCIA DE RECUAY; REGION ANCASH
Precios : A FEBRERO DEL 2007

| Item | Descripción | Und | P.Mensual US\$ | Tiempo años | Sub Total US\$ | Total US\$ |
|--------------------------|---------------------|-----|-------------------|----------------|-------------------|-------------------|
| 01.00.00 | PERSONAL | | | | | |
| 01.01.00 | INGENIERO ENCARGADO | 1 | 500,00 | 6,00 | 36000,00 | |
| 01.02.00 | PERSONAL DE APOYO | 2 | 471,70 | 6,00 | 33962,40 | |
| 02.00.00 | MATERIALES Y OTROS | | | | | |
| 02.01.00 | EQUIPOS Y OTROS | GLB | 1.000,00 | 6,00 | 72000,00 | |
| Costo Directo | | | | | 141.962,40 | |
| Gastos Generales (10%) | | | | | 14.196,24 | |
| Utilidad (10%) | | | | | 14.196,24 | |
| Sub-total | | | | | 170.354,88 | |
| IGV (19%) | | | | | 32.367,43 | |
| Total presupuesto | | | | | US\$ | 202.722,31 |



7.2.3. Cronograma Financiero

Cuadro N° 7.5.

CRONOGRAMA FINANCIERO

Obra : PROYECTO PLAN DE CIERRE DEFINITIVO DE LA RELAVERA DE LA PLANTA CONC. DE MESAPATA
 Cliente : UNIVERSIDAD NACIONAL DE ANCASH "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"
 Lugar : DISTRITO DE CATAC, PROVINCIA DE RECUAY; REGION ANCASH
 Precios : A ENERO DEL 2007

| Item | Descripción | MESES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Und | Metrado | |
|-----------------|---|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|---------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | | | |
| 01.00.00 | OBRAS PRELIMINARES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01.01.00 | Movilización y Desmovilización de Equipos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Glb. | 1.00 |
| 01.02.00 | Instalaciones Provisionales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Glb. | 1.00 |
| 01.03.00 | Trazo y Replanteo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Glb. | 1.00 |
| 01.04.00 | Accesos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Glb. | 1.00 |
| 02.00.00 | OBRAS DE ESTABILIZACION FISICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.01.00 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.02.01 | Excavación Masiva para Muro de Contención | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | m3 | 2,625.00 |
| 02.02.02 | Excavación masiva canales de derivación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | m3 | 560.00 |
| 02.02.03 | Relleno con maquinaria y compactación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | m3 | 1,950.00 |
| 02.02.04 | Conformación de taludes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | m3 | 585.00 |
| 02.02.05 | Relleno Manual y compactación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | m3 | 585.00 |
| 02.02.00 | MURO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.02.01 | Muro tipo gravedad con concreto ciclopeo f'c=140 kg/cm2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | m1. | 700.00 |
| 02.03.00 | ESTABILIZACION DEL RELAVE CON CAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.03.01 | Estabilización del Relave con Cal, e = 0.20 m. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | m3 | 5,860.00 |
| 02.03.02 | Compactación con rodillo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | m2 | 29,300.00 |
| 02.04.00 | INSTALACIONES DE DRENAJE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.04.01 | Instalación de Tuberías perforadas de 4" de Diámetro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | m1. | 1,890.00 |
| 02.04.02 | Instalación de getextil de Filtro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | m2 | 603.24 |
| 02.05.00 | CONS. DE CUNETAS DE CORONACION Y DE DRENAJE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.05.01 | Excavación en material estabilizado con cal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | m3 | 620.64 |
| 02.06.00 | INSTALACIONES DE COBERTURA DE LA RELAVERA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.06.01 | Instalación del Geotextil NT 3000M (Incl.Compra) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | m2 | 29,300.00 |
| 02.06.02 | Instalación de la Geomembrana de PVC (incl. Compra) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | m2 | 29300 |
| 02.06.03 | Instalación de la Geomalla (Incl.Compra) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | m2 | 29300 |
| 02.06.04 | Colocación de material granular diámetro menor o = a 3/4" | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | m3 | 5860 |
| 02.06.05 | Colocación de material - suelo organico (tierra de cultivo) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | m3 | 8790 |
| 02.07.00 | INSTALACIONES DE REVEGETACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.07.00 | Habilitación de superficie de siembra | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02.07.01 | Redefine, nivelación y apisonado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | m2 | 29,300.00 |
| 02.07.02 | Enrocado de proteccion de Terrazas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | m1. | 1,270.00 |
| 02.07.03 | Revegetación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Glb. | 1.00 |
| 03.00.00 | CERCO DE PROTECCION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03.01.00 | Colocación de cerco de malla con poste de tubería de fierro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | m1. | 700.00 |
| 03.02.00 | Puerta con marco de tubo de dos hojas c/d hoja 2 m. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Und | 2.00 |
| 04.00.00 | SISTEMA DE TRATAMIENTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04.01.00 | Sistema Wetlands | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Gbl. | 1.00 |

Para el financiamiento Ver Anexo N° 07



A N E X O S