

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA



**PLAN CIERRE DE MINA EN U.E.A. SAN ANDRES – MINA
SAN JUAN DE LA COMPAÑÍA MINERA CARAVELI S.A.C.**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO DE MINAS

Luis Abdón Aguilar Gonzáles

Lima – Perú
2008

**“PLAN CIERRE DE MINA EN U.E.A. SAN ANDRES – MINA SAN JUAN DE LA
COMPAÑÍA MINERA CARAVELI S.A.C.”**

INDICE

AGRADECIMIENTO

OBJETIVO

RESUMEN

HIPOTESIS

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

CAPITULO I : GENERALIDADES **Pág.**

1.1	Antecedentes históricos	2
1.2	Ubicación Geográfica y vías de acceso	3
1.3	Filosofía empresarial	5
1.4	Política de Seguridad, Bienestar y Medio Ambiente.	5
1.5	Estudio de Impacto ambiental	6

CAPITULO II: ASPECTOS GEOLÓGICOS

2.1	Geología regional	8
2.2	Geología local	8
2.3	Geología estructural	9
2.4	Geología económica	9
2.5	Geología del yacimiento	10
	2.5.1 Mineralogía	11
	2.5.2 Distribución del oro	12
2.6	Programa de exploración y desarrollo	13
2.7	Reservas de Mineral	14

CAPITULO III: ACTIVIDADES MINERAS

3.1	Fuerza laboral	16
3.2	Minería artesanal informal	17
3.3	Preparación de labores mineras	18
3.4	Método de explotación	19
	3.4.1 Descripción técnica de los trabajos de Explotación	20
3.5	Ciclo de minado	22
	3.5.1 Perforación	22
	3.5.2 Carguío de taladros	22
	3.5.3 Voladura	23
	3.5.4 Limpieza	23
3.6	Operación unitaria en los tajeos	24
3.7	Programa de producción	25
3.8	Explosivos	25
3.9	Ventilación minera	27
3.10	Suministro de energía eléctrica	27

3.11	Mantenimiento de equipos	27
------	--------------------------	----

CAPITULO IV: PROCESOS METALÚRGICOS

4.1	Descripción de la Planta	30
4.1.1	Chancado primario	30
4.1.2	Chancado secundario	31
4.1.3	Molienda y Clasificación	31
4.1.4	Cianuración y adsorción	32
4.1.5	Descripción de relave	32
4.2	Determinación de carga circulante en el circuito molino 5'x5', 4'x4' y clasificador helicoidal	35
4.3	Molienda óptima para la cianuración	35
4.4	Balance metalúrgico	36
4.5	Pruebas metalúrgicas con mineral sulfurado	37

CAPITULO V: COMPONENTES AMBIENTALES

5.1	Ambiente Físico	39
5.1.1	Clima y meteorología	39
5.1.2	Topografía y fisiografía	41
5.1.3	Riesgos naturales – sismicidad	41
5.1.4	Poblados aledaños	45
5.1.5	Información meteorológica del área	45
5.1.5.1	Temperatura	46
5.1.5.2	Humedad relativa media anual	47
5.1.5.3	Vientos	47
5.1.5.4	Precipitación	47
5.1.5.5	Evatranspiración	48
5.1.5.6	Presión barométrica	48
5.1.6	Calidad de aire	48
5.1.7	Geomorfología	51
5.1.8	Suelos	53
5.1.9	Recursos hídricos	54
5.1.10	Hidrología subterránea	55
5.1.11	Uso y calidad de agua	56
5.2	Ambiente Biológico	61
5.2.1	Descripción del ambiente biológico	61
5.2.2	Flora y fauna	61
5.2.3	Ecosistema acuático	63
5.2.4	Aspectos de importancia, ecología y áreas protegidas	63
5.3	Ambiente socioeconómico cultural	64
5.3.1	Análisis socio-económico	64
5.4	Saneamiento	65
5.4.1	Disponibilidad, suministro y consumo de agua	65
5.4.2	Aguas residuales e industriales	66
5.4.3	Residuos sólidos y relleno sanitario	69

CAPITULO VI: PLAN DE CIERRE DE MINA

6.1	Marco legal	71
6.1.1	Ley de Cierre de Minas N° 28090	73
6.2	Aspectos Ambientales	74
6.2.1	Lineamientos para Reducir los Impactos Ambientales	74
6.2.2	Identificación de los Aspectos Ambientales Significativos-AAS	74
6.3	Plan de Desmontaje relativo de instalaciones y equipos electromecánicos	79
6.3.1	Actividades a desarrollar	79
6.3.2	Presupuesto	80
6.3.3	Destino de materiales y equipos con valor comercial	81
6.4	Plan de demolición de obras civiles	81
6.5	Plan de cierre de bocaminas, tajeos, piques y chimeneas	82
6.6	Plan de cierre de desmonte de mina y reforestaracion	84
6.7	Plan de cierre de desechos y reforestaracion	85
6.8	Disposición de relaves	85
6.8.1	Tipo de Represas de Relaves	85
6.8.2	Datos de la Presa de Relave	91
6.8.3	Sistema de Depósito de los Relaves	93
6.8.4	Ensayos de Laboratorio	96
6.8.5	Análisis de Estabilidad Física del Depósito de Relaves	96

CAPITULO VII: MANTENIMIENTO Y MONITOREO POSTERIOR AL CIERRE

7.1	Calidad de agua	109
7.2	Trabajos subterráneos	109
7.3	Calidad de aire	109
7.4	Calidad de suelos	110
7.5	Residuos sólidos	110
7.6	Efluentes líquidos	110
7.7	Ruido	110
7.8	Áreas revegetadas	111
7.9	Aspectos socioeconómicos y culturales	111

CAPITULO VIII: ADMINISTRACION DEL CIERRE Y CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

8.1	Responsables del proyecto	113
8.2	Presupuesto del cierre y financiamiento	114
8.3	Cronograma de actividades de cierre de Mina San Juan	116

CAPITULO IX:	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
9.1	Conclusiones	118
9.2	Recomendaciones	120
CAPITULO X:	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	122
CAPITULO XI:	ANEXOS	
11.1	Anexo I – Planos	
11.2	Anexo II – Planos (Relaves)	
11.3	Anexo III – Fotografías	

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud y reconocimiento al Ing. Pedro Fuertes Velasco, por darme la oportunidad de desempeñarme como profesional en la Compañía Minera Caraveli S.A.C., así como sus consejos y enseñanzas en los trabajos de minería.

Mi reconocimiento a mis colegas Ing. Erwin Olivera, Ing. Florián Conde, Ing. Rafael Canasa Acero, Ing. Manuel Peña y al Jefe de mina Ing. Rodolfo Arzapalo, así como a todos los empleados y obreros quienes me dieron las facilidades para desarrollar el presente trabajo. *A todos mis amigos ingenieros de las Empresas Contratistas que me tocó supervisar, agradezco su colaboración.*

A mi alma mater la UNI, a mi escuela profesional de Ingeniería de Minas, a mis profesores que me ayudaron con sus consejos y conocimientos a mi formación, así como a mis compañeros de estudios que hoy estamos trabajando en nuestra querida profesión de ingeniería de minas.

Mi gratitud eterna, al amor de mi madre, mi esposa y mi amada hija que con su apoyo y sus atenciones me dio fuerzas para terminar lo empezado.

Muchas gracias.

OBJETIVO

El Objetivo principal del presente trabajo es establecer las instrucciones correctas para que el PLAN CIERRE DE MINA EN U.E.A. SAN ANDRES – MINA SAN JUAN DE LA COMPAÑÍA MINERA CARAVELI S.A.C.” cumpla con los estándares internacionales y del Perú.

Buscamos proteger la salud humana y el medio ambiente, mediante el mantenimiento de la estabilidad física y química en la unidad minera San Juan.

Otro objetivo es encontrar un presupuesto adecuado para el cierre de mina y también para el post-cierre, es decir cuando ya la mina no este operando.

Compañía Caraveli propulsa el desarrollo sostenible, para lo cual tiene un dialogo permanente con la comunidad de Tocota para buscar mejores alternativas de desarrollo.

RESUMEN

En el Capítulo I, se trata sobre Generalidades donde se describe sus antecedentes históricos, su ubicación geográfica, vías de acceso, su filosofía empresarial y política de seguridad, bienestar y medio ambiente así como un resumen de estudio de impacto ambiental.

El Capítulo II, veremos los aspectos geológicos, en el cual se describe la geología regional, local, estructural, así como la geología del yacimiento donde se ve su mineralogía, se describe también su programa de exploración y desarrollo y sus reservas.

En el Capítulo III, se describe las actividades mineras donde se ve la fuerza laboral, la preparación de las labores mineras, se describe el método de explotación, el ciclo de minado, la operación unitaria en los tajeos, los explosivos que usa, el equipo de ventilación, grupo electrógeno y el mantenimiento de equipos.

En el capítulo IV, describimos los procesos metalúrgicos donde se hace descripción de la planta, las secciones de chancado de primario, secundario, molienda y clasificación, la cianuración del oro, se calcula la carga circulante, la molienda optima, su balance metalúrgico y algunas pruebas de mineral sulfurado.

En el Capítulo V, se describe los componentes ambientales donde se ve el ambiente físico y aquí se describe el clima y meteorología, la topografía y fisiografía, los riesgos naturales y sismicidad, la información meteorológica del área, la calidad de aire de la zona, su geomorfología, suelos, sus recursos hídricos, el uso y calidad de agua, en el ambiente biológico describimos la flora y fauna, en el ambiente socioeconómico cultural se hace un análisis socioeconómico, en el saneamiento se ve el suministro del agua y sus aguas residuales.

En el Capítulo VI, se describe el plan de cierre de mina donde se ve el marco legal y la ley de cierre de minas N° 28090, los aspectos ambientales donde se hace la identificación de los aspectos ambientales significativos, también se trata sobre el desmontaje de equipos e instalaciones y su clasificación para su destino y se establece plan para demolición de las obras civiles, de cierre de bocaminas, tajeos, piques, chimeneas, desmonte de mina y desechos y su posible reforestación, también se describe ampliamente a los relaves y las pruebas que se hizo con el fin de garantizar su estabilidad física.

En el Capítulo VII, describimos el mantenimiento y monitoreo posterior al cierre para el cual analizamos la influencia de la calidad de agua, trabajos subterráneos, la calidad de aire y suelos, los residuos sólidos, los efluentes líquidos, el ruido, las áreas revegetadas y los aspectos socioeconómicos y culturales.

En el Capítulo VIII, se describe la administración del cierre y cronograma de actividades donde se menciona a los responsables del proyecto y el presupuesto de cierre y financiamiento.

En el Capítulo IX, describimos las conclusiones y recomendaciones y finalizamos con el Capítulo X, donde describimos las referencias bibliográficas.

HIPOTESIS

- En los climas semiáridos no se tiene problemas de estabilidad química por la ausencia del agua.
- El Plan de Cierre de Mina en U.E.A San Andrés – Mina San Juan nos permite conocer la estabilidad física y química, así mismo nos permite establecer un presupuesto para cumplir de acuerdo a nuestras leyes vigentes.

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

- El método de investigación empleado es principalmente cualitativo, iniciamos el proceso con la observación el cual nos constituye información que lo contrastamos con los informes de ingeniería de Cia. Caraveli así como con los informes de auditoras externas que se hallan hecho.
- Es en base a estas informaciones y observaciones es que planteamos los objetivos e hipótesis, estos serán contrastados con los hechos observables siguiendo las leyes vigentes y los estudios geológicos, mineros, metalúrgicos, ambientales, socioeconómicos, etc. correspondientes.
- Las decisiones adoptadas son establecidas después de los pasos anteriores, siempre con la idea de mejorar y corregir lo hecho anteriormente.

CAPITULO I

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 Antecedentes históricos

Los yacimientos mineros de la Compañía Minera Caravelí S.A. fueron conocidos por los antiguos peruanos y su explotación se continuó por los españoles durante la colonia, tal como se evidencia en las labores mineras e indicios del proceso de amalgamación en aquella época.

La explotación y beneficio de los minerales a escala industrial fue iniciada por la empresa Capitana Gold Mines Co. En el año de 1930 obtienen los derechos mineros de La Capitana, San Juan y Teniente, paralizando sus operaciones en el año 1951.

En la quebrada de Huaccyaco entre los años 1950 y 1960 fueron exploradas las estructuras conocidas con los nombres de Búfalo y Caudalosa.

Posteriormente al año 1961 los citados derechos mineros entran a caducidad en el año 1977 los señores Fernando Belaunde Aubry, Julio Biondi entre otros, los vuelven a denunciar posteriormente en el año 1978 los anteriores nombrados constituyen la empresa aurífera Chala la que trabajo artesanalmente hasta el año 1990.

En el mes de mayo de 1990 la empresa aurífera Chala transfiere el negocio minero a la actual Minera Caravelí S.A.C.

La Compañía Minera Caravelí S.A.C. en el año 1991 decidió instalar una planta de cianuración con carbón activado CIL. Para tratar los relaves producto de la amalgamación con leyes promedio de 20 gr/TMS y minerales de cabeza con leyes de 30 gr/TM con capacidad instalada de 40 TM diarias.

Compañía Minera Caravelí SAC., se ha comprometido a respetar, desde el inicio del desarrollo de sus operaciones, todas las normas legales vigentes,

culturales y sociales de las comunidades vecinas a sus operaciones, protegiéndolas de cualquier aspecto que pudiera amenazar su salud, seguridad o bienestar a corto y a largo plazo.

1.2 Ubicación geográfica y vías de acceso

Las concesiones mineras de la U. E. A Capitana, Tambojasa y San Andrés, así como la planta de beneficio Chacchuille de la Compañía Minera Caravelí S. A. C., están ubicadas en el distrito de Huanuhuanu, provincia de Caravelí del departamento de Arequipa, emplazada dentro de la súper unidad Tiabaya del Batolito de la Costa, a una altitud promedio de 1400 m. s. n. m. y a 645.5 Km de la ciudad de Lima.

Ubicación geográfica

U.E.A. "San Andrés"	U.E.A. "Capitana"
Mina "San Juan"	Mina "Chino"
N 8 274000	N 8 272 022,434
E 595000	E 603167,375

La Planta de Beneficio Chacchuille Tocota (figura 1 y 2) se encuentra a una altitud promedio de 1030 m.s.n.m.

Las coordenadas de la Planta de Beneficio son:

8 266,000N 589,000E

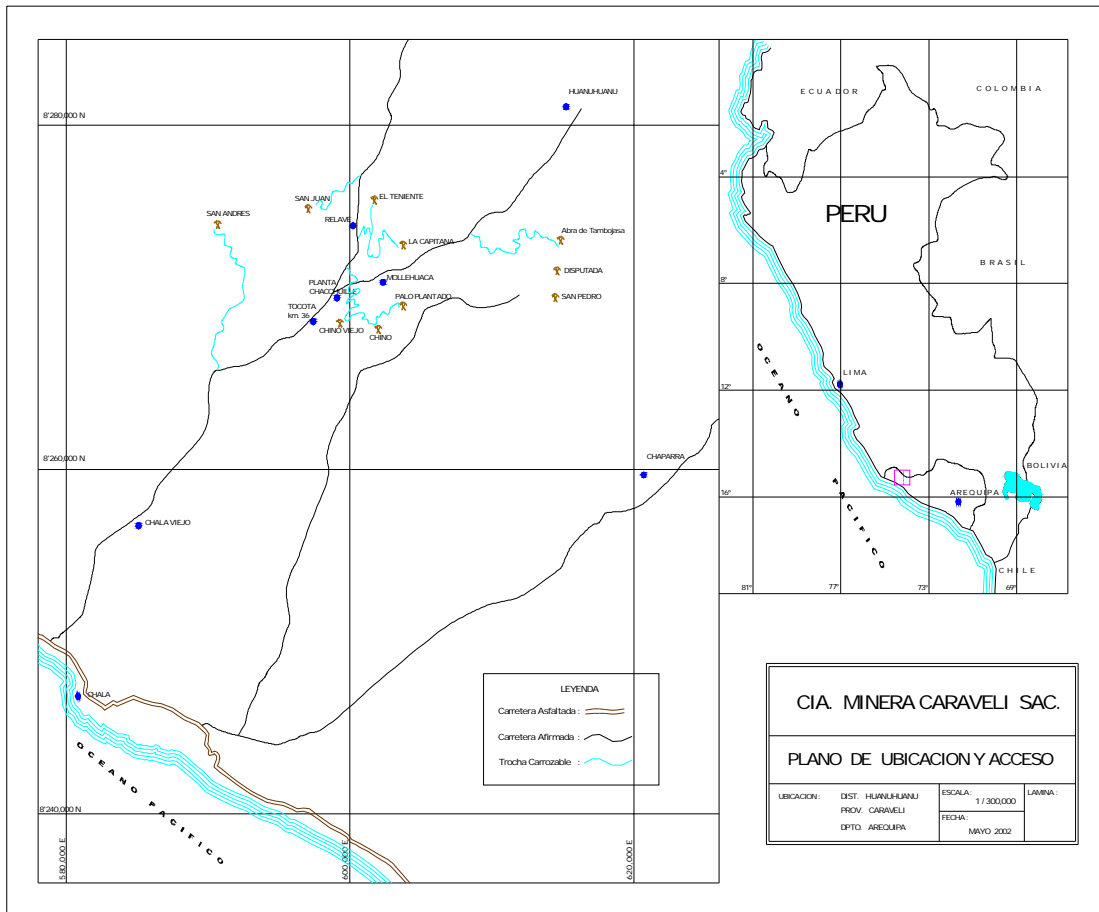
8 279,000N 620,000E

Según la carta de INGEMMET pertenece a las hojas de Chala (32-ñ) y Chaparra (32-o).

Vías de acceso

El acceso desde la ciudad, se realiza por la Carretera Panamericana Sur hasta el Km 610.7 ubicada en el Km 613), de este punto se sigue un desvío que consiste en una carretera afirmada que va hasta los pueblos de Chala Viejo, Tocota, Huanuhuanu, con un recorrido de 36km.

En el gráfico 1, se observa el plano de ubicación y acceso a la Cía. Minera Caravelí S.A.C. (Fuente: - Informe interno Cia. Caraveli SAC)



En el cuadro 1.1 se detalla el acceso a las Unidades Mineras.

ACCESO A LAS UNIDADES MINERAS

Cuadro 1.1

De	A	Tipo de Vía	Distancia (Km)	Tiempo de Viaje (H)
Lima	Km. 610.7 Panamericana Sur	Asfaltada	610,7	8.0
Km. 610.7(P.S.)	Planta de Beneficio Chacchuille	Carretera Afirmada	36,0	1,5
Planta "Chacchuille"	Mina "San Juan"	Trocha Carrozzable	16,7	0,7
Planta "Chacchuille"	Mina "Chino"	Trocha Carrozzable	11,5	0,5

Fuente: Tesis de Minas de Ing. Edison Rueda –UNI-FIGMM

La trocha carrozable de 16,7 Km hacia la Mina “San Juan” esta desarrollada prácticamente sobre la quebrada Huaycco (figura 3).

La Mina “Chino” dista en línea recta 6 Km. Al NW de la Mina “San Juan”.

En el Anexo I, plano 1 y 2 se muestra la ubicación y el acceso a las unidades mencionadas.

1.3 Filosofía empresarial

Compañía Minera Caravelí S.A.C. para cumplir sus metas se ha trazado como objetivo:

VISION

“SER RECONOCIDOS ENTRE LOS MEJORES DEL PERU, EN MINERIA SUBTERRÁNEA DE VETAS AURÍFERAS”

MISIÓN

“DESARROLLAR UNA MINERIA MODELO CON NUESTRA PROPIA TECNOLOGÍA PARA UNA ALTA PRODUCTIVIDAD EN VETAS AURÍFERAS, CON RESPONSABILIDAD SOCIAL, SIN AFECTAR EL MEDIO AMBIENTE Y SOLUCIONANDO EL PROBLEMA DE LA INFORMALIDAD”

1.4 Política de Seguridad, bienestar y medio ambiente

1. Los trabajadores son el activo más valioso de la Empresa.
2. Crear un ambiente de trabajo seguro, saludable y acogedor.
3. Uso obligatorio de los implementos de seguridad en buenas condiciones.
4. Todos deben conocer la política de seguridad.
5. Analizar los incidentes para la prevención de accidentes.
6. Proteger las instalaciones y propiedades con el fin de garantizar la fuente de trabajo y mejorar la productividad.
7. Cumplir con los programas de capacitación y entrenamiento, que son fundamentales para alcanzar los objetivos de producción.

8. Fomentar la educación ecológica, trabajando por la protección del medio ambiente, para mejorar la calidad de vida de nuestros trabajadores y nuestras comunidades de la zona de influencia.

1.5 Estudio de Impacto ambiental

El objetivo del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, es establecer la información de la Línea de Base Ambiental, identificación de los impactos ambientales que generan las operaciones mineras; implementando medidas de mitigación y formular un Plan de Manejo Ambiental que minimice los impactos negativos al ambiente.

La Gestión Ambiental de Compañía Minera Caravelí SAC. responde a la política sectorial y nacional de prevención de la contaminación y protección del medio ambiente, que promueve el desarrollo sostenible, es decir el aprovechamiento de los recursos minerales, sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus necesidades y su desarrollo.

La Compañía Minera Caravelí SAC., es consciente que gran parte de los problemas medio ambiental de la actualidad son consecuencia de un desarrollo económico del pasado que no tuvo en cuenta de manera adecuada la protección del medio ambiente.

CAPITULO II

CAPITULO II: ASPECTOS GEOLOGICOS

2.1 Geología regional

En la franja aurífera Nazca-Ocoña, afloran predominantes rocas ígneas plutónicas del batolito de la costa (cretácico superior-terciario inferior) que presenta los siguientes tipos rocosos: diorita, tonalita, granodiorita, monzonita, monzodiorita. Las rocas hipabisales están constituidas por brechas de intrusión de naturaleza andesítica del complejo Bella Unión.

Las rocas volcánicas pertenecen a la formación guaneros del jurasico superior con intercalaciones de andesita porfirítica verde y gris oscuro, calizas y areniscas. La mineralización aurífera ocurre en todas las rocas descritas en forma de filones y ocasionalmente stock work (zona disputada).

El fracturamiento esta formado por un sistema de fallas mayores longitudinales del tipo normal o inverso y un sistema de fallas transversales con movimientos de rumbo y buzamientos.

2.2 Geología local

Las principales vetas auríferas exploradas y explotadas por la compañía se encuentran divididas en tres zonas: Chino II, San Juan y Tambojasa las cuales están emplazadas en su mayoría en la Súper Unidad Tía baya, que es la secuencia final de intrusión del Batolito de la Costa, en donde se puede diferenciar tres cuerpos intrusivos producto de la cristalización fraccionada de mafico a felsico: granodiorita-diorita cuarcifera, tonalita-granodiorita y monzogranitos.

En las zonas aledañas a la compañía existen vetas auríferas que se encuentran emplazadas en formaciones Mesozoicas, como en la formación Guaneros donde se ubica la mina María (trabajada por mineros artesanales). Anexo I plano 4.

En la zona de San Juan (Anexo I plano 4) se observan xenolitos de composición diorítica que han sido asimilados por las granodioritas lo cual nos indica que estamos cerca a la zona de contacto de diorita - granodiorita, y a su vez la granodiorita esta atravesada por vetillas centimétricas de composición granítica.

También se ha observado plegamientos y fallamientos locales en las vetas, producto del tectonismo producido después de la mineralización de dichas vetas, lo cual hace un tanto difícil su control en las labores mineras y por lo cual hay que supervisar diariamente.

En la zona de chino II (Anexo I plano 4), en la veta principal Esperanza se observa nítidamente la reactivación tectónica de la zona, teniendo como evidencias los espejos de falla cuyas estrías tienen direcciones que varían de subverticales a subhorizontales, también como producto de la reactivación tectónica podemos observar que en dicha veta se encuentra bisectada de tal modo que la mineralización ha quedado dispersas en la estructura a manera de pequeños lentes.

2.3 Geología estructural

Las principales zonas estructurales de la región se han diferenciado según la magnitud y el estilo de deformación que han sufrido las rocas debido en parte a su diferente naturaleza y a la variada intensidad de los esfuerzos que han actuado como consecuencia de los movimientos tectónicos, materializados por pliegues, fallas y diaclasas que se observan en toda el área.

2.4 Geología económica

Las minas que opera la Compañía, son parte de un gran distrito metalogenético emplazado al lado oeste del Batolito de la Costa. Este distrito representa la etapa hidrotermal del proceso de diferenciación magmática que dio lugar al Batolito en

referencia, que corresponde a la franja metalogenética aurífera de Nazca – Ocoña.

El distrito metalogenético esta conformada por sistemas de vetas paralelas de rumbo general NO-SE y EO, con longitudes de afloramientos que varían entre 100 y 500 metros, a lo largo de los cuales se han emplazado “ore shoots” a distancias variables y de dimensiones diferentes, los que por reactivación tectónica han sido bisectados y desplazados, tanto horizontal como verticalmente, de modo que la mineralización ha quedado dispersa a manera de pequeños lentes con potencias que varían entre 0.10 a 1.00 metros.

En el área de las propiedades de la compañía, las vetas se han emplazado en un conjunto de fracturas de tensión entre dos grandes fallas regionales; Falla Palomino y Falla los Medanos, las que han creado la condición de espacios abiertos (fracturas de tensión), donde la fase hidrotermal subsecuente a los intrusivos más jóvenes han rellenando con cuarzo como ganga con diseminación de pirita, arsenopirita y calcopirita a las que se encuentra asociado el oro en solución sólida, dando lugar de esta manera a las vetas.

2.5 Geología del yacimiento

Las vetas son hidrotermales, del tipo de relleno de fracturas de posibles fases mesotermal a epitermal. La génesis esta relacionada al origen de las soluciones hidrotermales auríferas, provenientes principalmente de fuentes magmáticas calcoalcalinas, se trata de yacimientos de tipo veta y stock work y en cuanto a vetas son angostas (figura 5 y 6) en forma de rosario y repletas de subestructuras.

Los afloramientos de las vetas pueden ser fácilmente observados, muchos de estos son trabajos de explotación efectuados antiguamente, alguna de ellas tienen afloramientos mas de 1 kilómetro y son visibles a larga distancia.

Los buzamientos de las vetas varían entre 50° y 70° en tonalita-granodiorita y entre 20° a 40° en diorita inclusive hasta manteada, como se observa hay un marcado contraste entre estos buzamientos, debido al comportamiento diferencial de las cajas sometidas a los mismos esfuerzos que originaron las fracturas preminerales, donde luego se emplazaron las vetas.

Existen variaciones leves del rumbo de las estructuras localmente, sobre todo donde tenemos cajas dioríticas las variaciones del buzamiento son fuertes y frecuentes como también el espesor; encontrándose situaciones extremas, unas veces la estructura varía tanto vertical como horizontal hasta convertirse en un delgado hilo de veta y en otras engrosamiento importantes que llegan a tener valores altos de oro.

En ningún caso los diques han cortado las vetas, siguiendo el emplazamiento de los diques, se puede notar el movimiento a lo largo de las fallas donde posteriormente se han emplazado las estructuras mineralizadas. Por ello existe evidencia en todas las zonas que las vetas son un evento posterior al emplazamiento de los diques.

La alteración de las cajas a lo largo de las estructuras está en función del tipo de roca, para la diorita es la filita así como en menor escala cloritización. Para la tonalita granodiorita la principal es la argilización y sericitación. Dentro de las vetas, puede observarse alteración supergénica en cuanto se puede encontrar una importante concentración de oro, debido al proceso de lixiviación supergénica y acumulación a profundidad de oro que migra verticalmente.

2.5.1 Mineralogía

Como todos los yacimientos minerales, las vetas presentan dos zonas: oxidada y primaria.

La zona oxidada (Foto, figura 7) es el resultado del fenómeno supergeno de lixiviación de los sulfuros primarios (pirita, arsenopirita y calcopirita en menor proporción), la que esta constituida por óxidos de hierro (hematita, goetita y jarosita) con cuarzo, conteniendo oro libre.

En esta zona están concentradas las operaciones de la compañía y sus espesores estimados son entre 100 y 400 metros, según él área.

La zona primaria esta conformada por pirita, arsenopirita y calcopirita en menor proporción, dentro de una ganga de cuarzo, aspecto que se observa en la veta San Pedro en la zona de Tambojasa, en la veta Chanchin en la zona de Chino II y en las vetas Juanita II y III en la zona de San Juan.

2.5.2 Distribución del oro

La mineralización es de origen hidrotermal proveniente de fuentes magmáticas calcó alcalinas siendo los minerales principales: Cuarzo, pirita, oro.

El depósito es un yacimiento de origen hidrotermal, constituido principalmente por relleno de fracturas tipo vetas, la mineralización es de oro libre en óxidos, cuarzo, calcita y en la pirita como solución sólida.

2.6 PROGRAMA DE EXPLORACIÓN Y DESARROLLO

MES	1,998	1,999	2,000	2,001	2002	2003	2004
Exploración avance en Metros :							
U.E.A Tambojasa	1,686.00	1,922.51	1,550.29	-----	0.00	0.00	0.00
U.E.A Capitana	2,309.00	5,672.67	7,159.28	10,236.60	12,074.50	18,224.50	21,796.50
U.E.A San Andrés, (San Juan)	55.00	463.39	2,475.02	4,548.10	5,718.70	1,105.50	860.00
TOTAL METROS	4,050.00	8,058.57	11,184.59	14,784.70	17,793.30	19,330.00	22,656.50
Carretera :							
Tambojasa	3,219.00	4,042.00	1,440.00	-----	1,600.00	-----	-----
Capitana	-----	-----	-----	1,380.00	6,470.00	7,550.00	8,300.00
Chinito	3,731.00	4,801.00	4,905.00	2,693.00	7,250.00	8,340.00	8,895.00
San Juan	3,919.00	916.00	8,200.00	6,950.00	1,550.00	230.00	150.00
TOTAL METROS	10,869.00	9,759.00	9,759.00	11,023.00	16,870.00	16,120.00	17,345.00

Fuente: Informe técnico de Cia Caraveli SAC

2.7 Reservas de mineral

Las reservas minerales al 31 de diciembre del 2,005, están constituidas solo por mineral posible y son:

Tipo de Mineral	TM	Au Grs/TM
Posible	32 650	13,55

CAPITULO III

CAPITULO III: ACTIVIDADES MINERAS

3.1 Fuerza Laboral

Las operaciones mineras en su conjunto, están dirigidas por el Ing. Superintendente General, quien tiene a su cargo a un Jefe de Mina y a los Jefes de zona.

A continuación se detalla la distribución del personal:

Zona de “San Andrés”:

- 1 Jefe de Zona
- 1 Chofer
- 4 Vigilantes

Contrata FOCION VICENTE S.R.L.

- 1 Supervisor Guardia de Día
- 2 Supervisor Guardia de Noche
- 23 Trabajadores

Contrata EDINSA S.R.L.

- 1 Supervisor Guardia de Día
- 1 Supervisor Guardia de Noche
- 30 Trabajadores
- 100 Microcontratistas
(43 familiares)

Total: 200

Zona de “Capitana”

- 1 Jefe de Zona
- 1 Chofer
- 4 Vigilantes

Contrata SAN BENITO S.R.L.

- 2 Ingenieros Residentes

- 1 Supervisor Guardia de Día
- 1 Supervisor Guardia de Noche
- 45 Trabajadores

Contrata CONAMI S.R.L.

- 1 Supervisor Guardia de Día
- 1 Supervisor Guardia de Noche
- 26 Trabajadores

Contrata OEMA S.R.L.

- 1 Ingeniero Residente
- 1 Supervisor Guardia de Día
- 1 Supervisor Guardia de Noche
- 26 Trabajadores
- 175 Microcontratistas
- (53 familiares)

Total: 350

Cabe mencionar que durante los meses de enero a marzo de cada año, Cía. Minera Caraveli S.A.C. brinda practicas pre-profesionales a alumnos universitarios de diferentes especialidades.

3.2 Minería artesanal informal

La Minería Artesanal, ha sido el método aplicado por los mineros informales en las Zonas Auríferas de la Cía. Minera Caravelí S.A.C.

Artesanalmente han producido al mes escaso e irregulares tonelajes de mineral escogido, llamado “pallado”, “pallaqueado”, “de primera” o “de exportación”.

La producción ha sido penosa, por lotes, obtenida con herramientas rudimentarias, principalmente de las áreas de mayor concentración aurífera y generalmente a poca profundidad, abriendo medias barretas, piques, tajos abiertos y extrayendo la

producción con “capachos” llevados a la espalda, o con malacates, sin la remota seguridad e higiene minera.

Sobre la Quebrada propiamente denominada Zona de “San Andrés” hasta el Cerro del mismo nombre donde se desarrolla el último tramo de la trocha carrozable, se instalaron pequeños campamentos conformados por grupos entre 4 a 8 informales. Entre estos campamentos podemos citar a los denominados “Noveleras” y “Noveleras Alta”, contruidos de piedra, esteras y como puertas y ventanas utilizaron plásticos y lonas.

En la zona de “Capitana”, los informales originaron dos densas poblaciones denominadas “Relave” y “Mollehuaca” las que en su época de bonanza llegaron a tener hasta 1,000 y 500 habitantes respectivamente, entre ellos 400 eran quimbaleteros.

3.3 Preparación de labores mineras

Para extraer los minerales considerados como Reservas Minerales, la Cía. Minera Caravelí S.A.C. desarrolla técnicamente su Proceso Productivo que consiste en las etapas de:

- 1) Exploración, Desarrollo, Preparación.
- 2) Explotación,
- 3) Beneficio (lixiviación por cianuración),
- 4) Desorción-refinación y
- 5) Comercialización.

Las tres primeras etapas se desarrollan en el Asiento Minero de Caravelí y las de desorción-refinación y comercialización se llevan a cabo en la ciudad de Lima.

Los minerales son recursos no renovables, por lo que su búsqueda debe ser permanente para su oportuna restitución.

Para su cumplimiento, el Dpto. de Geología e Ingeniería recomienda la ejecución de las labores de exploración y desarrollo, mientras que la Superintendencia General y la Superintendencia de Mina determinan la preparación y la capacidad y

calidad extractiva en las diferentes áreas sobre la base de los recursos minables (Reservas Minerales), de acuerdo a los parámetros fijados por la Gerencia General.

Las labores de explotación-desarrollo, consisten en reconocer en longitud y profundidad a las estructuras mineralizadas, mediante la ejecución de socavones de cortada, galerías y cruceros, con el sistema convencional de: perforación, voladura, ventilación, regado de la carga, desquinche, limpieza y acarreo.

Luego se procede a la preparación del mineral desarrollado mediante la ejecución de chimeneas, subniveles, chimeneas secundarias y “chutes”.

3.4 Método de explotación

Por método de explotación se entiende el sistema o modo en que se arranca y se extrae el mineral, esto es, tipo de perforación y voladura, el relleno y/o sostenimiento de los espacios vacíos, ventilación, carguío, extracción, izaje, transporte, etc.

Los principales elementos de la estrategia de explotación son el método y plan de minado, la escala de operación y la ley de corte. Estos resultan de vital importancia y su determinación se basa en una buena ingeniería y en sólidos principios económicos.

La elección de un método de explotación, obedece a ciertas exigencias básicas: seguridad, economía y productividad y varía en función de la forma y extensión, buzamiento, potencia, calidad del mineral, características de las rocas encajonantes, de la disponibilidad de recursos como relleno y otras circunstancias locales.

En particular, debe considerarse la inclinación de la estructura y la marginalidad del mineral aurífero de cada zona, cuya extracción debe lograrse con alta recuperación y rentabilidad, con bajos costos y alto nivel operativo.

Ateniéndonos a las consideraciones establecidas y a las características estructurales del yacimiento, seleccionamos, en las condiciones actuales, los métodos de explotación (figura 8) siguientes:

- .. Corte y Relleno Convencional: Ascendente o Descendente Corte y Relleno Convencional Ascendente con Circado-Corte y Relleno y “Shrinkage”
- .. “Shrinkage” (Acumulación Provisional)
- .. Cámaras y Pilares

3.4.1 Descripción técnica de los trabajos de explotación – Mina San Juan

El método de “Cámaras y Pilares” se aplica a la estructura de la Zona de “San Andrés” (Mina “San Juan”), con características físicas “sui géneris”, como son: su potencia, cajas firmes y su notable buzamiento echado, con tendencia a la horizontalidad.

Este sistema consiste fundamentalmente en cortar la veta desde el nivel interior, en forma ascendente (en avance o en retirada), extraer el mineral, ascender hasta llegar al nivel superior, dejando pilares de baja ley y/o colocando puntales como sostenimiento.

Los sistemas de explotación aplicados tanto en la zona de “San Andrés” (“Cámaras y Pilares”) como en la zona de “Capitana” (“Corte y Relleno Convencional Ascendente con Circado”), requieren de trabajos de preparación prácticamente similares.

Considerando el comportamiento de la mineralización aurífera (errática y en rosario) y el buzamiento de la estructura, los tajeos se preparan mediante galerías distanciadas verticalmente entre 20 y 40 m. y chimeneas levantadas aproximadamente 40 m. de distancia.

Desde la galería interior que funciona como labor de transporte, se levantan dos chimeneas de 3'x 6' de sección con chutes (buzones) y caminos, distanciadas entre 40 y 50 m., hasta comunicarlas con la labor horizontal superior. Estas chimeneas proveen el acceso y ventilación al tajeo.

Entre estas dos labores verticales, se corre un subnivel de 4' x 6' de sección a 1,50 m. por encima del nivel inferior, dejándose un puente de este espesor.

Entre las dos chimeneas y en la galería interior, se levanta una tercera chimenea intermedia, provista de su "chute" de madera que servirá de echadero para el carguío directo del mineral a los carros mineros.

El techo del tajeo muestra una parte de roca estéril y una franja mineralizada que constituye la veta. Con la finalidad de conservar la calidad del mineral de la veta e impedir que se mezcle con la roca estéril, se procede a "circar" la estructura. En primer lugar se perfora y "vuela" la roca encajonante. Esta carga estéril forma parte del relleno para el tajeo. Después se procede a romper la veta, cuyo producto será luego transportado hacia los "chutes" del tajo. Este procede es denominado "circado de la veta".

El techo de este subnivel que es el inicio del tajeo, se realiza mediante sucesivos cortes en cada guardia de 8 horas. Cada corte no es menor de 8 m. de largo por 1,50 m. de alto, hasta llegar al piso del nivel superior, dejándose puentes para proteger la galería.

El mineral roto en los tajeos se acarrea con carretilla hacia los chutes ("ore pass").

De los echaderos, el mineral es vaceado a los carros metálicos con llantas de 24 pies³ de capacidad, los que son empujados por dos trabajadores hasta las correspondientes parrillas de las tolvas en superficie (Figura 13).

Desde las tolvas en superficie, el mineral es trasladado por volquetes de 10 TM hacia las canchas de la Planta de Beneficio.

El desmonte que es el producto estéril del laboreo subterráneo, es depositado en superficie, sobre los taludes de los cerros, esto es, a la salida de las bocas de los socavones.

Este procedimiento se implementa sucesivamente y según se requiera, a otros bloques de mineral previamente preparados, con sus chimeneas y subniveles.

Este ciclo de explotación, se cumple cuando la mina esta debidamente preparada para producir el tonelaje racional previamente determinado, permitiendo que la planta metalúrgica trabaje en forma continua durante treinta días al mes.

3.5 Ciclo de Minado

3.5.1 Perforación

La perforación en avance de galería y chimenea la realiza la contrata usando martillos perforadores jackleg y barrenos de 4', 5' o 6'; las marcas usadas son Ingersoll Rand, Atlas Copco RH y Atlas Copco modelo Puma, Toyo. Las secciones que se llevan son de 3'x6'; 4'x6'; 5'x6'.

Los parámetros de perforación (figura 14) y de desgaste de los barrenos están en función al tipo de roca y sus propiedades abrasivas. El afilado correcto del barreno viene a jugar un papel importante en la eficiencia de perforación ya que un mal afilado acaba prematuramente con el barreno, malogra el martillo y se traduce en un aumento de h-hombre/guardia para esta actividad.

3.5.2 Carguio de taladros

El carguio de taladros se realiza en forma manual utilizando atacador, previamente se realiza la limpieza del taladro con la cucharilla, que es una varilla de metal con unos dobles en uno de los extremos que sirve para sacar los detritos que han

quedado en el taladro y pueden ocasionar el corte de la mecha de seguridad o provocar bolsas de aire al momento de cargar los cartuchos.

En el carguio para el desarrollo de carreteras se utiliza un cargador de ANFO que funciona con aire comprimido (figura 9).

3.5.3 Voladura

El objetivo primordial que se espera obtener de una voladura es el de fragmentar eficientemente el mineral insitu. La consecución exitosa de este objetivo depende de 3 factores:

- El explosivo: velocidad de detonación, potencia, densidad, presión de detonación, volumen de gases
- Geometría del disparo: diseño de la malla
- Masa rocosa

El explosivo usado para la voladura es la dinamita semigelatina al 65% marca Famesa de dimensiones 7/8"x7' con un peso aproximado de 0.08kg. y una velocidad de detonación de 4200 m/s con densidad de 1.14.

Como iniciador se utiliza fulminante N° 6 y mecha de seguridad, para la preparación de labores mineras se utilizan mecha rápida con conectores.

El factor de potencia es un parámetro a controlar para evitar el excesivo consumo de explosivo que elevara los costos por metro de avance y también elevara la producción de gases en la galería. Este puede ser controlado con un correcto diseño de malla y una perforación eficiente.

3.5.4 Limpieza

La limpieza se realiza después de haber ventilado el frente en la mayoría de los casos se utilizan carros mineros, los cuales tienen diferente tamaño, están los U21 que son los mas pequeños y los U35. En las labores pequeñas se utiliza carretilla.

El acarreo en los carros mineros se realiza con ayuda de locomotora (figura 15 y 16) a batería de lo contrario empujado por obreros. El personal mínimo para esta actividad es 1 maestro y 2 ayudantes.

En las labores donde la veta es potente se utiliza equipos de bajo perfil para efectuar la limpieza con la salvedad que exista buena ventilación para evitar la concentración excesiva de contenido de carbono. Después de la limpieza, en las galerías que utilizan carro minero, se efectúa el tendido de rieles.

Además el personal que efectúa la limpieza debe realizar el desatado de la roca que esta suelta para evitar accidentes (figura 10), esto a veces no se cumple y se pone en riesgo a los encargados de realizar la perforación.

3.6 Operación unitaria en los tajeos

Desatado: se hace con una baretila de 5 pies; si bien es cierto el desatado de roca se debe de hacer después de cada disparo y de una manera cuidadosa y eficaz; ya que de ello depende de que la zona de trabajo este segura.

Voladura y Factor de potencia: en este caso se utiliza fulminante numero 6 cartucho de dinamita semi-gelatina 65 el cual tiene un alto poder rompedor y buena resistencia al agua.

Acarreo del mineral hasta el primer echadero o tolva: Aquí la capacidad de transporte es determinada por la distancia promedio de transporte e inclinación de la vía; la capacidad de la cuchara; el mineral obtenido por disparo y la fracturación del mineral y la penetrabilidad de la cuchara en el mismo. Previsto y tomado en cuenta lo mencionado; para el acarreo se utiliza carros mineros U21, U35, scoops, winches y carretillas (figura 11 y 12).

Sostenimiento en los tajeos: se realizan con puntales de madera, cuadros de madera y relejes.

Relleno: es realizado con desmonte.

3.7 Programas de producción

De las minas, el mineral es extraído por los Contratistas y Microcontratistas. El tonelaje es complementado con los relaves de los quimbaletos en una relación de 9 a 1, según el aproximado siguiente:

PRODUCCIÓN DE MINERAL

Estamentos	TM	Ley
Contratistas	25 TM/día	12 g/TM
Microcontratistas	65 TM/día	26 g/TM
Quimbaletos (Relaves)	10 TM/día	18 g/TM
TOTAL:	100 TM/día	21,7 g/TM

Fuente: Tesis de Minas de Ing. Edison Rueda – UNI-FIGMM

Los trabajos en las Minas se realizan también los días domingos.

Referencialmente podemos señalar que la producción tiene los porcentajes siguientes:

Mina "San Juan"	:	13%
Mina "Chino"	:	77%
Relaves	:	10%
Total	:	100%

La extracción del mineral de la zona de "Chino", es realizada por los Microcontratistas quienes trabajan hasta una profundidad limitada con el sistema de busconeo siguiendo el rumbo y buzamiento de la estructura.

3.8 Explosivos

Cía. Minera Caravelí S.A.C. tiene las correspondientes Autorizaciones Globales de Explosivos. También, tiene Autorización Eventual para el uso de ANFO preparado y embolsado.

Desde agosto de 1 999, viene empleando el Sol ANFO en la construcción de carreteras para dar acceso a nuevas exploraciones.

Los explosivos se encuentran almacenados en dos depósitos independientes en interior mina, con ventilación natural y forzada con aire comprimido y están contruidos en labores habilitadas para tal fin, de acuerdo a las disposiciones de Control de Explosivos de Uso Civil, DISCAMEC con un solo acceso y alejados de los lugares de trabajo, con pisos entablados, limpios y ordenados; tiene dos extintores, cada uno con fechas vigentes y con sus correspondientes tarjetas de inspección.

Las dos bocaminas de los polvorines tienen vigilancia privada (figura 20) las 24 horas del día; no hay sistema de alarma, pero cuentan con equipos portátiles de comunicación (Walkie Talkie).

Con relación a las normas sobre transporte, preparación y uso de los explosivos, cumplen con las exigencias de seguridad.

El traslado se realiza en bolsas de polietileno por separado, la dinamita de las mechas encapsuladas. Los cartuchos son cebados en la labor, utilizando punzones de madera.

Datos del Explosivo

Dinamita Semigelatina Famesa 65	
Densidad relativa	: 1.14 gr. / cm.
Velocidad de detonación	: 4200 m / s
Presión de detonación	: 80 kbar
Brisance (poder rompedor)	: 17 mm hess
Volumen normal de gases	: 910 l / Kg.
Resistencia al agua	: muy buena
Peso unitario	: 80 gr.
Numero de cartuchos usados	: 119 unid.
Peso de total explosivo	: 9.52 Kg.

Fuente: Famesa

3.9 Ventilación minera

Las labores subterráneas tienen una adecuada y suficiente circulación de aire limpio.

No utilizan ventiladores eléctricos ni neumáticos. Las labores avanzan con ventilación natural y ocasionalmente forzada mediante aire comprimido.

3.10 Suministro de energía eléctrica

La demanda de energía eléctrica para las operaciones mineras y de campamentos, es abastecida por dos grupos electrógenos instalados según se indica en el siguiente Cuadro.

DISTRIBUCION DE ENERGIA ELÉCTRICA

Zonas Mineras	Grupo Electrónico	Destino
“San Andrés” (Mina “San Juan”)	Grupo Lister 8 Kw.	Alumbrado de instalaciones Carguio de lámparas eléctricas Campamentos
“Capitana” (Mina “Chino”)	Grupo Perkins 20 Kw.....	Carguio de baterías de las locomotoras y de lámparas eléctricas Alumbrado de la Sala de Carguio Campamentos Proyectado a los Campamentos de los Contratistas

Fuente: Tesis de Minas de Ing. Edison Rueda – UNI-FIGMM

3.11 Mantenimiento de equipos

Para el mantenimiento de los equipos, se cuenta con una guía de procedimientos en el cual se describe:

- Importancia del trabajo
- Objetivos
- Riesgos y
- Procedimiento.

Con esto se exige que el personal calificado conozca el procedimiento correcto para dar mantenimiento a nuestros equipos, entre los cuales podemos mencionar:

- **Grupo Electrónico** que abastece de energía eléctrica a la planta de beneficio, campamentos y laboratorio químico, es una actividad de alto riesgo, por lo tanto debe cumplirse con normas y reglamentos de seguridad.
- **Chancadora** se busca conservar y proteger el casco y demás componentes
- **Molinos de Bolas**, se busca conservar y proteger el casco y demás componentes.
- **Tractores**, Tener los 02 tractores en condiciones óptimas nos permitirá el desarrollo de carreteras de nuevos proyectos, exploraciones rápidas con un tránsito fluido entre las diferentes unidades de producción de nuestra compañía.
- **Cargador Frontal**, se busca que las diversas tareas de movimiento de mineral en la planta de beneficio, alzado y acarreo de relave seco para la construcción de la presa de relave y otras tareas adecuadas para el equipo sean operativas
- **Perforadoras**, tener las perforadoras en óptimas condiciones, ya que la perforación en interior mina es una de las actividades más importantes dentro del proceso de producción de mineral.
- **Compresoras**, tiene como finalidad brindar aire comprimido a las diferentes máquinas perforadoras que se encuentran en interior mina así como a los winches de carguío de mineral, etc., para que las labores a realizarse se hagan con mayor facilidad.

CAPITULO IV

CAPITULO IV PROCESOS METALURGICOS

4.1 Descripción de la planta

El mineral llega por medio de camiones de las diferentes unidades mineras, en su recepción es pesado y analizado en laboratorio para tener cualidades como tipo de mineral, ley, etc.

El mineral tratado consiste de óxidos (hematina, goetita, jarocita y menor proporción magnetitas, etc.) producto de la lixiviación de los sulfuros primarios, con contenido de oro y como mineral de ganga se encuentra cuarzo y calcita.

Debido a las bondades mineralógicas y características físico-químicas del mineral el proceso aplicado es la cianuración por agitación mecánica con adsorción en carbón activado en pulpa (proceso CIP).

Las operaciones se iniciaron en Octubre de 1991 con tratamiento de 100% relaves de amalgamación a razón de 20TMSPD de capacidad instalada, cuyas recuperaciones de oro alcanzaron 85 a 90 %. En los años siguientes, ingresa a una etapa de ampliación a 50TMSPD incorporándose el tratamiento de mineral de mina en 60% y 40% de relaves de amalgamación, alcanzándose recuperaciones por encima de 90% .

Con la incorporación de nuevas labores mineras en el 2000, se incrementa la producción de mina lo que permite una ampliación de la capacidad de planta a 120TMSPD.

4.1.1 Chancado primario

Se recepciona mineral de diferentes tamaños (foto 21) no pasando de 6" la humedad promedio es de 5% pasando por unas parrillas para la selección de tamaños luego es transportado por una faja transportadora de espesor de $\frac{3}{4}$ " y ancho 18 " el cual lleva el mineral a una chancadora de mandíbula pasando

previamente por una zaranda vibratoria de tamaño de malla de $\frac{3}{4}$ " cuyas longitudes son de 3 x 5 el oversize es el que llegara hacer triturado por la chancadora de mandíbula cuyo tamaño es de 10 " x 16 " y donde se producirá la reducción de tamaño de partícula donde luego es transportado por la segunda faja la cual transporta el mineral a la faja móvil este mineral será dejado en la zona de recepción de minerales II, se continuara con el mismo proceso desde el comienzo para otro tipo de mineral de diferente zona posteriormente se procederá a tomar muestras para luego ser analizado en el laboratorio donde este reportara la ley del mineral con su respectivo código de muestreo.

4.1.2 Chancado secundario

El mineral proveniente de la zona II cae a la faja la cual transporta a otra faja 2 donde el mineral es transportado (foto 22) a una zaranda vibratoria de malla de $\frac{3}{16}$ " el cual el undersize se va a la tolva y el oversize pasa a la chancadora giratoria Telesmith la cual reduce de tamaño a los gruesos a un tamaño menor a $\frac{3}{16}$ " el cual se deposita a la faja 2 para posteriormente pasar a la zaranda vibratoria para depositarse a la tolva de finos como se observa en el diagrama I.

4.1.3 Molienda y Clasificación

El mineral que procede de la tolva es transportado por una faja al molino 5' x 5' donde es llevado a cabo la molienda reduciendo de tamaño de la partícula para liberar el oro y ser lixiviado por el cianuro , después que se efectuó la molienda sale el mineral en forma de pulpa el cual es clasificado por el clasificador helicoidal pasando los finos al rebose del clasificador y los gruesos son arrastrados por el gusano del clasificador para alimentar al molino 4' x 4' donde nuevamente se produce la molienda el cual la salida es clasificado por el clasificador helicoidal donde los gruesos son nuevamente molidos por el molino 4' x 4' y el rebose es clasificado por el hidrociclón cuyo ápex es de 1 $\frac{11}{16}$ " y vortex de 2 $\frac{1}{8}$ " pasando los gruesos al molino 3' x 6' para reducir el tamaño de partícula y nuevamente ser enviado a la salida del hidrociclón.

Por el comportamiento mineralógico la Molienda óptima para cianuración es de 75%-m200.

4.1.4 Cianuración y adsorción

Los finos del hidrociclón (overflow) pasan a los tanques de agitación ocurriendo en los dos primeros tanques la lixiviación y el resto de los tanques se encargan de adsorber el oro disuelto mediante el carbón activado (foto 23).

Cuando el carbón activado llega a una ley de 29 g Au/ Kg. de carbón se producirá la cosecha de este tanque esto se lleva a cabo a las 2 o 3 semanas de la agitación de la pulpa con el carbón activado.

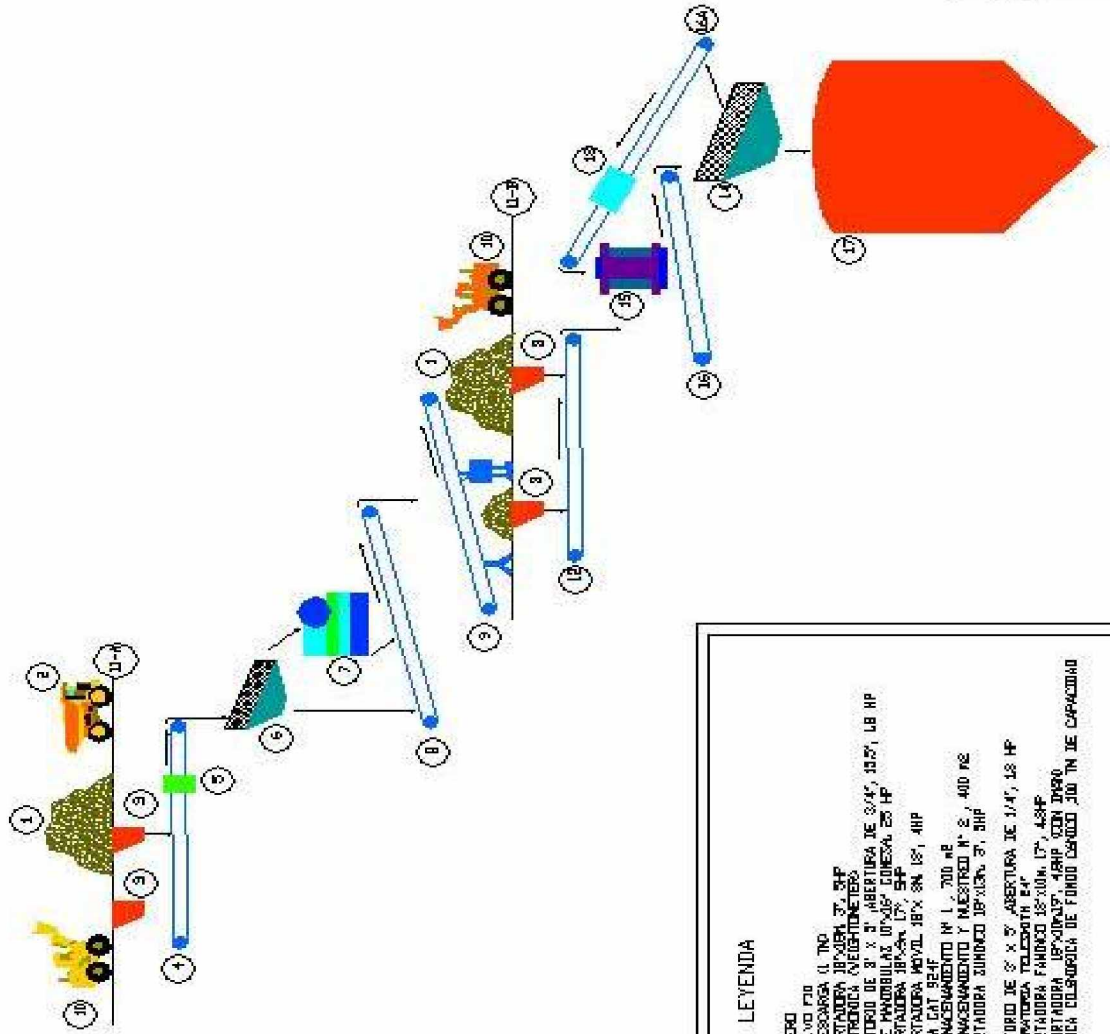
El tiempo de residencia es 10.5 horas en adsorción con carbón activado pero previamente complementado con una lixiviación de 2.5 horas de residencia .

Entre los factores físicos y químicos que afectan la eficiencia del proceso de adsorción, tanto desde el punto de vista del equilibrio, al afectar la capacidad de carga, como de la cinética se encuentran la temperatura, la eficiencia del mezclado, el tamaño de partícula de los carbones, la densidad del pulpa, la concentración de oro en la solución, la concentración de cianuro el pH de la solución, la fuerza iónica de la solución, la concentración de otros metales, el oxígeno disuelto y el envenenamiento del carbón.

4.1.5 Descripción de relave

Luego del tratamiento del mineral los residuos del proceso son almacenados en 6 canchas de relave construidas bajo el método de aguas arriba haciendo una clasificación de la solución (solución barren), la cual mediante un circuito cerrado retorna a los molinos 5'x5', dicha solución presenta un efluente igual a cero por consecuencia de la zona árida.

DIAGRAMA DE FLUJO DE CHANCADO PLANTA BENEFICIO CIA MINERA CARAVELI SAC TUCOTA



LEYENDA

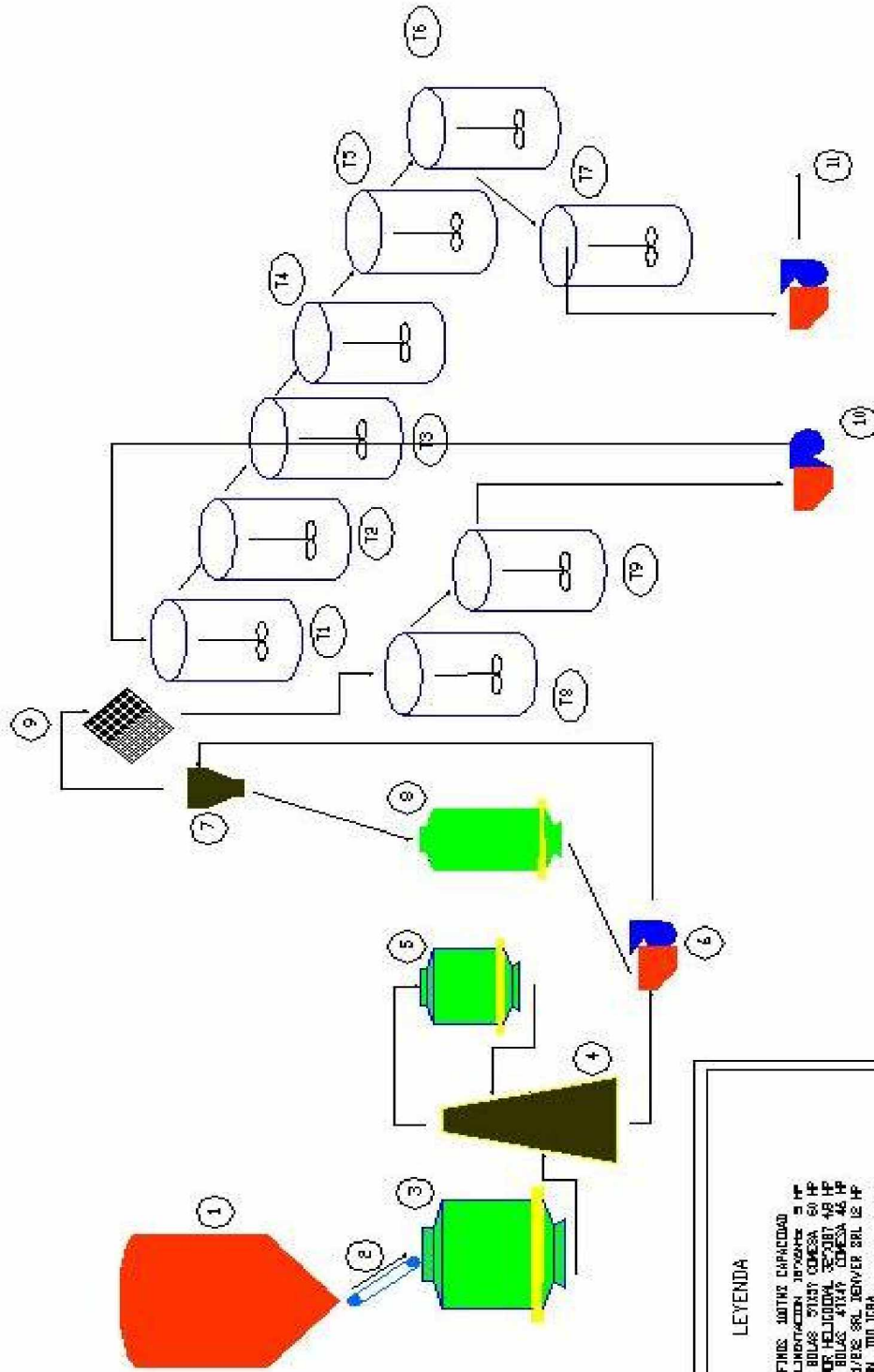
- 1 MINERAL AUMENTADO
- 2 VOLBUETE VOLVO P20
- 3 BOMBAS DE DESCARGA 0.700
- 4 PALA TRANSPORTADORA 18X24 37.5HP
- 5 BALANZA ELECTRONICA NEIGROMETER
- 6 CEDAZO VIBRADOR DE 3' X 3' ABERTURA DE 3/4", 33.27, 48 HP
- 7 CHANCADORA DE MANDIBULAS 10'X15' CONEZA 25 HP
- 8 PALA TRANSPORTADORA 18X24 17.5HP
- 9 PALA TRANSPORTADORA MOVIL 18'X 24 18.7, 4HP
- 10 PALA NEZARCA CAT 25HP
- 11 CAJERA DE ALMACENAMIENTO Y MUESTRO N° 2, 400 PZ
- 12 PALA TRANSPORTADORA ZUMINCO 18'X24 37, 5HP
- 13 30HP
- 14 CEDAZO VIBRADORIO DE 3' X 3' ABERTURA DE 1/4", 48 HP
- 15 CHANCADORA DE MANDIBULAS TELESCOPIC 24"
- 16 PALA TRANSPORTADORA FANICO 18'X24 17, 45HP
- 17 PALA TRANSPORTADORA 18'X24 19, 48HP CON 20000
- 18 TOLVA METALICA COLBORICA DE FUNDIDO 300 TN DE CAPACIDAD

COMPANIA MINERA CARAVELI SAC

ELABORADO : ING. DAVID MEDA YANQUE

REVISADO : ING. NESTOR PALOMBO A.
ING. GUILLERMO ALARCON P.

DIAGRAMA DE FLUJO PLANTA DE BENEFICIO CIA MINERA CARAVELI SAC TOCOTA



LEYENDA

- 1. TOLVA DE FINOS 300TIC CAPACIDAD
- 2. PAJA DE ALIMENTACION 100000HP 5 HP
- 3. MOLINO DE BOLAS 5700X COMESA 60 HP
- 4. CLASIFICADOR HELIQUINA 3000TIC 48 HP
- 5. MOLINO DE BOLAS 4700X COMESA 48 HP
- 6. BOMBA 8 1/2" 88L DENVER 88L 12 HP
- 7. HORIZONTAL 100 TON
- 8. MOLINO DE BOLAS 3700X COMESA 25 HP
- 9. CILINDRO ESTACIONARIO MALLA #20
- 10. TAMBOR 1000 LIGHTNING 3HP
- 11. TAMBOR 1000 LIGHTNING 3HP
- 12. TAMBOR 1000 LIGHTNING 3HP
- 13. TAMBOR 1000 LIGHTNING 3HP
- 14. TAMBOR 1000 LIGHTNING 3HP
- 15. TAMBOR 1000 LIGHTNING 3HP
- 16. TAMBOR 1000 LIGHTNING 3HP
- 17. TAMBOR 1000 LIGHTNING 3HP
- 18. TAMBOR 1000 LIGHTNING 3HP
- 19. TAMBOR 1000 LIGHTNING 3HP
- 20. BOMBA DE RECIRCULACION 7/8" 88L DENVER 88L 12 HP
- 21. BOMBA DE RELAVE 1/2" 88L DENVER 88L 12 HP

COMPAÑIA MINERA CARAVELI SAC

ELABORADO : DMS DAVID NEJDA YANQUE

REVISADO : DMS NESTOR PALOMBO JA
DMS GUILLERMO ALARCÓN P.

4.2 Determinación de carga circulante en el circuito molino 5'x5' , 4'x4' y clasificador helicoidal

La formulación del circuito molienda (molino 5'x5' y molino 4'x4') y clasificador helicoidal en análisis, como muestra el diagrama de flujo será similar al circuito del molino de 3'x6' y el hidrociclón D10 siendo evaluadas por separado teniendo un análisis granulométrico común para ambos circuitos en el rebose del clasificador helicoidal, por lo tanto cada circuito de molienda de cualquier planta beneficio tendrá su peculiaridad la cual estará reflejada con la molienda y clasificación óptima del mineral.

Variables

F = Alimento del clasificador helicoidal. A = Arenas del clasificador(alimento mol.4'x4')
B = Descarga molino 4'x4' C = Rebose clasificador
f, a, b, c (% peso por malla)

Ecuaciones de Balance de masa

$$F = C = 1 \dots\dots\dots(1) \qquad A = B = \alpha \dots\dots\dots (2) \qquad F + B = C + A$$

$$Ff_i + Bb_i = Cc_i + Aa_i \dots\dots\dots (3)$$

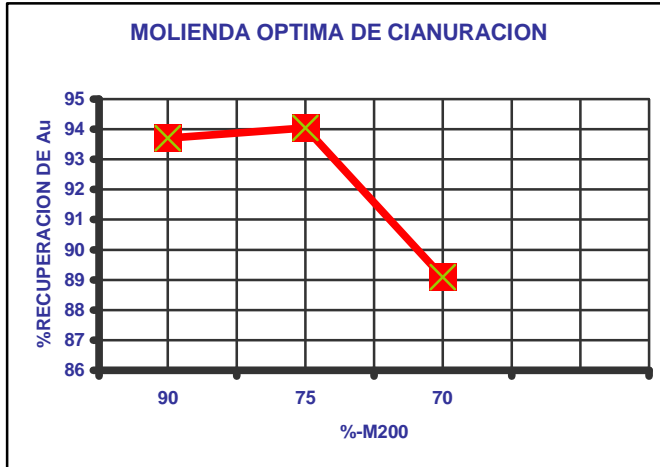
Luego (1) y (2) en (3)

$$F_i + \alpha b_i = c_i + \alpha a_i$$

4.3 Molienda óptima para la cianuración

Las pruebas metalúrgicas define que la liberación o molienda óptima es de 75% -m200. Para deducir cierto parámetro se realizaron pruebas de cianuración en laboratorio a tres moliendas diferentes tal como:

- Cianuración molienda 90% -m200
- Cianuración molienda 75% -m200
- Cianuración molienda 70% -m200



Fuente: Tesis de Metalurgia de Ing. Néstor Palomino – UNI-FIGMM

Por el comportamiento mineralógico la molienda óptima para cianuración es de 75% -m200.

En el circuito de molienda clasificación se alcanza una disolución del oro en un promedio de 90% el cual nos da opción del uso de los tanques de agitación a corto tiempo de residencia en mayor parte solo para el proceso de carbón activado en pulpa.

4.4 Balance metalúrgico

BALANCE METALURGICO

PRODUCTO	TMS	LEY g Au/TMS	CONTENIDO g Au	CONTENIDO COLAS(g Au)	RECUPERACION %Au
MINERAL	4236.68	21.79	92296.97	6018.5	93.48
RELAVE AMALGAMACION	364.88	17.90	6531.35	703.53	89.23
TOTAL	4601.56	21.48	98828.32	6722.03	93.20

BALANCE DE ORO MENSUAL(g de Au)

INGRESO

Au DE CABEZA ALIMEN TACION	98828.32
Au EN CARBONES DEL MES ANTERIOR	44366.50
TOTAL Au de INGRESO	<u>143194.82</u>

SALIDA

Au EN COSECHA DE CARBONES	95304.10
Au EN COLAS DE TRATAMIENTO(RELAVE GENERAL)	6722.03
Au EN AMALGAMA	4802.20

Au EN CARBONES PARA EL PROXIMO MES		39383.90
TOTAL SALIDA	GRAMOS Au	146212.23
DIFERENCIA (+)		3017.41

PRODUCCION MENSUAL DE ORO

Au EN COSECHA DE CARBONES		95304.10
Au EN AMALGAMA		4802.20
Au EN CARBONES PARA EL PROXIMO MES		39383.90
		139490.20
MENOS Au EN CARBONES DEL MES ANTERIOR		44366.50
TOTAL PRODUCCION		95123.70

Fuente: Tesis de Metalurgia de Ing. Néstor Palomino – UNI-FIGMM

4.5 Pruebas metalúrgicas con mineral sulfurado

Por la mineralogía cambiante de los óxidos hacia los sulfuros y también sobre el agotamiento de los óxidos y poder continuar nuestras operaciones es necesario buscar un tratamiento alternativo de minerales sulfurados a corto y largo plazo.

Como primera prueba experimental es el acondicionamiento del mineral sulfurado a las condiciones operativas de la planta actual como la cianuración directa a molienda de 90% -m200 y molienda de 75% -m200 para evaluar de 70% de disolución del oro para ambas moliendas.

Con los resultados antes descritos se realiza un balance tentativo para su tratamiento de los sulfuros con mineral oxidado.

CAPITULO V

CAPITULO V COMPONENTES AMBIENTALES

5.1 Ambiente Físico

5.1.1 Clima y meteorología

En general el clima de la región es variado y se debe en especial a la diferencia de cota, la que se relaciona también con la distancia al Océano. Igualmente, juega un papel importante la configuración del terreno y las diferentes estaciones del año.

Entre los 1200 y 1800 m.s.n.m. se presentan nubes del tipo estratocúmulo que cubren toda el área dificultando la visibilidad.

En las pené-planicies situadas entre 1800 y 3000 m.s.n.m., el clima es seco, constituyendo una zona árida, donde las lluvias se restringen a los meses de enero a marzo.

El conjunto de condiciones atmosféricas o denominado clima en la U.E.A. de “San Andrés” (Mina “San Juan”) entre 1300 m.s.n.m. y 1900 m.s.n.m., según el Mapa Ecológico del Perú, pertenece a las formaciones ecológicas “desierto desecado-Subtropical (dd-S)” y “desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS)”.

La U.E.A. “capitana” (“Mina Chino”) comprendida entre los 1100 m.s.n.m. y 2400 m.s.n.m., pertenece a las referidas formaciones ecológicas y también a las de “desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS)”.

En la zona de desierto desecado-Subtropical (dd-S), la biotemperatura media anual máxima es de 22,2°C y la media mínima de 17,9°C.

Las precipitaciones se producen en verano (enero a marzo) y se manifiestan como lluvias de ceja de costa que discurren como aguas pluviales de escorrentía. De abril a diciembre, la zona se presenta seca solo se observan afloramientos de agua en el cauce del río Tocota.

El promedio máximo de precipitación total por año es de 44,0 mm. y el promedio mínimo de 2,2 mm. (Mapa Ecológico: “Zonas de Vida del Perú” – INRENA).

Según el Diagrama de Holdridge, el promedio de evapotranspiración potencial total por año, varía entre 32 y más de 64 veces el valor de la precipitación y por lo tanto, se ubica en la provincia de humedad: DESECADO.

Para el desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS), donde no existen estaciones meteorológicas, el Diagrama Bioclimático de Holdridge indica que la biotemperatura media anual varía entre 12° C y 18° C y que el promedio de precipitación total por año es variable entre 31,250 y 62,500 mm.

De acuerdo al Diagrama Bioclimático de Holdridge, en esta Zona de Vida, el promedio de evapotranspiración potencial total por año, fluctúa entre 16 y 32 veces la precipitación, razón por la que se ubica en la provincia de humedad: SUPERÁRIDO.

En el desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-MBS), la biotemperatura media anual máxima es de 16,4° C y la media anual mínima de 10,6° C. El promedio máximo de precipitación total por año es de 10,2 mm y el promedio mínimo de 63,5 mm.

Según el Diagrama Bioclimático de Holdridge, la evapotranspiración potencial total por año para esta Zona de Vida, varía entre 8 y 16 veces la precipitación, ubicándola por lo tanto en la provincia humedad: PERARIDO.

Las condiciones de temperatura en las tres Zonas de Vida, donde se desarrollan los trabajos de extracción minera, están afectadas por la temperatura del aire y el calor proveniente del sol, transmitida por la radiación. El clima es templado y seco, con presencia de radiación solar casi todos los días.

5.1.2 Topografía y fisiografía

Las Zonas de “San Andrés” y “Capitana” están comprendidas en el flanco occidental del Batolito de la Costa (Cordillera de los Andes), en áreas netamente eriazas, propias de un singular desierto.

Las regiones naturales (escalones o pisos) de las zonas mineras, dadas su proximidad, prácticamente son colindantes y las características climáticas son estrechamente similares.

Las minas “San Juan” y “Chino” comprendidas en las unidades económicas administrativas (U.E.A.) de “San Andrés” y “Capitana” respectivamente, se ubican en alturas entre 1300 y 1900 m.s.n.m. y 1100 y 2400 m.s.n.m. ambas minas se localizan en las Regiones Yunga y Quechua.

La Región Yunga, zona de clima templado y seco, se localiza entre los 500 m.s.n.m. y 1500 m.s.n.m. y la Región Quechua, se extiende entre los 1500 m.s.n.m. hasta los 3500 m.s.n.m.

Los Valles de los cursos inferiores tienen un ancho máximo de 2 a 3 km., tal como puede observarse en la parte baja del Valle de Chala, pero generalmente es angosto, con un ancho variable de 0,5 a 1 km.

El relieve topográfico es predominantemente accidentado y conformado por pendientes pronunciadas que sobrepasan el 70%, alternando con algunas áreas de topografía más suave, laderas de fuerte gradiente, siendo escasas las áreas relativamente planas u onduladas.

5.1.3 Riesgos naturales – sismicidad

Toda la corteza terrestre esta formada por placas de subducción que abarcan desde la superficie hasta decenas de kilómetros de profundidad.

El continente americano se ubica sobre una de ellas, a la que se denomina placa continental. En el Océano Pacífico se ubica la placa de Nazca que abarca desde Colombia hasta el norte de Chile.

Ambas placas avanzan en direcciones contrarias, la continental que se desplaza por encima de la placa de Nazca, va de este a oeste cruzándose a 200 kilómetros frente a la costa peruana, por debajo del Océano Pacífico.

Las dos placas están en rozamiento constante, debido a que su movimiento es lento pero, en algunos casos, inmensas rocas producen un atascamiento entre ambas. Cuando este atraco cede es que se produce el sismo.

En resumen, el contexto geodinámico, en la actualidad, es dominado por la interacción de la placa continental Sud Americana y la placa oceánica de Nazca, que se mueve hacia el Este, subyaciendo por debajo de la primera.

Entre las tres zonas macro sísmicas del Perú, la cuenca del río Chala se encuentra en la zona de sismicidad alta, variable, con una intensidad de M: 7,8.

La sismicidad en el sur del Perú, entendida por la distribución de los focos sísmicos en el espacio y en el tiempo, muestran que existen dos grupos de eventos generados en zonas bien definidas.

Primeramente la actividad asociada a la subducción, que disipa mas del 95% de la energía y cuyos focos se distribuyen en una zona de Wadatti – Bernioff, inclinada 30° al este hasta profundidades de mas de 600 Km. y sus eventos alcanzan magnitudes de 7,5 +, con una frecuencia de ocurrencia alta.

La sismicidad cortical, de profundidad superficial, se detecta en las cercanías de fallas activas y que libera los esfuerzos tectónicos concentrados en la corteza de los Andes y sus márgenes. Las magnitudes también alcanzan valores altos (7+),

aunque la ocurrencia es relativamente baja, estos sismos son muy peligrosos y destructivos por ser superficiales.

Los datos históricos son determinantes para identificar fuentes sísmicas y estimar los parámetros sísmicos de los terremotos; esta fuente corresponde al periodo pre-instrumental antes del año de 1930.

La mayor parte de los terremotos destructivos aparecen como intra continentales y relacionados al proceso de subducción. Estos eventos están comprendidos dentro de la dinámica del área del estudio y de la tectónica local de la misma.

De los 15 terremotos ocurridos en el sur del país entre los años de 1604 y 1971 el producido el 24 de agosto de 1942, cuyo epicentro se localizo en la vecindad de Nazca en la zona de Estudio, alcanzo este sismo una magnitud VII MM.

La intensidad sísmica de los terremotos ocurridos en el área estudiada, varia entre VI y VII grados de la escala modificada de Mercalli, como se puede ver en el Cuadro 5.1.

En los años que se vienen desarrollando la actividad minera, los sismos ocurridos no han ocasionado daños a las labores subterráneas, debido principalmente a la dureza de las rocas ígneas de la zona que constituyen el Batolito de la Costa.

Asimismo, no han afectado a las instalaciones ni a los campamentos. Algunos tramos de las trochas carrozables de acceso a las bocaminas han sido bloqueados por derrumbes de piedras y rocas deslizadas por los taludes de los cerros debidos a los movimientos telúricos.

Sin embargo, en el desarrollo de las operaciones mineras, pueden presentarse situaciones de emergencia como: terremotos, incendios y atentados.

Para estas circunstancias impredecibles, la Cia Minera Caravelí S.A.C cuenta con una eficiente Cuadrilla de Salvataje con personal capacitado y equipo adecuado que esta en estrecha coordinación con la Posta de Salud de Tocota y Centro de Salud de Chala, permanentemente realizan simulacros.

CUADRO 5.1

CARACTERÍSTICAS E INTERPRETACIÓN DE LOS TERREMOTOS HISTORICOS

N°	Fecha	Efectos en la zona epicentral	Efectos en la zona de interés	Origen
1	04.11.1604	Destructivo en Moquegua	Destructivo	S
2	10.02.1716	Destructivo en Ica	Fuerte	S
3	13.05.1784	Destructivo en Arequipa	Fuerte (probable)	S
4	06.08.1913	Destructivo en Caravelí	Fuerte	S
5	11.10.1922	Destructivo en Caravelí	Fuerte	S
6	24.08.1942	Destructivo en Nazca	VII MM	S
7	29.09.1946	Destructivo en Ica	Fuerte	S
8	11.05.1948	Daños de Moquegua	VII MM	S
9	18.05.1948	Daños de Ica	VI MM	S
10	09.12.1950	Fuertes daños en Ica	VII MM	S
11	15.01.1958	VII MM en Arequipa	Fuerte	S
12	13.01.1960	Destructivo en Arequipa	VI MM	S
13	15.01.1960	Fuerte de Nazca	Fuerte	S
14	09.03.1960	Fuerte en Acarí	VI MM	S
15	14.10.1971	Destructivo en Apurimac	VII MM	S

S = Zona de subducción

SISMOS EVENTOS HISTORICOS

N°	Fecha	Localidades Afectadas	Escala Modificada de Mercalli
1	06.09.72	Arequipa	5M
2	28.07.72	Arequipa	5M
3	0.02.74	Chala	5M
4	12.03.74	Arequipa	5M
5	01.02.74	Mollendo, Moquegua	5M
6	25.04.74	Moquegua, Mollendo, Arequipa	5M
7	03.10.74	El sur y gran parte del País	5M
8	16.02.79	Arequipa	5M
9	06.08.81	Camaná, Mollendo, Arequipa	5M
10	11.08.81	Camaná, Arequipa	5M
11	21.08.81	Camaná, Arequipa	5M
12	03.03.82	Pisco	5M
13	02.06.82	Pisco Ica	5M

Fuente: INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ, Catálogo Sísmico del Perú.

5.1.4 Poblados aledaños

El caserío de Tocota se encuentra a 2 Km. al SW por carretera afirmada de las instalaciones de la Planta de Beneficio denominada “Chacchuille” y a 36 Km. de la Panamericana Sur, constituye la única y significativa población más próxima a la operación minera de Caravelí.

Otra población es Chala Viejo, distante 12 Km. de la Panamericana Sur y 24 Km. de la Planta de Beneficio “Chacchuille.

En términos generales, la zona que circunscribe a las áreas mineras de Caravelí son desérticas, sin otras poblaciones, con excepción a las denominadas Relave y Mollehuaca de 100 a 80 habitantes, mayormente mineros informales.

En el cuadro 1.1 se aprecian las distancias entre los poblados más cercanos con relación a la zona minera de San Andrés.

Las vías de acceso que unen las localidades mencionadas, consisten en carretera afirmadas en regulares condiciones de mantenimiento. El acceso entre él desvío del Km. 610,7 hacia la población de Chala, se realiza a través de la Panamericana Sur, totalmente asfaltada.

En la amplitud del área que cubre las zonas de “San Andrés” y “capitana”, no se observa en absoluto lugares agrícolas con la mínima vegetación, ni natural.

Solo hay presencia de vegetación en los alrededores de la localidad de Tocota distante en línea recta 6 Km. de la Mina “San Juan” y 7 Km. de la Mina “Chino”.

5.1.5 Información meteorológica del área

Las Zonas de “San Andrés” y de “Capitana”, carecen de una estación meteorológica. Tampoco hay estaciones pluviométricas, ni climáticas cercanas en funcionamiento.

Según información muy gentil del Técnico en Meteorología Sr. Julio Mendoza, del Dpto. Atención al cliente del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI, funcionaban cuatro estaciones meteorológicas próximas a las áreas mineras. Actualmente se encuentran paralizadas o canceladas y son las siguientes.

CUADRO 5.2
ESTACIONES METEOROLÓGICAS

CODIGO	ESTACION	TIPO DE ESTACION	SITUACION
732	YAUCA	CLIMATOLOGICA ORDINARIA	PARALIZADA 1987
734	ATIQUIPA	CLIMATOLOGICA ORDINARIA	CANCELADA 1981
741	CHAPARRA	CLIMATOLOGICA ORDINARIA	CANCELADA 1981
736	LOMAS ATIQUIPA	DE PLUVIOMETRICA	CANCELADA 1981

Fuente: SENAMHI

La estación más próxima a las Zonas Mineras es Cháparra, con información disponible muy antigua hasta 1981. La estación de Yauca aunque con datos mas recientes, se encuentra muy alejada y la de Atiquipa, aún más antigua, estaba en el pueblo del mismo nombre.

5.1.5.1 Temperatura

La temperatura es el elemento meteorológico que más varía y disminuye con relación a la altura hacia los Andes.

En la clasificación de Holdridge, la temperatura se calcula como biotemperatura (media diaria, media mensual o media anual). El concepto de biotemperatura es una de las innovaciones, más significativas de dicho sistema de clasificación.

Según el Diagrama Bioclimático de Holdridge, las biotemperaturas medias anuales máximas, varían entre 22,2° C y 17,9° C la media mínima de 10,6° C y 12° C.

5.1.5.2 Humedad relativa media anual

La humedad ambiental de cualquier lugar esta determinada por la interrelación de dos factores: biotemperatura y precipitación y por consiguiente, si la cantidad de agua almacenada en el suelo es lo suficientemente adecuada la tasa de evapotranspiracion será cada vez mayor cuanto más alta sea la biotemperatura.

La humedad relativa media anual es 80%.

5.1.5.3 Vientos

Las zonas de San Andrés y Capitana se encuentran a una altura media de 1600 m.s.n.m. y de 1800 m.s.n.m. respectivamente. El viento dominante procede del suroeste a noreste con una velocidad promedio entre 5 a 10 Km./h.

5.1.5.4 Precipitación

En el ítem 5.1.5, se indicó que en el área de estudio, las estaciones meteorológicas han sido desactivadas, razón por la cual, los datos de precipitación que se presentan en el Cuadro 5.3, está referidos a la información obtenida de “Zonas de Vida del Perú, Mapa Ecológico del Perú”

CUADRO 5.3

PRECIPITACIONES EN LAS ZONAS DE VIDA

ZONAS DE VIDA	PROMEDIO MÁXIMO ANUAL	PROMEDIO MINIMO ANUAL
Desierto desecado-Subtropical (dd-S) DESECADO	44 mm	2,2 mm
Desierto superárido-Montano Bajo Subtropical (ds-MBS) SUPERÁRIDO	62,5 mm	31,25 mm
Desierto perárido-Montano Bajo Subtropical (dp-SBS) PERARIDO	102,2 mm	63,5 mm

Fuente: INRENA, "Mapa Ecológico del Perú", Zonas de Vida.

5.1.5.5 Evapotranspiración

De acuerdo al Diagrama Bioclimático de Holdridge, el promedio de Evapotranspiración potencial total por año, varía para las dos Zonas de Vida entre 32 y más de 64 veces y entre 16 y 32 veces la precipitación respectivamente. En la Zona de Vida más alta es entre 8 a 16 veces.

5.1.5.6 Presión barométrica

La presión barométrica disminuye en función a la altitud referida al nivel del mar. Consideramos que la presión correspondiente a la altura media de la Zona de “San Andrés” (1600 m.s.n.m.) y de “capitana” (1800 m.s.n.m.), no representa riesgos a la salud de los trabajadores, de acuerdo a la información siguiente:

presión a nivel del mar	760 mm de Hg.
presión a 1000 m.s.n.m.	674 mm de Hg.
presión a 1500 m.s.n.m.	661 mm de Hg.
presión a 2000 m.s.n.m.	597 mm de Hg.

5.1.6 Calidad de aire

Las fuentes potenciales de contaminación del aire, están relacionadas con la infraestructura y actividades de las operaciones mineras, como los campamentos, oficinas, carreteras, mineral, desmonte, transporte, mantenimiento y servicios; estas actividades emiten al aire material particulado y gases de combustión que pueden representar un riesgo a la calidad de este componente ambiental.

La dispersión de estos contaminantes depende de la velocidad y dirección del viento, humedad, del relieve del suelo y del tamaño de las partículas.

La calidad del aire en las dos zonas de las operaciones mineras mencionadas, así como en el área de influencia, está ligada con las estaciones del año, obviamente con las condiciones climáticas.

La calidad del aire en las actividades minero-metalúrgicas, está regulada por los valores establecidos por el Ministerio de Energía y Minas en la R.M. 315-96-EM/VMM y por la R.M. 074-PCM/2001.

Los resultados del monitoreo de calidad de aire efectuado en los días 17 y 18 de diciembre del 2003, se muestran en el Cuadro 5.6 en forma comparativa con los estándares de calidad vigentes en el Perú.

De acuerdo al mencionado Cuadro, los valores de partículas en suspensión PM_{10} , Arsénico y Plomo, así como las concentraciones de los gases de óxido nítrico (NO_x), Dióxido de Azufre (SO_2), Hidrógeno Sulfurado (H_2S) y Monóxido de Carbono (CO), en las estaciones monitoreadas, se encuentran por debajo de los valores indicados en los estándares referidos.

Se justifican los valores bajos debido:

A la topografía del área

A las operaciones mineras llevadas con labores subterráneas

A las características del suelo, conformado por rocas ígneas sólidas, compactas del Batolito de la Costa (granito, diorita cuarcífera, grano diorita, monzonita).

Por las razones expuestas, la calidad de aire en las zonas de la Operación Minera de “San Juan” y “Chino”, no tienen riesgos actuales, ni potenciales de experimentar contaminación.

CUADRO 5.4

NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CALIDAD DE AIRE PARA LAS ACTIVIDADES MINERO METALURGICAS

(R.M. N° 315-96 EM/VMM)

PARÁMETROS	CONCENTRACIÓN MEDIA ARITMÉTICA DIARIA Ug/m ³ (ppm)	CONCENTRACIÓN MEDIA ARITMÉTICA ANUAL ug/m ³ (ppm)	CONCENTRACIÓN MEDIA GEOMETRICA ANUAL ug/m ³
ANHÍDRIDO SULFUROSO	572 (0.2)*	172 (0.06)	---
PARTICULAS EN SUSPENSIÓN	350 *	--	150
PLOMO	---	0.5	---
ARSÉNICO	6	---	---

(*) No debe ser excedido mas de una vez al año

Además deberá considerarse: Concentración Mensual de Plomo = 1.5 ug/m³

CUADRO 5.5

ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AIRE

(Decreto Supremo N° 074 – 2001 – PCM)

CONAM – Consejo Nacional del Medio Ambiente

CONTAMINANTES	PERIODO	VALOR (*)	
DIÓXIDO DE AZUFRE	ANUAL 24 HORAS	80 365	Media Aritmética Anual NE mas de 1 vez al año
PM10	ANUAL 24 HORAS	50 150	Media Aritmética Anual NE mas de 3 veces al año
MONÓXIDO DE CARBONO (1)	8 HORAS 1 HORA	10 000 30 000	Promedio Móvil NE mas de 1 vez al año
DIÓXIDO DE NITROGENO	ANUAL 1 HORA	100 200	Promedio Aritmético Anual NE mas de 24 veces al año
OZONO	8 HORAS	120	NE mas de 24 veces al año
PLOMO	ANUAL MENSUAL	-- 1.5	NE mas de 4 veces al año
SULFURO DE HIDROGENO	24 HORAS	--	----

(*) VALORES DE CONCENTRACIONES EN MICROGRAMOS POR METRO CUBICO

NE: No Exceder

**CUADRO 5.6
CALIDAD DE AIRE EN EL AREA DE INFLUENCIA**

ESTACION DE	PARTICULAS EN SUSPENSION	ug/m ³	ug/m ₃	ug/m ₃	ug/m ₃	ug/m ₃	ug/m ³
MUESTREO	PM10 (ug/m ³)	As	Pb	NOx	SO ₂	H ₂ S	CO
-Barlovento -Sotavento	45	<0,01	0,002	1,15	3,80	0,80	128
	40	<0,01	0,003	1,10	3,85	0,65	128
-Barlovento -Sotavento	30	0,01		1,06	3,66	0,53	130
	38	<0,01	0,003 0,005	1,13	4,15	0,60	135

Fuente: Certificado de análisis EQ.-No 635/638-01

5.1.7 Geomorfología

De acuerdo a las características del relieve topográfico en el que juegan papel importante la diferencia de altura, la estructura geológica, la litología y el clima, se han distinguido entre las ocho unidades geomorfológicas las tres siguientes:

Cadena costanera

Al este de la faja litoral y a partir de los 400 m.s.n.m. el perfil de los cerros se va haciendo cada vez más empinado y por lo tanto la topografía más accidentada. La altitud que alcanzan los cerros es variada, adquiriendo elevaciones que llegan hasta los 2500 m.s.n.m.

Peneplanicie costanera

Está ubicada en el sector SE del área de estudio, entre los 1700 m.s.n.m y corresponde a una superficie de acumulación de conglomerados y tobas del terciario superior que cubren una antigua superficie de erosión. Numerosas quebradas de poca profundidad apenas han llegado a desectar a la antigua superficie de erosión y drenan hacia el sur.

Peneplanicie Subandina

Está cortada por numerosas quebradas y ríos que drenan hacia el pacífico. La diferencia de nivel aumenta progresivamente de SW a NE, desde los 2500 m.s.n.m. hasta los 3200 m de altitud.

Esta superficie, posiblemente comenzó a formarse en el terciario medio por acción marina a una altura muy inferior a la actual, alcanzando las rocas del Batolito, que han quedado al descubierto por la intensa erosión modeladora del que solo una parte está cubierta en pequeñas áreas por depósitos tobáceos más jóvenes.

Geología Local y Económica

Zona de “San Andrés” (Mina “San Juan”)

En la zona de “San Andrés” la roca principal es la granodiorita en donde se presenta un sistema de estructuras con rumbo N° 25 E, buzamiento de 20° SE (localmente tiende a la horizontalidad) potencia de 0,05m a 0,70m rellenas con cuarzo lechoso masivo, óxidos de fierro y oro libre.

Zona de “Capitana” (Mina “Chino”)

Predominan rocas ígneas dioritas, tonalitas y andesitas pertenecientes al cretáceo superior.

En esta zona se presentan dos sistemas principales de vetas: uno con rumbo E-W y buzamiento medio de 50° y el otro con rumbo N°65 W y buzamiento 45° NE.

Ambos sistemas presentan potencias entre 0,25 m y 1,60 m rellenas con óxidos de hierro (hematita, limonita, goethita) escasa pirita, calcopirita, esfalerita, galena, calcita y cuarzo lechoso ahumado brechoso de textura sacaroide cavernoso a veces panizado en donde se presenta el oro libre.

En resumen la mineralización económica es el oro acompañado en relación variable con la planta, la ganga es el cuarzo, calcita, siderita, yeso, clorita y sericita.

5.1.8 Suelos

Todos los derechos mineros que integran las U.E.A. de “San Andrés” y de “Capitana” se encuentran en terrenos íntegramente eriazos, desérticos y sin vegetación.

Dadas las características climáticas, geológicas y topográficas de la zona de estudio, los suelos pertenecen a dos agrupaciones (HONREN, 1975) esto es la Asociación Fluvisol –Eutrico (seco) y la Asociación Lítico Litosol (desértico).

Los suelos que se encuentran en la quebrada seca de Tocota pertenecen al grupo Fluvisol – Eutrico (seco) formados por relleno aluvional del cuaternario, los que se han originado por las corrientes de curso intermitente o quebradas secas.

En los cerros alternándose con las pampas, existen suelos superficiales que descansan sobre materiales rocosos o que muestran a las rocas desnudas, edáficamente pertenecen a la Asociación Lítico – Litosol (desértico) con pendiente entre 50 – 70% y se localizan sobre rocas ígneas intrusivas principalmente y en

menor proporción sobre material volcánicos y sedimentarios (areniscas) sus posibilidades para la agricultura son nulas.

En la zona de estudio, se encuentran numerosas minas antiguas abandonadas y labores de grupos de trabajadores artesanales dedicados a la extracción del oro mediante el proceso de quimbaletes y amalgamación con Mercurio (Hg) esta actividad estaría generando problemas ambientales por Mercurio, representando un alto riesgo a la salud de los trabajadores artesanales.

5.1.9 Recursos hídricos

El único curso fluvial de la zona de “San Andrés” (Mina “San Juan”) está dado por la cuenca de la quebrada Huayco prácticamente seca en toda época.

Asimismo, la cuenca de la quebrada Huanuhuanu aledaña a la zona de “Capitana”, generalmente está seca y corre escasa agua, solo en épocas de verano.

Las operaciones Mineras se encuentran ubicadas en la parte alta de la cuenca de la quebrada de Chala, la que drena al Océano Pacífico.

En la Mina “San Juan” como en la Mina “Chino” las labores subterráneas más bajas o inferiores, se encuentran en un nivel de 1750 msnm y el cauce de la Quebrada. Huanuhuanu se localiza en una altura de 100 msnm esto es con una diferencia de cota de 750m.

La mina “Chino” dista en líneas recta 6km al NW de la Mina “San Juan” Ambas minas distan 3km en línea recta de la Qda. Huanuhuanu (Tocota – Chala).

A consecuencia de la sequedad de la cuenca de la Qda. de Chala, esta no cuenta con información hidrométrica local, debido a la falta de informaciones de precipitación – escorrentía no es posible estimar su descarga.

Hidrología Superficial local

En las zonas del estudio las cuencas hidrológicas están compuestas por las quebradas de Huanuhuanu, Huichí, la Charpa, Tocota, Huayco y San Andrés, que drenan al río Chala.

Las quebradas mencionadas así como el río Chala presentan cauces completamente secos, lo que limita terminantemente la determinación de un potencial hídrico subterráneo, además no se tiene conocimiento de una cartografía básica.

La ausencia de aguas superficiales, es característica de la zona por tener quebradas secas, muy esporádicamente se aprecia pequeños cursos de agua en época muy lluviosa en la zona alto andina, por estas características la zona pertenece al área desértica de la costa peruana.

5.1.10 Hidrología subterránea

En el área de las operaciones mineras de “San Juan” y “Chino” no existen aguas subterráneas.

La ausencia de cuerpos de agua, se explica por la escasez de lluvias, que limita la presencia de aguas superficiales a la topografía (70%) y a las ubicaciones de las áreas mineras (vistas fotográficas)

Distante 4,5 km en línea recta de las operaciones de la Mina “San Juan” y 3km de la mina “Chino” en la Qda. Huanuhuanu y río Chala se ha determinado la presencia de acuíferos subterráneos del tipo no confinado cuyo manto freático estaría en la arena y gravas con porosidad entre 35 y 30% el drenaje alrededor del 30% con resistividad baja y un potencial alto.

La presencia de pozos artesianos y tubulares, así como el afloramiento (manantiales) que se observan en los lechos de la Qda. Huanuhuanu y el río Chala, destaca el pozo artesanal de 17m de profundidad que abastece de agua para las operaciones hidro – metalúrgicas de la planta Chacchuille para uso doméstico del campamento y como fuente de suministro a los campamentos de las mismas mencionadas “San Juan” y “Chino”.

Se puede determinar que el flujo de las aguas subterráneas proviene de las alturas y la recarga de estas aguas se realiza mediante precipitaciones pluviales que ocurren en esa zona.

5.1.11 Uso y calidad de agua

Como se ha mencionado en el área de las operaciones mineras de “San Juan” y “Chino”, no existen recursos hídricos.

El recurso agua, componente ambiental considerado en el presente estudio, está ubicado en el cauce del río Chala, localizado a 3km en línea recta del área de influencia.

a) Abastecimiento con fines de uso doméstico / industrial

La fuente de abastecimiento de agua para la población de los campamentos mineros de “San Juan” y “Chino” y para las operaciones mineras provienen de un pozo artesiano de 17m de profundidad, ubicado en el área de la concesión de la planta de beneficio Chacchuille de propiedad de la Cía. Minera Caravelí S.A.C. .

Las aguas son transportadas a los campamentos en bolsas plásticas de 50 litros que son vertidas y almacenadas en bolsas de igual volumen y distribuidas estratégicamente en los campamentos.

Estos depósitos provistos de caños cubren las necesidades de los trabajadores de este líquido elemento.

Industrialmente el agua es utilizada en las operaciones mineras: en los equipos de perforación en la refrigeración de las compresoras de aire comprimido y grupos electrógenos y como una medida para evitar posibles generaciones de polvos, en el rociado sobre el material roto por las voladuras en interior mina y de las canchas de desmonte en superficie.

En cuadro 5.11 se indica la demanda de agua y su distribución.

b) Calidad de Aguas para uso doméstico

Los resultados del análisis que determina la calidad físico química y bacteriológica de la fuente de abastecimiento de agua, con fines de uso doméstico se detallan en los cuadros 5.7, 5.8 y 5.9.

En el cuadro 5.8 también se indica la calidad bacteriológica de las aguas que utilizan en los campamentos de las Minas “San Juan “ y “Chino”.

La fuente de agua cumple con los requisitos físico-químico y bacteriológico para su uso con fines domésticos, según las pautas sobre calidad para agua potable recomendadas por la organización mundial de la salud OMS /85 sin embargo la calidad bacteriológica experimenta un incremento en la densidad bacteriana en valores por encima del recomendado en las pautas mencionadas.

CUADRO 5.7
CALIDAD FISICO QUÍMICA DE LA FUENTE DE AGUA PARA USO DOMESTICO

PARÁMETROS	Pozo Chacchuille	OMS/85	Expresado en:
Color	0	15	--
Ph a 20°C	7.1	6.5-8.5	--
Turbidez	0	5	UNT
Conductividad eléctrica (20°C)	760	--	US/cm.
Sólidos totales disueltos (180°C)	608	1000	mg/l
Alcalinidad total	86	--	mg CaCO ₃ /l
Dureza total	275	500	mg CaCO ₃ /l
Cloruros	61	250	mg Cl ⁻ /l
Nitratos	1055	10	mg N ⁻ NO ₃ /l
Sulfatos	168	400	mg SO ₄ /l
Arsénicos	<0.01	0.05	mg/l
Cadmio	<0.001	0.005	mg/l
Calcio	86	--	mg/l
Cianuro total	<0.01	0.1	mg/l
Cobre	0.013	1.0	mg/l
Cromo	<0.01	0.05	mg/l
Hierro	0.013	0.30	mg/l
Magnesio	<0.01	--	mg/l
Mercurio	0.195	0.001	mg/l
Plomo	13.77	0.05	mg/l
Zinc	<0.0002	5.0	mg/l

OMS/85 = Pautas sobre calidad para agua potable
Fuente certificado de análisis EQ N° 1355-01 – EQUAS S.A.

CUADRO 5.8
CALIDAD BACTERIOLÓGICA DEL AGUA PARA USO DOMESTICO

NOMBRE DE LA FUENTE PUNTO DE MUESTREO	U.F.C. / ml 35°C	NMP COLIFORMES / 100 ml	
		TOTAL 35°C	FECAL 44,5°C
POZO CHACCHUILE – POZO	50	0	0
CAMPAMENTO MINA SAN JUAN – BIDON	320	10	<2.2
CAMPAMENTO MINA CHINO – BIDON	410	10	<2.2
PAUTAS SOBRE CALIDAD PARA AGUA POTABLE OMS/85	500	3	0

OMS/85 = Pautas sobre calidad para agua potable
Fuente certificado de análisis EQ N° 696/698-01

CUADRO 5.9
CALIDAD FÍSICO QUÍMICA DE AGUA DE POZOS

PARÁMETROS	Manantial pozo Centro poblado pozo	P4zo Mollehuaca	Manantial Oso Pampa de Oso	EXPRESADO EN:
Ph a 20°C	7.8	7.2	7.1	--
Conductividad eléctrica (20°C)	630	715	745	uS / cm
Sólidos en suspensión (105°C)	5	3	3	mg/l
Dureza total	216	235	282	mg CaCO ₃ /l
Cloruros	76	70	78	mg Cl ⁻ /l
Arsénicos	<0.01	<0.01	<0.01	mg/l
Cianuro total	<0.01	<0.01	<0.01	mg/l
Cobre	0.015	0.011	0.013	mg/l
Hierro	0.244	0.241	0.253	mg/l
Mercurio	<0.002	<0.002	<0.002	mg/l
Plomo	<0.001	0.011	0.013	mg/l
Zinc	0.020	0.030	0.067	mg/l

Fuente: Certificado de análisis EQ No. 1356/1358-01

c) Calidad de agua para uso industrial

El valor de pH (7,1) el bajo contenido de sólidos totales disueltos (608 mg/l) de Dureza Total (275 mg/l CaCO₃) de cloruros (61mg/l) así como las concentraciones de metales a nivel de trazas demuestran que la fuente de agua no presenta riesgos por incrustación o corrosión en los equipos (refrigeración) utilizados en las operaciones mineras.

d) Calidad de aguas en áreas adyacentes y al área de influencia

En el ítem 5.1.5.9 recursos hídricos se indicó que en el área de influencia directa de las operaciones mineras de “San Juan” y “Chino” no existe el recurso hídrico, sin embargo a nivel zonal y de influencia indirecta se encuentran napas de agua subterráneas (río Chala), que son utilizadas por las pequeñas poblaciones, destacándose las de pozo y tocota, estas poblaciones utilizan esta agua con fines de uso doméstico, de riego y como abrevadero de animales domésticos y de la limitada fauna existente.

Los resultados del análisis de las aguas de las tres fuentes (pozos) que se detallan en el cuadro 5.8 según los límites máximos permisibles establecidos por la Ley General de Aguas D.L. 17752 y su modificatoria D.S. 007-63 SA estas cumplen con los requisitos de calidad exigidos para los cuerpos de agua de clase I y II.

Clase I : Agua de abastecimiento doméstico con simple desinfección (hipoclorito).

Clase II: Agua para riego de vegetales, consumo crudo y bebida de animales.

Las aguas subterráneas principalmente las aguas extraídas a superficie (canales) están expuestas a alteraciones respecto a su calidad, debido a la actividad minera de los informales que durante los trabajos de campo no se observaron.

5.2 Ambiente Biológico

5.2.1 Descripción del Ambiente Biológico

La comunidad biótica, es el conjunto de diversas poblaciones integradas por el hombre, los animales y las plantas que mantienen vínculos mutuos de dependencia.

El ambiente es el medio que rodea a la comunidad biótica, quien toman la materia y la energía para su vida y desarrollo. El medio ambiente es su “hábitat”.

La comunidad biótica y el medio ambiente constituyen una unidad inseparable y relativamente independiente, denominada: sistema ecológico o ecosistema.

5.2.2 Flora y Fauna

Las zonas mineras en estudio, se localizan en la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes (Batolito de la Costa).

De acuerdo al Mapa Ecológico del Perú (1995) ambas zonas se ubican en áreas comprendidas tanto en la zona de Vida de desierto desecado subtropical (dd.S) como en la de desierto superárido montano bajo subtropical (ds-MBS) y desierto perárido montano bajo subtropical (dp-MBS).

La zona de vida “desierto desecado subtropical (dd-s)” tipifica al desierto de la región costera del país en su extrema aridez y comprende planicies como las parte baja del valle costero, desde el nivel del mar hasta 1800 de altura.

La presencia de dunas y carencias casi de total vegetación, son rasgos característicos de esta Zona de Vida.

Prolifera una cubierta vegetal consistente de tillandsias grises (*Tillandsia* spp) caracterizada por la casi ausencia de raíces. La vegetación se presenta debido a las precipitaciones invernales bajo la forma de neblinas y garúas.

En la zona de Vida “desierto superárido Montano Bajo subtropical (ds-MBS) comprendida entre los 500 msnm y los 2300 msnm la vegetación herbáceas estacional muy rala es escasa y se circunscribe a hierbas anuales de vida efímera dominando las gramíneas así como arbustos subarbustos y cactáceos de los géneros *Céreas* y *Opuntia*. Se puede puntualizar al “*Céreas candelaris*” que presenta una forma de candelabro.

En la zona de vida “desierto perárido Montano – Bajo Subtropical (dp-MBS) la vegetación es escasa y se circunscribe a hierbas anuales de vida efímera, dominando las gramíneas así como arbustos, subarbustos y cactáceas de los géneros *Céreas* y *Opuntia* se puede puntualizar al “*Céreas Candelaris*”, que presenta una forma de candelabro gigante “*Opuntia subulata* “ y la “*Frasería frutricosa*”, que crece en forma dispersa o entremezclada con otras plantas.

Las referencias establecen que la vegetación en estas zonas de vida a veces no existe o es rala, muy escasa, aparecen especies halófitas distribuidas en pequeñas manchas verdes o en un tapiz graminal de vida efímera durante la estación de lluvias veraniegas.

La vegetación rural incipiente, es típica del territorio costanero de los desiertos, observándose en forma dispersa especies arbustivas y subarbustivas serófilas así como cactáceas de los géneros *Céreas* y *Opuntia*.

La descripción expuesta a veces no existe, confirma que en el área de estudio de las zonas de las operaciones mineras se ha determinado la ausencia de flora y del ecosistema acuático.

Es de resaltar la iniciativa de la empresa apoyada por sus trabajadores en el sembrado y cultivo de plantas ornamentales: clavel, molle y de consumo como: tuna, zapallo, tomate, cebolla, etc.

Fauna

La bibliografía existente (INRENA) no refiere estudios de la fauna por zonas o distritos. De nuestra investigación se concluye, que la fauna en el área de estudio es prácticamente nula, habiendo observado solo lagartijas – tropidurus sp.

En la zona adyacente al área de influencia, valle de Chala, la fauna sola es silvestre y pobre, propia de zonas secas y desérticas, observándose presencia de gallinazos, zorros, buitres, águilas, lagartijas y otros reptiles pequeños. El reptil más común es el tropidurus peruvianus.

Hay presencia de artrópodos como escorpiones, coleópteros, arañas, lepismatidos, colembolos, etc.

En las zonas agrícolas se observa ganado vacuno, ovino y caprino, poco significativo, llevados al lugar por algunos habitantes que se dedican a la agricultura.

5.2.3 Ecosistema acuática

No existe, debido a la ausencia de cuerpos de agua.

5.2.4 Aspectos de importancia, ecología, especies y áreas protegidas

La ley forestal y de fauna silvestre, promulgada el 13 de mayo de 1975 por Decreto Ley 21147, norma la protección y el uso de los recursos forestales y de fauna.

El Art. 7° del Reglamento de Conservación de la Flora y Fauna Silvestre de la Ley Forestal de Fauna D.S. N° 158-77-AG, establece que el Ministerio de Agricultura para los fines de protección, clasifica las especies silvestres en tres categorías:

- § Especies en vías de extinción
- § Especies vulnerables
- § Especies raras

En las zonas de estudio como ya se ha mencionado, constituyen áreas pobres en flora y fauna, con seguridad que es poco probable que se formen ecosistemas que incluya a la flora y fauna.

5.3 Ambiente socioeconómico cultural

El análisis de las diversas relaciones que se dan entre las variables demográficas, económicas y sociales que componen el Ambiente socio-económico, esta basado en la información directa recopilada durante los días 17 y 18 de diciembre del 2001 de trabajos de campo a través de entrevistas a habitantes del lugar, trabajadores de las minas e información indirecta a través de los informes estadísticos, recopilada del Instituto Nacional de Estadística e Informática. INEI (Censo 1993 – Tomo II) Ministerio de Salud e Instituciones Locales.

Para el análisis y evaluación de impactos, se considera como unidad de estudio la cuenca del río Chala.

5.3.1 Análisis socio-económico

Población

Las actividades mineras de la Mina “San Juan” y Mina “Chino” brindan trabajo en conjunto a 400 trabajadores de los cuales el 50% pertenecen al lugar y el 50% restante provienen de otras zonas.

Escasos pobladores de Chala se dedican a la pesca, mayormente han dejado esta actividad para laborar en la extracción informal del oro, que significa una fuente de trabajo penosa pero más lucrativa.

La población más cercana a las operaciones minero-metalúrgicas es Tocota, Capital del distrito de Huanuhuanu.

El distrito de Huanuhuanu tiene una población de 1,326 (403 hogares) habitantes dedicados principalmente a la actividad minera (formal e informal) y en menor porcentaje a la agricultura y ganadería.

Las características de la población del Distrito de Huanuhuanu son las siguientes:

Población total : 1 326 habitantes

Población urbana : 73 habitantes

Población Rural : 1253 habitantes

5.4 Saneamiento

5.4.1 Disponibilidad, suministro y consumo de agua

Se ha establecido que tanto la zona minera de “San Andrés” como la de “Capitana” son áridas, desérticas y carentes de recursos hídricos.

Zona de la planta de beneficio

La Qda. Chala o Tocota no garantiza el abastecimiento de aguas, por lo que la Cía Minera Caravelí S.A.C. ha tenido la necesidad de captar aguas subterráneas del cauce de la Qda. Tocota, mediante la profundización de un pozo.

El abastecimiento de agua es a través de un pozo artesano de 17m de profundidad y 1,50m de diámetro con el espejo de agua a 10m de la superficie. El pozo se encuentra revestido de concreto, con anillos de acero cada 2m.

Para cubrir el requerimiento de agua, han instalado una electrobomba de 12 Hp que capta un caudal de $10 \text{ m}^3/\text{hora} = 2,8 \text{ lt / seg.}$ durante 7 horas cada 12 horas aproximadamente.

Zonas mineras

Las dos zonas se abastecen de agua para consumo doméstico e industrial para sus operaciones mineras, del referido pozo artesano de la planta de beneficio, la que es trasladada diariamente en volquetes mediante bidones de plástico.

Consumo de Agua

Las Quebradas Huanuhuanu y de la Charpa forman la Qda. Tocota, la que junto a la Qda. San Andrés conforman la Qda. Chala. Todas prácticamente secas durante el año.

En consecuencia para las necesidades industriales y domésticas la totalidad del agua requerida es abastecida por el pozo artesiano de la Planta de Beneficio Chachuille.

5.4.2 Aguas residuales e industriales

Agua Industrial y Doméstica

Desde el pozo artesano el agua es bombeada hacia el Tanque Reservorio Auxiliar de 2 m x 2m de profundidad, que se encuentra adyacente al tanque reservorio de la planta de 7m x 7m también de 1,80m de profundidad.

Para satisfacer los requerimientos del consumo humano y de la actividad minera en ambas zonas mineras, se transporta agua desde el Tanque Reservorio Auxiliar.

a.1 Zona de “San Andrés” (Mina San Juan)

Desde el tanque reservorio auxiliar, el agua es llevada en bolsas flexibles transportada por volquetes.

El volquete realiza dos viajes/día de lunes a viernes y un viaje el día domingo.

Cada viaje lleva una bolsa de 25 cilindros de 55 ges c/u.

Resulta:

$$2 \text{ viaje / día} \times 1 \text{ bolsa} \times 25 \text{ cilindros de } 0,2 \text{ m}^3 / \text{ cilindro} \times 6 \text{ días} = 60 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ viajes/día} \times 1 \text{ bolsa} \times 25 \text{ cilindros de } 0,2\text{m}^3 \text{ cilindro} \times 1 \text{ día} = 5\text{m}^3$$

$$\text{Total} = 65\text{m}^3$$

$$\text{Total } 65 \text{ m}^3/\text{semana} = 9,29 \text{ m}^3/\text{día}.$$

Consumo agua industrial

Gran parte de este volumen de 9,29 m³/día de agua, se destina 6,22 m³/día a la perforación en interior mina, para después de la voladura, refrigeración de las compresoras y grupos a eliminar el polvo de las canchas de desmonte en superficie, etc.

Consumo Agua doméstica

Para campamentos, cocinas – comedores, oficinas, etc. se utilizan 3,07m³/día.

El promedio aproximado de consumo de agua doméstica por persona / día resulta:

$$3,07 \text{ m}^3/\text{día entre } 200 \text{ personas} = 15 \text{ persona/día}$$

a.2 Zona de “Capitana” (Mina “Chino”)

Para esta zona, el volquete realiza seis viajes/día de lunes a viernes y tres viajes el día domingo, cada viaje lleva una bolsa de 25 cilindros de 55 gls c/u.

Resulta.

$$6 \text{ viajes/día} \times 1 \text{ bolsa} \times 25 \text{ cilindros de } 0,2\text{m}^3 / \text{ cilindro} \times 6 \text{ días} = 180 \text{ m}^3$$

$$3 \text{ viajes/día} \times 1 \text{ bolsa} \times 25 \text{ cilindros de } 0,2 \text{ m}^3/\text{cilindro} \times 1 \text{ día} = 15\text{m}^3$$

$$\text{Total} = 195 \text{ m}^3$$

$$\text{Total: } 195 \text{ m}^3/\text{semana} = 27,86 \text{ m}^3/\text{día}$$

Consumo Agua Industrial

De este volumen de 27,86 m³/día de agua mayormente se destinan 18,66 m³/día a la perforación en interior mina, para el regado después de la voladura, refrigeración de las compresoras y grupos, para eliminar el polvo de las canchas de desmonte en superficie etc.

Consumo Agua Doméstica.

Para campamentos, cocinas – comedores oficinas, etc. se utiliza 9,20m³/día.

El promedio aproximado de consumo de agua doméstica por persona por día resulta 9,2 m³/día entre 350 persona = 26,29 lt/ persona / día.

CUADRO 5.10
DEMANDA Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA

U.E.A	No de Habitantes	Uso industrial m ³ /día	Uso doméstico m ³ /día	Total m ³ / día
“San Andrés” (Mina San Juan)	200	622	3.07	9.29
“Capitana “ (Mina Chino)	350	18.66	9.20	27.86

Fuente: Tesis de Minas del Ing. Edison Rueda –UNI-FIGMM

Aguas Residuales

a. Aguas residuales domésticas

Las aguas de consumo doméstico generan 12.27 m³/día (= 3,07 m³/día + 9,20 m³/día) de aguas servidas.

Las aguas servidas son generadas en las duchas, cocinas y comedores y son conducidas por tuberías a áreas libres para su infiltración en los suelos, debido a la intensidad del calor fácilmente se evaporan, bajo estas condiciones en los campamentos no se presentan problemas en el manejo de efluentes domésticos.

Agua Industrial

Las perforadoras, compresoras y grupos electrógenos que demandan agua industrial para su refrigeración, no generan aguas de desechos. El agua utilizada en interior mina por el equipo de perforación y después de la voladura, se pierde en la sequedad de la labor subterránea y la empleada en la refrigeración de las compresoras de aire comprimido y grupos instalados en superficie, se evapora en la amplitud del área.

De igual manera ocurre con el agua utilizada en la eliminación del posible polvo de las canchas de desmonte en superficie, debido a la aridez de la zona.

5.4.3 Residuos sólidos y relleno sanitario

Los residuos que se generan en las zonas del estudio, están conformados básicamente por residuos domésticos. La generación per-capita en ambos campamentos es como sigue:

$$8 \text{ cilind.} \times 1,4 \text{ m}^3/\text{cilind} \times 7 \text{ d}/200 \text{ personas}) = 0,8 \text{ m}^3/\text{d- persona.}$$

El manejo de los residuos sólidos en los campamentos son depositados en bolsas en los cilindros metálicos convencionales, adecuadamente tapados y colectados en forma semanal, los sábados de cada semana para su traslado.

Rellenos Sanitarios

En la mina “San Juan” ha profundizado una excavación de 5m x 7m de sección y 2m de altura (= 70m³) para relleno sanitario de la zona de “San Andrés” (ver anexo II)

En la mina “Chino” han realizado una excavación de 5m x 7m de sección y 2,5m de profundidad (= 87,5m³) para el relleno sanitario.

La higienización es diaria y la recolección de la basura en ambas zonas es semanal los días sábados.

No disponen de un “huesero” debido a que no se presentan desperdicios metálicos, fierros y piezas en desuso, chatarra, etc.

CAPITULO VI

CAPITULO VI PLAN DE CIERRE DE MINA

6.1 Marco legal

Aspectos Legales de las Operaciones Mineras

El objetivo general de la actual legislación ambiental minera en el Perú es asegurar que cualquier nueva operación incorpore dentro de su diseño todos los dispositivos que se requieran para prevenir cualquier impacto que pueda causarse al ambiente circundante y que sus descargas cumplan con los Niveles Máximos Permisibles (NMP) establecidos por la Ley. La legislación básica aplicable a las actividades minero-metalúrgicas es el Decreto Supremo No 014-92-EM, también conocido como **Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería (TUO)**, publicado el 3 de junio de 1992, que fuera modificado por los Decretos Leyes Nos. 25702 , 25764, 25998 y 26121 y por los Decretos Supremos Nos. 33-94-EM y 35-94-EM.

La máxima autoridad ambiental en el Perú, es el **Consejo Nacional del Ambiente CONAM**, fue creado en diciembre de 1994 mediante Ley N° 26410, (publicada el 22 de diciembre de 1994) como la entidad responsable de la planificación y aplicación de la política ambiental. El CONAM es dirigido por un Consejo Directivo de siete miembros.

La política de CONAM ha sido hasta ahora la de asegurar que cada Ministerio encargado de un sector industrial que tenga actividades de producción, establezca su propia Dirección Ambiental. El propósito de esta Dirección es asegurar que las empresas que operan en el marco de sector cumplan con la reglamentación ambiental promulgada para éste. CONAM anticipa jugar un papel decisivo en promover la autorregulación ambiental en cada sector productivo, al asegurarse que las normas y reglamentos sean claramente definidos y sean aplicados por sus respectivas autoridades sectoriales.

Las empresas mineras son responsables de controlar las emisiones, descargas y eliminación de todos los productos derivados que resulten de sus operaciones que pudieran representar algún riesgo para el ambiente natural, ya sea debido a concentraciones excesivas o como consecuencia de la exposición prolongada, por encima de los niveles máximos permisibles.

El 13 de enero de 1996, se aprobó la Resolución Ministerial N° 011 -96-EM/VMM, a través de la cual se fijaron los **Niveles Máximos Permisibles para Efluentes Líquidos Minero-Metalúrgicos**. Esta resolución estableció criterios de calidad de efluentes para descargas líquidas de la actividad minero-metalúrgica así como las frecuencias de muestreo y de reporte. Se establecieron límites para el “Valor en Cualquier Momento” (instantáneo) y para el “Valor Promedio Anual” de pH, sólidos en suspensión, metales disueltos (plomo, cobre, zinc, hierro y arsénico) y cianuro total.

El 19 de julio de 1996, el MEM aprobó mediante Resolución Ministerial N° 315-96-EM/VMM, los **Niveles Máximos Permisibles de Anhídrido Sulfuroso, Partículas, Plomo y Arsénico Presentes en las Emisiones Gaseosas Provenientes de las Unidades Minero-Metalúrgicas**. Esta norma establece límites de emisión para la calidad de las descargas al aire de las actividades minero-metalúrgicas. La legislación vigente exige a los titulares de actividad minera el mantenimiento de programas permanentes de prevención y control ambiental que comprendan muestreos periódicos y análisis químicos y físicos que permitan realizar la debida evaluación y control de efluentes, emisiones y niveles de ruido que resulten de los procesos industriales. La ley exige a los titulares de actividad minera que mantengan archivos al día de dichos programas y que los mismos estén a disposición del MEM para su inspección.

6.1.1 Ley de Cierre de Minas N° 28090

- Regula las obligaciones y procedimientos para la elaboración, presentación e implementación del Plan de Cierre de Minas.
- Establece las medidas a adoptarse a fin de rehabilitar el área utilizada o perturbada por la actividad minera.
- Compete al MEM aprobar los planes de cierre, fiscalizar y controlar las obligaciones asumidas e imponer sanciones administrativas.
- Los titulares de actividad minera deben:
 - Implementar su plan de cierre desde el inicio de sus actividades
 - Reportar el avance cada 6 meses
 - Constituir garantía por el costo estimado del Cierre.
- Unidades en operación presentarán su plan de cierre
- El MEM hizo la prepublicación del Reglamento.

Guías Ambientales publicadas por DGAA/MEM:

- n Elaboración de EIA
- n Elaboración de PAMA
- n Cierre y Abandono de Minas
- n Vegetación de Áreas Disturbadas por la Industria Minero-Metalúrgica
- n Manejo de Drenaje Ácido de Mina
- n Manejo de Relaves Mineros
- n Estabilidad de Taludes de Depósitos de Residuos Sólidos Provenientes de las Actividades Mineras
- n Actividades de Exploración de Yacimientos Minerales
- n Relaciones Comunitarias.

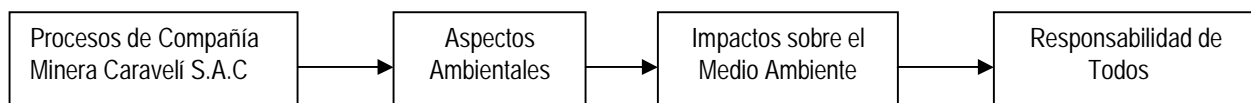
6.2 Aspectos Ambientales

6.2.1 Lineamientos para Reducir los Impactos Ambientales

El nivel gerencial de la administración de la Compañía Minera Caravelí S.A.C., la Superintendencia y el Programa de Medio Ambiente establecen y suscriben la política y los lineamientos generales respecto al cuidado del medio ambiente y la optimización de los procesos, considerando el siguiente orden de prioridades: Medio Ambiente, Seguridad, Comunicación, y Producción; dentro del marco legal que le dictamina el Estado como empresa privada. Asimismo remiten los reglamentos, procedimientos y disposiciones internas ambientales que norman las actividades de los trabajadores, siendo la comunicación el elemento clave de la eficiencia de su gestión administrativa, que garantiza la participación total de los trabajadores (foto 24, 25 y 26).

6.2.2 Identificación de los Aspectos Ambientales Significativos (AAS)

Los aspectos ambientales son aquellos elementos de las actividades, productos o servicios de una organización susceptibles de interactuar con el medio ambiente.



Como la mayor parte de las empresas, Compañía Minera Caravelí SAC. Presenta aspectos ambientales que debe enfrentar. Para establecer este orden de prioridad, hay que determinar cuales son los aspectos ambientales significativos. Hay varios elementos que determinan si un aspecto ambiental es significativo o no:

- Impacto sobre medio físico (ejemplo: aire, agua , suelo)
- Impacto sobre medio biológico (ejemplo: flora y fauna)
- Impacto sobre medio humano (ejemplo: salud)
- Aspecto reglamentario específico (ejemplo: norma sobre las emisiones de polvo, norma sobre las concentraciones de metales pesados en los efluentes)

Constituyen un aspecto ambiental:

- Los impactos potenciales en el aire, agua o el suelo.
- Las materias primas, los procesos de transformación, los productos y el empleo final de estos.

Se deben tener en cuenta los aspectos ambientales directos (foto 27 y 28) tales como el humo de chimeneas, nube de vapores tóxicos, cilindros de desechos peligrosos, acumulación de basura, etc., y los aspectos ambientales indirectos como las prácticas de aprovisionamiento, acciones personales, gestión de instalaciones, selección de equipos, operación y mantenimiento de equipos.

Es importante comprender claramente que todo error en relación con la aplicación de procedimientos relacionados con un proceso, ya sea al comienzo o al final de ese proceso puede generar un aspecto ambiental significativo (AAS).

Se ha procedido a identificar 16 aspectos ambientales significativos, que son los siguientes:

1. Desmontes.
2. Relaves.
3. Residuos metálicos.
4. Aguas residuales.
5. Aceites.
6. Baterías.
7. Llantas.
8. Efluentes líquidos de las relaveras.
9. Emisión de polvos.
10. Reactivos químicos.
11. Explosivos.
12. Aguas servidas.
13. Petróleo.
14. Emisión de gases.
15. Emisión de ruidos.
16. Desechos domésticos.

EFECTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS

Impacto	Efectos – Causas	
Deterioro de la calidad del aire	<i>Gases de mercurio</i>	Por mineros informales. Por actividad de la amalgama de oro y mercurio.
	<i>Contaminación del aire</i>	Por erosión eólica de los suelos. Por abastecimiento de energía.
	<i>Partículas finas(polvos) en el ambiente</i>	Por acción de los vientos en mina, planta, canchas de relave, transporte de materiales, construcción.
	<i>Gases de combustión</i>	Por transporte de materiales
	<i>Deterioro calidad del aire</i>	Por movimiento de tierra, perforación, explosión, disposición de desmontes, construcción.
Modificación del paisaje natural	<i>Modificación del paisaje natural</i>	Por construcciones de accesos, servicios auxiliares (campamentos, áreas de tratamiento de aguas servidas, talleres de maestranza y mantenimiento), planta de beneficio y las canchas de relaves.
	<i>Deterioro del medio biológico</i>	Por ruido generado por grupo electrógeno y compresoras.
	<i>Deterioro del paisaje</i>	Por movimiento de tierra, por desmontes.
Contaminación del suelo	<i>Derrames de petróleo, aceite, lubricantes, etc.</i>	Por talleres, cambios de lubricantes, almacenamiento de petróleo, grasas, aceites que son utilizados por equipos motorizados (scoop, tractor, camiones, camionetas).
	<i>Derrames de solución Barren</i>	Áreas circundantes a la planta de beneficio.
	<i>Acumulación de desechos domésticos</i>	Campamentos, mina, planta.
Deterioro calidad del suelo	<i>Deterioro calidad del suelo</i>	Por disposición de desmontes. Por disposición final de residuos sólidos domésticos. Por disposición final de efluentes líquidos domésticos.
Contaminación de aguas subterráneas	<i>Aguas servidas</i>	Por aguas servidas
	<i>Mercurio</i>	Quimbaletes, recuperación del oro, amalgamación
	<i>Cianuro</i>	Por disposición de relaves
	<i>Deterioro calidad de agua</i>	Por construcción de accesos
Niveles molestos de generación de ruidos	<i>Niveles molestos de generación de ruidos</i>	Por la compresora, perforación interior mina. Por grupos electrógenos Por perforaciones, explosiones. Generados por planta, construcción de acceso, ampliación de carreteras, etc.
Cambios de geomorfología	<i>Cambios de geomorfología</i>	Por movimiento de tierra Por construcción de vías de acceso Por construcción de instalaciones, campamentos.
Inestabilidad del talud	<i>Inestabilidad del talud</i>	Por transporte a las vías de acceso

IMPACTOS GENERADOS POR LOS AAS

AAS	Descripción del Impacto
<i>Desmontes</i>	Modificación de la topografía, potencial de fallamiento (desplazamiento de las canchas de desmonte). Contaminación de suelo muy leve
<i>Relaves</i>	Modificación de la topografía, potencial de fallamiento (desplazamiento de las canchas de relaves). Contaminación de suelo y agua por el posible drenaje ácido que podría producir el material en un futuro
<i>Residuos metálicos</i>	Contaminación de suelo y agua por el óxido que se produce al encontrarse a la intemperie
<i>Aceites residuales</i>	Contaminación de suelo y agua
<i>Baterías</i>	Contaminación de suelo al oxidarse la parte metálica. Daño a la salud de las personas
<i>Llantas</i>	Contaminación de suelo al oxidarse la parte metálica. Cambio de aspecto ambiental del suelo donde se almacenan las llantas, presentando un alto potencial de incendios.
<i>Efluentes líquidos</i>	Contaminación de suelo
<i>Reactivos químicos</i>	Contaminación de suelo y del agua, afectación a la escasa flora y fauna del lugar. Daño a la salud de las personas
<i>Efluentes líquidos de las relaveras</i>	Contaminación de suelo y del agua, afectación a la escasa flora y fauna del lugar. Daño a la persona
<i>Emisión de polvo</i>	Contaminación del aire Afectación a la salud de las personas
<i>Emisión de gases</i>	Contaminación del aire Afectación a la salud de las personas
<i>Emisión de ruidos</i>	Contaminación Daño a la salud de los trabajadores
<i>Desechos domésticos</i>	Contaminación de suelo y del aire Afectación a la salud de las personas
<i>Explosivos</i>	Contaminación de suelo. Afectación a la salud de las personas
<i>Aguas servidas</i>	Contaminación de suelo y del agua. Afectación a la escasa flora y fauna del lugar. Daño a la persona.

IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CONTROL OPERACIONAL Y DE LOS AAS CORRESPONDIENTES

AAS	Título	Objetivo	Alcance
<i>Desmorte</i>	Utilización del desmorte como relleno en la mina	Es el procedimiento para definir el proceso de utilización del desmorte como relleno detrítico	Este procedimiento se aplica cada vez que el desmorte se utiliza como relleno detrítico en la explotación minera
	Disposición del desmorte	Es el procedimiento para definir el proceso de acumulación de materiales estériles (desmorte)	Este procedimiento se aplica cada vez que se realiza la disposición de todos los materiales estériles en la superficie
<i>Relave</i>	Control de la estabilidad de las canchas de relaves	Es el procedimiento para definir el proceso de monitoreo y medición realizado para asegurar la estabilidad de la cancha de relaves	Este procedimiento se aplica cada vez que se realiza monitoreo y medición para asegurar la estabilidad de la cancha de relaves
<i>Aceite residual, Batería, Llantas, Gases, Petróleo</i>	Mantenimiento del equipo de bajo perfil	Es el procedimiento para definir las actividades y responsabilidades relacionadas al mantenimiento de los equipos de bajo perfil, considerando los AAS relacionados a esta actividad, es decir los desechos industriales, petróleo y las emisiones de gases.	Este procedimiento se aplica cada vez que se efectúa el mantenimiento de los equipos de bajo perfil
<i>Reactivos químicos</i>	Reactivos de la planta	Es el procedimiento para definir las actividades y responsabilidades relacionadas a la preparación y uso de reactivos en planta	Este procedimiento se aplica a la preparación y uso de reactivos en planta de beneficio
<i>Polvo</i>	Control de polvos en el chancado	Es el procedimiento para definir las actividades y responsabilidades relacionadas a la colección de polvo generado por las operaciones de chancado y transporte por fajas	Este procedimiento se aplica a todas las operaciones de chancado y transporte de sólidos en la planta
<i>Desechos domésticos</i>	Control de recojo de los desechos	Es el procedimiento para describir el proceso de control del recojo de desechos	Este procedimiento se aplica cada vez que hay un recojo de desechos
<i>Explosivos</i>	Almacenamiento y control de explosivos	Es el procedimiento para definir relacionado al almacenamiento y distribución de los explosivos	Este procedimiento se aplica cada vez que hay actividades de almacenamiento, distribución, transporte en los polvorines de los explosivos
<i>Reactivos químicos</i>	Reactivos de laboratorio	Es el procedimiento para definir las actividades y responsabilidades relacionadas al manipuleo de los reactivos durante el acarreo, preparación, transferencia y ensayos en el laboratorio químico	Este procedimiento es aplicable para el manipuleo y uso de todos los reactivos líquidos o sólidos que se requieren en los ensayos químicos

Fuente: Informes internos Cia. Caraveli SAC

6.3 Plan de Desmontaje relativo de instalaciones y equipos electromecánicos

6.3.1 Actividades a desarrollar

El desarrollo del plan de cierre de una mina requiere de un análisis de impacto ambiental para identificar y caracterizar los recursos a proteger. Una vez que se han determinado los recursos que incluyen: agua, aire, fauna silvestre y los usos futuros de la tierra debe señalarse los niveles de protección para establecer un uso beneficioso.

Se comunicará a las autoridades correspondientes (Autoridades Locales y Dirección General de Minería) acerca del abandono del Área, para coordinar la Finalización de las exploraciones y las medidas que se tomarán.

En el Plan de Abandono y Rehabilitación se detallan las actividades que el responsable del Manejo Ambiental tendrá que realizar para atenuar, disminuir o eliminar el efecto ambiental, que ocasionaría un eventual abandono de la zona de las operaciones.

Para su efecto se presenta a la autoridad minera, el correspondiente plan de abandono y de restauración de las áreas, algunos de estos trabajos podrían desarrollarse durante las operaciones mineras.

6.3.2 Presupuesto

El presupuesto estimado para el Cierre de Mina en la U.E.A San Andrés es de \$140 000,00.

Cuadro 6.1

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	COSTO (\$)
Labores Mineras	Sellado de bocaminas con tapón de concreto Taponar aberturas a superficie Sellar accesos a interior mina	50 000,00
Instalaciones y Construcciones	Retiro de equipos Retirar las instalaciones de mina Rellenar excavaciones Romper y enterrar el concreto Nivelación	30 000,00
Campamentos	Desarmar y retirar campamentos Rellenar excavaciones Romper y enterrar concreto Nivelación del terreno Sellado de silos y relleno sanitario Aislamiento de desechos Limpieza general Otros	30 000.00
Vías de Acceso	Recuperación de los cortes Nivelación de superficies altas Otros	20 000.00
Varios	Material de desecho general Otros	10 000.00
TOTAL		140 000.00

6.3.3 Destino de materiales y equipos con valor comercial

Los materiales y equipos con valor comercial serán donados a la Comunidad de Tocota, salvo aquellas que no son aplicables a la comunidad.

Transferencia de una parte de las instalaciones a una empresa minera que opera en el área vecina, de modo que no se requiera desmantelamiento ni traslado de equipos. En este caso la responsabilidad del Cierre de esta área es también transferida.

Se deben desmantelar los equipos no comercializables y disponerlos como chatarra para ser comercializada a industriales de la ciudad de Lima.

Desmantelamiento de las instalaciones y traslado de los equipos y materiales ferrosos a su lugar de destino.

Se recuperó el 80% de los materiales de los campamentos: calaminas, puertas, listones de madera y ventanas, se recicla y otras se donan a la comunidad como materiales y equipos.

Limpieza y Colección de residuos de reactivos químicos, neutralización / precipitación con CaO de sales inorgánicas y traslado de ellos al depósito de relaves.

Limpieza y Colección de residuos minerales y traslado de ellos al depósito de relaves.

6.4 Plan de demolición de obras civiles

Los campamentos, talleres, etc. se levantaron en su totalidad, cuidando de no dejar expuesto material o desperdicios, de manera que los silos y rellenos sanitarios queden sellados.

Las carreteras de acceso a las labores mineras, serán comprendidas en el plan de rehabilitación. Los campamentos, talleres, etc. se levantarán en su totalidad, cuidando de no dejar expuesto material o desperdicios, de manera que los silos y rellenos sanitarios queden sellados.

Demoler todas las losas de concreto como la calzada, pisos, pavimento y cubrirlas con arena gruesa propia de la zona.

Demoler los tanques de concreto para agua y petróleo; el material deberá ser trasladado al depósito adecuado y la zona deberá ser cubierta con arena propia de la zona.

Las carreteras de acceso a las labores mineras, serán comprendidas en el plan de rehabilitación.

6.5 Plan de cierre de bocaminas, tajeos, piques y chimeneas

Para proteger la salud humana y el medio ambiente, es fundamental mantener la estabilidad física y química.

Las estructuras en la Zona de "San Andrés" son angostas por lo que las excavaciones de explotación en interior mina son generalmente estrechas y de magnitudes relativamente cortas.

Los ingresos serán taponeados para evitar el ingreso de personas. Las bocaminas se sellarán de acuerdo a las sugerencias de las Guías Ambientales de la Dirección General de Asuntos Ambientales del Ministerio de Energía y Minas.

Los sellados serán de concreto de todos los accesos bocaminas, tajeos, piques y chimeneas. El sellado de bocaminas a superficie de los niveles principales serán

con tapón de concreto de tal forma que tenga una resistencia mínima a la compresión de 175 Kg. /cm² (**), los tapones de concreto armado de 30 cm. de espesor, estará anclado a las paredes del túnel con fierro corrugado de ½”.

Colocación de parrillas en chimeneas comunicadas a superficie fabricadas con líneas de riel, donde la abertura de la parrilla tendrá una luz de 6 “ donde se construirá un cerco de concreto de 0.15m de espesor y 1m de altura en el perímetro de la parrilla. En las chimeneas de ventilación y vías de escape, tanto en el nivel inferior y superior que no comunican a superficie se colocaran también parrillas fabricadas con línea de riel.

Las tolvas de los tajeos culminados se cambiarán por tapones de madera fabricados con tablas de 2” de espesor y un ancho de 8” y madera redondos de 6“ de diámetro debidamente empotrados a roca firme con patillas que tengan una profundidad de 3 “ .

El ingreso a labores como galerías, cruceros al interior de la mina que no son accesos principales donde se haya agotado toda posibilidad de futuro se colocaran también tapones de concreto, para evitar el ingreso de aire y de ese modo reducir la oxidación.

La estabilidad química en bocaminas, tajeos, piques y chimeneas esta garantizado ya que la unidad San Juan es una zona semiárida con ausencia de lluvias y al no haber presencia de agua no se generara drenaje ácido, además es una zona de óxidos sin presencia de sulfuros en superficie.

(**) Este valor se tomo del estudio ARA Ingenieros – SRL. "Estudio de Impacto Ambiental (E.I.A.)" y de la tesis de minas del Ing. Manuel Peña (UNI).

6.6 Plan de cierre de desmonte de mina y reforestación

Las canchas de desmonte han sido sujetas a fuertes eventos sísmicos, sin sufrir alteraciones físicas, por lo que no serán manejados para adecuarlas a la fisonomía de los cerros.

La erosión eólica no originará transporte de polvo, partículas o sedimentos, debido a la fuerte granulometría de los desmontes y no afectará; la ausencia de aguas superficiales y pluviales no provocará escorrentías, ni cambios químicos en las labores ni en los desmontes, por lo que no se establecerían controles de fuentes emisoras.

No hay problemas de estabilidad de taludes en las trochas carrozables, debido a que los cortes no son altos ya que durante su ejecución han tenido en cuenta las características de la roca que es una roca ígnea compacta.

La ocurrencia de lluvias es prácticamente nula, por lo que no se presenta escurrimiento de aguas superficiales que se infiltren y erosionen los taludes de corte y relleno de las trochas carrozables.

El plan de cierre de desmonte de mina será un abandono simple ya que es estable físicamente y químicamente por la ausencia de agua y sulfuros, además por su clima semiárido no habría que reforestar ya que no se ha afectado al mismo.

El desmonte que es el producto estéril del laboreo subterráneo, es depositado en superficie, sobre los taludes de los cerros, esto es, a la salida de las bocas de los socavones y no es depositado en las quebradas. Teniendo un Potencial Neto de Neutralización (PNN) Kg Ca CO_3 equivalente por Tonelada métrica mayor a + 20 nos garantiza que no habrá generación de drenaje ácido de mina.

La fauna y flora es silvestre y su hábitat no será variado. Después de las actividades mineras, las tierras continuarán como siempre, sin uso.

6.7 Plan de cierre de desechos y reforestación

Para la basura constituida por residuos sólidos domésticos de campamentos, oficinas y talleres, se depositaron en cilindros para luego ser recolectados y trasladados a sus respectivos rellenos sanitarios, al más próximo y serán cubiertas con material de la zona no habiendo necesidad de reforestar (figura 3 del anexo II).

El relleno se recubrió con sucesivas capas de desmonte, arena y/o grava. Periódicamente realizan su mantenimiento a través de la limpieza.

En cuanto al uso futuro de estas tierras, no serán de beneficio debido a su carácter rocoso, pedregoso, árido, típico de desierto.

6.8 Disposición de relaves

6.8.1 Tipo de Represas de Relaves

En la disposición superficial de los relaves se emplea presas de varios tipos para formar el depósito que contenga los relaves y la solución del proceso metalúrgico.

Existen dos clases generales de estructuras de retención

- a.) Presas de tierra y/o enrocamiento
- b.) Presas de relaves

a.) Presas de tierra y/o enrocamiento

Son diseñadas y construidas de acuerdo con las técnicas usuales de presa para retención de agua, con la única excepción que los taludes agua arriba no están adecuadas para experimentar el vaciado rápido.

b.) Presas de relaves

El levantamiento de la presa generalmente se inicia con un dique de arranque que es construido de material natural de préstamo, y su tamaño debe permitir el almacenamiento del volumen de dos o tres años de descarga de relaves, así como las avenidas si lo hubiera.

Indiferentemente del tipo de material empleado en la construcción el crecimiento de la presa cae generalmente en tres clases: Aguas Arriba, Aguas Abajo y Línea Central. Estas designaciones se refieren a la dirección en que se mueve la cresta de la presa, en relación a la posición inicial del dique de arranque, a medida que se incrementa su altura.

I Métodos Agua Arriba

Los relaves son descargados periféricamente desde su cresta para formar una playa. La playa primera formada viene a ser la fundación para un segundo dique perimetral y similarmente esta segunda playa es la fundación para el tercer dique perimetral y esta operación continua a medida incrementa la altura de la presa. Los relaves forman de esta manera una playa razonablemente competente para soportar los diques perimetrales. Como regla general, es necesario no menos de 40-60% de arena del total de relaves descargados. Esto impide el empleo de este método para rocas blandas o finos.

Las mayores ventajas de este método son el bajo costo y su simplicidad. Para la construcción de los diques perimetrales son necesarios volúmenes mínimo de relleno colocado mecánicamente.

El uso del método de Aguas Arriba sin embargo es limitado a condiciones específicas, por factores que incluyen el control del nivel freático, capacidad de depósito de agua y la susceptibilidad a la licuefacción sísmico.

II Método de construcción aguas abajo

Los relaves son descargados en el depósito formado por el dique de arranque. Las etapas de crecimiento de la presa es construida colocando el relleno sobre el talud aguas abajo del levantamiento previo. Este método permite incorporar medidas estructurales dentro del cuerpo de la presa por ejemplo núcleos impermeables y drenes internos, para un control positivo del nivel freático. En este caso, la presa puede almacenar volúmenes significantes de agua directamente contra el talud aguas arriba de presa; y en otros casos el empleo de un apropiado sistema de descarga perimetral formando una ancha y bien controlada playa de relaves, puede originar en un buen control del nivel freático sin la necesidad de zonas impermeables y drenes.

Considerando que el nivel freático pueden ser mantenido en niveles bajos dentro del relleno y teniendo en cuenta que el cuerpo total del relleno puede ser compactado, este método de construcción es resistente a la licuefacción y puede ser empleado en zonas de regular sismicidad.

La mayor desventaja es el uso de un gran volumen de relleno de presa requerido y su elevado costo. La disponibilidad de relleno para varios levantamientos de la presa, puede también imponer impedimentos de la construcción. El volumen de relleno requerido para cada sucesivo levantamiento aguas abajo, sin embargo, con frecuencia se incrementa exponencialmente a medida que el cuerpo de la presa incrementa su altura. Consecuentemente se requiere de un planeamiento anticipado, para la producción de relleno para que así sea suficiente en todo momento, durante la construcción de la presa.

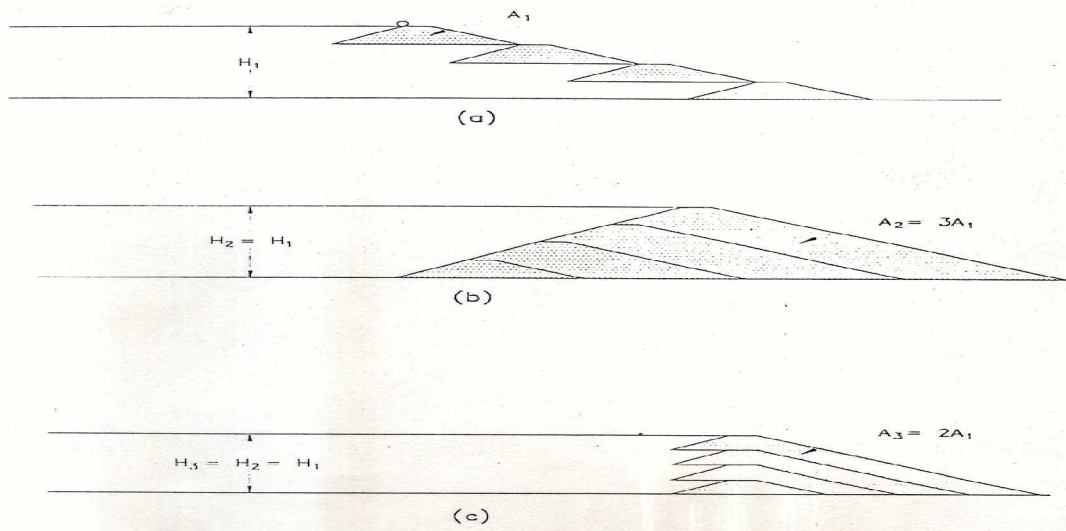
III Método de la Línea Central

El método se inicia con un dique de arranque, desde cuya cresta es distribuido el relave en todo su perímetro para formar el depósito. Los subsecuentes levantamientos son construidos colocando el relleno encima de la playa y del talud aguas abajo previamente levantado. Las líneas de centro de los levantamientos son coincidentes a medida que el relleno de la presa progresa.

Puede ser provista zonas de drenaje internas dentro del cuerpo de la presa para controlar el nivel freático, motivo por el cual la ubicación del agua del depósito no afectaran a la estabilidad de la presa.

Como consecuencia de que el cuerpo principal del relleno de la presa puede ser compactado y controlado los niveles de saturación por drenaje interno, este método tiene generalmente buena resistencia sísmica. Puede ocurrir en el evento de una licuefacción de las playas de relaves, una limitada falla que comprometa proporciones de relleno aguas arriba colocado sobre la playa.

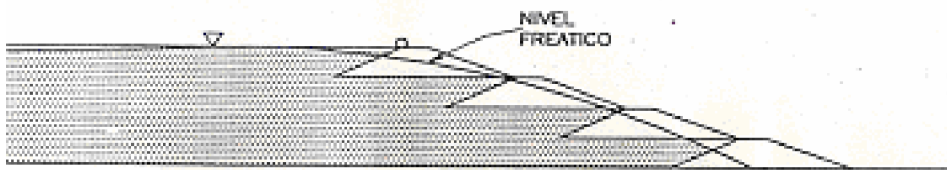
Sin embargo, mientras las porciones central y aguas debajo de la presa permanecen intactas y si el agua no es acumulada directamente contra la presa, la integridad total y estabilidad de la presa como un todo se considera que no será afectada.



COMPARACION DE LOS VOLUMENES DE LAS PRESAS
CONSTRUIDAS CON LOS METODOS:

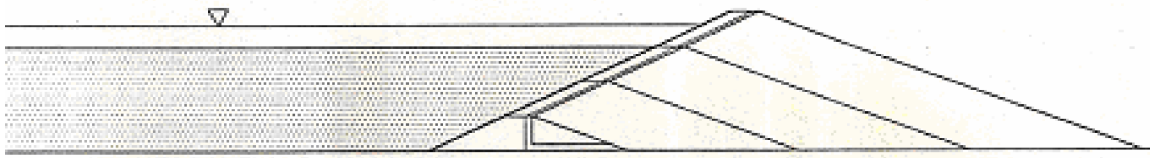
- (a) AGUAS ARRIBA
- (b) AGUAS ABAJO
- (c) LINEA CENTRAL

Figura 6.1



PRESA DE RELAVES CON EL METODO
DE AGUAS ARRIBA

Figura 6.2



PRESA DE RELAVES CON EL METODO
DE AGUAS ABAJO

Figura 6.3



PRESA DE RELAVES CON EL METODO
DE LA LINEA CENTRAL

Figura 6.4

CUADRO 6.2. COMPARACION DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS TIPOS DE DEPOSITO DE RELAVES				
TIPO DE PRESA	RESISTENCIA SISMICA	RESTRICCION CRECIMIENTO	REQUERIMIENTO RELLENO PRESA	COSTO RELATIVO PRESA
Materiales convencionales (Tierra)	Bueno	Presa completa construida inicialmente	Suelo natural material préstamo	Alto
Aguas Arriba	Pobre en áreas de alta sismicidad	Mayormente deseable entre 5-10 m/año es peligroso para mayores de 15m/año	Suelo natural, arena de relaves o desechos de mina	Bajo
Aguas Abajo	Bueno	Ninguno	Arena de relaves o desechos de mina si la producción es suficiente o suelo natural	Alto
Línea Central	Aceptable	Restricciones de altura para levantamientos individuales	Arena de relaves o desechos de mina si la producción es suficiente o suelo natural	Moderado

Fuente: Guía Ambiental para manejo de relaves -MEM

6.8.2 Datos de la Presa de Relave

Los relaves de este proceso son depositados en los cinco terraplenes de relaves adyacentes y escalonado existente.

a) Objetivos y alcances

Los objetivos del estudio que se realizaron fueron: verificar la efectividad del uso de un horizonte de arcilla en la base de la relavera en reemplazo de la geomembrana y la estabilidad física en condiciones estática y pseudoestática de la relavera (foto 29 y 30).

Para lograr estos objetivos, se efectuaron 6 calicatas (C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6) y la inspección de un pozo adicional existente de 7 mts. de profundidad; donde se realizaron ensayos in-situ de permeabilidad, densidad y la toma de muestras alteradas e inalteradas, para evaluar los parámetros resistentes e hidrogeológicos.

b) Hidrología, nivel de agua y escorrentía superficial

La cuenca portante de agua superficiales presentes en el área es principalmente de origen aluvial, producto de precipitaciones esporádicas; en los periodos de precipitaciones el agua drena hacia el río Chala. La intensidad de la precipitación máxima es de 12 mm en 24 horas y la cuenca de alimentación sobre el depósito

de relaves Chacchuille se ha estimado en 1.17 Km². Bajo estas consideraciones la escorrentía a esperar sería 56 lt/seg. con un periodo de retorno de una vez en 100 años. La estación meteorológica más cercana es en Ático.

Con respecto al nivel freático, en ninguna de las calicatas efectuadas se ha encontrado agua; tampoco existe agua en el pozo ubicado aguas abajo del nuevo terraplén hasta la profundidad de 7.0 m. La formación de agua subterránea superficial en este sector es precaria, dado las condiciones fisiográficas, climatológicas y geológicas desfavorables. En consecuencia solo para fines de diseño se estima el nivel de agua permanente en 10 m.

c) Geología local

En el área del depósito de relaves Chacchuille, solo se presente materiales aluviales del cuaternario, que consiste en gravas arenosas con algo de bolones en matriz limo arcilloso. Estos materiales son relativamente antiguos, de baja permeabilidad y son buenos para fundación dado la estructura cerrada que presentan; se estima que este depósito aluvial, presenta espesores mayores que 10 m.

Afloramientos rocosos no se observan, excepto hacia las partes altas y en ambas márgenes del río Chala.

d) Riesgo sísmico

Este estudio fue efectuado por ARA Ingenieros (Diciembre 1,997), el cual está dirigido a definir la aceleración efectiva máxima del terreno para el diseño del depósito de relaves Chacchuille.

La intensidad sísmica de los terremotos ocurridos en el área de estudio varía entre VI y VIII, generado mayormente frente a las costas peruanas y en general entre 10 a 70 Km. de profundidad, debido a la interacción de las placas de Nazca y la Sudamericana.

Según indicación del Ministerio de Energía y Minas, para presas operativas para un período de retorno de 150 años, corresponde una aceleración sísmica máxima horizontal de 396 cm/seg². En consecuencia el coeficiente de aceleración sísmico de diseño horizontal utilizado en el presente estudio es **0,25g**, que corresponde a 2/3 parte aproximadamente de la aceleración máxima.

6.8.3 Sistema de Depósito de los Relaves

a) Descripción General del Depósito de Relaves

Para la depositación de los desechos metalúrgicos, la Compañía dispone de una relavera conformada por cinco terraplenes adyacentes y escalonados sucesivamente, denominados Terraplén 1, 2, 3, 4 y Nuevo Terraplén.

El relave en las cochas es depositado como pulpa (Cp = 30%), por un periodo de 15 días, para luego permanecer un periodo de tres meses inactivo. Este método de acumulación de relaves es muy favorable para controlar filtraciones y sobresaturación del muro resistente.

b) Característica de los Relaves y su Producción.

La producción del relave en la actualidad es de 30,000 ton/año, aproximadamente.

Las Características de los relaves son:

Sólido	:	30%
Peso específico	:	1.6 ton/m ³
Mineralogía	:	Cuarzo, Cloritas, Caolín, Limonita, Hematita y otros.

Cuadro 6.3

GRANULOMETRÍA DE LOS RELAVES

Malla (#)	Abertura (mm)	Acumulado que pasa (%)
40	0,425	100
60	0,250	99.99
140	0.106	79.60
200	0.075	74.60

c) Características de las Geometrías Muro perimetral principal Terraplén 1

A continuación se indica la geometría del muro perimetral principal del Terraplén 1, medida en nuestra visita

Angulo de talud de contención	:	2:1 (H:V), 27°
Borde Libre	:	0.0 a 0.30 m
Ancho de la corona	:	2.6 m.
Altura actual del dique	:	12.0 a 13.0 m.
Cuota Inicial Relavera	:	1,040 msnm
Cuota Actual Relavera	:	1,053 msnm

Banco Superior de Contención

Altura	:	2.5 a 3.0 m
Angulo	:	2:1 (H:V), 27°
Ancho Base	:	4.0 m
Ancho final de la berma	:	2.6 m
Distancia horiz. entre taludes	:	2.2 m
Angulo Final Relavera	:	2.2:1 (H:V), 24.4°

d) Características de las Geometrías Muro Principal Terraplén Nuevo

La geometría del muro perimetral del Terraplén Nuevo, medida en nuestra visita es el siguiente:

Angulo del talud de contención	:	1.55:1 (H:V), 30°
Borde Libre	:	0.0 a 0.30 m
Ancho de la corona	:	4.0 m
Altura actual del dique	:	6.0 m
Cuota Inicial Relavera	:	1,040 msnm
Cuota Actual Relavera	:	1,046 msnm

Banco Superior de Contención

Altura	:	2.0 m
Angulo	:	1.2:1 (H:V), 40°
Ancho Base	:	6.0 m
Ancho Final de berma	:	2,0 m
Distancia horiz. entre taludes	:	3.0 m
Angulo Final Relavera	:	1.9:1 (H.V), 28°

e) Borde Libre

El borde libre entre el muro y el embalse que se observó varió de 0.0 a 0.30 m; incluso hay evidencia en las calicatas efectuadas en el muro, que se han acumulado horizontes delgados (5 cm) de arcilla limosa saturada en el muro perimetral principal.

Esto se verifica periódicamente si cumple de acuerdo a ley.

f) Clasificación, Distribución de los relaves

La Compañía en la relavera no utilizaba ningún sistema de clasificación de los relaves; por lo que se realizaba solo por efecto de la sedimentación gravitacional, donde generalmente próximo al muro se acumula limo arenoso fina limosa y en la cola del embalse arcilla limosa.

Ahora se ha instalado un hidrociclón para clasificar el relave poniendo el material grueso cerca al muro perimetral.

g) Espejo de Agua Clara

El espejo de agua clara se ubica prácticamente en toda el área de la cocha 2ª, abarcando una extensión de 0.14 Ha.

h) Recirculación de Agua Clara

El sistema de agua recirculada se efectúa mediante sifoneo y una bomba de impulsión desde depósito de relaves hasta la planta de procesos.

i) Balance de Agua

El agua de reciclaje del relave es 73%, que corresponde a un volumen de 210 m³ y el 27% se pierde por efecto de la filtración evaporación y retención en la cancha de relave como humedad residual.

6.8.4 Ensayos de Laboratorio

A partir de las muestras extraídas de las calicatas, se realizaron ensayos índices y especiales en laboratorio, ejecutados por la UNI-CISMID. En el terreno se efectuaron ensayos de densidad in situ y de infiltración

Los ensayos realizados son los siguientes:

- Ensayos granulométricos por tamizado (ASTM D-422).
- Límites e Atterberg (ASTM D-423 Y 424)
- Contenido de humedad (ASTM D- 2216)
- Peso específico de sólidos
- Peso Unitario
- Proctor
- Triaxial
- Ensayos de Corte Directo
- Permeabilidad en Laboratorio y,
- Sales Solubles Totales, sulfatos, Cloruros.

6.8.5 Análisis de Estabilidad Física del Depósito de Relaves

a) Potencial de Licuación:

El programa de exploración de campo mostró que el muro principal de la Relavera 2, sobre todo el tramo superior, esta constituido por limo arenoso de relave de compacidad media a suelta y horizontes de arcilla blanda en alternancia.

Dado estas condiciones en el muro principal de la Relavera 1, que representa la sección más crítica, no se produciría licuación.

Sin embargo, nuestra preocupación es cuando se deposite el relave en la Relavera 1 y no se tiene cuidado con el manejo del espejo de agua, tal como ocurre en la Relavera 2, donde el espejo de agua estaba en contacto con el muro auxiliar, produciendo saturación y afloramiento de agua a medio talud del respectivo muro.

Al producirse esta última condición en la Relavera 1, se va generar en el muro un nivel de agua temporal y sobresaturación de los materiales, en consecuencia es importante conocer el factor de seguridad contra el potencial de licuación.

El potencial de licuación del muro perimetral principal de la Relavera 2, se evalúa mediante el programa de cómputo LIQUFAC Versión 2.0, desarrollado por la Naval Facilities Engineering Command (1994).

Este programa utiliza la ecuación desarrollada por Seed (1984) y Castro (1987).

El potencial de licuación se evalúa mediante el factor de seguridad definido como:

$$F_s = \frac{(\gamma / \sigma \acute{o})_{Suelo}}{(\gamma / \sigma \acute{o})_{Sismo}}$$

Donde:

$(\gamma / \sigma \acute{o})_{Suelo}$ = Relación de resistencia cíclica del suelo.

$(\gamma / \sigma \acute{o})_{Sismo}$ = Relación de esfuerzo cíclico promedio desarrollado durante el sismo

Los resultados obtenidos de este programa presenta un factor de seguridad menor que 1. $F_s = 0.213 / 0.257 = 0.827$

Lo cual indica que los suelos del muro son susceptibles de ser afectado por el fenómeno de licuación, por lo tanto el manejo del espejo de agua constituye un requisito indispensable para garantizar la seguridad física de la Relavera Chacchuille.

b) Método de cálculo

Para el análisis de la estabilidad de los taludes en general se adaptó el uso de programa de cómputo XSTABL versión 4.10 preparado por Sunil Sharma y compilado con Microsoft Fortran 5.1, este es un programa de análisis de estabilidad de taludes completamente integrado, permite desarrollar la geometría del talud interactivamente y realiza el análisis de taludes con versión modificada del programa STABL, desarrollado originalmente en la Universidad de Purdue.

El análisis para calcular el factor de seguridad se lleva a cabo bidimensionalmente, usando el concepto de equilibrio límite y empleando ya sea los métodos de Bishop o Janbu modificados. El programa puede ser usado para buscar la superficie potencial de falla más crítica o el factor de seguridad puede ser determinado para una superficie específica de falla. XSTABL está programado para manipular:

- Sistemas homogéneos o heterogéneos de rocas y suelos
- Propiedades anisotrópicas de resistencia de los materiales.
- Reforzamiento de taludes.
- Envolvente de resistencia Mohr-Coulomb no lineal.
- Presiones porosas del agua para análisis de esfuerzos efectivos, usando:
 - . Superficies freáticas y piezométricas.
 - . Malla de presión de poros
 - . Factor R_u , presión de poros como fracción de la presión vertical total del terreno dentro del talud.
 - . Presión de poros del agua, constante.
- Carga sísmica pseudo-estática.
- Sobrecargas actuantes sobre los taludes.
- Generación automática y análisis de un número ilimitado de superficies de fallas circulares, no circulares y en forma de bloques.
- Análisis de taludes de cara recta.
- Unidades tanto del sistema internacional (SI) como unidades inglesas.

c) Factores de Seguridad Mínimos

Siendo esta una estructura importante, cuya falla podría ocasionar daños severos al medio ambiente, se ha considerado importante tomar en cuenta los factores de seguridad que se han adoptado en otros proyectos de construcción de canchas de relaves, los cuales revelan valores entre 1.5 y 1.8 en condiciones estáticas, valores que concuerdan con las guías ambientales del Ministerio de Energía y Minas.

FACTORES DE SEGURIDAD MINIMOS PARA ANÁLISIS DE CUADRO CUADRO 6.4: ESTABILIDAD EN PRESAS DE TIERRA

Condición	Talud Aguas	Talud Aguas
	Arriba	Abajo
I) Al final de la construcción	1.3	1.3
Para presas de más de 15m	1.4	1.4
II) Estado de infiltración constante	----	1.5
III) Desembalse Rápido	1.5	----
IV) Sismo		
Solo condiciones I y II	1.0	1.0

Fuente: Guía Ambiental de manejo de relaves -MEM

d) Condiciones de análisis

Para llevar a efecto el análisis de estabilidad se consideraron las siguientes condiciones de análisis:

- Se ha considerado los taludes actuales que presentan entre el pie y la cresta de las relaveras y que fueron medidos en el campo (ver planos 3 y 4 del anexo II).

- Se ha analizado la sección 1-1', 3-3' de los terraplenes 1 y 2; y la sección 2-2' del terraplén nuevo (ver anexo II, plano 3 y 4).

- En cada sección de análisis se consideran los diferentes tipos de materiales presentes los que se resumen en cinco tipo de materiales; los depósitos aluviales (fundación), limo arcilloso con arena y algo de grava (terraplén principal inferior),

limo arenoso con arcilla (terraplén principal superior), limo arenoso con arcilla (embalse) y grava arenosa con limo (nuevo terraplén).

- Se considera que las propiedades de los materiales que conforman el perfil estratigráfico de la sección de análisis son homogéneas e isotropicas y que el colapso podría ocurrir en 2 formas: el primero por el cuerpo de la relavera conformado dique y el embalse y segundo a través de la cimentación. Cada material tiene sus propiedades y propiedades y características físicas y mecánicas.

- Se considera una falla circular y el método de análisis adoptado es el de Bishop simplificado, y que se encuentran implementados en el programa de computo XSTABL.

- Los resultados de los análisis se presentan en términos de superficies potenciales de falla. La superficie crítica de deslizamiento es aquella que proporciona el menor factor de seguridad.

- El análisis es aproximado a un estado de deformación plano, esto es, análisis bidimensional, si bien las condiciones insitu no reflejen exactamente este estado.

-Se ha tratado de asumir las condiciones reales de campo, es decir, es decir se incluye el efecto gravitatorio de los diferentes materiales y el efecto dinámico de los sismos. Se incluye la influencia del agua subterránea producto de la deposición de los relaves y las características hidrológicas del lugar y las calicatas ejecutadas, pero no se consideran el efecto del tiempo ni de la meteorización.

- El coeficiente sísmico del diseño adoptado es de 0.25g.

En principio los análisis fueron orientados a verificar la estabilidad de los taludes con estos ángulos. Según los valores del factor de seguridad obtenidos en los

análisis, se ha reanalizado la estabilidad de los taludes debiéndose colocar una banqueta de equilibrio al pie del talud, cuando se tenían factores de seguridad iniciales bajos.

CUADRO 6.5: ANGULOS DE TALUDES DE LAS CANCHAS DE RELAVES

Cancha de relaves	Angulo de talud
1 talud oeste	25°
1 y 2 talud norte	31°
Nuevo talud oeste	28°

e) Resultados obtenidos

En las Fig. 4 al 8 se presentan los resultados de los análisis de estabilidad efectuados y en la tabla 6.6, un resumen de los mismos.

CUADRO 6.6: FACTORES DE SEGURIDAD DE LOS TALUDES DE LOS TERRAPLENES DE RELAVES

Terraplén N°	Sector	Sección	Factor de Seguridad			
			Situación actual		Con banqueta de equilibrio	
			Estático	Pseudoestático	Estático	Pseudoestático
			a = 0.25		a = 0.25	
1	Oeste	1 – 1	1.417	0.847	1.858	1.00
1 y 2	Norte	3 – 3	1.10	0.7	1.609	0.994
Nuevo	Oeste	2 – 2	1.109*	--	1.714	1.057

Como se puede observar de estos resultados, para la altura que presentan los terraplenes pueden sufrir un deslizamiento ante la ocurrencia de un evento sísmico de característica severa, para lo cual se toma las precauciones del caso.

f) Alternativas de estabilización

Para lograr una condición estable de los terraplenes en análisis, se presentan la siguiente solución:

Colocación de una banquetta de equilibrio al pie del talud de cada uno de los terraplenes en análisis. Esta alternativa considera el refuerzo del pie del talud con material de préstamo de naturaleza gravosa.

Los resultados de los análisis considerando la banquetta de equilibrio se presentan en las figuras 4, 5, 6, 7 y 8 (anexo II) y un resumen de los factores de seguridad se muestra en el cuadro 6.6, estos resultados de estabilidad son satisfactorios.

No se ha ensayado otro tipo de alternativa por ser esta operativamente más viable y económica.

Se hicieron la toma de datos, así como las correcciones de acuerdo a las observaciones que se hicieron.



RESULTADOS DE LABORATORIO

INFORME : LG01-035
SOLICITANTE : S. C. INGENIERIA S. R. L.
PROYECTO : COMPAÑIA MINERA CARAVELI S. A. - Deposito de Reaves "Chacchulle"
UBICACIÓN : Dist. Huanuhuanu - Prov. Caraveli - Dpto. Arequipa
FECHA : Abril, 2001

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA RELATIVA DE SOLIDOS (Gs) (ASTM-D854)			
Sondaje	Profundidad (m)	Clasificación (SUCS)	Gravedad Especifica Relativa de Sólidos
CA 01 - 02	2.20 - 2.40	CL	2.99
CA 01 - 03	1.40	ML	2.96
CA 01 - 03	2.20	ML	2.33
CA 01 - 04	1.30 - 1.50	CL	2.95
CA 01 - 06	1.50	CL	2.98
CA 01 - 06	3.00	—	2.97

Handwritten signature





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
 SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES
 LABORATORIO GEOTECNICO



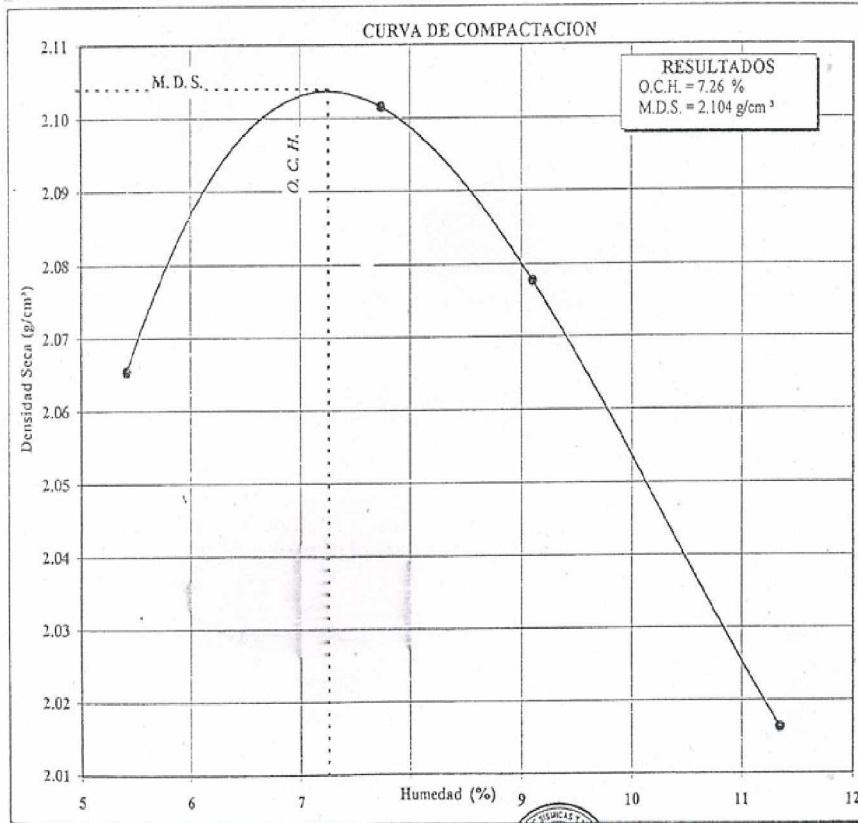
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
 (ASTM - D1557 C)

INFORME N° : LG01-035
 SOLICITANTE : S. C. INGENIERIA S. R. L.
 PROYECTO : COMPAÑIA MINERA CARAVELI S. A. - Depósito de Relaves "Chacchuille"
 UBICACION : Dist. Huanahuano - Prov. Caraveli - Dpto. Arequipa
 FECHA : Abril, 2001

Sondaje : CA 01 - 01 Profundidad (m) : 0.90 - 1.65
 Muestra : — Clasific. (SUCS) : GM

TABLA DE DATOS

Humedad (%)	5.43	7.75	9.12	11.36
Densidad Seca (g/cm ³)	2.07	2.10	2.08	2.02



David Luna Duran
 DAVID LUNA DURAN
 ING. CIVIL - CIP. 43968
 LAB. GEOTECNICO



00103

AV. TUPAC AMARU N° 1150 - LIMA 25 - PERU - APARTADO POSTAL 31-250 LIMA 31
 TELÉFONOS (51-0) 481-0150 482-0777 482-0790 - TEL FAX: 482-0804 - e-mail: director@ciensit.uni.edu



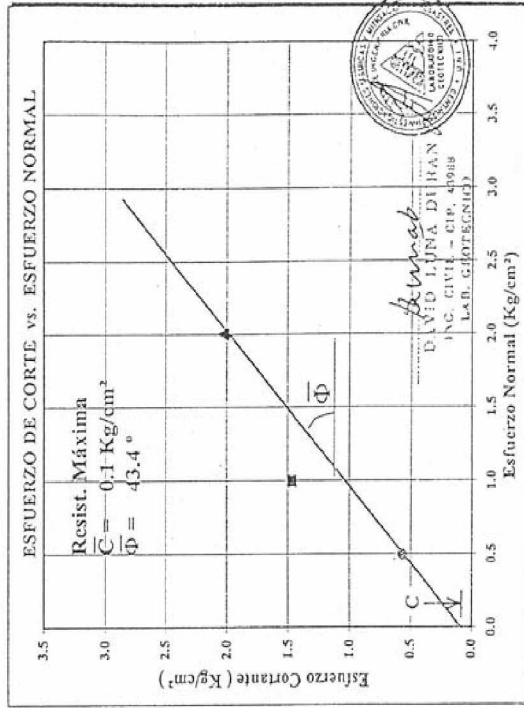
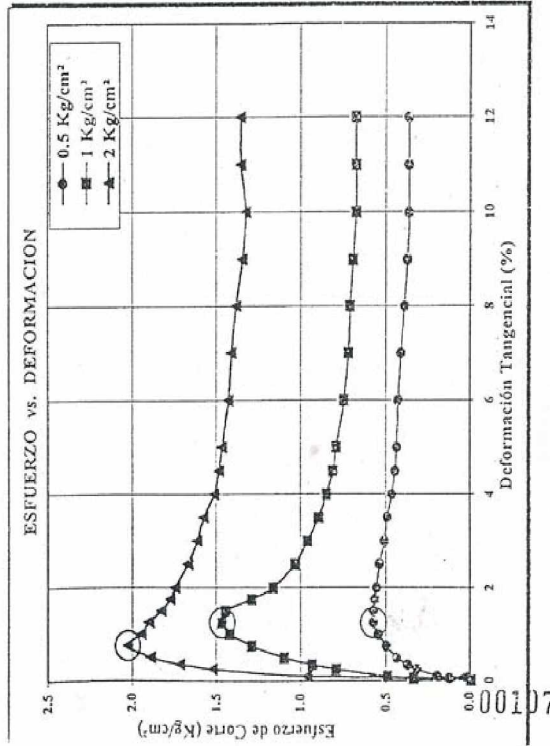
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
 SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES
 LABORATORIO GEOTECNICO



ENSAYO DE CORTE DIRECTO
 (ASTM - D3080)

FORME N° : LG01-035
 LICITANTE : S. C. INGENIERIA S. R. L.
 PROYECTO : COMPAÑIA MINERA CARAVELLI S. A. - Depósito de Relaves "Chacachulle"
 UBICACION : Dist. Hunuahuano - Prov. Caraveli - Dpto. Arequipa
 FECHA : Abril, 2001

Sondaje : CA 01 - 01
 Muestra : ---
 Profundidad (m) : 0.90 - 1.65
 Clasific. (SUCS) : GM
 Estado : Remoldado





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
 SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES
 LABORATORIO GEOTECNICO



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO (CU)
 (ASTM - D4767)

INFORME N° : LG01-035
 SOLICITANTE : S. C. INGENIERIA S. R. L.
 PROYECTO : COMPAÑIA MINERA CARAVELI S. A. - Depósito de Relaves "Chacchuille"
 UBICACION : Dist. Huanuhuanu - Prov. Caravelí - Dpto. Arequipa
 FECHA : Abril, 2001
 Sondaje : CA 01 - 04
 Muestra : —
 Prof. (m) : 1.30 - 1.60
 Clasific. (SUCS) : CL
 Estado de la muestra : Remoldeado

ESPECIMEN 02

DATOS DEL ESPECIMEN			
Condiciones		Inicial	Final
Altura (h)	(cm)	9.91	9.85
Diámetro (φ)	(cm)	5.04	4.89
Densidad seca (γ_d)	(g/cm ³)	1.51	1.62
Humedad (ω)	(%)	20.27	27.77

DATOS DEL ENSAYO			
Parámetro "B"	(%)	94.00	
Velocidad de Carga	(mm/min)	0.20	
Presión de Celda (σ_3)	(Kg/cm ²)	4.00	
Contra Presión	(Kg/cm ²)	2.00	
Esf. Efectivo Inicial ($\bar{\sigma}_3$)	(Kg/cm ²)	2.00	

Deform. (%)	Esf. Desv. (Kg/cm ²)	P. P. (Kg/cm ²)	$\bar{\sigma}_3$ (Kg/cm ²)	$\bar{\sigma}_1$ (Kg/cm ²)	P (Kg/cm ²)	Q (Kg/cm ²)	Q/P	Oblicuidad ($\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3$)
0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	1.00
0.05	0.33	0.10	1.90	2.23	2.06	0.16	0.08	1.17
0.10	0.43	0.17	1.83	2.26	2.04	0.21	0.10	1.23
0.20	0.56	0.27	1.73	2.29	2.01	0.28	0.14	1.32
0.35	0.71	0.42	1.58	2.29	1.93	0.35	0.18	1.45
0.50	0.82	0.54	1.46	2.28	1.87	0.41	0.22	1.56
0.75	0.94	0.70	1.30	2.24	1.77	0.47	0.27	1.72
1.00	1.02	0.81	1.19	2.21	1.70	0.51	0.30	1.86
1.25	1.08	0.93	1.07	2.15	1.61	0.54	0.33	2.01
1.50	1.12	1.00	1.00	2.12	1.56	0.56	0.36	2.12
1.75	1.15	1.05	0.95	2.10	1.52	0.57	0.38	2.21
2.00	1.17	1.09	0.91	2.08	1.49	0.58	0.39	2.28
2.50	1.20	1.17	0.83	2.03	1.43	0.60	0.42	2.45
3.00	1.23	1.20	0.80	2.03	1.41	0.61	0.43	2.53
3.50	1.25	1.23	0.77	2.02	1.39	0.62	0.45	2.62
4.00	1.27	1.26	0.74	2.01	1.37	0.63	0.46	2.71
4.50	1.28	1.27	0.73	2.01	1.37	0.64	0.47	2.76
5.00	1.30	1.29	0.71	2.01	1.36	0.65	0.48	2.83
6.00	1.32	1.28	0.72	2.04	1.38	0.66	0.48	2.84
7.00	1.36	1.29	0.71	2.07	1.39	0.68	0.49	2.92
8.00	1.39	1.29	0.71	2.10	1.41	0.70	0.49	2.96
10.00	1.46	1.30	0.70	2.16	1.43	0.73	0.51	3.08
12.00	1.52	1.26	0.74	2.26	1.50	0.76	0.51	3.05
14.00	1.58	1.24	0.76	2.34	1.55	0.79	0.51	3.07
15.00	1.60	1.24	0.76	2.36	1.56	0.80	0.51	3.11

OBSERVACIONES : Densidad seca = 1.54 g/cm³, Humedad = 20.0 %. Datos porporcionados del ensayo de Peso volumétrico

Humat
 DAVID LUNA DURAN
 ING. CIVIL - CIP. 43988
 L.A.B. GEOTECNICO





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES
LABORATORIO GEOTECNICO



ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

INFORME N° : LG01-035
SOLICITANTE : S. C. INGENIERIA S. R. L.
PROYECTO : COMPAÑIA MINERA CARAVELI S. A. - Depósito de Relaves "Chacchuillo"
UBICACIÓN : Dist. Huanuhuanu - Prov. Caraveli - Dpto. Arequipa
FECHA : Abril, 2001

Sondaje : CA 01 - 03
Muestra : —
Profundidad (m) : 0.80 - 2.10
Clasific. (SUCS) : ML
Estado : Inalterado
Veloc. de Ensayo (mm/min) : 0.25

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03		
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
Altura (h)	(cm)	1.93	1.91	1.93	1.83	1.93	1.90	
Diámetro (φ)	(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	
Densidad Seca (γ _d)	(g/cm ³)	1.33	1.35	1.29	1.36	1.28	1.30	
Humedad (ω)	(%)	5.33	9.00	9.98	8.74	8.20	7.90	
Esfuerzo Normal	(Kg/cm ²)	0.50		1.00		2.00		
ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²)	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²)	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.03	0.06	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05	0.02
0.10	0.05	0.09	0.10	0.06	0.06	0.10	0.12	0.06
0.25	0.06	0.11	0.25	0.06	0.06	0.25	0.15	0.07
0.35	0.07	0.15	0.35	0.08	0.08	0.35	0.22	0.11
0.50	0.09	0.18	0.50	0.10	0.10	0.50	0.30	0.15
0.75	0.12	0.24	0.75	0.10	0.10	0.75	0.34	0.17
1.00	0.15	0.29	1.00	0.14	0.14	1.00	0.41	0.21
1.25	0.17	0.33	1.25	0.17	0.17	1.25	0.47	0.23
1.50	0.19	0.39	1.50	0.19	0.19	1.50	0.52	0.26
1.75	0.21	0.42	1.75	0.22	0.22	1.75	0.56	0.28
2.00	0.22	0.44	2.00	0.24	0.24	2.00	0.58	0.29
2.50	0.24	0.48	2.50	0.26	0.26	2.50	0.61	0.30
3.00	0.25	0.50	3.00	0.29	0.29	3.00	0.63	0.32
3.50	0.26	0.52	3.50	0.32	0.32	3.50	0.66	0.33
4.00	0.27	0.53	4.00	0.33	0.33	4.00	0.67	0.34
4.50	0.29	0.57	4.50	0.35	0.35	4.50	0.69	0.35
5.00	0.29	0.59	5.00	0.38	0.38	5.00	0.71	0.35
6.00	0.30	0.61	6.00	0.40	0.40	6.00	0.72	0.36
7.00	0.32	0.64	7.00	0.41	0.41	7.00	0.72	0.36
8.00	0.32	0.64	8.00	0.42	0.42	8.00	0.72	0.36
9.00	0.31	0.63	9.00	0.43	0.43	9.00	0.72	0.36
10.00	0.32	0.64	10.00	0.45	0.45	10.00	0.74	0.37
11.00	0.32	0.64	11.00	0.44	0.44	11.00	0.74	0.37
12.00	0.31	0.63	12.00	0.43	0.43	12.00	0.74	0.37

David Luna Duran
DAVID LUNA DURAN
ING. CIVIL - CIP. 43988
LAB. GEOTECNICO



CAPITULO VII

CAPITULO VII MANTENIMIENTO Y MONITOREO POSTERIOR AL CIERRE

7.1 Calidad de agua

El control de agua es un parámetro importante, pero en nuestro caso debido a la ubicación geográfica de ubicarse en un clima semiárido, pedregoso no se presenta la presencia de agua ni en la superficie ni subterránea.

Para el caso de la mina San Juan no será necesario el monitoreo por agua, pudiendo realizarse el monitoreo una vez al año con la finalidad de confirmar el comportamiento de estas rocas.

7.2 Trabajos subterráneos

Los trabajos subterráneos no habrán, dado que se taponeara las entradas principales y secundarias.

Inspecciones después del cierre de mina es necesario dado que es una zona donde los mineros informales tienen presencia importante y dada las características de vetas angostas donde para la compañía no es rentable, pero si es importante para estos informales dado que es supervivencia para ellos y su familia.

7.3 Calidad de aire

En la mina San Juan no hay población cercana por lo que no se justifica hacer el control de calidad de aire como parámetro importante (foto 37).

Al abandonar la mina la compañía Caraveli y si se da la presencia de los mineros informales el aire le afectara poco por la granulometría gruesa dado que ellos no hacen molienda ni emplean explosivos.

Es recomendable después del cierre de mina hacer el monitoreo una vez al año a la población mas cercana para el control de la calidad de aire.

7.4 Calidad de suelos

La calidad de suelos no es apta para uso agrícola dado su carácter pedregoso (rocas igneas) y la ausencia de agua y lluvias en la zona lo que hace que no tengan las condiciones para el desarrollo de vegetación.

7.5 Residuos sólidos

Los residuos sólidos de la mina son retirados si es que todavía son aprovechables y si son no aprovechables estos serán enterrados en el relleno sanitario más cercano, luego del cual el relleno sanitario (foto 31) será compactado para después abandonarlo y confundirse con su topografía.

7.6 Efluentes líquidos

Debido a la ausencia de aguas superficiales y subterráneas en la zona y presentarse como un clima semiárido y seco, no se presenta el problema de efluentes líquidos.

Al no haber efluentes líquidos no habrá drenaje ácido de mina, además en la zona es mineralización de óxidos principalmente.

7.7 Ruido

La mina San Juan se encuentra muy alejado de la planta metalúrgica por lo que no influye en la generación de ruido de la mencionada planta de procesamiento del mineral aurífero.

Al abandonarse la actividad minera en la zona ya no habrá ruido, el cual era por el uso de explosivos.

7.8 Áreas revegetadas

En nuestro caso no hay áreas revegetadas porque no ha habido vegetación desde el inicio de la producción.

Dado su geomorfología característica con ausencia de vegetación no consideramos este punto.

7.9 Aspectos socioeconómicos y culturales

En el aspecto socioeconómico, la compañía minera Caraveli hace su aporte principalmente a través del canon minero así como sus aportes voluntarios a través de participación con la Comunidad de Tocota.

La actividad de la población es la agrícola y minera por lo que somos respetuosos de su requerimiento y se toma la cantidad de agua necesaria en la producción haciendo reciclaje del agua cercana al 70%. Pero esto se da cerca de la planta de beneficio, para nuestro caso el cierre de la Mina San Juan no afectara significativamente a la población.

La Compañía Minera Caraveli en los aspectos socioeconómicos y culturales propulsa el desarrollo sostenible (foto 46 y 47), respetando sus costumbres y creencias y al abandonar la mina procurara hacer que la población se sostenga por sus actividades propias ajenas a la minería.

CAPITULO VIII

CAPITULO VIII ADMINISTRACION DEL CIERRE Y CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

8.1 Responsables del proyecto

Los responsables del proyecto del cierre de minas son todos desde la alta dirección (incluye al directorio, sus altos ejecutivos) hasta sus obreros de las contratas mineras (foto 33).

Para el cierre de minas se empleara al mismo personal que se tiene para el programa ambiental así como en cada área identifican los “Impactos Ambientales en el Proceso” y aplica acciones correctivas inmediatas, el cual esta conformada por:

Jefe de Medio Ambiente y Seguridad Minera	Edinson Rueda Quintana
Asistente del Jefe de Medio Ambiente	Rafael Canasa Acero
Asistente Tecnico	Eustaquio Cárdenas A.
Supervisores Ambientales	
Superintendente	Raúl Bedoya Cruz
Asistente de superintendencia	Patiño Terrones Saldaña
Asistente de Geología	Enrique Ayasta Apaza
Jefe de Mina	Rodolfo Arzapalo Chagua
Jefe de Zona	Manuel Peña Castillo
Jefe de Zona	Luis Aguilar Gonzáles
Jefe de Zona	Erwin Olivera Orellana
Jefe de Planta	Roberto Fabián Arellano
Asistente de Planta	Néstor Palomino Delgado
Jefe de Laboratorio	Julia Rojas Oscanoa
Asistente de Laboratorio	Felipe López Félix
Jefe de Mantenimiento	Eliseo Coz Briceño
Asistente de Almacén	Florián Conde Maquera
Jefe de Almacén	Pedro Guerrero Rojas

Jefe de Protección Interna
Representante de los trabajadores

Mauro Trujillano Solís.
Aurelio Quispe Calapuja.

8.2 Presupuesto del cierre y financiamiento

El presupuesto estimado para el Cierre de Mina en la U.E.A San Andrés fue establecido según el cuadro 6.1 y es de \$140 000,00.

En este presupuesto inicial no se incluyo los monitoreos después del cierre de mina, ni la carta de fianza que debe dejarse como garantía para un buen cumplimiento del cierre de mina (foto 39, 40, 41, 42 y 43).

Se debe dejar un presupuesto establecido para actividades post-cierre de mina que para nuestro caso es mínimo ya que no se tiene que monitorear. Solo debería monitorearse una vez al año para el agua y el aire cerca de la población de Tocota y confirmar su no influencia de la mina San Juan.

Debe licitarse y encargarse a una empresa especialista para actividades post-cierre durante 30 años. Hemos establecido un presupuesto de \$ 60 000,00 (sesenta mil dólares norteamericanos) a razón de \$ 2 000,00 por año.

El presupuesto final para el Cierre de la Mina San Juan será de \$ 200 000,00 (doscientos mil dólares norteamericanos).

El financiamiento será con los propios recursos económicos de la Compañía Minera caraveli, para eso se establecerá un cronograma para estas inversiones.

Cuadro 8.1

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	COSTO (\$)
Labores Mineras	Sellado de bocaminas con tapón de concreto Taponar aberturas a superficie Sellar accesos a interior mina	50 000,00
Instalaciones y Construcciones	Retiro de equipos Retirar las instalaciones de mina Rellenar excavaciones Romper y enterrar el concreto Nivelación	30 000,00
Campamentos	Desarmar y retirar campamentos Rellenar excavaciones Romper y enterrar concreto Nivelación del terreno Sellado de silos y relleno sanitario Aislamiento de desechos Limpieza general Otros	30 000,00
Vías de Acceso	Recuperación de los cortes Nivelación de superficies altas Otros	20 000,00
Varios	Material de desecho general Otros	10 000,00
Actividades de Post-Cierre de Mina	Empresa seleccionada hará monitoreo e informe de impactos ambientales.	60 000,00
TOTAL		200 000,00

Fuente: Elaboración para la tesis

8.3 Cronograma de actividades de cierre de Mina San Juan

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE CIERRE Y POST-CIERRE

ACTIVIDAD \ AÑO	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	20°	25°	30°	
Labores Mineras: - Sellado de bocaminas con tapón de concreto - Taponar aberturas a superficie. - Sellar accesos a interior mina	X	X	X	X	X																	
Campamentos: - Desarmar y retirar campamentos. - Rellenar excavaciones - Romper y enterrar concreto. - Nivelación de terreno. - Sellado de silos y relleno sanitario. - Aislamiento de desechos y limpieza general.	X	X		X																		
Instalaciones y Construcciones: - Retiro de equipos e instalaciones en mina. - Rellenar excavaciones. - Romper y enterrar concreto y nivelación	X	X																				
Vías de Acceso: - Recuperación de los cortes - Nivelación de superficies	X	X	X																			
Monitoreo de Efluentes	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Monitoreo del Aire	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

CAPITULO IX

CAPITULO IX: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 Conclusiones

- El Cierre de Mina es una actividad que es planificada hoy en toda operación minera y debe hacerse tratando de minimizar los impactos ambientales.
- Toda actividad humana tiene un impacto sobre el ambiente, los programas de capacitación y entrenamiento son fundamentales para mejorar la calidad de vida de nuestros trabajadores y las comunidades de la zona de influencia.
- No habrá generación de drenaje ácido en la mina San Juan por la no presencia de minerales sulfurados, también debido a su ubicación geográfica (clima típico de la costa, escasa agua en la zona de influencia).
- Respecto al uso futuro de la tierra de la zona de influencia de la mina San Juan, no serán de beneficio debido a su carácter rocoso, árido, típico de desierto.
- La necesidad básica de alimentación de la población y la actividad minera necesaria para el desarrollo de nuestro país son de gran impacto ambiental.
- Compañía Minera Caravelí SAC., considera que la salud y bienestar de sus empleados, las comunidades locales y la protección del ambiente son parte integral de su política. Los contratistas deberán cumplir estrictamente con la política ambiental y conducta social de la Compañía.
- En nuestro proceso tratamos de ahorrar el consumo de agua es así que la solución clarificada regresa a la planta para ser reutilizada nuevamente, así retorna el 70 % del volumen de la solución de trabajo recuperándose el cianuro de sodio (que representa el 25% del consumo total).

- Aunque la tesis no enfoca a la presa de relave ya que se trata del cierre de mina de la unidad San Juan, pero es interesante indicar que para dar seguridad física a los terraplenes de relaves y cumplir con los factores de seguridad mínimo recomendable en condición estática y pseudo estática ($FS = 1.5$ y 1.0), se debió cumplir la construcción de una banquetta de equilibrio en el pie de los terraplenes de relaves; así como planificar la secuencia de crecimiento de los terraplenes, bancos y muros auxiliares, conservando la línea de talud general de $2.5 : 1$ (H:V), la altura de los bancos no deberá ser mayor a $2.5m$, el material para la conformación de la banquetta de equilibrio y de los bancos, deberá ser de naturaleza granular con algo de finos, el mismo que deberá ser compactado, al hacer esto nos dio factores de seguridad de 1.858 ; 1.609 y 1.719 (ver cuadro 6.6).

- El Plan de Cierre debe garantizar la estabilidad física y química en forma permanente, al no tener presencia de agua habrá estabilidad química, la estabilidad física de los desmontes al seguir la pendiente natural del terreno se garantiza.

- En el plan de cierre de la Mina San Juan se ha establecido un presupuesto de \$ $140\,000,00$, además nosotros hemos establecido actividades post-cierre de mina para 30 años después, con lo cual se presupuesta \$ $200\,000,00$ (doscientos mil dólares norteamericanos), esto es presupuestamos $2\,000,00$ \$/año.

9.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda seleccionar una empresa responsable y competente para la actividad post-cierre de mina.
- Establecer el Área de Impacto Ambiental que logren identificar los problemas y las posibles soluciones a implementar; para que los cierres de mina sobre todo en las bocaminas de los niveles donde ya no se trabajara se coloquen tapones de concreto armado diseñado por un profesional y dar la seguridad que se requiere por la latente invasión de los mineros artesanales.
- Para mantener un factor de seguridad aceptable en la presa de relave se esta clasificando actualmente los relaves donde los gruesos se acumulan próximo al muro y los finos a 10m del borde del muro. Además de controla el limite del espejo de agua que debe mantenerse alejado a 20m, como mínimo, esto evitara sobresaturación del muro
- El futuro necesitará estar en condiciones de desarrollar estrategias de prevención de impactos que contengan necesidades técnicas e incluir estrategias de desarrollo organizacional para implementar los cambios técnicos también.
- Vivimos en un mundo creciente de industrialización, desarrollo, uso de recursos, urbanización, etc. Todos provocan cambios rápidos al medio ambiente. Los ingenieros están en la línea frontal de los esfuerzos de la humanidad para cambiar, aprovechar y moldear el medio ambiente.

CAPITULO X

CAPITULO X: BIBLIOGRAFIA

-**Aduvire Pataca, HL., López Jimeno, Carlos** (1999), *Metodología para la clausura y abandono de minas y evaluación del riesgo e impacto ambiental*. Madrid: H.L. Aduvire Pataca.

-**Aguayo Salinas Salvador** (2007) Curso internacional Cierre de minas en sus aspectos normativos y tecnologías. Master alfa.RED-DESIR

-**ARA Ingenieros – SRL**. Abril (1997), "Estudio de Impacto Ambiental (E.I.A.)".- Ampliación de la Planta de Beneficio Chacchulle de 20 TM/día a 100 TM/día.

-**Banco Mundial (1994)**, Libro de consulta para evaluación ambiental, Washington.

-**Bureau of Mines** (1998). Mine drainage end surface mine reclamation Pennsylvania, American Society for Surface Mining and Reclamation.

-**Campos reyes Martín** (2003) Cierre de Unidad Minera Santa Bárbara. 3er Congreso Internacional de Medio Ambiente en Minería.

-**Colegio de Ingenieros del Perú (2007)**, Quinto Congreso Internacional de Medio Ambiente, Lima – Perú.

-**Colegio de Ingenieros del Perú (2005)**, Cuarto Congreso Internacional de Medio Ambiente, Lima – Perú.

-**Colegio de Ingenieros del Perú (2003)**, Tercer Congreso Internacional de Medio Ambiente, Lima – Perú.

-**Compañía Minera Caravelí SAC**, Informe de los trabajos de investigación

metalúrgicas desarrollados sobre el mineral oxidado y sulfuro. Dpto. Planta de beneficio.

-Dirección General de Asuntos Ambientales, (1996) IX Guía Ambiental para el Cierre y Abandono de Minas. DGAA del MEM.

-Dirección General de Asuntos Ambientales, (1995) V guía ambiental para elaborar estudio de impacto ambiental. DGAA del MEM.

-Dirección General de Asuntos Ambientales, (1995) Guía ambiental para el manejo de Relaves Mineros.

-Dirección General de Asuntos Ambientales, (2001) Guía de Relaciones Comunitarias.

-Esteban M. Domic M. "Hidrometalurgia fundamentos, procesos y aplicaciones".

-INC (Museo de la Nación), Información de la Dirección General de Patrimonio Arqueológico Catastros.

-INEI, Censo Nacional 1993: Tomo II.- Dirección Nacional de Censos y Encuesta Instituto Nacional de Estadística e Informática.

-INGEMMET, Boletín No.34: Carta Geológica Nacional.- Geología de los Cuadrángulos de Jaquí, Coracora, Chala y Chaparra. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico.

-INRENA, "Mapa Ecológico del Perú", Zonas de Vida.

-INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ, Catálogo Sísmico del Perú, Intensidades & Sísmicas".

- Larry W. Cant (1998)**, Manual de Evaluación de Impacto Ambiental, McGRAW-HILL

- Loredo Pérez, J., Pendás, F. (2002)**, *El agua en el cierre de minas*. Oviedo: Universidad de Oviedo, Departamento de Explotación y Prospección de Minas.

- Lozada Arenas Daniel (2003)** Plan de Cierre concurrente a una mina. 3er Congreso Internacional de Medio Ambiente en Minería.

- Marsden, John y House**, “The chemistry of Gold Extraction”.

- Ministerio de Energía y Minas (2007)**, Curso de Especialización en Cierre de Minas y Pasivos Ambientales Mineros.

- Ministerio de Energía y Minas**. WWW.MEM.GOB.ORG

- Palomino Delgado Néstor (2005)**, tesis de Metalurgia, Optimización de los procesos y operaciones metalúrgicas en Compañía Minera Caraveli SAC

- Peña Castillo Manuel (2006)**, tesis de Minas, Cierre de Minas de la Unidad Chino en Compañía Minera Caraveli SAC

- Rueda Quintana, Edinson (2003)**, Tesis de grado de Ingeniero de Minas, UNI-FIGMM, Lima – Perú.

- Rolandi Sánchez-Solís, M., Blasco Herguedas, O. (2003)**, *Instrumentación para el drenaje del talud de la mina de Lignitos De Meirama*. Madrid: IGME.

- Servicios Completo en Ingeniería S.R.L. (2001)**, Informe N° 045-2001
Compañía Minera Caravelí al Ministerio de Energía y Minas.

- The Mining Association of Canadá (1998)** Manuel de operación, mantenimiento y vigilancia www.mining.ca

- XXVIII CONVENCIÓN DE INGENIEROS DE MINAS (2007)**, Temas ambientales, Arequipa – Perú.

- XXVIII CONVENCIÓN DE INGENIEROS DE MINAS (2005)**, Temas ambientales, Arequipa – Perú.

- XXVIII CONVENCIÓN DE INGENIEROS DE MINAS (2003)**, Temas ambientales, Arequipa – Perú.

- XXVIII CONVENCIÓN DE INGENIEROS DE MINAS (2001)**, Temas ambientales, Arequipa – Perú.

- Victor Pulido**, "El Libro Rojo de la Fauna Silvestre del Perú". - Biblioteca de INRENA.

- Vidalon Gálvez José**. (Abril 2005). Curso Cierre de Mina – Colegio de Ingenieros del Perú.

- Villas Boas, RC., Barreto, ML.** (2000), *Cierre de minas: Experiencias en Iberoamérica*. Río de Janeiro: CYTED.

ANEXO III – FOTOGRAFIAS



Figura1 Vista del Pueblo de Tocota y sus alrededores



Figura 2 Campamento de Cia. Caraveli



Figura 3 Zona de San Andrés, trocha de la izquierda, hacia la Mina “Vanguardia”, trocha a la derecha, hacia la Mina “San Juan”, obsérvese la Quebrada Huaycco y la topografía general desértica, sin vegetación.



Figura 4. Entrada al campamento, se observa parte de la relavera.

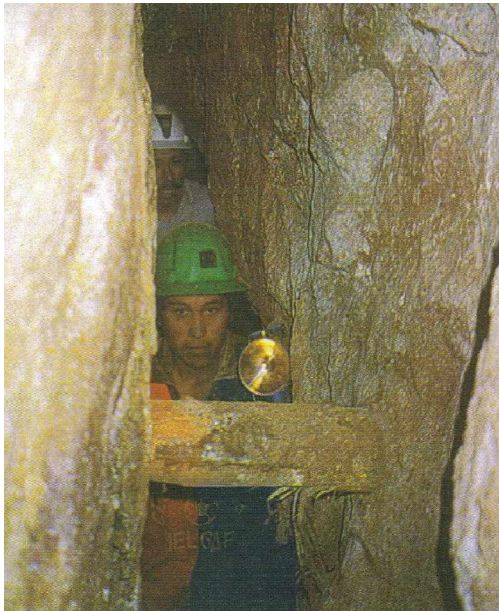


Figura 5 y 6. Las vetas de la mina se caracterizan por ser vetas angostas.



Figura 7. La mineralización se presenta como óxidos principalmente



Figura 8. Vista del socavón de interior mina



Figura 9. Pasos previos a la voladura de un frente.

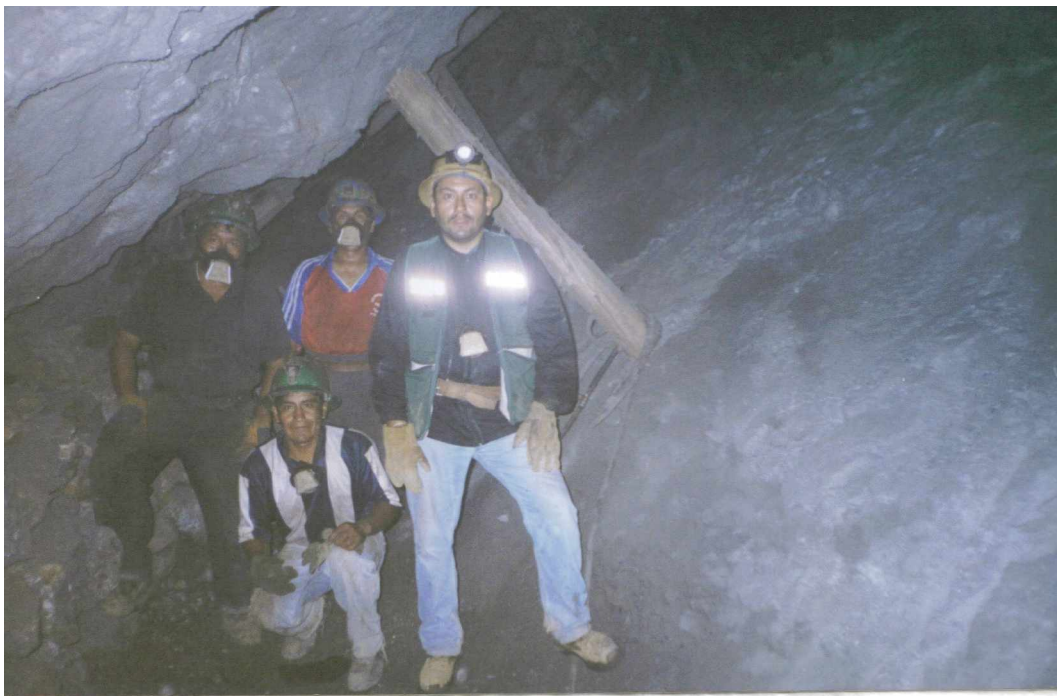


Figura 10. Realizando inspección a las labores mineras.



Figuras 11 y 12. Trabajando con responsabilidad y seguridad en Mina.



Figura 13. Trabajamos con los implementos de Seguridad Minera.



Figura 14. En plena labor minera.

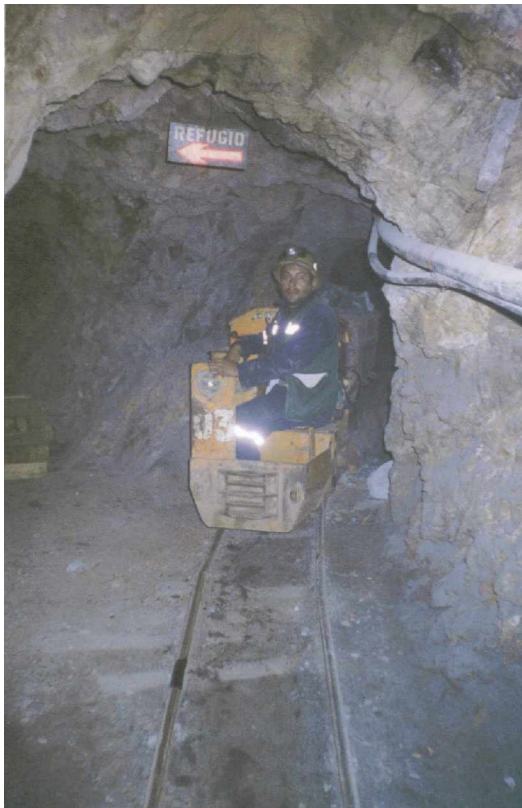


Figura 15 y 16. Acarreo de mineral en carro minero.



Figura 17. Descarga de mineral.

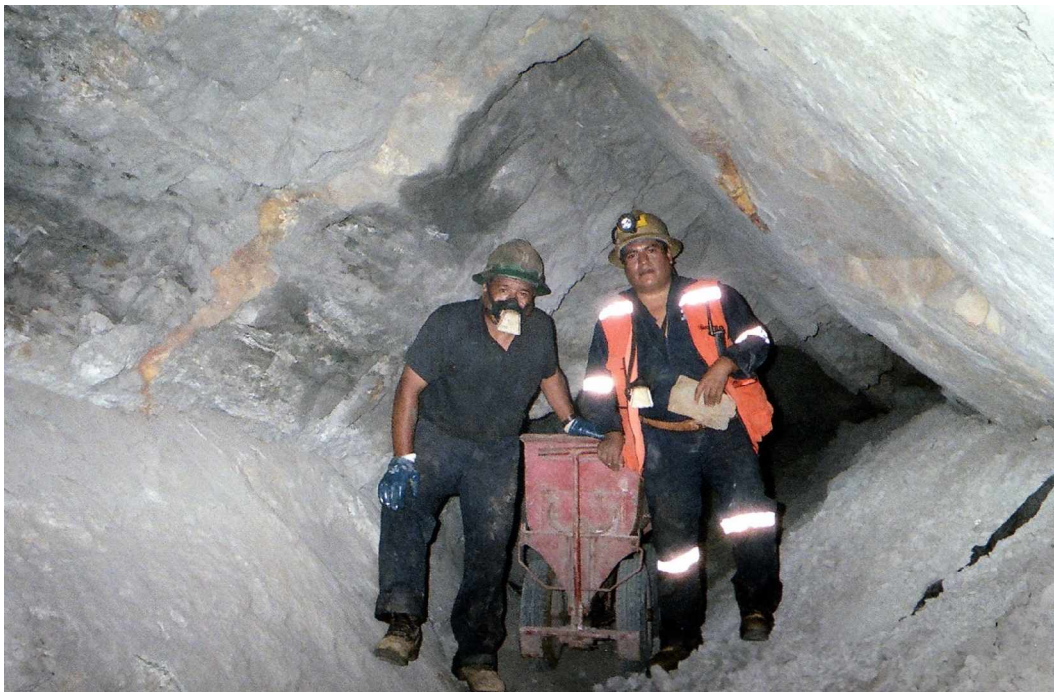


Figura 18. Supervisando las labores



Foto 19. Señalizando los procedimientos de mina.

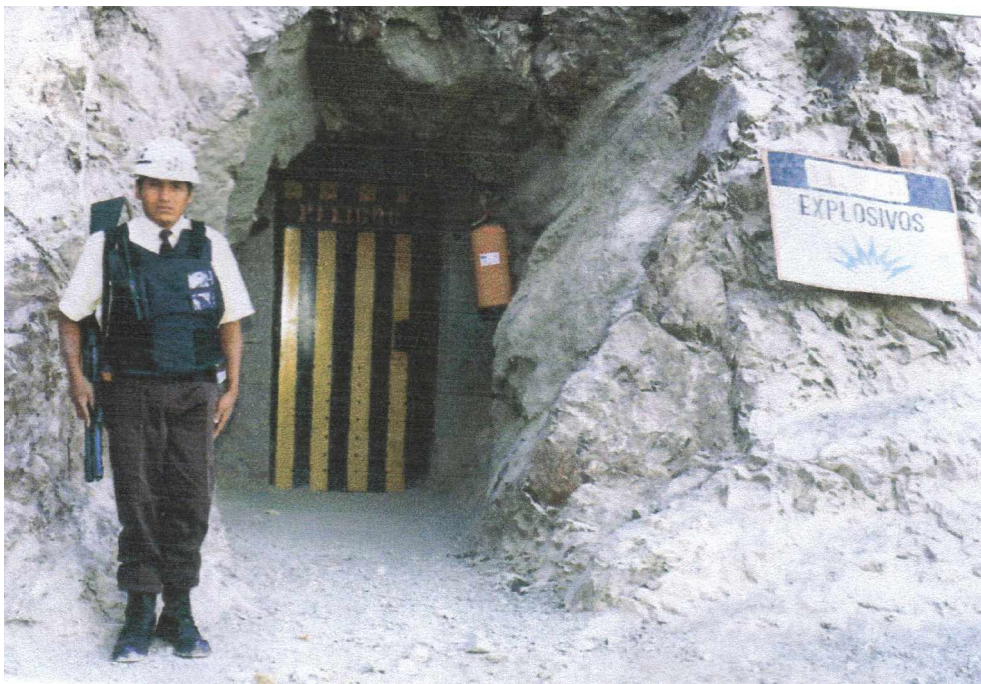


Foto 20. Seguridad en el cuidado de explosivos.



Foto 21. Almacén del mineral en la planta concentradora



Foto 22. Sección de Chancado de la concentradora



Foto 23. Tanques de Cianuración del mineral de oro.



Foto 24. En charlas de Seguridad con el Ing. Grimaldo Pérez

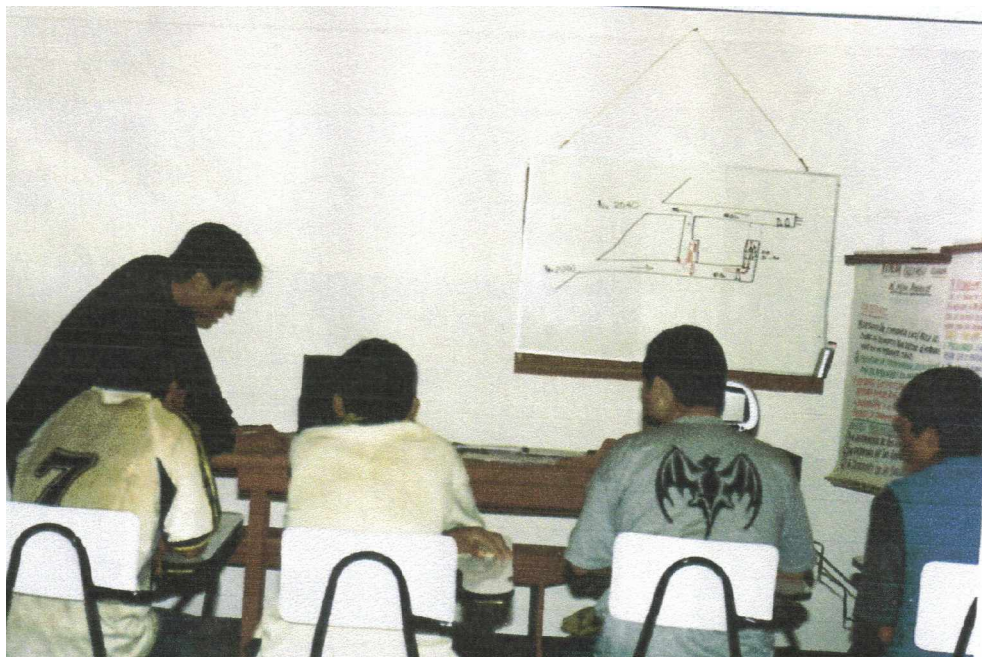


Foto 25. Capacitando al personal minero



Foto 26. Practica de primeros auxilios

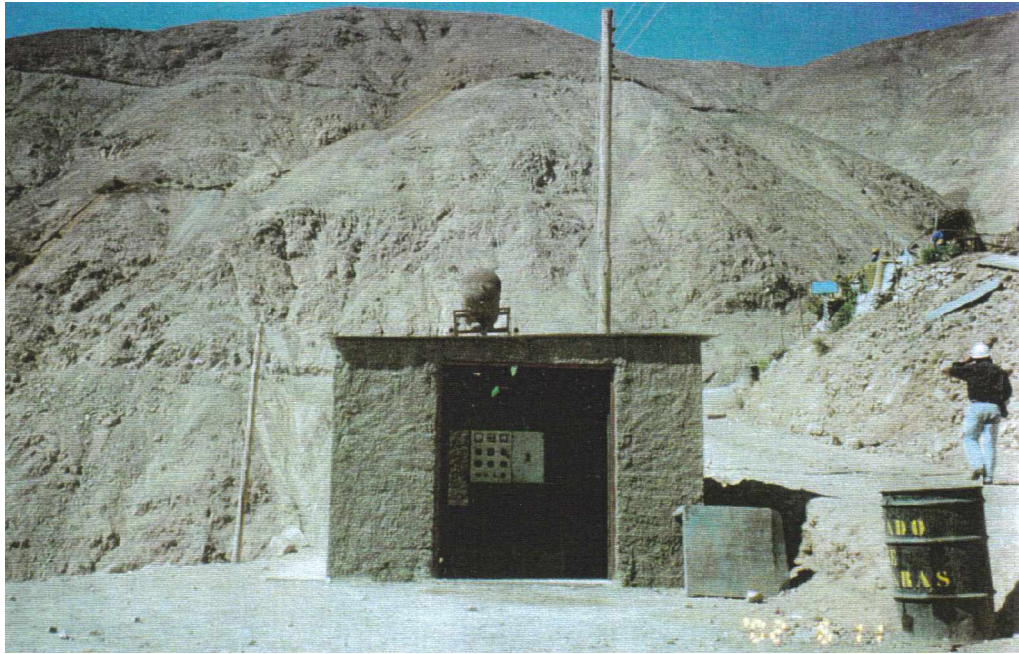


Foto 27. Grupo electrógeno en su caseta construida especialmente.



Foto 28. Se pusieron letrinas para el personal



Foto 29. Muestreo en la cancha de relave



Foto 30. Midiendo el talud del relave



Foto 31. Inspección del relleno sanitario

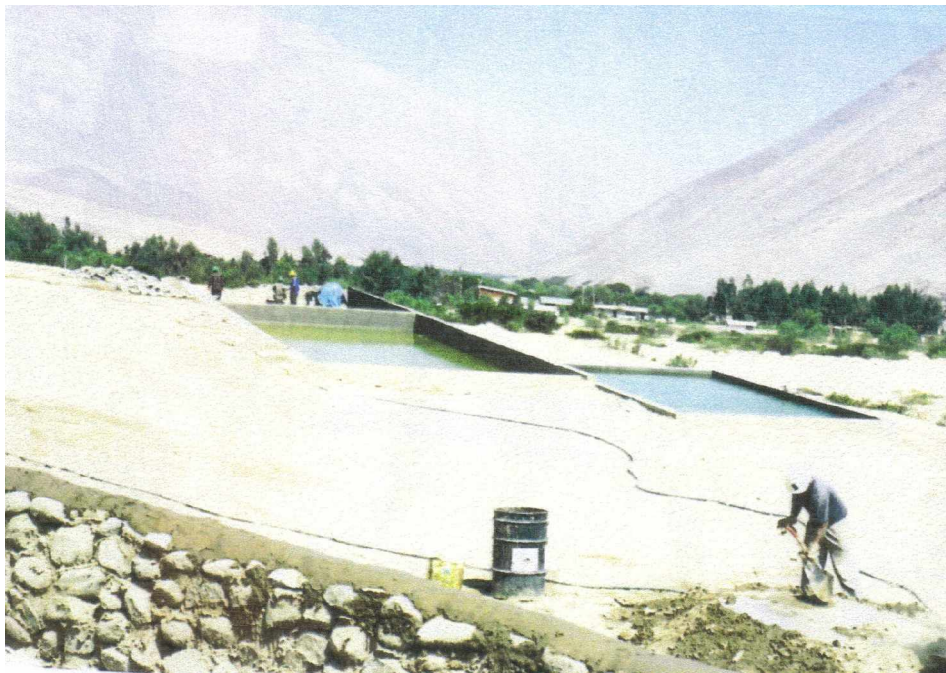


Foto 32. Pozas de tratamiento de aguas servidas



Foto 33. En reunión de trabajo



Foto 34. Cerco perimetrico con huaranguillo a la relavera



Foto 35. Desmonte en San Juan



Foto 36. La pendiente del desmonte sigue a la pendiente natural del terreno



Foto 37. Muestreador PM10 para partículas finas



Foto 38. Hasta 17 m. No había agua procedente de la relavera



Foto 41. Monitoreo en el agua de la cocina



Foto 42. Monitoreo del punto M-6



Foto 43. Punto de monitoreo M-7

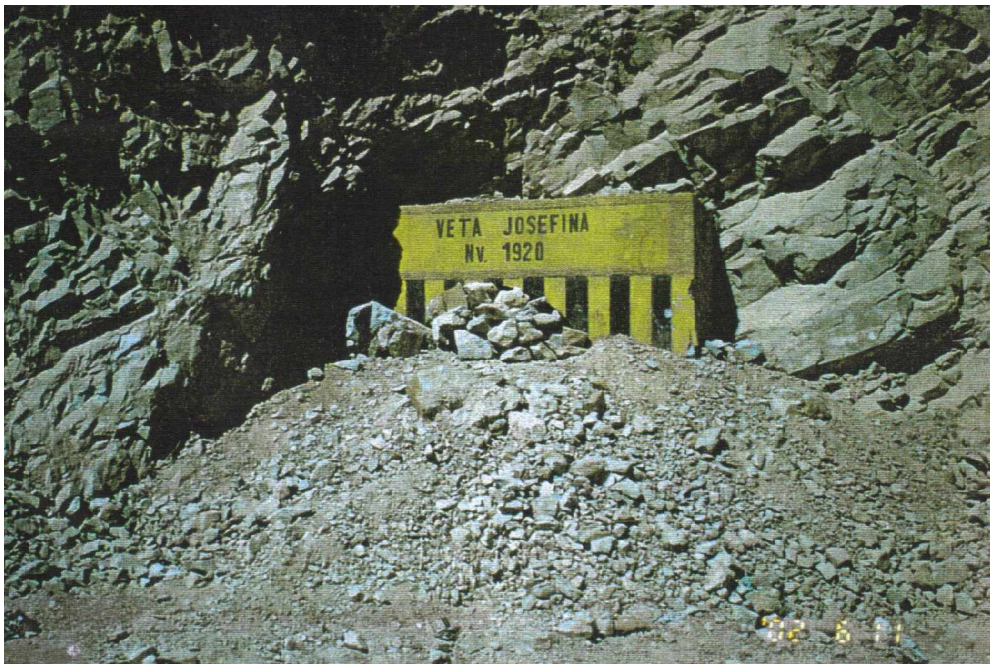


Foto 44. Taponeado de la veta Josefina



Foto 45. Taponeado de una boca mina



Foto 46. Nuestra preocupación ambiental es permanente.



Foto 47. Nos debemos a nuestra Comunidad de Tocota.