

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA
SECCION DE POST GRADO



**LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE
REMEDIACION EN LAS MICRO CUENCAS
AURIFERAS DE
CAYCHIVE Y HUAYPETUE- MADRE DE DIOS**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS
CON MENCIÓN EN MINERÍA Y MEDIO AMBIENTE**

NIVERCION HUGO GUTIERREZ OROZCO

LIMA - PERU

2002

RESUMEN

Las microcuencas auríferas de los ríos Caychive y Huaypetue – Madre de Dios, constituyen una zona donde la minería aurífera aluvial, a partir de la última década, se ha desarrollado intensa y desordenadamente a nivel de la pequeña minería, sin el adecuado uso de técnicas mineras que conduzcan a preservar el medio ambiente.

Las operaciones de explotación y concentración de gravas auríferas han dado lugar a la degradación y contaminación de los principales factores ambientales, bajo la forma de: deforestación, desertificación de suelos, grandes cúmulos de cascajo grueso, colmatación del cauce de los ríos con sedimentos como consecuencia de la descarga de partículas en suspensión provenientes de las plantas de beneficio, residuos de mercurio metálico del proceso de amalgamación y refogado, residuos de hidrocarburos y lubricantes, ruidos emitidos por maquinaria minera y de transporte, los desechos domésticos y entre otros.

En el presente trabajo previamente se describe el área del entorno ambiental de las microcuencas en estudio, señalando los diferentes componentes, del medio físico, biológico y socio – económico, resaltando las áreas de mayor sensibilidad ambiental.

En el capítulo de las actividades de explotación y concentración de gravas auríferas, primero se describe las operaciones actuales de explotación artesanal y mecanizada. Luego, como aporte y solución a la problemática de operaciones en este tipo de depósitos, se propone un planeamiento de minado considerando los principales parámetros que intervienen en la técnica de minado por la variante de “Cut Corner”. La técnica de minado “Cut Corner” aparte de ofrecer sus propias ventajas de eficiencia en la producción, previene los riesgos de contaminación ambiental y a su vez contempla el desarrollo de los criterios del plan de cierre. Con respecto al planeamiento de las operaciones en la planta de beneficio, en base al análisis granulométrico de la grava aurífera, se determina los diferentes parámetros que controlan el proceso de lavado, incorporando después del canal de yute las “pozas de sedimentación”, con el fin de evitar la descarga directa de partículas finas en suspensión al cauce de los ríos, cuyo efecto se traduce en la contaminación y colmatación de las microcuencas de la región.

El monitoreo de impactos ambientales se ha realizado de acuerdo a un programa preestablecido en ambas microcuencas, esto es, 500.0 m. antes y después del punto de confluencia con sus tributarios tanto para el agua como para los sedimentos. Se ha determinado cierto grado de contaminación respecto al pH, que es bastante bajo en algunos puntos, y en alto grado la emisión de sólidos en suspensión que sobrepasan largamente los límites máximos permisibles. En cambio, de acuerdo a los resultados del análisis de laboratorio, los principales metales disueltos están muy por debajo de los LMPs. fijados por MEM.

El mayor deterioro ambiental ocasionado por la actividad minera, es la destrucción del bosque tropical acompañado de la desertificación de suelos como consecuencia del movimiento de tierras y proceso de lavado de la grava aurífera, con el consiguiente cambio geomorfológico de la zona.

En el capítulo de medidas de remediación sobre las áreas afectadas, se ha incidido en enfocar el problema, proponiendo un conjunto de acciones que conduzcan a la recuperación de áreas seriamente afectadas, a pesar que en algunos de ellas los daños son irreversibles.

Para las áreas aún por explotarse, se propone algunos criterios del plan de cierre y postcierre. Asimismo, con respecto a los pasivos ambientales, se requiere de un plan de rehabilitación basado en nuevas prácticas de explotación, beneficio y educación ambiental.

Dentro del plan de revegetación como elemento de soporte se ha desarrollado los factores ambientales de influencia general y aquellos modificados por la actividad minera, como es el caso en las microcuencas en mención.

En la última parte, se describe la selección del tipo de plantas a utilizarse y la preparación del terreno, señalando los métodos y etapas del proceso; luego los nuevos usos de la tierra rehabilitada.

INDICE

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
INTRODUCCION	... 001

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. Ubicación y Acceso	004
1.2. Antecedentes	005
1.2.1. Estructura Legal y Administrativa	007
1.2.1.1. Base Legal	007
1.2.1.2. Concesiones Mineras	... 008
1.2.2. Condición Legal de las Propiedades de Tierra	009
1.3. Objetivos	009
1.4. Hipótesis	010
1.5. Justificación	... 010
1.6. Metodología	011

CAPITULO II

DESCRIPCION DEL AREA Y AMBIENTE DE LAS MICROCUENCAS

2.1. Componentes del Medio Físico	... 012
-----------------------------------	---------

2.1.1. Topografía y Fisiografía	...	012
2.1.2. Clima y Meteorología		014
2.1.2.1. Temperatura		015
2.1.2.2. Humedad Relativa		015
2.1.2.3. Vientos	...	016
2.1.2.4. Precipitación		016
2.1.2.5. Evaporación		016
2.1.3. Calidad del Aire		017
2.1.4. Geología y Sismicidad		017
2.1.4.1. Estratigrafía		017
2.1.4.2. Geología Local		018
2.1.4.3. Geología Económica		019
2.1.4.3.1. Mineralogía		019
2.1.4.3.2. Extensión del Area Estudiada		020
2.1.4.4. Sismicidad	...	021
2.1.5. Suelos	...	022
2.1.6. Recursos Hídricos		024
2.2. Componentes de Medio Biológico		026
2.2.1. Ecosistemas		026
2.2.1.1. Ecosistema Terrestre		026
2.2.1.2. Ecosistema Acuático		028
2.3. Ambiente Socio – Económico		029
2.3.1. Ambiente Social	...	029
2.3.2. Ambiente Económico	...	032

2.4. Ambiente de Interés Humano	...	033
2.5. Areas de Sensibilidad Ambiental	...	034

CAPITULO III

ACTIVIDADES DE EXPLOTACION Y CONCENTRACION

3.1. Descripción General de las Actividades		035
3.1.1. Explotación Artesanal	...	035
3.1.2. Explotación Mecanizada	...	036
3.1.2.1. Método Combinado	...	037
3.1.2.2. Método por Dragado		040
3.1.3. Concentración de gravas auríferas		042
3.2. Planeamiento de las Operaciones de Minado	...	044
3.2.1. Planeamiento de Pre – Minado		044
3.2.1.1. Rozado del bosque		044
3.2.1.2. Ubicación de los botaderos	...	044
3.2.1.3. Fase de Stripping o desbroce		045
3.2.2. Planeamiento de Minado	...	045
3.2.2.1. Diseño de Minado – Métodos Combinados	...	045
3.3. Planeamiento de las Operaciones en la Planta de Beneficio	...	050
3.3.1. Ubicación de la Planta de Lavado	...	050
3.3.2. Análisis Granulométrico de la Grava Aurífera		051
3.3.3. Parámetros que Controlan el proceso de Lavado	...	052
3.3.4. Diseño y Dimensionamiento de la Planta de Lavado		054
3.3.5. Descripción de los Elementos de la Planta de Lavado	...	055

CAPITULO IV

MONITOREO DE IMPACTOS AMBIENTALES

4.1. Impacto Sobre el Ambiente Físico	059
4.1.1. Impacto Sobre las Microcuencas	... 059
4.1.2. Impactos a la Calidad del Aire	061
4.1.3. Impacto a los Suelos	... 062
4.2. Impactos Sobre el Ambiente Biológico	063
4.2.1. Impacto Sobre el Ecosistema Terrestre	063
4.2.2. Impacto Sobre el Ecosistema Acuático	... 064
4.2.3. Monitoreo de las Aguas Superficiales y Sedimentos	069
4.3. Impacto Sobre el Ambiente Socio – Económico	071
4.3.1. Sobre el Ambiente Social	... 071
4.3.2. Sobre el Ambiente Económico	072
4.4. Impacto Sobre el Ambiente de Interés Humano	072

CAPITULO V

MEDIDAS DE REMEDIACION

5.1. Medidas a los Impactos Ambientales Relevantes	074
5.1.1. Medidas Preventivas	... 074
5.1.2. Medidas Correctivas	... 075
5.1.2.1. Ambiente Físico	075
5.1.2.2. Ambiente Biológico	077
5.1.2.3. Aguas Residuales y Desechos Sólidos	080
5.1.2.4. Residuos Industriales	... 082

5.1.2.5. Ambiente Socio – Económico	086
5.1.2.6. Desplazamiento de Sedimentos	... 087
5.2. Plan de Vigilancia y Manejo del Medio	... 088
5.2.1. Organización	088
5.2.2. Calidad del Medio	089
5.2.3. Saneamiento y Conservación	... 089
5.3. Plan de Contingencia Ambiental	... 090
5.3.1. Capacitación	090
5.3.2. Manejo Social	091
5.4. Plan de Cierre y Rehabilitación de Areas Afectados	092
5.4.1. Consideraciones Generales	092
5.4.2. Pasivos Ambientales	092
5.4.3. Fase de Abandono	093
5.4.4. Criterios para el Cierre	095
5.4.5. Monitoreo en Período de Post – Cierre	095
5.4.5.1. Enfoque Integral al Problema Ambiental y Social de la Zona	... 097
5.4.6. Plan de Revegetación	101
5.4.6.1. Factores Ambientales de Influencia General en la Revegetación	102
5.4.6.2. Medio Técnico	106
5.4.6.3. Factores Ambientales Modificados por la Actividad Minera	... 110
5.4.6.4. Preparación de los Terrenos para realizar la	

Revegetación	... 114
5.4.6.4.1. Métodos y Etapas de Revegetación	116
5.4.6.4.2. Nuevos Usos de la Tierra Rehabilitada	127
5.4.6.5. Selección de Especies Vegetales	128
5.5. Evaluación Ambiental	131
5.6. Estimación de Costos de las Medidas de Remediación	... 133

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

ANEXO: Cuadros

Definiciones y Cálculos

Figuras

Diagramas

Tablas

Fotografías

Planos

INTRODUCCION

Vivimos tiempos de gran preocupación pública e institucional por el medio ambiente; pues hoy en día somos conscientes de que nuestro entorno es un ambiente frágil; pero también sabemos que dicho cuidado es una tarea enormemente difícil, al tener que conjugar la presión demográfica y la demanda social de mejorar los niveles de vida, que sólo puede alcanzarse mediante un desarrollo económico.

No obstante que la industria minera en nuestro país es vista con frecuencia de manera negativa por el público en general, debido a la percepción sobre los pasivos ambientales de las actividades mineras sobre la salud humana y el medio ambiente, considerándolos como los únicos contaminadores sin tener en cuenta que otros sectores productivos también emiten al ambiente los efluentes contaminantes. Ante esta disyuntiva, en el caso del área en estudio, el Estado, los titulares de la concesiones mineras, los operadores involucrados y la población en general deben tomar conciencia ambiental y asumir su responsabilidad en el rol que les corresponde a cada uno; desde luego, los involucrados en la actividad

están en la obligación de preservar respecto a la salud, la seguridad y el medio ambiente.

El reto para los pequeños mineros de esta zona, no es sólo cumplir las exigencias de la legislación, que de hecho no la cumplen, sino, siempre que sea posible, ir más allá de los mismos, es decir, una operación minera saludable y exitosa es esencial para el bienestar social y económico de la región.

En el período de 1980-1990, las empresas mineras de Aurífera Sur Oriente, S.A. y South American Placers Inc. Perú (CARISA) en la vasta región de Madre de Dios, operaron en el río Huaypetue y Caychive, respectivamente. En esa oportunidad las operaciones se ejecutaron de manera responsable de acuerdo a las técnicas propias de plan de minado y de beneficio para aluviones, no obstante que en aquel entonces los asuntos ambientales no eran tan difundidos y las normas ambientales contenidas en el Código del Medio Ambiente y Recursos Naturales se dieron en setiembre de 1,990.

Una de las razones que han motivado desarrollar el presente trabajo, es con el único afán de emprender la búsqueda de alternativas encaminadas a mitigar los graves problemas ambientales ocasionados por una operación irresponsable y depredadora de los recursos naturales que, por sus características peculiares no estuvieron al alcance de la aplicación de los Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) y Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

De continuar con esta informalidad, haciendo caso omiso a la práctica de técnicas mineras asociadas al control ambiental del proceso productivo, en poco tiempo, se agotarán los recursos minerales y se destruirá irremediablemente el ambiente físico, biológico y por ende, el ambiente socio – económico, sin la posibilidad de aplicar sobre los pasivos ambientales el principio de “quien contamina paga”; resultando finalmente el Estado el quien tiene que asumir.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. UBICACIÓN Y ACCESO

Las microcuencas de los yacimientos aluviales de oro de Caychive y Huaypetue se encuentran ubicadas en la Región Sur Oriental del Perú, al suroeste de la ciudad de Puerto Maldonado, capital del departamento de Madre de Dios, provincia de Manú, distrito de Huaypetue, a una altitud comprendida entre los 300 y 600 m.s.n.m.

Las coordenadas planas U.T.M. del área en estudio está comprendida entre:

N 8'556,000 y 8'568,000 m.

E 322,000 y 348,000 m.

La coordenadas geográficas son:

12° 50' Norte - 13° 00' Sur

70° 18' Este - 70' 34' Oeste

ACCESIBILIDAD : Las vías de acceso utilizadas hasta el área en estudio tienen el siguiente enlace:

TRAMO	DISTANCIA	VIA
Lima - Cusco	Directo	Aérea
Cusco - Puerto Maldonado	Directo	Aérea
Cusco - Puerto Maldonado	532 Kms.	Terrestre carretera afirmada
Puerto Maldonado - Mazuko	173 Kms.	Terrestre carretera afirmada
Mazuko - Puerto Mazuko	3 Kms.	Terrestre carretera afirmada
Puerto Mazuko - Puerto Punkiri	3 Kms.	Fluvial (aguas abajo: río Inambari)
Puerto Punkiri - Caychive	10 Kms.	Terrestre Carret. Afirmada
Puerto Punkiri – Huaypetue	25 Kms	Terrestre Carret. Afirmada
Puerto Maldonado - Caychive	Directo	Aérea (avioneta)
Cusco – Huaypetue	Directo	Aérea (avioneta)

1.2. ANTECEDENTES

Sobre las microcuencas materia de Tesis se conoce el trabajo realizado por la O.N.E.R.N. (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales 1972), en cuyo informe de Diciembre de 1972 se hace mención a la existencia de recursos auríferos cuyo potencial era desconocido, pero que por estudios de campo realizados en aquel entonces se dedujo que se hallan ampliamente distribuidas en la región, y están estrechamente relacionados con la erosión que soportan los

filones auríferos existentes en las partes altas de la sierra de Carabaya, originando un constante acarreo de material aurífero (18).

Los primeros trabajos de prospección y explotación preliminar mediante muestreos por canales, han sido llevados a cabo por el Ex Banco Minero del Perú, a partir del mes de Setiembre de 1975 hasta diciembre de 1977, obteniéndose el informe del programa de exploración en febrero de 1978 (6)

La Compañía Minera Algamarca en 1978 realiza exploraciones en el río Caychive cerca de la desembocadura del río Inambari, efectuando piques, por los resultados y métodos utilizados se consideró el área sin mucha opción (7).

La más importante labor de exploración fue realizada por Río Finex (Río Tinto Finance Exploration), cubriendo con su programa gran parte del río Pukive los cuales arrojaron resultados poco halagadores, motivo por el cual se liquidó las operaciones en Junio de 1982.

En enero de 1983, Aurífera Río Pukive completa estudios explorando el lecho del río Huaypetue y Pukive, obteniendo buenos resultados (Enero-Setiembre de 1983).

Posteriormente, Aurífera Río Inambari S.A. (CARISA) efectuó intensamente trabajos de exploración en la microcuenca del río Caychive a partir

de Setiembre de 1983 (7). En la prospección se utilizó la perforación a percusión (Churn drill), luego se instaló una planta piloto para realizar pruebas metalúrgicas.

Finalmente, se instaló una draga de cangilones en la boca del río Caychive y quebrada Seca y una Planta de lavado (Washing Plant), en la quebrada Cuatro Amigos en el año de 1988, ambos equipos operaron hasta el año de 1991.

1.2.1. ESTRUCTURA LEGAL Y ADMINISTRATIVA

1.2.1.1. BASE LEGAL

El deterioro ambiental debido a la actividad minera aurífera aluvial, se enmarca dentro de los estudios de impacto ambiental, programas de adecuación y manejo ambiental y fundamentalmente dentro de los programas de remediación y rehabilitación ambiental; en consecuencia, en la elaboración del presente trabajo han sido considerados los dispositivos y normas legales emitidos por el Ministerio de Energía y Minas, Agricultura, Salud e Instituto Nacional de Cultura, entre los cuales se pueden citar (13):

- Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales - Decreto Legislativo Nro. 613.
- Texto Unico Ordenado de la Ley General del Minería. Decreto Supremo Nro. 014 - 92 - EM y sus Reglamentos. Así como la Ley de la Pequeña Minería y Minería Artesanal.
- Ley General de Aguas - Decreto Legislativo No. 17752.

- Normas de Control Ambiental aplicable a nivel internacional, recomendadas por la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.) y el Consejo Interamericano de Seguridad.
- Niveles máximos permisibles para efluentes líquidos minero-metalúrgicos. Resolución Ministerial Nro. 011-96/VMM.
- Niveles máximos permisibles de elementos y compuestos presentes en emisiones gaseosas provenientes de las actividades minero-metalúrgicas - Resolución Ministerial Nro. 315-96-EM/VMM.
- Guía para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental - Resolución Directoral Nro. 013-95-EM/DGAA.
- Areas Naturales protegidas del Perú: Zonas reservadas y bosques de protección que comprenden varios dispositivos legales.

1.2.1.2. CONCESIONES MINERAS

Haciendo una breve reseña histórica de los yacimientos auríferos de la región de Madre de Dios, la admisión de denuncios mineros ha sido suspendida según el D.S. Nro. 010-74 - EM/DGM del 06-06-74 por el plazo de cinco años, contados a partir del 22 de Mayo de 1973 en una extensión de 21,632 Km², a fin de que el ex Banco Minero del Perú ayude con los estudios de prospección, exploración y planta piloto de gravas auríferas a los pequeños lavadores artesanales de oro de esta región (1).

Cumplido el plazo de cinco años, a partir del 21 de Julio de 1978 se declara la libre denunciabilidad de todas las áreas de esta región; sin embargo, aún

se continúa reservando en la zona de Huaypetue y Caychive una tercera parte de la extensión en cada microcuenca, y dos áreas de similar extensión en la Madre de Dios hasta el 30 de Octubre de 1978. Dichas áreas se ubican en el sector de Boca Inambari aguas abajo margen izquierda y la otra en el sector Laberinto; todas ellas como Reserva Especial del Estado por tener características peculiares. A partir del 31-10-78 las áreas reservadas quedan de libre denunciabilidad. En la microcuenca de Huaypetue y Caychive la mayor parte es cubierta por Aurífera Sur Oriente, S.A. y CHAVINSA; el resto por los pequeños mineros artesanales.

1.2.2. CONDICION LEGAL DE LAS PROPIEDADES DE TIERRA

Al igual que el llano amazónico de la selva de Madre de Dios, las microcuencas del río Caychive – Huaypetue y sus tributarios son terrenos eriazos de propiedad del estado y forma parte de una exuberante vegetación propia de la región Rupa Rupa.

1.3. OBJETIVOS

El presente estudio materia de tesis, persigue los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL

Determinar los niveles de contaminación por acción de la actividad minera y proponer las medidas de remediación en el área de influencia de las microcuencas de Caychive y Huaypetue.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Determinar los principales componentes ambientales en zonas afectadas por las operaciones mineras.

Desarrollar medidas correctivas de rehabilitación en las áreas perturbadas por la actividad minera.

1.4. HIPOTESIS

Teniendo en cuenta que la hipótesis es uno de los elementos básicos del método científico de investigación, se formula el siguiente postulado:

"La actividad de la minería aurífera en las microcuencas del río Caychive y Huaypetue generan contaminantes ambientales; por lo tanto, el mayor daño ocasionado es sobre el ambiente físico y biológico".

1.5. JUSTIFICACION

- Una zona donde la actividad minera se desarrolla intensamente sin planificación ni estudio de impacto ambiental, justifica evaluar y tomar medidas correctivas para mitigar los posibles daños ambientales. Asimismo dedicar parte del área rehabilitada en beneficio de la comunidad nativa de la zona.
- Dadas las características peculiares y el gran potencial de los yacimientos aluviales de oro en estas microcuencas, y teniendo la demanda del oro en el mercado nacional e internacional, justifica

desarrollar esta actividad, toda vez que las operaciones se realicen sosteniblemente.

1.6. METODOLOGIA DE ESTUDIO

La metodología de estudio es inductiva, el tipo de investigación es aplicada y presenta un nivel de estudio Descriptivo Correlacional. Por cuanto, primero hubo una etapa preparatoria del trabajo, la que nos permitió ordenar el resultado de las características observadas en el campo; luego, establecer una comparación de variables entre grupos de estudio y de control para poder probar o negar la hipótesis planteada.

CAPITULO II

DESCRIPCION DEL AREA Y AMBIENTE DE LAS MICROCUENCAS

2.1. COMPONENTES DEL MEDIO FISICO

En el presente capítulo se describe brevemente las características principales de los componentes ambientales presentes dentro de los límites del emplazamiento minero de las microcuencas, con el objeto de definir el ambiente en el cual se viene desarrollando la actividad de la minería aurífera.

2.1.1. TOPOGRAFIA Y FISIOGRAFIA

Las microcuencas y el área de influencia se emplazan inmediatamente al pie de las últimas estribaciones de la Cordillera Oriental de la Zona Sur Oriental del Perú.

El relieve expuesto es moderado con pequeñas pendientes, surcada por quebradas y cuyas altitudes varían de 300 a 600 m.s.n.m.

Actualmente, el paisaje sufre modificación debido a la intensa actividad minera desarrollada en el área, por los pequeños mineros e informales

("Chichiqueros"). Entre los rasgos fisiográficos más importantes se puede diferenciar los siguientes:

A. TERRAZAS

Originariamente, estuvieron constituidas por llanuras de considerable extensión, de configuración estable debido a la cubierta vegetal que impedía su erosión, surcaban quebradas de cauce moderadamente meandriformes, hoy completamente alteradas. La pendiente promedio es aproximadamente 2%, esta aumenta y la topografía se hace un poco más accidentada en las nacientes de las quebradas: Nueva, Seca, Sol de Oro, Cuatro Amigos y Caychive, sobrepasando incluso en algunos casos el 5%. Características similares presentan los tributarios del río Huaypetue como las quebradas: Puno, Santa Elena y Nueve de Setiembre.

B. PLAYAS

Lo constituyen el lecho de los ríos y quebradas, hoy prácticamente confundidas, presentan una pendiente algo superior al 1%, por ello es que en las épocas de crecientes, no son navegables. En el río Caychive, las playas originariamente bordeaban los 150m de ancho, sin vegetación con arenas cuarzosas totalmente retrabajadas; en agosto – 2000, las playas sobrepasaban los 400 m, mientras que en el río Huaypetue el problema es mucho más grave, el ancho de la playa sobrepasa los 500 m.

C. QUEBRADAS

Algunas de éstas contienen agua permanentemente y otras solamente en épocas de avenidas con lechos bastante angostos (30 – 60 m.) y pendientes hasta

1.5% , por ende torrentosos y con poder de arrastre. Los tributarios más importantes del río Caychive son: Mahuay, Seca, Nueva, Cuatro Amigos. Y los tributarios del río Huaypetue son: Puno, Santa Elena, Nueve de Setiembre, Buena Fortuna, Libertad, Padilla, Choque, San Juan y Nueva Alta.

El río Caychive, que desemboca en el río Inambari por la margen izquierda y en el mismo alineamiento al río Huaypetue que desemboca en el río Pukive por la margen derecha, constituye el rasgo geomorfológico característico en esta zona (ver plano Geológico); también tiene el mismo alineamiento el río Dos de Mayo que desemboca en el río Inambari por la margen derecha, todos con rumbo general de NW-SE.

2.1.2. CLIMA Y METEOROLOGIA

En la zona, el clima se caracteriza por las elevadas temperaturas y constantes precipitaciones propia de la selva baja (Región Rupa Rupa) que de una manera acentuada inciden en el modelaje del paisaje.

La zona corresponde a un tipo climático de "Húmedo y Cálido" (18). De acuerdo a la clasificación climática hecha por la ONERN (1972) se ha identificado tres tipos climáticos predominantes: "Sub-húmedo y cálido" (1,700 mm y 26°C) y "Muy Húmedo y Semi-Cálido" (4,000 mm y 24°C) y "Húmedo y Cálido" (3,000 mm y 25°C). El primero está localizado en el sector Nororiental del departamento de Madre de Dios, enmarcado por los ríos Las Piedras y Madre de Dios; el segundo se encuentra circunscrito al Sector Suroccidental de la región

y comprende las estribaciones de la sierra de Carabaya y el tercer tipo climático es el que caracteriza a la parte central de la región donde se encuentran las microcuencas de Caychive y Huaypetue.

2.1.2.1. TEMPERATURA

Se conoce prácticamente dos estaciones en el año, uno verano (mayo-octubre), con intenso calor llegando a registrarse temperaturas hasta de 34°C con lluvias esporádicas y un invierno (noviembre-abril) con bastante lluvia, calor y temperatura que bajan hasta 17°C ("frijes") tal como se puede observar en el Cuadro No. 02. (7).

El Sector del área de estudio no cuenta con información suficiente, salvo la estación de Caychive-Pantera, de los años 1986 y 1987, pero en base a las observaciones ecológicas de campo y a los valores de las temperaturas referidas, ONERN asume un valor promedio de 25° (Cuadros Nos. 01, 02 y 03).

2.1.2.2. HUMEDAD RELATIVA

De acuerdo al Cuadro No. 03, se puede apreciar que la humedad relativa (H.R) en el área de estudio tiene la misma tendencia que la precipitación pluvial. En la microcuenca del río Caychive, algunas veces se ha registrado una humedad relativa promedio de 75 a 88% la cual es bastante alta (7). En base a las observaciones ecológicas de campo y los valores anotados de H.R. para los sectores NE y NO realizadas por ONERN (18), se obtuvo, por interpolación, un promedio de alrededor de 77%.

2.1.2.3. VIENTOS

En las microcuencas de Caychive y Huaypetue, los vientos predominantes, durante los meses de Julio-Setiembre provienen del Sur y en los meses de Setiembre - Abril predominan los vientos del Norte o Ecuatoriales (7).

En general, la velocidad media de los vientos en esta zona varía entre un valor máximo de 12.5 Km/hr a un mínimo de 8.0 Km/hr, que de acuerdo a la escala de Beaufort se clasifican como "Brisa muy débil". Este es un tipo de viento que no produce ningún efecto negativo o limitante para el desenvolvimiento de las actividades de la zona (18) y los (Cuadros No. 03 y 04).

2.1.2.4. PRECIPITACION

El estudio de la precipitación pluvial, que es uno de los elementos meteorológicos de mucha importancia, ha sido efectuado por ONERN (18) en base a la información meteorológica de las estaciones en funcionamiento (Cuadros No. 02 y 03).

El sector central del área de estudio no cuenta con información, salvo la estación de Caychive con escasos dos años de registros, pero, de acuerdo con las observaciones ecológicas de campo y los valores de precipitación registrados para los sectores NE y NO ONERN (18), son similares a los registros de Caychive.

2.1.2.5. EVAPORACION

El estudio de este elemento metereológico ha sido realizado por ONERN (18) solamente con los datos registrados por la estación del

fundo Iberia entre los años 1954-1970; mediante dicha información, se puede apreciar que la evaporación presenta un régimen de distribución mensual que se puede considerar como normal, alcanzando un total promedio anual de 603.3 mm.

2.1.3. CALIDAD DEL AIRE

En esta zona, la actividad de la minería aurífera aluvial a nivel semimecanizado se desarrolla todo el año y, a nivel artesanal, en los meses de diciembre y abril. Las operaciones de extracción y concentración de gravas auríferas son a cielo abierto (rozas abiertas) y gravimétricas, respectivamente. Por consiguiente, podemos decir que, dentro del movimiento de grava, transformación física en el proceso de lavado y en la operación de amalgamación y refogado, la única fuente de contaminación de aire será por emisiones de monóxido de carbono (CO) de equipos de mina-planta, SO_2 y emisión de mercurio a la atmósfera en forma de vapor, y como efluente líquido a los ríos. En general, la alteración de la calidad de aire es menor con respecto a otros factores ambientales.

Los niveles máximos permisibles de elementos y compuestos presentes en emisiones gaseosas provenientes de las unidades minero-metalúrgicas han sido fijadas por Resolución Ministerial Nro. 315-96-EM/VMM del 16 de Julio de 1996 (Cuadro No. 05).

2.1.4. GEOLOGIA Y SISMICIDAD

2.1.4.1. ESTRATIGRAFIA

Según estudios de recopilación realizados por J. La Riva S. sobre la geología regional, las unidades litológicas van desde el Paleozoico

inferior (ordovísico) al reciente con gravas reclasificadas cuyo origen estaría en la cordillera de Carabaya y Sandia (Puno, límite con Madre de Dios).

La secuencia estratigráfica de la región es la que se muestra en el Cuadro No. 06: columna estratigráfica generalizada del Area de Madre de Dios.

2.1.4.2. GEOLOGIA LOCAL

El depósito emplazado en las zonas de los ríos Caychive-Pukive-Huaypetue se define como el tipo piedemonte conformado por el aluvial transportado y depositado en forma de abanico, este emplazamiento fue controlado por la falla que corre paralela a los ríos Caychive-Huaypetue. Allí por el pleistoceno, las aguas del deshielo glaciar arrastraron enormes cantidades de material aluvial que se acumularon al pie de los Andes formando extensas llanuras de pie de monte (7) (Plano Geológico Local).

Entre las principales capas que constituyen la geología local son:

A. SOBRECARGA

Se presenta en las terrazas y playas antiguas de los ríos y quebradas, y constituida por una arena arcillosa cuya potencia llega hasta 1.50 m como máximo con contenidos importantes de oro, y es de fácil disgregación.

En los ríos y quebradas es de color rojizo y en las terrazas está conformada por una arena lixiviada blanca cuarzosa.

B. GRAVAS

Constituidas por las gravas auríferas propiamente dichas presentan características similares entre los ríos y terrazas; según el análisis granulométrico, el 57% constituyen las gravas de la malla -1/2" en el río Caychive.

Las gravas en su mayor parte están constituidas de \pm 90% por arenas cuarzosas y el restante lo constituyen limos y arcillas. Los clastos mayores de 1/2" pocas veces llegan hasta 12" de diámetro, y están constituidas por areniscas y cuarcitas mayormente, y esporádicamente rocas volcánicas o intrusivas en proceso de descomposición.

C. ROCAS DE LECHO (BED ROCK)

En términos de minería aluvial se denomina "peña". En el depósito la constituyen las arcillas rojas del Terciario Ipururo sobre los que yacen directamente las gravas auríferas.

Su reconocimiento no es tan difícil por su composición totalmente arcillosa, coloración y la desaparición de valores cerca al contacto hasta desaparecer totalmente en la arcilla.

2.1.4.3. GEOLOGIA ECONOMICA

2.1.4.3.1. MINERALOGIA

El río Caychive ha variado y corrido a lo largo de toda su extensión, depositando como lavando lo acarreado, puede ser uno de

los factores por los que encontramos lentes de grava media lavada; también la percolación de las aguas jugó un papel importante.

Existe una clara gradación en las gravas de la desembocadura del río Caychive, en el río Inambari disminuyendo en tamaño aguas arriba del río Caychive y continuando la disminución en el río Huaypetue (7).

En las microcuencas de los ríos Caychive y Huaypetue, así como en otras cuencas de la región de Madre de Dios, el oro se encuentra en estado metálico en forma de laminillas con alto contenido de oro fino libre de 190 X 50 micras (1). De acuerdo a los análisis mineragráficos efectuado por INGEMMET, las partículas de oro llegan a medir en algunas áreas hasta 5.mm de Ø con proporciones variables de magnetita, hematita, ilmanita, cuarzo, y algo de casiterita, rutilo y circonio (minerales pesados que constituye la “arenilla negra”). En los laboratorios del Ex Banco minero del Perú, la casiterita ha sido identificada por sus características ópticas. Asimismo, se determinó la existencia de Sn, Ti, Zr en considerables proporciones, el primero de ellos en material aurífero in situ en algunas zonas en una proporción de 5.5 gr./ m³.

2.1.4.3.2. EXTENSION DEL AREA ESTUDIADA

La extensión aproximada del área estudiada es de 21 x 4 Km. y se localiza por el NO con la desembocadura del río Huaypetue en el río Pukive, por el SE con la desembocadura del río Caychive en el río Inambari, por el NE con las cumbres de la margen izquierda del río Caychive y margen derecha del río Huaypetue y finalmente por el SO con la divisoria de las nacientes

de los tributarios del río Caychive y río Kimiri, y en la misma alineación con la, divisoria de las nacientes de los tributarios del río Huaypetue y río Primavera.

2.1.4.4. SISMICIDAD

De acuerdo a la clasificación del I.G.P. (Instituto Geofísico del Perú) la zona en estudio, así como todo el llano amazónico de Madre de Dios están ubicados en una zona de "sismicidad muy baja" o "estable".

En el Perú, los sismos se producen con mayor frecuencia por estar muy cerca de la placa tectónica de Nasca, siendo con mayor intensidad en la costa, en menor grado en la sierra y en forma muy leve en la selva como es el caso de las microcuencas de Caychive y Huaypetue

En la selva la distancia del hipocentro al epicentro es bastante grande con respecto a la de la costa, por ello los efectos son mucho menores o leves como se puede observar en la Fig. No. 1.

La sismicidad se propaga a través de ondas sísmicas ya sea primarias o secundarias. Siendo las ondas primarias de mayor velocidad y poca amplitud, se percibe como un ruido, no hay daños:.

En cambio, las ondas secundarias son de poca velocidad y de mayor amplitud, llega después de la onda primaria y produce daños.

2.1.5. SUELOS

La esencia de la clasificación moderna consiste en reconocer como unidades naturales las diferentes clases de suelos y determinar sus propiedades, capacidad productiva y adaptabilidad agronómica.

DESCRIPCION GENERAL DE LOS SUELOS

Los suelos de la zona de estudio, en forma general, pueden ser agrupados en cuatro grandes formaciones de acuerdo a su origen.

A. SUELOS ALUVIALES RECIENTES

Esta formación comprende todos los suelos que, por su ubicación cercana a las orillas de los ríos (terrazas bajas), reciben continuamente sedimentos frescos de ellos. Son los de mejor potencialidad agrícola, pudiéndose llevar en ellos sembríos intensivos adaptados al medio ecológico, también presente en el área de Caychive y Huaypetue.

B. SUELOS ALUVIALES ANTIGUOS

Esta formación comprende todos los suelos originados por sedimentos antiguos de los ríos de la zona que, debido a socavamientos de los cauces o levantamientos geológicos, han alcanzado alturas que van más allá de los 15 a 30 ó 50 metros, son las terrazas medias o altas de la zona. Por lo general, son suelos profundos, de textura moderadamente fina a fina, de muy baja fertilidad y productividad, de topografía plana a ligeramente ondulada y de drenaje que varía desde bueno hasta nulo. Podemos encontrar estos suelos en las cabeceras de los

ríos Caychive y Huaypetue y cerca a la desembocadura del río Caychive en río Inambari.

C. SUELOS RESIDUALES DE COLINAS

Esta formación comprende todos los suelos que se han originado a partir de materiales sedimentarios del terciario - cuaternario (lutitas, areniscas, gravas) y que por diversos fenómenos, tales como plegamiento de la corteza terrestre y erosiones, han originado colinas que se encuentran colindando con el sistema montañoso de la zona (sierra de Carabaya), no presentes en el área.

Los suelos de textura moderadamente fina a fina, profundos o moderadamente profundos, bien drenados y sujetos a sufrir fuerte erosión pluvial, son de fertilidad muy baja y su productividad es restringida a nula.

D. SUELOS RESIDUALES DE LA ZONA CORDILLERANA

Estos suelos se han originado a partir de materiales heterogéneos del terciario, tales como lutitas, limolitas, areniscas, etc, generalmente, son suelos moderadamente profundos a superficiales y que, debido a su topografía abrupta, están sujetos a sufrir erosiones fuertes. Su uso está restringido únicamente a bosques de protección, conservación de la vida silvestre y parques Nacionales, no presentes en la zona.

CAPACIDAD DEL USO DE LOS SUELOS

La capacidad de uso de un suelo puede definirse como su aptitud natural para producir constantemente bajo tratamientos continuos y usos específicos.

Según ONERN (18), la clasificación por capacidad de uso de la tierra es la forma interpretativa y práctica en que se reúnen los suelos genéticamente clasificados, en cuanto a su uso y manejo.

El esquema básico comprende grupos, clases y subclases de capacidad, las categorías más altas o sea los grupos de capacidad son las siguientes:

- A. Tierras aptas para sembríos temporales (intensivos) ,permanentes y otros usos.
- B. Tierras aptas para sembríos permanentes y aprovechamiento forestal.
- C. Tierras no aptas para uso agropecuario ni silvicultura.

2.1.6. RECURSOS HIDRICOS

A) HIDROGRAFÍA E HIDROLOGÍA

El río Caychive atraviesa del Noroeste al Sureste de la microcuenca de Caychive, el mismo que desemboca en el río Inambari, uno de los ríos más caudalosos de la región de Madre de Dios (Plano Hidrográfico).

El río Caychive tiene sus nacientes en las alturas de las colinas del mismo nombre, a una altitud de 600 m.s.n.m. (selva media alta o Rupa Rupa, últimas estribaciones del flanco oriental de los Andes Sur peruanos), originariamente cubiertas totalmente por vegetación y surcadas por quebradas de régimen irregular.

En el mismo alineamiento hacia el flanco occidental de estas colinas corre el río Huaypetue, del Sureste al Noroeste para desembocar en el río Pukive que corre del Suroeste al Noreste y drena sus aguas en el río Colorado, este último desemboca en el río Madre de Dios, otro de los ríos más grandes de esta región.

Dada la marcada estacionalidad en el régimen de precipitaciones imperante en toda la región de la selva, el caudal conducido por los diferentes cursos de agua varía significativamente entre la temporada de lluvias y el estiaje.

En el área del río Caychive y el río Huaypetue (no navegables) el drenaje desarrollado por sus quebradas en sub paralelo de régimen irregular, algunas quebradas como San Pedro, Quebrada Seca (afluentes de río Caychive), Quebrada Santa Elena (afluente de río Huaypetue), entre otras, no tienen agua en épocas de estiaje. Según los resultados de monitoreo realizado en el período de 1999 – 2000 indica que las descargas del río Caychive varían entre un mínimo de 70 lit/seg. en agosto y un máximo de 8,850 lit/seg, en el mes de febrero. Y del río Huaypetue varían entre un mínimo de 60 lit/seg. en agosto y un máximo de 7980 lit/seg. en el mes de febrero.

B) HIDROGEOLOGIA

La mayor cantidad de agua que discurre por las quebradas y ríos de la zona donde están las operaciones mineras y otras que están en abandono se deben a las precipitaciones pluviales en los meses de lluvias que llegan a una media de 4000 mm/año. Como el suelo por encima de la roca base (bedrock) es

muy permeable por el proceso de infiltración drenan hacia el nivel freático, elevándose este nivel con el aumento del cauce de los ríos como muestra de su intercomunicación con las aguas del subsuelo que constituye el acuífero (nivel freático).

2.2. COMPONENTES DEL MEDIO BIOLÓGICO

2.2.1. ECOSISTEMAS

La zona de influencia del área en estudio en términos del sistema de clasificación de georregiones (Atlas del Perú 1989) pertenece a “Ecorregión de Rupa Rupa o Selva Alta”, Ecosistema del tipo “Bosque Tropical Amazónico”; estaciones de lluvia y sequía prolongadas.

En esta parte de la Selva de Madre de Dios; a diferencia de “Tambopata – Candamo”, santuario de las “Pampas de Heath” y el “Parque Nacional de Manu” donde la biodiversidad de las especies es rica; en cambio, en esta zona la abundancia es relativamente mucho menor por su ubicación geográfica cerca de la colonización y acentuado en las últimas décadas por la presencia de las actividades mineras, agropecuarias y forestales.

2.2.1.1. ECOSISTEMA TERRESTRE

LA FLORA

La flora de la zona de influencia al área en estudio es muy diversa. En el presente trabajo la identificación de las principales familias y géneros se muestra en la lista taxonómica del Cuadro No. 07, según ONERN (18).

Estas plantas sobresalen por su uso o como indicadores de alguna característica del lugar. También se incluyen según el cuadro No. 08, algunos cultivos agrícolas más usuales de la zona.

LA FAUNA

El inventario de la fauna está referido básicamente a las aves, reptiles, anfibios, peces, roedores, una gran variedad de mamíferos y animales domésticos.

La lista taxonómica de la fauna se presenta en el Cuadro No. 09, circunscribiéndose únicamente a las especies que fueron vistas en los recorridos realizados en los diferentes ecosistemas de la zona de influencia del proyecto en estudio.

Conviene indicar que, en el Reglamento de Conservación de flora y fauna silvestre del Ministerio de Agricultura, el Art. 7mo. especifica que el Ministerio de Agricultura para los fines de protección, clasifica a las especies de flora y fauna silvestre, conforme a la categorización siguiente:

- Especies en vías de extinción
- Especies vulnerables,
- Especies raras y
- Especies en situación indeterminada.

2.2.1.2. ECOSISTEMA ACUATICO

El área en estudio tanto en su vertiente oriental (microcuenca de Caychive), como en su vertiente occidental (microcuenca de Huaypetue) presenta una topografía con pendiente bastante pronunciada hasta 2% en sus cabeceras y 0.5% cerca de sus desembocaduras; en consecuencia, no son propicios para la existencia de ecosistema acuático. Sin embargo, después de la desembocadura del río Huaypetue en el río Pukive, ya esta subcuenca de menor pendiente oferta hábitats diversos para especies de avifauna como garza, tigre garza, shansho, paucar, loro pihuicho, guacamayo azul amarillo y rojo, tucán, carpintero, loro de cabeza roja y azul, etc. Las palizadas o chamarascas río adentro o en sus orillas son lugares favorables para la presencia de los reptiles, hormigas, arañas; como también para algunos mamíferos como achuni, oso hormigero, lobo del río, etc.

También hubo presencia de variedad de peces como zúngaro, saltón, doncella, dorado, sábalo, boquichico, piro y, en las quebradas, la carachama sin embargo, actualmente no hay vida acuática en los ríos debido a la tremenda turbidez existente. Evidentemente los anfibios, como es de suponer, se encuentran habitando zonas con cuerpos de agua tranquila o en movimiento, o lugares con gran humedad como en los bofedales y terrazas inundables.

Las características del ecosistema acuático de la microcuenca de Caychive son similares a las de Huaypetue, a diferencia que en su curso final antes de

desembocar en el río Inambari, sus aguas se hacen más torrentosos por mayor pendiente del terreno y no propicias para el hábitat de los peces.

En cuanto a la flora acuática, ambas microcuencas no son de mucha importancia por las características hidrográficas y topográficas ya descritas. Ver Cuadro No. 10.

2.3. AMBIENTE SOCIO – ECONOMICO

2.3.1. AMBIENTE SOCIAL

En la conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo, realizada en Río de Janeiro en Junio de 1,992, se pudo demostrar que la pobreza y el deterioro ambiental son en la actualidad los mayores problemas que enfrentan los países en desarrollo para superar su situación; siendo esto con mayor gravedad en las zonas rurales más alejadas respecto a centros poblados de mayor desarrollo.

En el Perú, las zonas rurales más deprimidas se encuentran en la selva y sierra, de las que no se puede excluir la selva del Departamento de Madre de Dios, ámbito en el que se encuentra la provincia de Manu, que tiene como uno de sus distritos a Huaypetue, en donde se hallan las microcuencas del río Caychive y Huaypetue, con características socio-económicas similares a otros centros poblados rurales del Perú.

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOCIALES

a) Etnología

Con respecto al factor etnológico la zona del valle de Caychive y Huaypetue está poblada mayormente por habitantes procedentes del Cusco, el Altiplano, Arequipa y Apurímac.

Sin embargo, en la región distante a la zona en estudio, existen comunidades nativas formadas por Huarayos en el río Tambopata, Chamas y Mashcos en el Madre de Dios, Amahuacas y Yaminahuas en ambas márgenes del río de Las Piedras, Arasayres en el Inambari y los Piros, Moshcos-piros y Machiguengas en el Manu (área de influencia de la zona en estudio).

b) Centros Poblados

En general, la zona estudiada está bastante despoblada y sus habitantes se encuentran dispersos en pequeños caseríos y fundos. Los únicos pequeños centros poblados que destacan como caseríos en el valle de Caychive son: Nueva, Vista Alegre, La Barraca, Caychive y el Puerto Punkiri. En el valle de Huaypetue el centro poblado mas importante es el pueblo de Huaypetue y aguas abajo el caserío de Choque.

c) Dinámica Poblacional

Las especiales características del departamento de Madre de Dios en cuanto a despoblación, aislamiento y vías de comunicación son causa de que la escasa población se concentre en aislados caseríos como las microcuencas del río Caychive y Huaypetue, fundos y centros poblados en pequeña cantidad.

Desde un punto de vista de interconexión de carreteras, Caychive y Huaypetue se encuentran en la margen izquierda del río Inambari e interconectados al punto estratégico de Mazuko.

En el área del proyecto, existen fundos con buena extensión de pastos naturales con pequeñas superficies de tierras agrícolas. Las microcuencas en su 85% son áreas auríferas.

Sobre la composición familiar, se ha podido obtener algunos índices que sirven para determinar la composición familiar, pudiendo establecerse que tienen un número de hijos vivos que oscilan por lo general entre 4 ó 5.

La población económicamente activa, (PEA) según los datos sobre composición familiar obtenidos, se observa que la fuerza de trabajo está constituida por lo general por los jefes de familia y los hijos adultos mayores; no obstante que, también laboran los menores de edad provenientes de otros departamentos, en actividades un tanto rudas como son la explotación minera, de madera y faenas agropecuarias, a pesar que las esposas y en algunos casos, los hijos menores intervienen en menor grado en ciertas labores como las agrícolas, principalmente en las épocas de siembra y cosecha.

Sin embargo, la actividad de la minería en toda la región es desarrollada mayormente por personal contratado a través de “Agencia de peones” de Cusco, Juliaca o de otra ciudad.

2.3.2. AMBIENTE ECONOMICO

a) **El problema de las necesidades básicas insatisfechas**

Según las necesidades básicas insatisfechas (NBI), se clasifica a los hogares que carecen de mínimas condiciones, consideradas indispensables para llevar una vida adecuada, como vivienda con materiales adecuados, acceso a servicios elementales como agua potable, desagüe, luz eléctrica y otros servicios como educación básica y salud.

Según la información proporcionada por el Censo de 1993 respecto a las NBI muestran una zona pobre, sobre todo carente de servicios básicos. El 81% de la población tenía NBI. Se observa carencia de servicios básicos como agua potable, desagüe, luz eléctrica en muchos centros poblados y en las que poseen son insuficientes para cubrir la demanda de la población.

Entre los años 1983 a 1992 en la microcuenca del río Caychive estaba instalada la Compañía Aurífera Río Inambari. S.A. (C.A.R.I.S.A), a pesar que en aquel entonces estos servicios estaban diseñadas para satisfacer a una población reducida constituida por los trabajadores de la empresa; sin embargo, de una u otra forma brindaba a algunos centros poblados de la zona, servicios como por

ejemplo el fluido eléctrico. De igual manera sucedió con A.U.S.O.R.S.A., que operó en el área de Huaypetue (Quebrada Choque) del año 1980 a 1982.

b) Valores y Uso de la Tierra

La actividad principal que se desarrolla en la zona desde muchos años atrás es la minería aurífera aluvial artesanal que ocupa el 95% de la población activa flotante de acuerdo a las estaciones del año, generando ingresos económicos importantes por la venta de sus productos de oro en polvo refogado y, las actividades complementarias de las personas afincadas en los pequeños centros poblados, son la agricultura y ganadería para el autoconsumo.

c) Empleo

Sin lugar a dudas, la actividad minera ha generado nuevas fuentes de trabajo en la zona, ofreciendo mano de obra calificada y no calificada a una cantidad considerable de trabajadores que, en su mayoría, son contratados desde los departamentos de Cusco, Puno, Arequipa y Apurímac, fundamentalmente. Por otra parte, la actividad minera por efecto multiplicador beneficia la región en el desarrollo de las otras actividades económicas.

2.4. AMBIENTE DE INTERES HUMANO

La zona donde se encuentra concentrada la actividad minera, no se encuentra demarcada como parques naturales o reservas, lugares históricos relevantes, áreas científicas especiales o lugares arqueológicas que pudieran existir. La distancia aproximada al área de influencia de las zonas protegidas más

importantes de la región respecto al área estudiada en línea recta son las siguientes:

- * Parque Nacional de Manu: 82 Km.
- Reservas de Biodiversidad de Tambopata-Candamo: 45 Km.
- Santuario de las Pampas de Heath: 160 Km.

2.5. AREAS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL

IDENTIFICACION DE AREAS SENSIBLES

a) La fauna y flora silvestre del área contigua a las microcuencas es afectada por los contaminantes como: desechos domésticos, residuos industriales producto de las operaciones mineras; polvo emisiones gaseosas y ruido ocasionado por equipos y maquinaria minera.

b) El terreno superficial eriazo y boscoso como consecuencia de la tumba y quema del bosque, y por movimiento de tierras tiende a desertificar la capacidad productiva de suelos de la zona.

CAPITULO III

ACTIVIDADES DE EXPLOTACION Y CONCENTRACION

3.1. DESCRIPCION GENERAL DE LAS ACTIVIDADES

3.1.1. EXPLOTACION ARTESANAL

Los informales que realizan las operaciones mineras en esta zona por las características peculiares del yacimiento, utilizan la técnica de "Destape hasta la Serie de Canales".

El método consiste primero en el rozado y limpieza del área a explotarse y los pasos a desarrollarse son:

- Captación del agua en los puntos de mayor cota, canalización atravesando todo el área hasta un punto extremo de menor cota.
- En el extremo de menor cota se prepara el frente de arranque o corte.
- En el área contigua al corte se instala la serie lineal de canales para el proceso de concentración de gravas auríferas.

- Al iniciar las operaciones de extracción se alimenta el material gravoso a partir de los frentes de corte en forma manual utilizando lampas de cuchara, echando directamente el material aurífero al canal.
- Los canales de madera se colocan con una gradiente de más o menos 10%, cuyas dimensiones aproximadas por lo general son las siguientes:

Ancho : 0.50 m.

Altura : 0.30 m.

Longitud : 10.00 a 12.00 m.

En el fondo de los canales se colocan los elementos recuperadores (actualmente usan un tipo de alfombras con estrías transversales) llamados "Trampas" que consisten en "rejillas" transversales de madera que se colocan sobre el yute tipo arpillera, estos sirven para atrapar el oro particulado durante el proceso de lavado.

Durante el lavado los clastos grandes y grava fina lavada son transferidos a los costados para que fluya por gravedad el material sólido-líquido del proceso de lavado.

El preconcentrado de los canales se levanta cada fin de semana para someter al proceso de amalgamación manual y luego al refogado para eliminar el mercurio metálico.

3.1.2. METODO MECANIZADO

En la zona con mayor intensidad vienen operando a partir de 1994, unos con personería jurídica de pequeñas empresas y otros como titulares con sus

invitados que, en el proceso de extracción de mineral utilizan equipos mecanizados como los cargadores frontales, tractor bulldozer, retroexcavadoras y volquetes tipo camiones. Sin embargo, en el cauce del río Caychive y en la boca de la quebrada Cuatro Amigos la Cía. Aurífera Río Inambari, S.A. operó entre 1983 y 1991 utilizando dragas de Cangilones y una Dragalina con planta de lavado flotante (Dragline floating Washing Plant) con retroexcavadora. (Fotografías Nos. 1 y 2).

3.1.2.1. METODO COMBINADO

En el área previamente preparada, pero sin ningún planeamiento de Pre-minado ni minado, la operación de arranque y carguío del material aurífero aluvial es mediante los cargadores frontales y el transporte con volquetes tipo camiones; en el que el ciclo de minado inicia desde que el camión se desplaza de la planta hacia los frentes de corte del banco aluvial, luego el cargador arranca y carga a los camiones para que finalmente vuelvan a la planta con el material de alimentación (6). Otro cargador se encarga de evacuar el material lavado que constituyen las "colas" hacia las canchas especiales. Este proceso de corte y relleno a cielo abierto sin planificación se desarrolla hasta que el banco aluvial en una posición estacionaria de la planta de lavado se agote.

Las características y dimensiones del banco aluvial en una posición de la planta de lavado pueden ser:

Potencia Promedio del banco aluvial : 2.00 m a 6.00 m.

Sobrecarga promedio con contenido de oro : 0.50 m

Potencia Promedio de la grava : 3.50 m.

Bed Rock (lutita y pizarra) : De morfología uniforme, y de profundidad indeterminada.

Granulometría de la grava : 24% de finos menores de $-3/16''$ de \emptyset ; 76% de gruesos mayores de $+ 3/16''$ con presencia de clastos de hasta 15" de \emptyset ocasionalmente.

OPERACIONES DE EXPLOTACION ACTUAL

PRE MINADO:

Los depósitos auríferos aluviales del tipo de "piedemonte" equivalente a la terrazas medias y altas, una vez realizado el rozado y limpieza del área a explotarse como parte de la fase de Preminado se efectua el desbroce del material estéril consistente en tierra vegetal, transfiriendo este material al frente aledaño de explotación para fondearlos en las cavidades vacías, este es un desperdicio inadmisibile de un recurso valiosísimo cuya reposición tardará millones de años, lo cual se debe evitar en lo posible.

No obstante, el relleno de las cavidades es aconsejable en términos operativos con material grueso lavado, evita el doble manipuleo del material extraído a medida que avanza el frente de corte, todo estos pasos los pequeños mineros y los artesanales han obviado al no haber realizado previamente el Planeamiento de minado, propiciando en esta forma el desorden en el ritmo de las operaciones y por ende los efectos ambientales negativos.

MINADO:

El material aurífero extraído es enviado a la planta de lavado denominada en la zona como los “chutes” o “módulos”, al barrer sin ninguna zonificación del área de acuerdo a valores de oro, en consecuencia sin ninguna posibilidad de "cabecear" los tenores de acuerdo a los requerimientos de la planta de beneficio.

La técnica de explotación es por “Rozas abiertas” con una planta de lavado estacionaria. En este método, en los frentes de corte, el cargador frontal arranca la grava aurífera y carga a los volquetes, luego estos equipos transportan para alimentar a la planta, finalmente retornan al frente de explotación vacíos completando el ciclo de minado. Simultáneamente otro cargador se encarga de evacuar las “colas” gruesas de la planta al área explotada sin extender formando pilas de cascajo hasta 20 m. de altura en algunos sectores, dejando solamente una vía estrecha para el desplazamiento de los vehículos a los frentes de arranque como se puede observar en las fotografías Nos. 3 al 8.

EQUIPOS MÁS UTILIZADOS Y SUS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

A. EQUIPO DE MINADO

- **Cargador Frontal**

Motor Diesel

Modelos : D5, D6 y D7.

Capacidad de la cuchara : 1, 1.5, y 2, yardas cúbicas.

B. EQUIPO DE DESBROCE

- **Tractor Bulldozer**

Motor Diesel

Modelos : D5, D6 y D7.

Cuchillas de acuerdo al modelo.

C. EQUIPO DE TRANSPORTE

- Camiones de 12 m³ de Tolva.

3.1.2.2. METODO POR DRAGADO

OPERACIÓN CON DRAGA DE CANGILONES

Aurífera Río Inambari, S.A., después de tres años de exploraciones instala la Draga de Cangilones entre la boca de la Quebrada Seca y el río Caychive para minar en la primera pasada en sentido contrario a las corrientes de agua y luego de retorno a favor de la corriente.

Un equipo de dragado en cualesquiera de sus variantes según el tipo y tamaño, es una unidad móvil flotante autocontenida que consiste en una combinación de equipos de excavación, laboratorio, planta de lavado y de disposición de "Colas".

Las dragas realizan las principales operaciones de explotación y concentración de minerales valiosos por gravimetría, montadas sobre pontones; en

lecho de la peña y la forma de mantener el nivel de agua en la labor. Esta técnica no es recomendable en depósitos de orillas irregulares; además no permite "cabecear" las venas longitudinales del placer con sectores pobres.

3.1.3. CONCENTRACION DE GRAVAS AURIFERAS

El beneficio de minerales se limita al enriquecimiento de las arenas auríferas mediante pequeñas plantas de lavado estacionarias basadas íntegramente en principios gravimétricos que, conforme progresa el minado en uno o en otro sentido, de acuerdo al requerimiento va cambiando de posición (6).

Las plantas de lavado constan de los siguientes elementos:

- **Chute de madera:** 5.00 m x 1.80 m x 1.20 m de altura (descansa sobre un caballete a base de redondos de 8" de Ø, ver fotografías Nos 4, 7, 8 y 10).

Gradiente : 18% aproximadamente.

- **Zaranda metálica :** 1.80 m x 0.8 m. X 0.20 m de altura (descansa sobre un caballete de madera).

Gradiente : 25% aproximadamente.

Perforaciones : 1/2" de Ø x 1/2" de espaciamiento.

- **Canales de recuperación final :** En número de 3 colocados juntos en forma paralela y en sentido contrario a la dirección del chute y zaranda. Algunas veces este canal es uno solo como se puede observar en las mismas fotografías arriba indicadas.

Dimensiones : 10.00 m x 0.80 m x 0.10 m. de altura cada canal.

Gradiente : 12% aproximadamente

- **Trampas Recuperadores:** Son elementos recuperadores de oro a manera del sistema de ríflera, se preparan de madera y se colocan transversalmente en el fondo de los canales con un espaciado adecuado.
- **Línea de Agua :** El agua que se usa en el proceso de lavado es captada de las pozas por bombeo a través de tuberías de 2" a 3" de Ø.
- **Operación de Clarificación :** Semanalmente el preconcentrado se recoge de los canales finales para proceder a la operación de amalgamación y luego al refogado (más del 50% no utilizan el recuperador de mercurio).

ALMACENAMIENTO DE COLAS

Este material lavado procedente de la planta que consiste en clastos de granulometría heterogénea, arena gruesa y fina queda regado a lo largo y ancho del área explotada en forma de montículos, donde los finos y el limo son descargados directamente al cauce de las quebradas y los ríos principales, ocasionando la colmatación posterior del lecho de los ríos Huaypetue y Caychive.

EQUIPO DE BOMBEO USADO EN LA PLANTA DE LAVADO

- **Motobomba**

Motor a explosión Marca Brig Station

Potencia del Motor de 9 a 25 H.P.

Bomba : Hidrostat

Diámetro de Salida : 3.0 a 4.0 pulgadas.

Manguera de succión : 2.0 a 3.0 m.

Poza de Captación de agua: Del nivel freático o pequeño arroyo.

3.2. PLANEAMIENTO DE LAS OPERACIONES DE MINADO

3.2.1. PLANEAMIENTO DE PRE MINADO

3.2.1.1. ROZADO DEL BOSQUE

La preparación de áreas a explotarse, comprende la tala y quema de bosque por etapas, es decir, vegetación compuesta de charamuscas, arbustivas y árboles menores mediante herramientas manuales (machetes, hachas, etc) y los árboles frondosos mediante equipos como motosierra y tractores bulldózer. Todo ello sobre el área donde ya se han ubicado las reservas minerales en la etapa de exploración.

3.2.1.2. UBICACIÓN DE LOS BOTADEROS

Para aperturar la explotación de un banco aluvial es imprescindible contar con un área libre que generalmente lo constituyen las zonas de baja ley para depositar la capa de sobrecarga y las depresiones serán rellenadas con el cascajo grueso lavado procedente de la planta.

El uso de los botaderos para los gruesos, se limita solamente al inicio de las operaciones de minado; una vez que la explotación haya progresado se va rellenando con las “colas” gruesas al espacio vacío dejado como consecuencia de la extracción del mineral.

3.2.1.3. FASE DE STRIPPING O DESBROCE

Uno de los factores determinantes en el planeamiento de Pre-minado de los aluviones auríferos como otros yacimientos a cielo abierto, es conocer la mayor o menor relación del desencapado desmonte - mineral: $R = D/M$, en el que hay que remover el material estéril (tierra vegetal + arena fina con contenido de oro) para dejar expuesta la grava aurífera a extraerse, teniendo en cuenta que el movimiento de desmonte – mineral incide directamente en bajos o altos costos de minado.

La relación de desbroce en los yacimientos auríferos de “Terrazas de piedemonte” del tipo de cerros y aventaderos como es el de Caychive y Huaypetue ocurre inversamente a los clásicos yacimientos diseminados u otros, incluso a los depósitos de llanura aluvial del tipo Point bar (subcuenca de Madre de Dios).

En consecuencia, la relación de desbroce ($R= D/M$) en esta zona varía entre 1/3 y 1/4.

3.2.2. PLANEAMIENTO DE MINADO

3.2.2.1. DISEÑO DE MINADO – METODOS COMBINADOS

a) Geometría y dimensiones del Area Requerida

Se trabajará sobre planos de restitución a una escala de 1:2,000 elaborados de los fotocartas de la I.G.N.

En los depósitos donde las terrazas tengan pendientes menores del 2% y potencias de estos yacimientos sean menores de 4.0m., la forma del área a minarse será circular con 500 m. de radio de acción como máximo con respecto a la posición central de la planta de lavado. En cambio, en depósitos de pendientes y potencias mayores que los mencionados (generalmente hacia las cabeceras de las quebradas), la geometría del área a explotarse será semicircular o “media luna” siempre con 500 m. de radio de acción. (Diagrama No. 1 área achurada).

En este último caso, la posición inicial de la planta de lavado (P1) en la terraza será a favor de la pendiente, donde la cota del P1 es menor con respecto a P1' y mayor con respecto a P2. Por estas consideraciones, una vez terminada la explotación del mineral del área A1 con la planta en la posición P1, inmediatamente se cambiará a la posición P2, para extraer mineral del área A1' y así sucesivamente pendiente o aguas abajo en el área evaluado.

El área que ocupa en conjunto la instalación de la planta es de 10 m. de radio, equivalente a 314 m² y el área de minado tendrá por radio de acción máxima 500 m. en los valles y/o terrazas anchas.

El área neta a minarse por cada instalación en una posición de la planta es de 785,085 m² circular (pendiente suave) y 392,542 m² (semicircular de mayor pendiente).

$$A_o = \pi r^2; \text{ Area Neta: } A_1 - A_2$$

$$A_n = 785,085 \text{ m}^2; \quad A_{n1} = 392,542 \text{ m}^2$$

b) Planos de Perfiles

Una vez fijada el área a minarse en la forma deseada, a continuación se levantará los perfiles con la finalidad de dimensionar en superficie y volumen, observando los siguientes detalles:

Orientación del cauce del río

Gradiente de la terraza y/o del valle

Relieve del área en conjunto (terrazas altas, bajas, quebradas menores, etc.)

Diseño de rampas.

Ubicación de la planta, botadero, drenado, etc.

Apertura y orientación de los frentes de arranque (en función a valores, distancias y gradientes).

Las líneas de los perfiles (Diagrama No. 1) son las siguientes:

- Línea de secciones longitudinales: SL1, SL1', SL2, SL2', SL3 y SL3'.
- Línea de secciones transversales: ST1, ST1', ST2, ST2', ST3 y ST3'.
- Línea de secciones radiales: SR1, SR1', SR2 y SR2'.

c) Cálculo del Movimiento de Mineral por cada posición de la planta

Potencia promedio estimada: 3.50 m.

$$V = 785,085 \text{ m}^2 \times 3.50 \text{ m} = 2'747,800 \text{ m}^3 \text{ (1er caso)}$$

$$V1 = 392,542 \text{ m}^2 \times 3.50 \text{ m} = 1'373,900 \text{ m}^3 \text{ (2do caso).}$$

Vida de la mina/planta:

$$VM = \frac{2'747,800 \text{ m}^3}{4176 \text{ m}^3/\text{día}} = 657.99 \text{ días} = 658 \text{ días}$$

$$VM1 = \frac{1'373\ 900 \text{ m}^3}{4176 \text{ m}^3/\text{día}} = 328.99 \text{ días} = 329 \text{ días}$$

$$VM = \frac{658 \text{ días}}{26 \text{ días/mes}} = 25.30769231 \text{ meses}/12 \text{ meses/año} = 2.11 \text{ años (1er caso)}$$

$$VM1 = \frac{329 \text{ días}}{26 \text{ días/mes}} = 12.65384615 \text{ meses}/12 \text{ meses/año} = 1.05 \text{ años (2do caso)}$$

* Mayores detalles (Anexo: Definiciones y Cálculos)

d) Enmallado del Area a Explotarse

En el área previamente preparada se realizará el estacado a una malla de 20x20 m. ó 10 x 20 m., según la variación del flujo de mineralización y manteniendo la orientación de N - S y E -O.

El objetivo del enmallado es para realizar el muestreo de explotación, conforme progresa el minado controlar las leyes y volúmenes del día.

e) Técnicas de Minado

Esta técnica consiste en corte y relleno a cielo abierto de rozas abiertas denominado “CUT CORNER”, en forma de gradines con presencia de tres caras libres como se puede observar en la Fig. No. 2. Se explota por bloque de acuerdo a las mallas de explotación preestablecidas (en el rubro d). Se arranca primero con un bloque, a continuación se va tomando sucesivamente los siguientes bloques hasta adoptar la forma de gradines en avanzada a un solo banco con respecto a la ubicación de la planta de lavado estacionaria.

El arranque y carguío de la grava aurífera en los frentes del Pit será con los cargadores frontales de 2 yd³ de capacidad de cuchara y el transporte o alimentación a la planta de lavado se realizará con camiones – volquetes de 12 m³ de capacidad.

El ciclo de minado comprende desde que el cargador arranca la grava aurífera en los frentes de corte y carga al camión, luego este último transporta el mineral y descarga en la tolva de recepción de la planta de beneficio, finalmente el volquete vuelve al frente. En este proceso se empleará dos cargadores y cuatro volquetes para alimentar mineral a la planta y otros dos volquetes y 1 cargador en la evacuación de las “colas” gruesas al pit vacío. En stand by, como mínimo, se debe contar con un cargador y un volquete.

La explotación por la técnica de cut corner presenta las siguientes ventajas:

Se tiene mayor número de frentes de arranque que permite una explotación ordenada, selectiva y "cabecear" adecuadamente las leyes, sobre todo cuando se trabaja con mayor número de equipos.

Mayor eficiencia en el arranque, carguío y transporte de los equipos en función de las distancias máximas y mínimas para cumplir con el ciclo de minado.

Permite realizar el muestreo sistemático de explotación para controlar las leyes de cabeza.

Mejor control del volumen de mineral extraído por bloques.

Un minado de corte y relleno a cielo abierto, una vez aperturada la extracción ya no requiere botaderos ni canchas de casajo.

3.3. PLANEAMIENTO DE LAS OPERACIONES EN LA PLANTA DE BENEFICIO

3.3.1. UBICACIÓN DE LA PLANTA DE LAVADO

La planta de lavado por lo general se debe ubicar al centro del área circular a minarse; sin embargo, puede haber algunas conveniencias en su posición para aprovechar ligeros cambios topográficos que favorezcan la instalación. Se tratará de ubicar en lo posible, en la parte más alta si el área es de baja ley, caso contrario, el mineral de ésta será extraído para rellenar con material estéril hasta obtener la altura mínima necesaria para la instalación.

En la ubicación de la planta de lavado, se debe observar las consideraciones siguientes:

Los canales finales de “yute” o de “finos” de ambas baterías deben descargar adecuadamente en las “pozas de sedimentación”, luego eliminar agua casi limpia por rebose a través de los aliviaderos de las pozas hacia las quebradas.

Adecuada ubicación de la casa bomba para reducir la pérdida de carga en las líneas de conducción de agua.

Orientación adecuada de la planta hacia las rampas de acceso.

3.3.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA GRAVA AURÍFERA

De acuerdo al análisis granulométrico efectuado en el área de Caychive y Huaypetue en la etapa de monitoreo, en agosto del 2000, como se puede observar en los Cuadros No. 12a , 12b y 12c, el promedio de estos resultados arroja un 24% de finos y 76% de gruesos.

El análisis granulométrico permite conocer en detalle, la presencia en mayor o menor porcentaje de gruesos o finos de la grava aurífera de un banco aluvial para seleccionar los elementos clasificadores, pudiendo ser éstos un sistema de contracorriente con zaranda, trommel, etc.

Conocer el tamaño mayor de los clastos del banco aluvial y su porcentaje con respecto a los finos es fundamental para elegir el tipo de clasificador, para diseñar el sistema de riflería, permite ubicar el punto o zona de mayor recuperación

y finalmente prever el daño prematuro que puede sufrir el sistema de riflería y los otros elementos de la planta de lavado.

Desde el punto de vista ambiental, nos permite manejar adecuadamente los clastos procedentes de la planta de lavado para emplear en el proceso de revegetación.

3.3.3. PARAMETROS QUE CONTROLAN EL PROCESO DE LAVADO

a) **Granulometría del banco Aluvial.-** Como ya se ha señalado en el acápite anterior, sirve para determinar los sistemas de clasificación (Trommel, grizzly, zarandas tipo contracorriente o vibradores, etc)

b) **Gravedad Específica.-** La densidad aparente de la grava aurífera de esta zona varía de 1.8 a 1.9 TM/m³.

c) **Granulometría del oro aluvial.-** Este parámetro incide fundamentalmente en la recuperación del oro en función de los elementos recuperadores y en la decisión de adoptar tal o cual tipo de "riflería, Sluice, jig, concentrador de espiral o de cono, concentrador centrífugo (Tipo Knelson), etc.

De acuerdo al número de colores del 1 al 4, el oro en laminillas finas de esta zona, se puede ubicar en el color No. 4, no obstante que éstos son de carácter disgregatorio.

d) **Caudal de Agua.-** La capacidad de tratamiento de una planta de lavado de oro aluvial está largamente controlada por la capacidad del

canal principal (Launder), que es función de la altura de agua (Radio Hidráulico). Esto significa que, cuanto mayor sea la altura de agua, su capacidad será mayor y la probabilidad de alargar el canalón también mucho mayor. En otros términos, debemos pasar la cantidad mínima de agua para depositar la mayor cantidad de oro, de igual forma la cantidad de arena y clastos. Además, considerar la velocidad límite de transporte del agua.

e) **Volumen de Carga.-** Se refiere al volumen de mineral que ingresa a la tolva de recepción, luego al mezclarse con el agua constituye la pulpa circulante a través de todo el circuito de lavado.

f) **Gradiente de la Planta.-** Determinar en forma teórica la pendiente ideal para el funcionamiento de un canalón es complejo, porque está en función de una serie de variables como el volumen de agua disponible, granulometría de la grava y del oro, cantidad de carga, tipo de riflería, etc. En consecuencia es necesario realizar pruebas específicas para cada tipo operacional.

La pendiente de canalón principal (launder), debe instalarse de tal manera que el agua utilizada arrastre toda la carga sin dejar arena sobre el sistema de riflería, caso contrario, las partículas finas de oro no lograrán depositarse en las celdas de la riflería, continuando su recorrido por el lecho arenoso para perderse en los relaves.

3.3.4. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA DE LAVADO

Para dimensionar la capacidad de la planta, así como para determinar el volumen de agua y mineral a tratarse, se empleará los datos experimentales de la mina, modelos hidráulicos y datos propuestos. En el diseño del canalón principal (Launder) mucho tienen que ver las leyes de hidráulica, esencialmente en el diseño de la sección transversal. Para los cálculos lo más cercano posible es utilizar la Ecuación de Chezy y Kutter (Anexo: Definiciones y Cálculos), dichos cálculos se realizan a través de comparaciones sucesivas en función de la relación S/L y Vm (Relación sólido – líquido y velocidad límite, respectivamente).

De acuerdo al diseño realizado en el Anexo (Cálculo y dimensionamiento de la planta de lavado), se ha llegado a los siguientes resultados:

- Velocidad límite = 0.6426 m/seg.
- Caudal/Sluice = 203.73 Gln/min.
- Volumen total de agua requerida para la planta = 1,979.84 Gls/min.
- Número de Sluices requeridos = 11

En consecuencia, requiere instalar dos baterías de 6 y 5 Sluices a cada lado (Flow Sheet de la planta de lavado).

3.3.5. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA PLANTA DE LAVADO

a) **Tolva de Recepción.**- Recipiente metálico de base inclinado, aproximadamente de 20° de inclinación con respecto a la horizontal. El material de construcción es a base de planchas metálicas gruesas reforzado con madera, las dimensiones son: 6.0 x 2.0 x 2.0 m., largo, ancho y altura, respectivamente.

b) **Canalón Principal de Lavado (Launder).**- Es el canal inicial que se conecta a la salida de la tolva de recepción; es donde empieza el lavado propiamente dicho, por lo que se considera como el recuperador principal de todo el circuito de la planta.

Las dimensiones son: 10.0 m x 1.0 m x 0.40 m, largo, ancho y altura, respectivamente. La gradiente aproximada es de 17%. Material de construcción de planchas metálicas gruesas.

c) **Canal de Contracorriente.**- Es aquel que lleva una zaranda metálica y mediante un cambio brusco de pendiente elimina gruesos mayores de 3/16 pulg. de diámetro hacia la cancha de gruesos, y los finos de malla – 3/16 pulg. ingresan al distribuidor. Las dimensiones son: 2.50 m x 1.00 m x 0.40 m., largo, ancho y altura, respectivamente; el material de construcción es igual al del canalón. La pendiente es de 30%.

d) **Zaranda.-** Se coloca dentro del canal de contracorriente, es de plancha metálica gruesa, con perforaciones de 3/16" de \varnothing por igual tamaño de espaciamiento. Su función es seleccionar los finos de los gruesos.

e) **Canales de lavado (Sluices).**- De acuerdo a las pruebas experimentales (6) y al diseño que se propone en el presente trabajo; la planta constará de 2 baterías a cada lado, de 6 y 5 Sluices cada una. Las dimensiones de cada Sluice son de: 10.0 m x 0.80 m x 0.20 m., largo, ancho y altura, respectivamente y la pendiente de 10%. El material de construcción es igual a las anteriores pero más delgado. Por las dos baterías pasarán 1002 m³/24 Hrs. de grava fina (24% de toda la carga).

f) **Distribuidor.**- Se ubica en la base del canal de contracorriente y consta de 4 elementos:

- 1.- Orificio superior de entrada
- 2.- Orificios laterales de salida
- 3.- Mesa de distribución
- 4.- Paletas distribuidoras.

g) **Sistema de Riflería.**- (Actualmente se utiliza alfombras especiales con estrías transversales), que desempeñan papel de trampas en el fondo de los canales para recoger el oro en laminillas finas. Los rifles se instalan en el canalón y en los canales; lo más recomendable es de material metálico y cumplen las funciones siguientes:

Retardar el movimiento de los minerales sobre ellos y dar oportunidad para que el oro grueso de alto P.E. se asiente en el fondo.

Preveer paquetes para retener el metal que se aloja en ellos.

Formar ciertos remolinos mediante el “hervido” que provoca el contrapendiente en esta forma convierte el régimen laminar a régimen turbulento que clasifica los minerales que quedan en los espacios (celdas) de los rifles (Fig. No. 3a y 3b).

Los rifles metálicos se construyen de fierro estructural o de acero angular.

h) **Líneas de Agua.-** La línea de conducción de agua desde la poza por bombeo será de 8” de \varnothing y tendrá dos tubos rociadores (sprays); una en la tolva de recepción con tubería de 6” de \varnothing , con orificios de 1/2” de \varnothing , y la otra sobre el canal de contracorriente con tubería de 3” de \varnothing , los orificios serán de 1/4” de \varnothing .

i) **Pozas de Sedimentación.-** Las pozas o presas de sedimentación se encargarán de recibir la pulpa que discurre por los canales (sluices) de ambas baterías de la planta de lavado, cuyos finos constituyen el 24% de la carga total que ingresa a la tolva de recepción. Estos reservorios cumplen la función de sedimentar los finos de la pulpa circulante a fin de evitar la descarga directa a los ríos, ocasionando en esta forma la colmatación de las microcuencas con los sólidos en suspensión.

Se propone construir dos pozas de 6,283.68 m³ de capacidad cada una, para almacenar 6,013.44 m³ de finos en seis días de operación de la planta durante la

semana, de acuerdo al rango de producción planeada; mientras que la otra poza se encuentra en limpieza.

Las pozas tendrán la forma de un tronco de pirámide invertido y muro de escollera, es decir, con 70% de clastos de mayor \varnothing y aproximadamente un 30% de arcilla como adherente. Interiormente llevará una mampostería de arcilla. Por un extremo la poza tendrá un plano inclinado de 10% de pendiente, el mismo que se utilizará para la limpieza de los finos acumulados durante la semana de operación, el equipo a emplearse será un cargador frontal.

Las pozas se construirán excavando el terreno superficial previamente nivelado, la corona sobresaldrá de la superficie 0.50 m. con la finalidad de instalar la tubería de alimentación y la tubería de rebose, ambos de 6 pulgs de \varnothing .

Las dimensiones de la pozas son los siguientes:

Altura = 3.00 m

Base menor = 20.00 m. x 80.00 m.

Base mayor = 23.20 m x 111.60 m.

Angulo de inclinación = 28°.

Capacidad de almacenamiento = 6.,283.68 m³.

Las características y detalles se puede observar en las figuras de la poza de sedimentación (Anexo).

CAPITULO IV

MONITOREO DE IMPACTOS AMBIENTALES

4.1. IMPACTO SOBRE EL AMBIENTE FISICO

4.1.1. IMPACTO SOBRE LAS MICROCUENCAS

El impacto más gravitante sobre el terreno superficial de las microcuencas es por la acción de la erosión hídrica y como consecuencia de la remoción del material aluvial aurífero por la actividad minera en las cabeceras, y los tributarios de las microcuencas (Caychive y Huaypetue). El material estéril procedente del desbroce y el material lavado de las canchas de relave, si éstas no están adecuadamente almacenadas, en épocas de lluvia serán arrastradas por la creciente de los ríos, de tal manera que el agua con su enorme poder de arrastre destruirá el suelo por una parte y por otra construir. Pero la mayor alteración de la superficie terrestre se producirá una vez concluidas las operaciones, pues casi todo el área quedará deforestada y desertificada a manera de una “playa”; asimismo, modificará el relieve del terreno circundante con la disposición de grandes

volúmenes de desmonte producto del desbroce (stripping) y las “colas” de las canchas de relave que no han sido arrastradas.

De acuerdo al monitoreo realizado en el mes de agosto del 2000, como se puede observar en las fotografías del Anexo, aproximadamente el 40% del área total en ambas microcuencas están alterados de manera ostensible los suelos.

En síntesis, las diferentes técnicas de explotación aluvial están originando diversos tipos de modificaciones en el ambiente; de los cuales algunos impactos son temporales y otros permanentes. Algunos contaminantes como el polvo y los gases se dan en menor grado, otros como el ruido, desechos industriales e hidrocarburos de manera moderada. Por otra parte, los contaminantes señalados (polvo, gases, ruido, desechos industriales e hidrocarburos) cesan al concluir las operaciones mineras; en cambio, existen otros en forma latente que sí requieren un programa consistente para la recuperación ambiental, estos son:

Deforestación y acumulación de cascajo que constituyen las canchas de relave.

Contaminación de aguas por material fino en suspensión (TSS).

Colmatación del antiguo cauce del río Huaypetue y de la Quebrada Cuatro Amigos, Nueva y Seca en la cabecera del río Caychive, que por su magnitud y persistencia en ambos casos, demandan la ejecución de medidas de remediación ambiental.

4.1.2. IMPACTOS A LA CALIDAD DEL AIRE

Si se tendría en cuenta todas las actividades que realizan los artesanales y los pequeños mineros que están operando en la zona tanto en Huaypetue como en Caychive, podríamos adelantar en afirmar que la principal fuente potencial de contaminación atmosférica serían los gases emitidos por los equipos (Cargadores frontales, volquetes, retroexcavadoras, buldózers y motobombas de las plantas de lavado) y las partículas en suspensión (polvo) producto de arranque, carguío y descarga de la grava aurífera. Sin embargo, la contaminación del aire por los agentes en mención es mínima, por las siguientes razones:

El área de Caychive y Huaypetue son microcuencas abiertas con gradiente promedio de 1%, son yacimientos del tipo de “cerros y aventaderos”. Las denominadas “terrazas de piedemonte” que se localizan entre los 300 y 600 m.s.n.m., con un desnivel alrededor de 250 m. con respecto a la llanura aluvial, favorece el desplazamiento de los gases con el viento y luego ser absorbido por la exuberante vegetación del contorno.

La generación de polvo en mínimo porcentaje es sólo en la etapa de desbroce. En los depósitos aluviales de esta zona la sobrecarga tiene valores en oro y calculada la ley diluida generalmente está por encima de la ley Cut-off, lo cual indica que mayormente no se lleva a cabo la etapa de stripping. En la fase del arranque, carguío, transporte, descarga y proceso de lavado de la capa correspondiente a la grava aurífera no hay generación de polvo por ser este

material con cierto grado de humedad. En consecuencia, el impacto a la calidad del aire no es significativo.

4.1.3. IMPACTO A LOS SUELOS

El impacto a los suelos, consistente en la deforestación y acumulación de cascajo, es quizás uno de los mayores pasivos ambientales físicos ocasionados en esta zona.

La minería aurífera aluvial en las microcuencas de Caychive y Huaypetue, se caracteriza sobretodo en esta última década por el movimiento de grandes volúmenes de grava que conlleva a la eliminación de la cobertura vegetal con la tala y quema del bosque, la remoción del suelo con la consiguiente erosión forzada, o inducida y como consecuencia de concentraciones de gravas auríferas por el proceso de lavado se acumulan grandes montículos de cascajo (clastos gruesos), los mismos que al estar desprovistos de material fino (arena y tierra vegetal) se desertifica el suelo, pues no ofrece el sustrato adecuado en nutrientes para el desarrollo de la flora en forma natural y por ende para la agricultura. (Fotografías Nos. 11 y 12).

De acuerdo al monitoreo realizado en el mes de agosto del 2000, las áreas más afectadas por el fenómeno de deforestación y acumulación de cascajo en la microcuenca de Huaypetue comprende desde las cabeceras del río del mismo nombre hasta la Quebrada Libertad y en menor grado el tramo entre la Quebrada Choque y el delta del río Huaypetue con el río Pukive; incluyendo el largo y ancho

de cada uno de los tributarios, el área total aproximado a la fecha es de 9.5 Km. por 4.0 Km. de largo y ancho, respectivamente; correspondiendo aproximadamente a 3,800 Has. de bosque disturbado por las operaciones de minería aurífera.

En la microcuenca de Caychive, igualmente el área disturbada por este fenómeno comprende desde la cabecera de este río aguas abajo hasta la desembocadura de la quebrada Mahuay en el río Caychive, más o menos en un tramo de 8.5 Km de largo por 4.0 Km. de ancho que corresponde a 3,400 Hás. aproximadamente que en total hacen 7,200 Hás.

4.2. IMPACTOS SOBRE EL AMBIENTE BIOLÓGICO

En el Diagrama No. 2 del Anexo, se esquematiza la identificación de las principales alteraciones ambientales ocasionadas por la explotación aurífera aluvial tanto en la zona de Caychive como en Huaypetue. Los impactos negativos sobre el ambiente biológico se han acentuado en la última década con la explotación irracional sin planificación de los pequeños mineros a través de maquinaria pesada como cargadores frontales, volquetes, retroexcavadores, y bulldozers, entre otros.

4.2.1. IMPACTO SOBRE EL ECOSISTEMA TERRESTRE

Las áreas no agrícolas y los suelos donde se emplazan los depósitos aluviales de oro, son extensas zonas cubiertas de una vegetación diversa y exuberante entre arbustivas, arbóreas y árboles que llegan hasta 80.0m de altura (Sub acápite 2.2.1.1: La Flora). Estos constituyen la biomasa terrestre en la zona de Caychive y Huaypetue, y como consecuencia de la actividad minera han sido

impactadas, quedando a la fecha deforestada aproximadamente un 40% del área total.

En cuanto a la fauna, los impactos son de menor proporción, salvo algunos mamíferos como la Huangana, zajino, tigrillo, otorongo, sachavaca y entre otros han sufrido estragos por parte de los cazadores furtivos (“mitayeros”), ya sea por la carne o por su piel, en el caso de los felinos.

En cuanto a las aves como la variedad de huacamayos, papagayos, tucán, carpintero y otras especies, por la emisión de gases y principalmente por el ruido emitido por la maquinaria y equipo minero, se han mudado en bandadas a otras zonas de la región.

La modificación del paisaje con la infraestructura instalada para las diferentes actividades mineras (vivienda de los trabajadores en general, construcciones diversas para efectos de actividades mineras, carreteras, desmontes, etc) puede ser considerada un impacto del ecosistema terrestre. Debido a esta modificación, habrá erosión de los suelos, sobretodo de aquellos con pendiente pronunciada (ladera de los cerros).

4.2.2. IMPACTOS SOBRE EL ECOSISTEMA ACUATICO

De acuerdo al monitoreo realizado a través de varios años en estaciones diferentes nos indican la presencia de variedad de peces, esto ya en el río Pukive, antes y después de la desembocadura del río Huaypetue. Las especies

son: Piro, carachama, sávalo, boquichico, zúngaro, saltón, etc. También existen lobo del río, raya anguila y otros.

En cambio, en el río Inambari donde desemboca el río Caychive las especies acuáticas son escasas por la característica torrentosa de sus aguas; salvo en los recodos y en los brazos se pueden encontrar el piro, la piraña y entre otras.

En el río Pukive, las principales fuentes de la cadena alimenticia son: plancton sintético ó el fito plancton constituye la comunidad biológica que vive suspendida en el seno del agua; se caracteriza por su tamaño pequeño, que varía desde algunos micrómetros hasta unos milímetros, así como por su limitado o inexistente poder de locomoción.

Entre los principales impactos negativos producidos sobre el ecosistema acuático podemos señalar:

a.- Contaminación de aguas por material fino en suspensión (TSS)

La excesiva turbidez afecta o anula el crecimiento de las plantas.

La turbidez impide el paso de luz y disminuye la fotosíntesis: la disminución de fotosíntesis ocasiona disminución de flora y oxígeno disuelto, provocando finalmente la muerte de peces y otros animales acuáticos (Anexo: Definiciones y Cálculos).

La contaminación por sólidos en suspensión (TSS), posteriormente va ocasionar la sedimentación de sólidos aguas abajo.

La tecnología de extracción del oro aluvial, consiste en el movimiento de tierras, desplazando gran volumen de suelo, grava y limo por la acción del agua empleada para el “proceso de lavado” de la grava aurífera; este proceso produce el incremento de los sólidos en suspensión en el agua, produciéndose posteriormente la descarga de los sedimentos que origina la modificación morfológica de los cauces; tal como se puede observar en la localidad de Huaypetue aguas abajo (con mayor énfasis hasta la quebrada Buena Fortuna) y a partir del antiguo encuentro, entre el río Caychive con la quebrada Seca. Ver resultados de análisis del laboratorio del monitoreo, así como el monitoreo de agua y sedimentos in situ, (Cuadros Nos. 13 y 14).

b.- Colmatación del antiguo cauce del Río Huaypetue

La microcuenca hidrográfica del río Huaypetue en su curso de aproximadamente 12 Km. de recorrido, desde la divisoria de aguas con el río Caychive hasta su desembocadura en el río Pukive tiene una serie de afluentes por la margen izquierda (plano de monitoreo), donde se realiza intensa actividad minera, la misma que viene ocasionando una serie de degradaciones ambientales ya señaladas como la deforestación; almacenamiento de escombros y sedimentos en las márgenes de los ríos y sus tributarios, hasta la acumulación de arena fina acarreada al lecho del río, ocasionando la colmatación del cauce principal.

Este fenómeno ha originado el ensanchamiento del cauce del río Huaypetue (de unos 60 – 100 m. por los años 80') hasta alcanzar alrededor de unos 460 m. en agosto del 2000; asimismo, se va elevando el nivel del lecho original del río en más de 7m.; en esta forma el pueblo de Huaypetue está quedando aproximadamente al nivel del lecho actual. Ver fotografías Nos. 13 al 18.

El cálculo de volumen de material sedimentario reciente en las desembocaduras de los afluentes y en el cauce del río Huaypetue, se muestra en el Cuadro No. 15.

c.- Contaminación Tóxica – Industrial

Como consecuencia del proceso de amalgamación con mercurio metálico (Hg) del oro en polvo proveniente de la concentración gravimétrica (proceso de lavado de la grava aurífera) se produce fuga de mercurio al agua y luego es arrastrado a las quebradas y a los ríos de mayor caudal, contaminado en esta forma al ecosistema acuático. Del mismo modo, ocurre en el proceso refogado de la amalgama cuando no se emplea el recuperador de mercurio, se va en forma de gas a la atmósfera, luego al condensarse cae a la tierra, afectando fundamentalmente la cadena alimenticia acuática; junto a otros residuos industriales eliminan a los peces y/o son bioacumulables y pasan por cadena alimenticia ya que el mercurio no es biodegradable.

En todo este proceso, el mercurio se descarga al ambiente en forma de vapor o como mercurio metálico. En la agricultura; como compuestos mercuriales

inorgánicos (uso de plaguicidas mercuriales), o también como compuestos mercuriales orgánicos de alquilo, oxialquilo, arilo u otros. Una vez en el ambiente, los compuestos mercuriales pueden experimentar una serie de transformaciones. Se ha reconocido que el mercurio inorgánico puede transformarse en ciertas condiciones, en metilmercurio y dimetilmercurio por la acción de microorganismos, especialmente en los sedimentos. El metilmercurio puede introducirse en las cadenas alimentarias a través de plantas acuáticas, algas, especies inferiores de animales y peces. Los compuestos de metilmercurio son muchos más tóxicos que cualquier otra forma de mercurio y por consiguiente es importante saber qué fracción del mercurio total de la dieta se encuentra en forma de metilmercurio.

Los compuestos organometálicos también pueden encontrarse en forma de ión monometilmercurio y dimetilmercurio, estos pueden introducirse directamente al ambiente como contaminante químico – industrial y algunos incluyendo mercurio organometálico, estaño, selenio y compuestos de arsénico y estos biológicamente sintetizados por bacterias. Algunos de estos compuestos son particularmente tóxicos por su movimiento dentro del sistema de vida y habitan dentro de la membrana celular; estos son:



d.- Desechos sólidos y aguas servidas

Una disposición inadecuada de estos residuos va dar origen a:

Descomposición de materia orgánica: incrementa la demanda biológica de oxígeno (DBO).

Desechos sanitarios que contaminan con bacterias.

Las materias orgánicas consumen oxígeno; en consecuencia, pueden perecer los peces y también por asfixia, otros animales acuáticos.

Otros dan excesivos nutrientes: crecimiento exagerado de plantas acuáticas.

Proceso de eutroficación: el crecimiento de las algas puede cambiar completamente en una alta productividad por el resultado de una descomposición de algas muertas reducidas por el nivel de oxígeno. (capa termoclinal).

e.- Desechos industriales

Los desechos industriales que puedan afectar al ecosistema acuático pueden ser:

Aguas residuales

Derrames de aceites y otros hidrocarburos.

4.2.3. MONITOREO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SEDIMENTOS

La toma de muestras de agua y sedimentos se realizo de acuerdo al plano adjunto realizado en el mes de agosto del 2000; se tomó tres (3) muestras

en cada confluencia del río principal con las quebradas, 500 m. antes y después del encuentro (Plano y resultado del Análisis de Laboratorio de Monitoreo de Agua y Sedimentos en la Microcuenca de Huaypetue y Caychive - Madre de Dios) y (fotografías Nos. 19 y 20).

El monitoreo se efectuó con el fin de determinar la calidad de agua de los efluentes y el potencial efecto sobre los cuerpos de agua. Los procedimientos de muestreo se han realizado de acuerdo a las pautas proporcionadas por el Protocolo de Monitoreo de calidad de agua Sub – Sector Minería.

La Metodología del muestreo insitu, consistió en tomar aproximadamente de un litro (1) de agua en los puntos indicados del plano de monitoreo de ambas microcuencas en una cantidad de 23 muestras. Se utilizó el equipo navegador GPS portátil “MAGELLAN” con sistema de seguridad, pero con error de precisión de + 50 m., este equipo nos proporciona las coordenadas UTM del punto de muestreo, la hora y la altitud. Para el agua se utilizó el equipo Water Test con el que se determinó la temperatura en °C, la conductividad en μS , el pH y mV (Eh) del agua.

En cuanto a sedimentos se tomó 10 muestras en total, 5 en cada microcuenca tal como se acota en el cuadro de monitoreo y resultado del Análisis de Laboratorio.

Los análisis químicos realizados en el laboratorio de la U.N.I. son de: flujo, conductividad, temperatura, sólidos en suspensión y metales disueltos totales como

mercurio, cobre, plomo, zinc, arsénico y hierro en las muestras de agua. En los sedimentos se analizó por Cd, Cu, Pb, Zn, Mn, As, Hg y Fe.

El Cuadro No. 11, nos muestra los niveles máximos permisibles de calidad de agua fijado por el Ministerio de Energía y Minas, Sub – Sector Minería.

4.3. IMPACTO SOBRE EL AMBIENTE SOCIO ECONOMICO

4.3.1. SOBRE EL AMBIENTE SOCIAL

Aún cuando la situación socio-económico en el área de influencia de las operaciones mineras a nivel artesanal y semimecanizada se puede considerar todavía cierto grado de pobreza; sin embargo en líneas generales desde que se iniciaron con la actividad de la minería aurífera los impactos en el aspecto social son positivos. Desde que esta actividad se intensifica a partir de la última década sobre todo; mejoraron ostensiblemente los diferentes servicios como: Infraestructura vial, línea telefónica, radio – televisión, agua – desagüe parcialmente, fluido eléctrico con grupo a combustión, Centros Educativos y Postas Médicas en los diferentes centros poblados de la zona, Colegio Secundario Técnico Industrial “Horacio Zevallos Games” de Huaypetue, pistas de aterrizaje para avionetas en número de tres: El principal en la boca de la Quebrada Nueve de setiembre al frente del pueblo de Huaypetue (margen izquierda del río del mismo nombre), la segunda frente al centro poblado de Choque (margen derecha del río Huaypetue) y la tercera en margen izquierda del río Caychive (ex campamento de CARISA) y con la distritalización del pueblo de Huaypetue en el mes de junio del

2000, el municipio brindará mayores servicios como el recojo de basura y entre otros.

4.3.2. SOBRE EL AMBIENTE ECONOMICO

Los impactos económicos son positivos porque se genera puestos de trabajo directos e indirectos; es decir, mejoran sus ingresos de muchas maneras. La mano de obra directa es principalmente ocupada por los habitantes de la zona, en los casos que se requieran para trabajos especializados y si no existe en la zona son tomados de otras localidades.

De forma colateral al desarrollo de las actividades propias de la minería, propicia la ejecución de otras obras de carácter social y especialmente de carácter de infraestructura ya mencionadas en el ambiente social. En general reactiva por efecto multiplicador las actividades de prestación de servicios de la zona, incorporando las actividades del comercio, agricultura, ganadería, forestal y otras propias de la región.

La colmatación del cauce del río Huaypetue ha enterrado las zonas bajas del poblado, obligando a trasladar el pueblo a una zona más alta, con el perjuicio económico que esta ocasiona.

4.4. IMPACTO SOBRE EL AMBIENTE DE INTERES HUMANO

Las áreas donde se desarrolla la actividad minera no se evidencia la existencia de yacimientos arqueológicos, históricos, científicos u otras áreas

importantes naturales o relacionadas con el ser humano que puedan ser influenciados o deteriorados por los efectos de la actividad minera.

Las reservas de la biodiversidad de Tambopata, Candamo y Anaukari, el Santuario de las Pampas de Heath y el Parque Nacional de Manú se encuentran fuera del área de influencia de la zona en estudio, (Acápite 2.4).

Para identificar y evaluar los impactos ambientales es necesario hacer el flujo de materiales el cual se puede observar en el Diagrama No. 3 y los Impactos Ambientales generados por Explotación en el Diagrama No. 4.

CAPITULO V

MEDIDAS DE REMEDIACION

5.1. MEDIDAS CONTRA LOS IMPACTOS AMBIENTALES

RELEVANTES

5.1.1. MEDIDAS PREVENTIVAS

Son los diversos procedimientos que permiten prevenir los posibles efectos degradantes del medio ambiente, que consistirán en el establecimiento de metodologías, equipos y demás medios que mitiguen la frecuencia y magnitud de los daños ambientales, por la inadecuada utilización o sobreexplotación de los recursos, en este caso sin planeamiento de Pre-minado y minado, como medidas básicas se puede considerar las prevenciones siguientes:

Desarrollar medidas preventivas con el uso de una tecnología adecuada.

Realizar actividades educativas para elevar el nivel de la conciencia de los trabajadores estableciendo un Programa de Educación de seguridad e higiene minera y fundamentalmente ambiental.

Promover la interrelación con los sectores de Energía y Minas, Agricultura y Salud en lo concerniente al desempeño de la actividad.

Para realizar las medidas de prevención y control para la mitigación de impactos ambientales es conveniente considerar todas las etapas de la actividad: Construcción, operación, Cierre y Post – cierre y hay que partir de una línea base, cuyos componentes se observa en el Diagrama No. 05

5.1.2. MEDIDAS CORRECTIVAS

5.1.2.1. AMBIENTE FISICO

Con la finalidad de controlar y mitigar los efectos sobre el ambiente físico como consecuencia de las operaciones de explotación y concentración de gravas auríferas, en el que prácticamente la geomorfología originaria ha sido modificada en ambas microcuencas, será necesario efectuar las siguientes acciones de rehabilitación:

a) **Rehabilitación del Perfil del Suelo.**- Con la finalidad de restaurar y rehabilitar la degradación de la topografía del suelo deforestada con gran acumulación de pilas de material grueso (canto rodado), que ha resultado del lavado de la grava durante el proceso de recuperación del oro y que, al estar desprovistas de material fino, no ofrece el sustrato adecuado para una recuperación natural; para ello, se debe ejecutar las medidas siguientes: Desplazamiento de grandes cúmulos de relave grueso (cascajo) hacia las hoyadas y luego nivelar el terreno cubriendo con material fino adyacente para emprender el proceso de

revegetación, procurando mantener los patrones de drenaje originarias de las quebradas que han sido alterados.

Cabe señalar que los bosques tropicales deben su riqueza al aporte continuo de materia orgánica procedente de la propia vegetación.

Por consiguiente, dichos suelos son ricos en la medida que existan plantas que los provean de nutrientes. En el caso de la explotación de gravas auríferas en esta zona, no sólo la cobertura vegetal desaparece, también el suelo es lavado, con lo que no sólo se elimina el material más fino del suelo (limo), sino toda la materia orgánica en él contenida (14).

Para contribuir a la restauración de la fertilidad del suelo se debe utilizar plantas leguminosas de la zona.

b) **Mitigación de los efectos sobre la calidad de la atmósfera.**- La tala del bosque con la consiguiente quema tiene otra connotación ambiental, por cuanto si este proceso continúa en mayor escala, contribuirá a la generación de gases de efecto invernadero (CO₂) que alterara el sistema climático regional e incluso mundial. En consecuencia, se debe evitar la quema de bosques con fines de operaciones mineras, como medida alternativa es conveniente cortar en pedazos el bosque talado y en seguida desplazar a áreas no minables.

Con respecto a los gases emitidos a la atmósfera por los vehículos y maquinaria minera en forma de CO, SO₂, etc. No es muy determinante; sin embargo, es necesario que los equipos tengan mantenimiento permanente y utilicen purificadores para neutralizar los gases provenientes de los motores por combustión incompleta.

En cuanto a las partículas de polvo en suspensión generados por remoción, arranque y carguío en los frentes de corte, así como en el transporte y descarga del material aurífero a la planta de lavado, su cantidad es mínima, por cuanto se trabaja, con grava aurífera húmeda al 2 - 5% aproximadamente y la recuperación del oro en la planta es en presencia del agua.

c) **Mitigación de los efectos por los ruidos.**- Para controlar y mitigar los efectos de los ruidos que en realidad no llegan a los límites máximos permisibles; sin embargo, para el ecosistema de la zona cualquier ruido por más leve que sea afecta; en consecuencia, es conveniente se aislen mediante la instalación de silenciadores mecánicos en los equipos y que todos los trabajadores utilicen sus implementos de seguridad (tapaoídos).

5.1.2.2. AMBIENTE BIOLÓGICO

a) **Enfoque del problema**

La explotación de gravas auríferas en esta zona, en la forma como viene practicando en la actualidad, destruye la comunidad de plantas y el suelo con la consiguiente eliminación total de la población microbiana y su

estructura; en consecuencia, bajo estas condiciones es muy difícil restablecer la comunidad de plantas erradicadas sin antes restaurar el subsistema microbiano proporcionando un sistema de nutrientes fácilmente aprovechable para mantener el crecimiento de las plantas mientras la comunidad microbiana recoloniza el área deforestada.

Otro impacto que ha afectado negativamente por el tránsito de vehículos pesados como cargadores frontales, bulldózer, camiones, etc. en el área de explotación, es la compactación del suelo, lo cual a su vez conduce a la disminución de la permeabilidad del sustrato, esto implica la disminución del volumen vacío y por ende la porosidad, aquellas semillas que pudiesen ser transportadas por el viento en el proceso de polinización, tendrán dificultades para desarrollar sus raíces, y es posible que sean arrastradas por el agua antes que puedan fijarse en el sustrato.

Por otro lado, el limo que se descarga a los ríos durante el proceso de lavado de la grava aurífera, en la que el total de sólidos en suspensión (TSS), como se muestra en el cuadro de monitoreo sobrepasa largamente los LMPs y se mantienen por mucho tiempo en suspensión recorriendo grandes distancias antes de sedimentarse, causando graves alteraciones al medio acuático. La explicación radica en que si las aguas son tan turbias los rayos solares no pueden penetrar, lo cual impide el desarrollo de microalgas, fitoplancton y otras especies acuáticas, las cuales se localizan al inicio de la cadena trófica o alimenticia, desde luego después de los productores autotróficos.

Por consiguiente, la eliminación de las microalgas comprometerá seriamente la existencia de otras formas de vida que dependen de ellas, como los insectos peces, aves, mamíferos y el hombre considerado como uno de los grandes depredadores.

La deforestación y la destrucción del suelo tienen por ende implicancias sobre las diversas formas de vida terrestre y acuática, y el ecosistema en conjunto, puesto que estas acciones afectan a las poblaciones que se encuentran aguas abajo. La deforestación, destrucción e impermeabilización del suelo conducen a la elevación de la temperatura de la superficie desnuda en la zona afectada, ya que en esta parte del territorio nacional (Madre de Dios) las horas de sol por año son las más altas del país (3,000 a 4,000 horas). Y por otro lado, se traduce en el aumento de la erosión y de la escorrentía superficial; siendo el resultado final la incapacidad de retener el agua y albergar diversas formas de vida.

b) Alternativas de Recuperación

Una forma factible de revertir el daño causado por el material fino en suspensión en los cauces de los ríos, es combinando los patrones de explotación y beneficios actuales. Este cambio presupone una modificación de las técnicas y prácticas operativas, esto es, en el caso de los montículos (pilas de cascajo) formados relativamente cerca al cauce de los ríos, sean desplazados con equipos (bulldozers) a manera de nivelación de modo que la pendiente se aproxime a la original. Para ello en la fase de procesamiento de la grava aurífera requiere separar

la gruesa de la fina, la operación consiste en recuperar la capa de suelo de una área nueva y almacenarla en el área adyacente a la explotación sin compactarla y luego proceder a la construcción de terrazas en las cuales se siga una secuencia de estratificación, es decir, las gravas más gruesas en la base y sobre ellas la grava fina, finalmente sobre esta última debe colocarse la capa de suelo retirada anteriormente; incluso se puede usar el limo procedente de las pozas de sedimentación. En seguida, evitado la devastación del ecosistema, preparando el terreno y tras el cese de la explotación surja un bosque secundario que se autosustente y no requiera la atención o cuidados. Como soporte adicional, a fin de darle forma y estabilidad a las terrazas, es recomendable colocar clastos grandes a los costados del área revegetada (ver acápite 5.4.6. Plan de Revegetación).

5.1.2.3. AGUAS RESIDUALES Y DESECHOS SOLIDOS

a) En cuanto a las aguas residuales, según la cantidad de aguas servidas estimada en 190 lit/día/habitante para centros poblados semipermanentes (AID. 1975), se ha estimado una producción de aguas servidas de 1,425 m³/día para el pueblo de Huaypetue en la microcuenca del mismo nombre y 950 m³/día para el centro poblado de Nueva en la microcuenca de Caychive.

Las principales fuentes de aguas servidas son los desperdicios de los escusados, las cocinas, lavadero de ropas y las duchas.

En consecuencia, será necesaria la instalación de sistemas de colección y tratamiento de desagües; por ello previamente las aguas servidas deben pasar por pozos sépticos.

De acuerdo a una evaluación preliminar efectuada, aproximadamente sólo el 5% de la población cuenta con instalación de tuberías y tanques sépticos, por lo que deberán instalar tuberías y pozos sépticos el 95% de las viviendas que actualmente no cuentan con este servicio.

b) Con respecto a los desechos sólidos o residuos domésticos, según la cantidad de residuos domésticos estimada en 0.4 Kg/día/habitante para los países latinoamericanos (OACA, 1992), la cantidad de basura producida por el pueblo de Huaypetue es de 3000 Kg/día y por el pueblo de Nueva es de 2000 Kg/día.

Los principales residuos que componen la basura son los desechos de alimentación, papeles, cartones, tanto las latas, vidrio y plásticos (son desechos no biodegradables), trapos, etc.

Se ha observado presencia de basura en el mismo cauce de las microcuencas, quebradas y áreas deforestadas.

Con la reciente distritalización (junio del 2000), la localidad de Huaypetue debe mejorar el sistema de recolección de residuos sólidos, para lo cual debe realizar una campaña de limpieza en todas las áreas, y estos materiales deben ser

transportados a un relleno sanitario previamente diseñado. Asimismo, el “programa de manejo de Residuos Sólidos” debe incluir la implementación de contenedores en diversos puntos del pueblo.

Por otra parte, incentivar la clasificación de los residuos específicamente de plástico, vidrio, metales y material orgánico.

El diseño del relleno sanitario debe considerar la impermeabilización de la capa freática y trabajarse por el método más comúnmente usado que es el de enterrar la basura, evitando así la posibilidad de poner en contacto los desechos con los animales e insectos que podrían ser portadores de enfermedades.

5.1.2.4. RESIDUOS INDUSTRIALES

Entre los residuos industriales que han generado las operaciones mineras son los combustibles, lubricantes y el mercurio metálico.

a) Almacenamiento y manejo de combustibles

Tanto el petróleo diesel como la gasolina deberán ser almacenados en tanques de acero contenidos en tanques secundarios de concreto. El control del despacho se efectuará con contómetros para medir la cantidad despachada por lo que será posible detectar pérdidas o fugas al medio ambiente por filtraciones.

b) Manejo de aceites lubricantes usados

Debido a que no se tienen implementados sistemas de colección y tratamiento, los aceites lubricantes usados son vertidos al suelo en el área de los talleres; por lo que requiere ser almacenados en cilindros en una área cercada

próxima al taller de mantenimiento. La superficie de tierra de esta área será cubierta con concreto para impedir que cualquier derrame contamine el suelo. Los cilindros deberán ser almacenados en posición vertical.

c) Manejo de mercurio en la amalgamación y refogado

Se sabe que en el proceso de amalgamación, se introduce mercurio metálico al ambiente en dos formas:

1. **Mercurio líquido**, durante la preparación de la amalgama.
2. **Vapor de mercurio**, durante el proceso de refogado.

Tanto el mercurio líquido como el vapor de mercurio condensado, terminan en los cursos de agua y por acción de microorganismos acuáticos (cadena trófica) se transforman en compuestos altamente tóxicos alguna de las cuales son el **metilmercurio** y **dimetilmercurio**, que es fácilmente absorbido a través de la piel, vía respiratoria y vía gastrointestinal.

Este compuesto ataca el sistema nervioso central de los seres humanos produciendo alteraciones motoras (ataxia) y sensoras (ceguera – sordera) de carácter irreversible. Por lo general, el mercurio causa daños irreversibles al bio- acumularse.

Los principales síntomas del envenenamiento por mercurio son las siguientes:

- 1.- Cólicos, calambres abdominales, diarreas.
- 2.- Falta de apetito, desgano

- 3.- Inflamación y sangramiento de las encías
- 4.- Fotofobia, disminución de la visibilidad hasta la ceguera.
- 5.- Temblores musculares, ataxia: imposibilidad de coordinar movimientos musculares fundamentales que integran un acto voluntario.
- 6.- Irritabilidad, afectación del sistema nervioso, y estado anímico depresivo.
- 7.- El vapor de mercurio, no sólo afecta a los mineros que realizan directamente la quema de amalgamas; sino también, a las personas que viven en sus proximidades, siendo especialmente peligroso en caso de niños y mujeres embarazadas. (12).

c.1. **Manejo en el proceso de amalgamación.-** El pre-concentrado proveniente del proceso de concentración gravimétrica (arenilla negra más oro particulado), se procede al proceso de amalgamación que consiste en poner en contacto el metal con mercurio líquido para formar una amalgama (Au + Hg), quedando las partículas de oro en laminilla revestidas de mercurio, en la mayoría de los casos, los mineros artesanales y pequeños mineros amalgamanen en recipientes abiertos de manera artesanal, atentando en esta forma a la salud y al medio ambiente.

Como medida de corrección en esta fase de recuperación del oro es el empleo del equipo “Tambor de amalgamación”, en el cual el concentrado es rodado con agua, mercurio y bolas de acero, ya sea en forma manual o utilizando un pequeño motor eléctrico.

La amalgama resultante es exprimida para separar el exceso de mercurio hasta una relación más o menos de 2.5 a 1 (Hg:Au), el mercurio excedente se vuelve a reciclar en el proceso.

c.2. **Manejo del proceso de refogado.**- El oro se separa de la amalgama (Au + Hg) utilizando la retorta por el proceso de destilación, obteniéndose en esta forma el oro refogado o esponja de oro. Al equipo retorta que contiene la amalgama se suministra calor (soplete), donde la temperatura de ebullición del mercurio llega a 357° C.

La retorta no es más que un simple aparato que sirve para separar el oro del mercurio a partir de la amalgama, evitando que el mercurio en forma de vapor emerja al ambiente. El equipo en conjunto consiste de un crisol cerrado herméticamente donde se coloca la amalgama y a la cual se le aplica una fuente calórica, luego un tubo de destilación que sale del crisol y atraviesa una tina de refrigeración; y finalmente un recipiente con agua para recibir el mercurio condensado.

En síntesis, para prevenir las consecuencias perniciosas del mal uso del mercurio en la fase del proceso de recuperación del oro, es imprescindible utilizar en forma regular y obligatoria, los tambores amalgamadores, las retortas y complementariamente los reactivadores de mercurio para reducir la pérdida de éste

debido a que se ha impurificado por la presencia de diversos tipos de óxidos, sulfuros, arseniuros o sulfatos que se adhieren a la superficie del mercurio.

5.1.2.5. AMBIENTE SOCIO-ECONOMICO

Dentro de las medidas de mitigación de impactos en el ambiente socio-económico se puede considerar las siguientes acciones:

Desarrollar un programa de asistencia permanente en los centros poblados más importantes como: Huaypetue, Choque, Nueva, Caychive y las comunidades nativas cercanas a la zona como: parte alta de kimiri, Primavera, Citapo, Huasoroco, Pukiri.

Brindar apoyo en mantenimiento de las vías de comunicación y los servicios básicos como, agua, luz, desagüe, y otros a los diferentes centros poblados de la zona a través del nuevo municipio de Huaypetue.

Promover para generar nuevas oportunidades de trabajo de mano de obra directa e indirecta en obras de rehabilitación ambiental y nuevas fuentes de trabajo como una alternativa de solución, una vez que se agoten los yacimientos auríferos de esta zona.

Apoyar a las comunidades nativas de la zona, accediendo al uso de las tierras rehabilitadas con fines agrícolas y ganaderos, todo ello en el marco de una solución integral de los pobladores de la zona en general, seriamente afectados por los impactos negativos de la actividad minera.

5.1.2.6. DESPLAZAMIENTO DE SEDIMENTOS

Como consecuencia de la evacuación de “colas finas” procedente de la planta de beneficio al cauce de los ríos Caychive y Huaypetue han ocasionado la colmatación del antiguo cauce de estos ríos, y mayor gravitación sobre el río Huaypetue que por su persistencia y magnitud, demandan la ejecución de medidas de recuperación ambiental integral con planes mucho más funcionales y coherentes.

Una medida correctiva para evitar o reducir el desplazamiento de sedimentos a lo largo de las microcuencas, consistirá en la planificación de la planta de beneficio, mejorando en la clasificación granulométrica de la grava y por consiguiente la disposición de relaves en forma adecuada.

El paso siguiente consistirá en que los relaves finos provenientes de la planta de concentración sean depositados en pozas de sedimentación de sólidos, evitando su transporte por gravedad al lecho de los ríos.

Las pozas de sedimentación se construirán en número de 2 para cada planta, en sistema secuencial, preferentemente en áreas externas al cauce de los afluentes. Estas pozas cumplirán una triple función:

- a) Retención de sólidos finos,
- b) Acumulación de agua para recircular en la planta de lavado, y
- c) Reforestación del área aguas arriba.

Pozas de Sedimentación. Las pozas se construirán en forma piramidal (tronco de pirámide invertido y con un plano inclinado de 10% de pendiente por un extremo) de capacidad variable de acuerdo al rango de operación. La forma adoptada es con la finalidad de proporcionar mayor estabilidad física y a fin de evacuar los finos con un cargador frontal. Por lo general, se excavarán en el piso hasta conseguir la profundidad deseada y con la sección preestablecida; luego aprovechando material de la zona; es decir, a base de piedras (clastos) y con mezcla de arcilla se levanta el muro de base rectangular en las paredes de la excavación. Las pozas deben sobresalir una pequeña altura con respecto a la superficie, con la finalidad de conectar entre ellas y proveerlos algunos accesorios como el ingreso, discipadores y entre otros. Las pozas llevarán una mampostería a base de arcilla, dada que su uso es temporal y por las características de la operación y fundamentalmente por los bajos costos. La disposición de las pozas de sedimentación se ha visto en el Capítulo III y (Anexo: Definiciones y Cálculos).

5.2. PLAN DE VIGILANCIA Y MANEJO DEL MEDIO

Con la finalidad de garantizar el cumplimiento de las medidas preventivas y correctivas se debe efectuar un conjunto de procedimientos básicos que se señalan a continuación:

5.2.1. ORGANIZACIÓN

En mérito a la Ley de la Pequeña Minería y Minería Artesanal, es conveniente que los mineros artesanales y/o los pequeños mineros de la zona se

agrupen por sectores, para tomar los servicios de un Auditor Ambiental de conformidad con el Art. No. 8 del D.S. No. 016-93-EM, quien será el responsable del control ambiental de cada agrupación y/o empresa, tendrá como función identificar los problemas existentes y al futuro, desarrollar planes de rehabilitación, definir metas para mejorar, controlar el mantenimiento de los programas ambientales y ejecutar las obras requeridas que se presentan en todas las etapas de las operaciones mineras.

5.2.2. CALIDAD DEL MEDIO

En el plan de medición de la calidad del medio, se deberá utilizar los siguientes indicadores:

- Físico – Químico
- Biológico
- Socio – Económico

5.2.3. SANEAMIENTO Y CONSERVACION

Se debe establecer los procedimientos de saneamiento y conservación consistente en la estabilización de taludes de las relaveras de cascajo que previamente se ha dispuesto en forma de terrazas; restauración de áreas disturbadas; el tratamiento adecuado y abandono de los pozos sépticos y de percolación que puede comunicar al nivel freático, y otras que puedan ocasionar efectos adversos y/o negativos al medio ambiente, como el manejo de residuos sólidos (basura doméstica), de los aceites y grasas, de los residuos industriales, todos ellos vistos ampliamente en los acápite anteriores.

5.3. PLAN DE CONTINGENCIA AMBIENTAL

5.3.1. CAPACITACIÓN

El Plan de Contingencia que deben desarrollar los mineros artesanales y pequeños mineros en caso de emergencias ambientales debe orientarse, de modo tal que el personal trabajador se encuentre en capacidad de responder efectivamente a situaciones extremas de accidentes, debido a fenómenos naturales más comunes de la zona como inundaciones, incendios, vientos huracanados menores, derrames, explosiones, deslizamiento de taludes de las terrazas y otros.

Las actividades que se programe deben considerar la capacitación y el adiestramiento del personal trabajador en el uso de los equipos y maquinaria a emplearse en caso de emergencias. El programa no debe ser dirigido solamente a los trabajadores de operación minera, sino también a las localidades de Huaypetue, Choque, Nueva, Caychive y otros centros poblados aledaños que se encuentran dentro del radio de acción de las operaciones mineras.

De modo similar a la minería subterránea y superficial de polimetálicos, por lo menos los pequeños mineros de esta zona, deben preparar un Plan Anual de Capacitación y Entrenamiento, conformando las “Cuadrillas de Salvataje Minero”, debiendo el programa incluir algunos aspectos como:

- Realización de simulacros de los distintos tipos de emergencia, tomando en cuenta los posibles lugares de ocurrencia, las acciones a tomar y los recursos físicos a utilizar.
- Capacitación del personal en el mantenimiento, operación y manejo de equipos en casos de emergencia.
- Adiestramiento en el empleo de los equipos de primeros auxilios, alarmas y procedimientos para el manejo de equipos de seguridad.
- Publicitar estadística de desastres indicando la causa, magnitud y zonas afectadas mostrando la frecuencia y los riesgos involucrados.

5.3.2. MANEJO SOCIAL

El propósito de un plan de contingencia “el de proteger las vidas humanas, los bienes materiales de los que están operando; de forma colateral tiene que ver también con el entorno natural del ecosistema y de la población en general que están asentados en pequeños centros poblados aledaños; en consecuencia, en caso de una emergencia causada por una situación extrema, deben estar preparadas y listas para afrontar sin mayores atenuantes del caso.

Asimismo, cultivar en la ciudadanía de la zona, la conciencia y sensibilidad ambiental para socorrer a los demás, de forma inmediata en casos de desastres naturales.

5.4. PLAN DE CIERRE Y REHABILITACION DE AREAS AFECTADAS

5.4.1. CONSIDERACIONES GENERALES

El propósito del Plan de Cierre es establecer estrategias para las instalaciones de mina, campamento (centros poblados) y servicios auxiliares. Asimismo; implementar programas para rehabilitar áreas disturbadas por la actividad minera después de concluidas las operaciones.

En caso de cierre temporal o definitivo, debe elaborarse el plan de acuerdo al Art. No. 16 D.S. No. 016-93-EM, debiendo los pequeños mineros desarrollar actividades para mantener en equilibrio las condiciones ambientales en el emplazamiento minero.

El plan de cierre consiste en la aplicación de tecnologías que se requieran para alcanzar la seguridad física y la protección ambiental a largo plazo en el entorno de la operación minera; para ello se debe tener en cuenta las condiciones climáticas y ambientales peculiares de esta zona.

5.4.2. PASIVOS AMBIENTALES

Los impactos ambientales de incidencia crítica ocurrida en las microcuencas de Caychive y Huaypetue, como consecuencia de las operaciones mineras llevadas de manera irracional y depredadora, podemos mencionar:

Deforestación y acumulación de grava lavada (clastos)

Desertificación de suelos por el proceso de lavado.

Contaminación de aguas por material fino en suspensión (TSS).

Colmatación del antiguo cauce de los ríos con sedimentos finos.

Cada una de ellas necesita la implementación de una serie de acciones de carácter correctivo en los diferentes ambientes como se han visto en los acápites anteriores. Asimismo; para poder recuperar las áreas afectadas, requieren la aplicación de un plan de rehabilitación, basadas en nuevas prácticas de explotación, beneficio y educación ambiental; lo cual demanda la participación de toda la comunidad involucrada en este proceso, con una agresiva campaña de sensibilización ambiental.

Más adelante, se verá la rehabilitación de áreas disturbadas, mediante un plan de revegetación.

5.4.3. FASE DE ABANDONO

a) Objetivos

Los objetivos fundamentales que se alcanzan con el plan de abandono o cierre de las operaciones mineras que se propone a continuación, son los siguientes:

- Asegurar la recuperación del terreno devastado por las operaciones mineras, ya sea para conseguir su estado original o uso alternativo positivo.

- Proteger la salud y seguridad física de las personas en los centros poblados cercanos, así como el medio ambiente y el mantenimiento de la estabilidad física.
- Prevenir la degradación física ambiental fundamentalmente.
- Un uso beneficioso del terreno superficial una vez que concluyan las operaciones de explotación minera, pudiendo ser un centro poblado dedicado a otra actividad, recuperar el hábitat original de la fauna silvestre, repotenciar la ganadería de raza cebú que ya existe en la zona, agricultura orientada a productos industriales, granjas de animales domésticos menores y otros.

b) **Acciones a Ejecutarse**

Las acciones más apropiadas a ejecutarse con el plan de abandono para la zona podemos citar:

Construir y mantener la infraestructura vial.

Nivelar los cúmulos de cascajo adecuando para el proceso de revegetación.

Manejar adecuadamente los desechos sólidos, industriales y aguas servidas.

Emprender medidas que garanticen la estabilidad del suelo superficial.

Realizar la reforestación de la zona.

Encausar mediante terrazas y revegetación la alteración de los patrones de drenaje de las quebradas y de las microcuencas principales.

5.4.4. CRITERIOS PARA EL CIERRE

Los criterios para el cierre o abandono de las operaciones mineras, se pueden adoptar considerando los siguientes aspectos:

- Características físicas de las gravas auríferas, la sobrecarga y las colas o relaves (cascajo).
- Potencial para contrarrestar los hechos extremos, como inundaciones, incendios y vientos huracanados menores, etc.
- Uso requerido de las tierras, después de las actividades mineras (Cuadro No. 16).

5.4.5. MONITOREO EN PERIODO DE POST CIERRE

Será necesario que la institución del sector en este caso M.E.M., a través de las empresas auditoras en la etapa de Post-Auditoría, efectúe el monitoreo denominado Post-cierre, con el objeto de evaluar el cumplimiento, éxito y medidas de cierre de las labores mineras a cargo de los pequeños mineros de la zona, mediante el monitoreo que contemple los siguientes aspectos:

- Estabilidad física de las terrazas aluviales.
 - Impactos ambientales que debe incluir los recursos al aire, agua y suelo.
 - Éxito de la reforestación y revegetación de la zona.
- a) Monitoreo de la estabilidad física.- Debe efectuarse mediante observaciones visuales y levantamiento topográficos de acuerdo a un cronograma a elaborarse en su oportunidad con el propósito de asegurar que el lugar sea estable y no constituya peligro para la población.

b) **Monitoreo de calidad de aire y agua.**- Con respecto al monitoreo del aire en esta zona no se tiene mayores problemas; más bien el monitoreo de la calidad de agua después del cierre de las operaciones mineras es conveniente verificarlos la presencia de algunos elementos contaminantes como el mercurio, los hidrocarburos, los residuos industriales y domésticos. En cambio, con respecto a sólidos en suspensión (TSS) en el momento que cesan las operaciones mineras desaparecen.

c) **Monitoreo de recursos ambientales.**- El monitoreo posterior al cierre de las operaciones permitirá verificar los programas de mitigación preventiva planteados en los acápite anteriores. Asimismo, demostrar que la estabilidad física ha sido alcanzada en los diferentes componentes de la operación minera.

Con respecto a la calidad de agua, una vez que cesan las operaciones ya no habrá más problemas; sin embargo, es recomendable continuar con el programa de monitoreo en cumplimiento de la R.M. No. 011-96-EM/VMM.

Concerniente al monitoreo biológico se debe continuar hasta que exista una estabilización del ecosistema acuático de la zona.

Asimismo, se debe realizar la evaluación del éxito del programa de revegetación de las áreas devastadas, lo cual requiere inspecciones visuales y en forma permanente.

5.4.5.1. ENFOQUE INTEGRAL AL PROBLEMA AMBIENTAL Y SOCIAL DE LA ZONA

El costo social causado por la destrucción del bosque pluvial, la modificación geomorfológica del relieve natural, la contaminación de aguas por material fino en suspensión y la colmatación del antiguo cauce de los ríos Caychive y Huaypetue y sus tributarios por sedimentos son los impactos negativos predominantes de la zona, como consecuencia de la actividad minera desarrollada de una forma irracional; para dar una solución integral a esta problemática y sus secuelas en el futuro, es necesario considerar las estrategias de plan de cierre para las operaciones nuevas, y estrategias de rehabilitación para las áreas de operaciones abandonadas con pasivos ambientales, con la participación en el rol que les corresponde al estado, titulares de las concesiones mineras y los Operadores.

- a) **Participación del Estado.**- Antes de adoptar nuevas técnicas operativas para el proceso de recuperación de los pasivos ambientales, se debe remarcar haciendo notar que no es posible un impulso decisivo por parte de las entidades del Sector (M.E.M.) y afines, sin la efectiva participación de la comunidad involucrada, llámese artesanales y pequeños mineros (Operadores).

Sin embargo, el rol del estado es promover la difusión de información con adecuado manejo de presupuesto destinado a la rehabilitación ambiental de las áreas degradadas que han quedado fuera del alcance de las Normas Ambientales (PAMA, EIA, etc) .

Asimismo, el Estado a través del Sub -Sector Minería, debe promover la capacitación de los que participan en las Operaciones mineras, comunidades nativas aledañas, centros poblados del área de influencia, artesanales y pequeños mineros de la zona en asuntos ambientales. En esta forma, se estará facilitando en informar y concertar sobre el desarrollo sostenible de la actividad minera en general en nuestro país, paralelamente a una campaña de sensibilización ambiental.

Finalmente, admitir a las comunidades nativas del área de influencia, hacia los terrenos previamente rehabilitadas, es decir, al suelo aplanada con substratos secuencialmente colocados de acuerdo a una granulometría de grueso – fino – tierra vegetal hacia la superficie, de esta forma se estaría propendiendo que las comunidades de la zona incursionen en la actividad agrícola con el asesoramiento del sector correspondiente.

Entre las principales acciones que le concierne desarrollar al Estado sobre estas áreas devastadas por la actividad humana se puede resumir en las tareas siguientes:

a.1. El estado debe promover a través de las orientación de educación ambiental, a fin de recuperar y alcanzar el equilibrio dinámico entre el desarrollo socio-económico, la conservación y el uso sostenido del ambiente y los recursos naturales seriamente afectados en esta parte del país.

a.2. El Estado, a fin de garantizar y elevar la calidad de vida de los pobladores de esta zona, debe ejercer con carácter de obligatoriedad sobre los titulares de las concesiones mineras, artesanales y pequeños mineros (Operadores) el cumplimiento de las Normas Ambientales estipuladas en el Código de Medio Ambiente y los Recursos Naturales (D.L. No 613). De tal manera que se emprenda con un agresivo control y prevención de la contaminación ambiental sobre el ecosistema y entorno natural de esta zona.

a.3. Si bien es cierto que en esta parte del país, la actividad minera se desarrolla a nivel artesanal y pequeña minería, donde la aplicación de las normas ambientales no ha tenido efecto; por consiguiente, los costos de la prevención, vigilancia, recuperación y compensación del deterioro ambiental por lo menos hasta la fecha no corren a cargo del causante del perjuicio, es decir, no se aplica el principio de: “quien contamina paga”. Sin embargo, existen razones suficientes para poner coto a esta problemática, con adecuado manejo de las normas ambientales en cuanto al control y prevención ambiental.

a.4. Teniendo en cuenta que los problemas ambientales deben ser considerados y asumidos globalmente, por cuanto el medio ambiente no sólo constituye un sector de la realidad regional y nacional, sino un todo integral de los sectores y actividades humanas. En consecuencia, ninguna autoridad puede eximirse en no participar en la conservación del medio ambiente y los recursos naturales, estos sectores son: Agricultura, Salud, Pesquería, Industria y otros.

a.5. Un factor determinante que no puede dejar de ser menos importante es el aspecto financiero, pues un régimen tributario estable con reglas de juego claras de acuerdo a la realidad nacional y regional del momento, garantizará una efectiva conservación de los recursos naturales, su recuperación y la promoción del desarrollo sustentable.

b) **Titulares de las Concesiones Mineras.**- Entre las principales obligaciones que deben cumplir los titulares de las concesiones mineras de esta zona de acuerdo a las normas de protección ambiental, podemos señalar:

b.1. Los titulares de las concesiones mineras de explotación y beneficio en actual operación son responsables por las emisiones de gases y ruidos de maquinaria y equipos que utilizan; por el vertimiento de los efluentes líquidos con partículas sólidas en suspensión que descargan de la planta de concentración gravimétrica a los ríos, y por la disposición de desechos sólidos gruesos en las canchas de relaves en forma de pilas de cascajo.

b.2. Para los titulares que están en operación, si bien es cierto no estuvieron dentro del alcance del Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA). Sin embargo, es posible dar una salida a través de la nueva Ley de Pequeña Minería y Minería Artesanal para casos especiales como una variante del PAMA, de esta forma controlar legalmente el deterioro ambiental cada vez más aguda en esta zona.

b.3. Para las concesiones que aún no han entrado en operación, es obligación de los titulares, poner en marcha y mantener programas de previsión y control contenidos en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), que a la vez contienen el Plan de Cierre, como una medida que deben adoptar los titulares antes del cierre de operaciones para evitar efectos adversos al medio ambiente producidos por los residuos sólidos, líquidos o gaseosos. Asimismo, en este estudio de Impacto Ambiental, debe contener el Planeamiento de las Operaciones de minado y de beneficio.

c) **Operadores.**- Finalmente, la comunidad trabajadora involucrada en forma de artesanales y/o pequeños mineros estará a cargo de la disponibilidad de la mano de obra, de maquinaria y equipo, y como para asumir el compromiso de aplicar técnicas mineras orientadas al control y previsión ambiental del proceso productivo.

5.4.6. **PLAN DE REVEGETACION**

Consideraciones Generales

La implementación de un plan de recuperación consistente en la revegetación de áreas disturbadas por la actividad minera en esta zona, contribuirá a la protección del ecosistema, salud humana y del bienestar en general, reduciendo o eliminando los efectos ambientales negativos a fin de recuperar las condiciones que presentaban éstas antes de las operaciones mineras o por lo menos establecer condiciones parecidas.

La revegetación en áreas mineras como la de Caychive y Huaypetue, donde en muchas de ellas ya no existe la posibilidad de devolución de capas superficiales de suelo, como consecuencia del proceso de lavado sin planificación; es conveniente emplear nuevas técnicas que recomiendan los especialistas: **“Utilización de especies arbóreas pioneras con capacidad de formar simbiosis con bacterias Diosotróficas para volverlas autosuficientes en nitrógeno y aumentar la eficiencia de esas especies en el uso de agua y nutrientes minerales”** (12).

El propósito de la recuperación de áreas degradadas mediante la revegetación y otras acciones de reclamación debe apuntar a detener en el tiempo más breve posible la devastación del ecosistema, de asegurar que tras el cese de las operaciones mineras surja un bosque secundario (“purma”) que se autosustente y no requiera de atención o cuidado. Para ello se tiene que aplicar las técnicas de planeamiento de minado y la clasificación granulométrica de la grava lavada en la planta. Todo esto implica recuperar la capa de suelo de una área nueva (desbroce) y almacenarlo en un área aledaña a las operaciones sin compactarlo y proceder a la construcción de terrazas en las cuales se siga una cierta secuencia: las gravas más gruesas en la base, sobre ellas la grava fina y finalmente la capa de suelo (tierra vegetal).

5.4.6.1. FACTORES AMBIENTALES DE INFLUENCIA GENERAL EN LA REVEGETACION

Las plantas para vivir dependen del medio en que se desarrollan puesto que de él obtienen la energía, materias primas y el espacio que necesitan, y usan para crecer y conservarse. El suelo, la atmósfera y el agua son sus elementos constituyentes básicos.

Los factores ambientales se pueden agrupar en:

- a) Factores climáticos
 - b) Factores edáficos
 - c) Factores topográficos
- a) **Factores Climáticos.**- Las características del clima que actúan directamente sobre los vegetales son la radiación solar, la precipitación, la temperatura y el viento.

Los cuatro factores climáticos a excepción del viento, en esta zona son determinantes en el crecimiento y conservación de las plantas. El sol en esta región es todo el año de 3 000 a 4,000 horas al año.

La “radiación solar” permite la fotosíntesis y es, además, la fuente de calor del medio ambiente. El agua es indispensable para la vida de las plantas y la “precipitación atmosférica” constituye su principal fuente de aprovisionamiento (noviembre a marzo). Tanto el agua edáfica como la humedad atmosférica dependen directamente de la cantidad y distribución anual de la precipitación. El funcionamiento del metabolismo celular, la asimilación clorofílica y la

transpiración dependen en gran medida de la “temperatura ambiental” (Cuadro No 2).

- b) **Factores Edáficos.**- El suelo es un sistema físico – biológico que actúa de forma compleja sobre la vegetación. Es la fuente y despensa de elementos nutritivos y agua, y en él está contenido el oxígeno necesaria para la respiración de las raíces y los microorganismos del suelo.

Los factores edáficos que resumen la influencia del suelo en la vegetación son:

- a) Textura y estructura (composición granulométrica del suelo).
- b) Contenido y disponibilidad de nutrientes para las plantas.
- c) Reacción del suelo (pH).
- d) Profundidad.

En la porción sólida del suelo que está formada por partículas minerales de diversos tamaños “textura”, se distingue una fracción gruesa, formada por las partículas que superan los 0.002 mm de \varnothing (limos, gravas y arenas y una fracción fina, constituida por partículas de menos de 0.002 m.m. de \varnothing (arcillas).

En cuanto a las “Sustancias nutritivas” aprovechables por las plantas se encuentran en el suelo en solución en forma de sales minerales. Se dividen en dos grupos, dependiendo de sus cargas eléctricas y elementos disueltos:

Aniones: Que desempeñan un papel esencial en el desarrollo de las plantas (fósforo, azufre y el nitrógeno).

Cationes: (calcio, potasio, magnesio y sodio).

Metales: En cantidades mínimas pero necesarias (hierro, manganeso, cinc, cobre, boro y molibdeno). De acuerdo a los resultados de análisis de laboratorio, existen estos elementos en proporciones permisibles.

El “pH” es un factor complejo que refleja la actividad química del suelo. Depende de la naturaleza de la roca madre y determina la presencia o ausencia de ciertas plantas. El suelo juega también un papel importante como modificador de las condiciones climáticas generales. Color, textura y grado de humedad tienen incidencia sobre la temperatura radiación y las condiciones hídricas locales.

De acuerdo a los resultados de análisis de laboratorio de agua y sedimentos de la zona, con respecto a pH y presencia de algunos metales, están dentro de los límites edáficos de un suelo para proseguir con el proceso de revegetación (Cuadros 14b y 14c).

c) **Factores Topográficos.**- Son aquellos que ejercen una acción modificadora sobre los otros factores ambientales. Los factores topográficos de influencia son:

c.1. **Condiciones o formas del relieve:** Estos pueden modificar en la zona en forma moderada los regímenes de precipitaciones, humedad edáfica y las temperaturas.

c.2. **Exposición.**- Se refiere a los factores climáticos según que la zona esté más o menos expuesta a ellos.

c.3. **Orientación.-** Es la posición de la zona respecto del norte geográfico. En este caso modifica directamente la radiación y a partir de ella, el resto de las características climáticas.

c.4. **Altitud.-** Actúa especialmente sobre la temperatura y la precipitación. La altitud provoca una disminución o aumento de la temperatura media de cerca de 1°C por cada 180 m., es decir, a mayor altitud menos temperatura.

c.5. **Pendiente.-** Modifica las condiciones térmicas y de iluminación de la zona. El grado de pendiente determina además directamente el tipo de vegetación. Cada especie tiene un límite máximo de pendiente por encima del cual no es capaz de arraigarse. El nivel de estabilidad del sustrato depende directamente de la pendiente.

5.4.6.2. EL MEDIO TECNICO

Entendiéndose por medio técnico, al medio natural transformado por la actividad minera. En el área de Caychive y Huaypetue esta transformación es muy intensa y de tendencia depredadora, tanto que las condiciones del nuevo medio no tienen nada que ver con las del medio inicial que resultan ser poco favorables para la revegetación sin previa preparación.

Para emprender con el proceso de revegetación dentro del medio técnico, es importante prestar atención a las modificaciones de tipo físico causadas en el

suelo por la excavación y movimiento de tierras prácticamente lavadas por el proceso de concentración en la planta de beneficio.

Dentro de esta consideración es importante señalar los siguientes aspectos:

1.- Modificaciones de carácter físico

Compactación de los suelos por el paso de maquinaria pesada→secuela: falta de aireación mínima necesaria para el desarrollo de las plantas y crecimiento de las raíces.

Compacidad del terreno con el fin de que los taludes de montículos de cascajo y terraplenes sean estables.

Pendientes muy superiores a las que tenía el terreno antes de iniciar las acciones mineras, lo cual afecta tanto a las técnicas de revegetación como a las especies a emplear.

La esterilidad es uno de los problemas principales debido a las excavaciones mineras que dejan material desprovisto de materia orgánica.

2.- Características de los materiales

Dentro de las características de los materiales podemos señalar las propiedades físicas y químicas.

2.a. Propiedades Físicas

Granulometría: La distribución por tamaños de la grava es una de las propiedades físicas más importantes, ya que va afectar a la retención y movimiento

del agua, al volumen de huecos, a la estabilidad de los taludes, a la aireación y a la susceptibilidad a la erosión.

El análisis granulométrico de la grava en la Quebrada Choque (Huaypetue) y Quebrada Seca (Caychive), se muestra en los Cuadros Nos. 12a y 12 b.

Los intervalos de clase de los tamaños de la grava y las denominaciones más comunes se pueden observar en el Cuadro No. 12c.

Para propiciar el sustrato edáfico en esta zona se necesita un amplio rango de tamaños de partículas: arcillas y limos para la capacidad de intercambio iónico y para mantener la humedad, arenas para la porosidad y gravas para la aireación.

Densidad: El peso específico del material varía según la litología de los estériles; en esta zona oscila entre 1.80 y 1.90 TM/m³, sin embargo vale recalcar, el peso específico seco, insitu o aparente, de los materiales depositados depende del grado de compactación, que a su vez, es función de la porosidad del conjunto, de la granulometría y la forma y tamaño de las partículas.

En algunas áreas puntuales de la zona, donde las densidades aparentes son próximas a las de las partículas resultan inadecuadas para que las raíces de las plantas penetren, por lo que en algunas áreas menores donde se va realizar reforestación sobre todo con plantas ornamentales, se recomienda operaciones de ripado y subsolado, así como la adición de mulch.

Porosidad y Permeabilidad: Las terrazas formadas a partir de las canchas de cascajo (colas) en áreas disturbadas por la explotación minera presenta una alta porosidad y permeabilidad, reducido en esta forma la capacidad de retención del agua.

La porosidad se calcula con la siguiente expresión:

$$\text{Porosidad (\%)} = \frac{100 (D_p - D_a)}{D_p}$$

Donde:

D_p = Densidad de las partículas

D_a = Densidad aparente

$$\text{Porosidad (\%)} = \frac{100 (2.2 - 1.4)}{2.2} = 13.64 \%$$

Esponjamiento (%) = 12%

Asentamiento (%) = 2.5 % de la altura

La permeabilidad: es un parámetro ligado a la porosidad. La permeabilidad se da en cm^3/hora ó litros/hora , que influye por un lado, sobre la estabilidad del talud y por otro, sobre la disponibilidad de agua y nutrientes por los niveles superficiales.

Color: El color de los materiales es importante, ya que afecta a la absorción y reflexión de las radiaciones solares y condiciones las reacciones químicas de los estériles. En la zona la coloración del material es ligeramente clara a oscura.

2.b. Propiedades Químicas

La composición química de los estériles en esta zona no sólo depende de la naturaleza litológica de los materiales extraídos, sino básicamente de las condiciones climatológicas tropicales de la región. La variación de la composición química es mínima tanto horizontal como verticalmente hasta la roca base (bedrock).

En cuanto a los nutrientes como son las concentraciones de nitrógeno para el crecimiento de las plantas, así como los niveles de fósforo, potasio, calcio y magnesio están dentro de los niveles apropiados.

Del mismo modo se puede decir en cuanto al pH del material de la zona, no obstante de acuerdo al monitoreo realizado sobre los sedimentos y los efluentes líquidos de las operaciones mineras en algunas áreas es bajo.

5.4.6.3. FACTORES AMBIENTALES MODIFICADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA

Al asumir la tarea de implantar una cubierta vegetal en estos terrenos afectados por la actividad de la minería aurífera hay que tener en cuenta que, debido a las particulares condiciones del medio técnico (medio natural

transformado por la actividad minera), hay una serie de factores ambientales que se presentan en estos lugares con matices muy específicos y configuran, aisladamente o en conjunto, una situación completamente distinta de la que habitualmente se presenta en siembras y plantaciones comunes. Estos factores son:

1.- Factores físicos

- Temperatura
- Humedad
- Aireación del suelo

2. Factores Químicos

- Presencia y disponibilidad de nutrientes
- Acidez y alcalinidad del suelo
- Toxicidad.

1.- FACTORES FISICOS

1.a. Temperatura

La temperatura del ambiente influye en la elección de las especies a plantar, la revegetación en áreas disturbadas se realizará con plantas de la región, en consecuencia no habrá mayores problemas.

La temperatura del suelo es función directa de la cantidad de radiación, solar recibida, y la cantidad de radiación, a su vez, depende del ángulo de

incidencia de los rayos solares y de la existencia de obstáculos que interceptan la radiación antes de que llegue al suelo.

1.b. **Humedad**

La humedad del suelo y la humedad del ambiente son factores de influencia directa tanto en el momento de la siembra como en el desarrollo posterior de las plantas.

Referente a la humedad del suelo, la disponibilidad del agua en esta zona es alta como en toda la región selvática.

La cantidad de agua se percibe en la altura del nivel freático (proveniente de la precipitación pluvial y de la capacidad de infiltración y de la retención del suelo).

1.c. **Aireación del suelo**

La atmósfera del suelo influye en todos los procesos que tiene lugar en su interior, de ella dependen la vida de los microorganismos del suelo y la de las raíces de las plantas superiores, así como todos los cambios químicos que se realizan en el suelo.

La ausencia de O₂ inhibe el crecimiento de las raíces, sin embargo, este crecimiento puede mantenerse con bajos niveles de O₂, hasta con sólo un 2%, siempre que el aporte sea constante y la concentración de CO₂ no exceda el 30 a 35% (9). Asimismo, las concentraciones de O₂ y CO₂ afectan también a la

germinación disminuyendo en los suelos cuya capacidad de aireación es sólo del 10 – 12% .(9)

El nivel de aireación del suelo depende de:

Nivel de compactación

Textura y estructura del suelo

Contenido en materia orgánica.

2.- FACTORES QUIMICOS

Son los factores edáficos derivados de la desaparición del suelo superficial y del afloramiento de horizontes inferiores, como producto de las excavaciones del material aurífero.

2.a. Presencia y disponibilidad de nutrientes

Las plantas necesitan disponer de una serie de elementos esenciales para su desarrollo. Algunos, los macronutrientes son necesarios en grandes cantidades; N, P, B, Zn y Mo; y otros pueden ser esenciales solo para especies particulares que no es nuestro caso, estos pueden ser : Na, Cl, Co, V y otros.

2.b. Acidez y Alcalinidad del Suelo

La importancia del pH como factor ambiental que afecta al proceso de revegetación de esta zona, se debe a motivos directos, por la influencia que el ambiente más o menos acidificante o basificante, pueden tener sobre las condiciones de desarrollo de las plantas, y a motivos indirectos, debido a su intervención sobre otras características del suelo, como por ejemplo la mayoría de

los nutrientes son más solubles cuanto más bajo es el pH. Sin embargo, en la zona como se puede observar en los resultados del proceso de monitoreo, en algunos casos el pH es bastante bajo, las pérdidas de nutrientes por lavado pueden aumentar y decrecer así su disponibilidad para las plantas. En términos generales un pH más o menos apropiado oscila en el rango de 5 a 8 para las plantas de esta zona.

2.c. **Toxicidad**

Con respecto a este factor químico en la zona no existen mayores problemas, puesto que la toxicidad se debe fundamentalmente a la presencia de metales pesados como: Cu, Zn, Pb, y Ni y otros metales como Al y Mn que pueden provocar la muerte de la vegetación o impedir el crecimiento de cualquier tipo de planta e inhibir el crecimiento de las raíces.

5.4.6.4 **PREPARACION DE LOS TERRENOS PARA REALIZAR LA REVEGETACION**

Objetivos

Entre los objetivos principales que debe tenerse en cuenta en los trabajos de preparación del terreno podemos señalar:

Proporcionar un buen drenaje (En la zona hay un buen drenaje).

Descompactar el medio donde se instaurará la revegetación para permitir un correcto desarrollo del enraizamiento (una vez preparado las terrazas ya no habrá problemas de este tipo).

Reducir o eliminar la acidez o alcalinidad así como la presencia de elementos tóxicos (Está dentro del rango).

Aumentar el suministro de nutrientes esenciales para las plantas (solamente en casos específicos se aplicará en la zona).

Integrar la morfología del terreno en el paisaje circundante (En este aspecto si requiere necesariamente reacondicionar, procurando aproximar al paisaje original (Fig. Nos. 6 y 7).

Dentro de este aspecto podemos señalar algunas técnicas necesarias a considerarse en la preparación del terreno:

- ☛ Manejo de la capa superficial del suelo.
- ☛ La descompactación del suelo.
Enmiendas o mejoras edáficas, cuando sea necesario.
- ☛ Tratamientos especiales de taludes para la preparación del terreno se puede observar los problemas fundamentales que presentan las superficies alteradas por las actividades mineras en general y su tratamiento (Tablas Nos. 1 y 2).

Con respecto a las mejoras edáficas, a través de la fertilización, si así lo requiere algunas zonas excesivamente lavadas y la posibilidad de devolver material

fino y tierra vegetal es mínima, y sobre todo en el proceso de revegetación de plantas específicas, se utilizarán los denominados abonos complejos o abonos NPK (15-15-15 ó 18-18-18) que son mezclas de fertilizantes que contienen varios de dichos elementos en las proporciones necesarias. Así mismo como fertilizantes se puede utilizar la roca fosfórica, como la utilizada actualmente en la revegetación que realiza el Proyecto EPA del MEM (Tabla No. 3).

5.4.6.4.1. METODOS Y ETAPAS DE REVEGETACION

A.- ASPECTOS GENERALES

Los métodos básicos de implementación de la vegetación en terrenos previamente preparadas son la plantación y la siembra. Cada caso se puede subdividir a su vez, en función de la técnica empleada, en otros más específicos:

Plantación

Manual : Hoyos y Casillas

- Mecánica

Siembra

- En profundidad: En hileras
- Superficial: A voleo, hidrosiembra y aérea.

Otros: Empleo de la capa superficial de suelo, encespedamiento (tepes), entramados de cañas y alambres, mulches, etc.

MULCH.- Se define como mulch toda cubierta superficial de suelo, de naturaleza orgánica o inorgánica, que tenga un efecto protector y ayude al establecimiento de la vegetación (Anexo: Definiciones y Cálculos).

De los métodos en mención, en la zona se emplearán la plantación, ya sea en forma manual o mecánica y el método de siembra solamente en la implementación de pastos para la ganadería (gramíneas de tipo cereal o farináceo).

El éxito de la recuperación no sólo dependerá de la adecuada preparación del terreno y de la selección de las especies vegetales más idóneas, sino también de la utilización de las técnicas de implantación que mejor se adapte a las características de la zona a revegetar.

Asimismo, se ha señalado en los acápites anteriores, la selección del método de instauración está condicionada por la topografía (pendiente) y tamaño de la superficie a revegetarse, las condiciones atmosféricas, la textura (humedad y pedregosidad superficial), la compactación, la disponibilidad de agua, la intensidad de los procesos geofísicos y entre otros.

Además, la técnica de implantación y la especie vegetal a emplear también estará influenciado por la dedicación o el uso posterior de la zona, una vez concluidas las actividades.

Considerando el uso generalizado del método del proceso de plantación y en casos específicos de siembras; en los trabajos de recuperación con fines paisajísticos, recreativos y de la introducción de la vegetación natural (en las laderas de las terrazas), es conveniente realizar simultáneamente las técnicas de siembra o plantación, para inducir una mayor diversidad de hábitats , aumentar la calidad visual de la zona y favorecer la recuperación a corto y mediano plazo.

En cualquier caso la elección de un método de instauración implica el conocimiento exhaustivo de los factores del medio físico y socio económico de la zona.

B.- PLANTACION

Es la técnica por excelencia para transplantar especies arbóreas y arbustivas criadas generalmente en viveros forestales como la primera etapa del proceso de revegetación por este método.

La plantación contribuye al desarrollo de comunidades vegetales estables mediante la introducción de especies pioneras o intermedias de la sucesión vegetal, que de forma natural tardarían mucho tiempo en instalarse.

Otras ventajas importantes de la plantación son:

La germinación y las primeras fases del desarrollo de la planta son controladas en el vivero, lo que aumenta la probabilidad de supervivencia de las mismas.

Se necesita un gasto menor de semillas que si se utiliza el método de siembra.

Los árboles o arbustos se colocan en el lugar deseado o adecuado: el efecto visual es más rápido.

Una vez arraigadas las plantas su sistema radicular protege al suelo de los procesos erosivos.

Desventajas frente al método de siembra:

Costo elevado de producción de las plantas en vivero.

Mayor necesidad de mano de obra y de equipos

Mayores cuidados durante el transporte de las plantas desde el vivero hasta el lugar de plantación.

Riesgo de pérdida de ejemplares por una inadecuada manipulación de los mismos (sobre todo en plantas de raíz desnuda por rotura de las raíces).

Los factores que han de tenerse en cuenta en la plantación y que deben ser controlados en la gestión de la recuperación, son:

Calidad de las plantas

Cuidados de las plantas

Métodos de plantación.

Epoca de plantación (Primavera: Octubre a noviembre en toda la selva).

Competencia con otras especies vegetales.

Compactación del suelo.

B.1. Tipo de Vegetación y Formas de Cultivo

a) Tipo de Vegetación

Las especies vegetales que se han de utilizar en la plantación deberán cultivarse en los viveros forestales de Huaypetue y Nueva en la microcuenca de Caychive y para poder economizar se pueden cultivar en los Centros Educativos de ambas localidades con el concurso de los alumnos.

El tipo de vegetación o seleccionarse como ya se ha indicado en los acápite anteriores, será en función de los criterios ecológicos, paisajísticos e industriales, económicos. Todos ellos básicamente con especies tropicales de la región.

El método de implantación será diferente en función del tiempo de permanencia en el vivero o madurez del material vegetal, semillas, plantón, latizal, fustal o árboles semimaduros y de la forma de cultivos: a raíz desnuda (plantas cultivadas directamente sobre “eras”), en cepellón, plantas cultivadas en macetas, contenedores, etc. y por esquejos o estaquillas. En la Tabla No. 6 se ha clasificado los árboles y arbustos en función de la edad y tamaño desarrollado.

b) Formas de Cultivo

Las plantas a raíz desnuda son aquellas que, como su propio nombre indica, se trasplantan con el sistema radicular libre de suelo.

A pesar de que requieren menos cuidados que otros tipos de materiales vegetales, deben ser protegidas del calor, la incidencia directa de los rayos solares y la sequedad durante el período de tiempo que transcurre desde su salida del vivero hasta que se depositan en la zona de destino.

Las plantas con cepellón son aquellas que se implantan con el sistema radicular cubierto y protegido por el suelo.

Para que estas plantas se vuelvan más resistentes a las condiciones atmosféricas adversas (frío, calor o sequedad), se suelen almacenar o someter a temperaturas extremas de frío (6°C) o calor, según la estación del año en que hayan sido sacadas del invernadero.

El método de cultivo más moderno y que cada vez que impone más por sus óptimos resultados, es aquel en que las plantas germinan y se desarrollan dentro de pequeños contenedores o macetas.

B.2. Métodos de Plantación

La plantación se efectuará una vez preparado el terreno, aunque habrá ocasiones en que ambas actuaciones se pueden realizar conjuntamente. Este proceso simultáneo sólo se llevará a cabo en situaciones muy concretas: zonas llanas, accesibles a la maquinaria y con sustratos previamente preparados, en el que se han aislado los contaminantes. Mayormente la plantación se efectuará terraza por terraza.

La plantación puede ser manual y mecánica, dependiendo de la disponibilidad financiera para la adquisición de maquinaria y equipos, en cuanto a las condiciones del terreno si es factible para la mecanización.

a) **Plantación Manual**

El proceso se realizará con herramientas de uso manual y de forma puntual sobre la superficie a revegetar. Los métodos más comunes son mediante la realización de hongos o casillas.

La plantación manual será fundamentalmente para terrazas con pendientes elevadas, superficies pequeñas y terrenos fácilmente compactables (suelos arcillosos, pesados, encharcables, etc), donde no será posible la utilización de maquinaria.

Los hoyos no deberán ser menores de 30 cms de \varnothing x 30 cms de profundidad, en cualquier caso el tamaño dependerá del tipo de planta a insertar en el hueco creado. El hoyo se puede efectuarse con un azadón (azada de pico o zapapico), pantamón, barrón y casos especiales (terrazas de conglomerados no removidos) mediante perforadoras o barrenas de acción mecánica transportadas en tractores.

El plantamón será usado en terrenos pedregosos o compactados y el barrón para plantación de estaquillas.

El hoyo debe ser suficientemente profundo para que las raíces no se dañen o deformen. Una vez instalada la planta de forma adecuada, el hoyo se vuelve a rellenar de manera que el tallo no quede tapado, dejando una pequeña hondonada para recoger el agua de lluvia o la de riego (terreno duro).

Cuando se planta árboles de tamaño superior a 1.50 m generalmente es necesario colocar un tutor que sirva de guía y proteja al árbol del viento. El tutor se debe instalar una vez abierto el hueco y antes de insertar la planta (Fig. No. 8).

En cuanto a la dosis de los nutrientes en NPK y otros aspectos técnicos inherentes al proceso de revegetación, es materia de un estudio mucho más especializado, lo cual no se tocará en el presente estudio.

Como casi todo el terreno de esta zona está desprovista de vegetación y sometidos a elevadas temperaturas, la humedad se acumula en el interior. En estas condiciones la plantación será con especies vegetales con sistema radicular de gran longitud, para que las raíces puedan llegar a la zona de mayor humedad (cerca al nivel freático), (Fig.. No 9).

Los terrenos pedregosos, en este caso de clastos gruesos lavados y dispuestos en el substrato inferior no presentan las condiciones adecuadas para que la planta se desarrolle por sí misma. El hoyo se deberá rellenar con materiales de aporte ricos en materia orgánica y capaces de retener la humedad (turba, limo y

roca fosfórica) que de otra manera se filtrará entre los intersticios de los clastos y el terreno suelto y no podrá ser utilizado por la vegetación plantada (Fig. No. 10).

b) Plantación Mecánica

La técnica y las formas de cultivo es la misma, al de método manual, solamente en este caso, se emplearán las plantadoras mecánicas remolcadas por tractor y son las más adecuadas para plantar especies a raíz desnuda, principalmente, en áreas suficientemente grandes, libres de piedras y con pendientes inferiores al 15 – 20%.

La plantadora mecánica de tubos cilíndricos está especialmente diseñada para abrir hendiduras en el terreno, de 10 a 60 cms. de profundidad, según el tamaño de la planta a instalar, e insertar a continuación las plantas con cepellón.

En general debe indicarse que la plantación mecánica no es un método apropiado para utilizar en terrenos afectados por actividades mineras. Toda vez que haya presencia de excesiva pendiente, falta de cohesión del material, alta pedregosidad, fertilidad escasa, etc. Y la mala accesibilidad, si así fuese.

En cuanto a la época de plantación en esta zona debe efectuarse en primavera (octubre – noviembre), por cuanto las condiciones climáticas de pluviosidad, vientos dominantes y entre otros son favorables, desde luego también dependerá del tipo de vegetación a instalar.

Con respecto a la densidad y forma de plantación dependerá del uso propuesto y de las exigencias de la propia especie, y por su puesto para esta localidad.

C.- SIEMBRA

Como se ha señalado anteriormente, solamente en casos específicos se empleará este método.

La siembra consiste en depositar en el terreno, previamente preparado, semillas de las especies seleccionadas para revegetar las áreas a recuperar. Las especies que generalmente se introducen mediante este método son herbáceas vivaces, aunque también pueden sembrarse semillas de árboles y arbustos.

Los métodos de siembra más comunes son en hileras y a voleo que requieren herramientas agrícolas tradicionales, mientras que la hidrosiembra y siembra aérea necesitan equipos más sofisticados y caros.

La siembra se realiza sobre superficies más o menos extensas y tienen como objetivo prioritario implantar una cubierta vegetal de bajo crecimiento pero densa, capaz de proteger al suelo de los procesos erosivos y de otros factores perjudiciales, como deslizamientos, temperaturas extremas, superficies de escorrentía, pero también serán el sembrío de pastos con fines ganaderas.

C.1. Métodos de Siembra

La preparación de la cama de siembra es una etapa previa a la siembra y fundamental para que las semillas puedan germinar y desarrollarse en las condiciones adversas que presentan los materiales procedentes de las actividades mineras.

Al igual que en la plantación, la elección del método de siembra está condicionada por los factores climáticos, edáficos y económicos de la zona a recuperar.

a) Siembra en Hileras

La siembra en líneas comprende los pasos siguientes:

a.1. Apertura del surco donde se deposita la semilla. Esta operación se efectúa mediante rejas asurcaderas o cuchillas circulares, dependiendo del tamaño de la semilla y la anchura del surco; desde 1 cm hasta 8 cm.

a.2. Dosificación y depósito de la semilla. Estas se almacenan en una tolva y se distribuyen aleatoriamente mediante tubos de caída.

a.3. Enterrado de la semilla. La propia reja asurcadora puede crear el efecto enterrado, aunque existen rejas, cadenas, rastras, etc. que también lo pueden realizar.

a.4. Compactación del suelo alrededor de la semilla. Se realiza por medio de rodillos compresoras.

Su aplicación es posible en terrazas de topografía suave que permite el paso de maquinaria, salvo en las cabeceras donde hay presencia de peñas y pedrones.

b) **Siembra a Voleo**

Las semillas se distribuyen sobre la superficie del suelo de forma irregular. Está especialmente indicado para semillas pequeñas, generalmente pratenses.

Se trata de un método sencillo de utilizar, barato (si se exceptúa la hidrosiembra y la siembra aérea) y muy adecuado en terrenos difíciles. No es aplicable en la zona, por cuanto es probable que un gran porcentaje no pueda germinar por que no han quedado enterrados.

5.4.6.4.2. **NUEVOS USOS DE LA TIERRA REHABILITADA**

Desde la perspectiva del desarrollo sostenible, una vez que se agoten los recursos naturales no renovables de esta región como consecuencia de la explotación de los yacimientos minerales auríferos, surge la necesidad de reemplazar la actividad minera por otra. Después de la fase de rehabilitación del suelo deforestado y degradado, se debe aprovechar para dar

nuevos usos a estos terrenos, fundamentalmente con fines agroindustriales y pecuarios.

La plantación y el proceso productivo debe ser conducido bajo el asesoramiento y dirección de los profesionales del sector, a fin de que la producción sea orientada para el consumo nacional y de exportación; asimismo, los productos obtenidos deben industrializarse en la misma zona a fin de darle el valor agregado y su efecto multiplicador en forma colateral, la generación de empleo y otros impactos positivos indirectos.

Entre las principales frutas a cultivarse con fines industriales, podemos señalar: Maracuyá, papaya, piña, mango, naranja, cocona, marañón, huayabo, plátano, caimito, limón, lima, chirimoya, palta, sandía, etc.

También se puede obtener buenos resultados con otros cultivos como son: maní, cacao, café y caña de azúcar, todos ellos con fines industriales. Estas plantas de acuerdo al piso ecológico de esta zona son bastante favorables para su cultivo.

5.4.6.5. SELECCIÓN DE ESPECIES VEGETALES

En cuanto a la selección de especies vegetales dentro del proceso de revegetación de áreas disturbadas por la actividad minera de la zona, básicamente se llevará a cabo con plantas tropicales de la zona; por consiguiente, no habrá alternancia con especies de otras regiones, mas bien una

diversificación de especies de acuerdo a la topografía del terreno, teniendo en cuenta los criterios de uso, ecológicos, paisajísticos y económicos.

No obstante, la clave del éxito de la restauración está en la buena selección de las especies vegetales. En definitiva cabe señalar que la selección de especies vegetales es importante en la medida que éstas son relevantes y entran a formar parte de los medios necesarios para alcanzar los objetivos de restauración del proyecto en cuestión. Además, para desarrollar un plan de trabajo que permita plantear la selección de especies vegetales mucho va a depender fundamentalmente del uso que se va a dar al área actualmente ocupada o abandonada por la explotación minera, lo cual se resume en los Diagramas Nos. 6 y 7.

Las principales especies vegetales a utilizarse en el proceso de revegetación de áreas deforestadas de la zona, podemos indicar de acuerdo a los siguientes criterios:

a) **Criterios Ecológicos**

Aguaje	Huairuro	Ojé	Shimbillo
Capirona	Huasai	Palo santo	Topa
Cetico	Lagarto caspi	Pona	Ungurahui, etc.
Chontaquiro	Leche caspi	Pumaquiro	

b) **Criterios Paisajísticos e Industriales**

Palmera	Ciprés	Algodón	Cetico
---------	--------	---------	--------

Crisneja	Plantas ornamentales	Lupuna	Pashaco
Almendro	Pino	Palo quinina	variedad de flores
Nogal	Castaña	Caucho	Shiringa
Copaiba			

c) Criterios económicos

- **Agrícola:** (Diagrama No. 7)

- **Forestal:**

Nogal	Chota o wicongo
Caoba	Diablofuerte Misa, etc.
Cedro	Moena
Aguano	Quinilla
Tornillo	Catahua
Ishpingo	Palo azufre
Cumula	Ubo

- **Ganadero:** Pastos como:

Brashari

Oreja de elefante

Mulch, etc.

- Esquejes producidos en un vivero forestal instalado en la zona:

Para la revegetación de áreas prioritarias como las divisorias de aguas de Caychive y Huaypetue, así como las cabeceras de todos los afluentes del río Caychive y Huaypetue, con el objeto de evitar la erosión y conformar áreas de retención de sólidos.

5.5. EVALUACION AMBIENTAL

Con el propósito de resumir en forma cualitativa y cuantitativamente los daños ambientales, económicos y sociales ocasionados por la actividad minera en esta zona y así estimar los costos de remediación, se ha efectuado un análisis cualitativo y cuantitativo de los pasivos ambientales y la actividad en proceso de operación, evaluando previamente todos los impactos adversos (negativos) y benéficos (positivos) de la actividad minera que afectan los ambientes físicos, biológicos, socio-económicos y de interés humano; utilizando para ello el sistema de Evaluación Ambiental por el método de causa – efecto de “MATRIZ DE LEOPOLD” (Cuadro No. 18).

En la matriz de Leopold se determina la interacción en términos de magnitud (M) e importancia (I). La “magnitud” (M) de una interacción es su extensión o escala y se describe mediante la asignación de un valor mecánico comprendido entre 1 y 10, donde 10 representa una gran magnitud y 1 una pequeña. Los valores próximos al 5 en la escala de magnitud representan impactos de extensión intermedia. La asignación de un valor numérico de la magnitud de una interacción debe basarse en una valoración objetiva de los hechos relacionados con el impacto previsto. Además, los impactos adversos tendrán un signo negativo y los impactos beneficiosos tendrán signos positivos.

La “importancia” (I) de una interacción está relacionado con la significativa que ésta sea, o con una evaluación de las consecuencias probables del impacto previsto. La escala de la importancia también varía de 1 a 10, en la que 10

representa una interacción muy importante y 1 una interacción de relativa poca importancia. La asignación de este valor numérico de la importancia se basa en el juicio subjetivo de la persona, el grupo reducido o el equipo multidisciplinario que trabaja en el estudio cuyo valor es siempre positivo.

Uno de los aspectos más atractivos de la matriz de Leopold es que puede extenderse o contraerse; es decir, el número de acciones puede aumentarse o disminuirse del total de cerca de 100, y el número de factores ambientales puede aumentarse o disminuirse de los cerca de 88 propuestas. Las ventajas principales de utilizar la Matriz de Leopold consisten en que es muy útil como instrumento de resguardo para desarrollar una identificación de impactos y puede proporcionar un medio valioso para comunicar los impactos al proporcionar un desarrollo visual de los elementos impactados y de las principales acciones que causen impactos.

La adición del número de filas y columnas que se hayan señalado con interacciones pueden ilustrar la evaluación del impacto. Se pueden utilizar otras elaboraciones adicionales para discutir los resultados de una matriz de interacción simple.

La Matriz de Leopold puede utilizarse también para identificar impactos beneficiosos y adversos mediante el uso de símbolos adecuados como el (+) y el (-). Adicionalmente, la matriz de Leopold puede emplearse para identificar impactos en varias fases temporales del proyecto, por ejemplo, para las fases de desarrollo,

explotación y abandono de mina, y para describir los impactos asociados a varios ámbitos espaciales, es decir, en el emplazamiento y en la región.

En la Matriz de Leopold se ha considerado la asignación de la magnitud y la importancia expresada mediante rangos o valores numéricos, obteniendo valores de cada impacto ambiental, expresados en unidades de impacto ambiental negativo cuando su efecto sea adverso y positivo cuando sea beneficioso.

5.6. ESTIMACION DE COSTOS DE LAS MEDIDAS DE REMEDIACION

Con el propósito de expresar en forma resumida los costos estimados de remediación de los impactos negativos generales por la actividad minera en ambas microcuencas a través de un cuadro; primero se elabora el listado de las principales actividades de rehabilitación:

1.- Medidas Preventivas

2.- Medidas correctivas

2.a. Rehabilitación del perfil del suelo (sobre el 50% del área disturbada)

2.b. Mitigación de los efectos sobre la calidad de la atmósfera (Se desestima por incidencia mínima).

2.c. Mitigación de los efectos por ruidos: (mínimo)

2.d. Recuperación del ambiente biológico (está incluido en 2.a)

2.e. Sobre aguas residuales y desechos sólidos .

2.f. Sobre residuos industriales (Debe considerar cada titular o empresa en el presupuesto de sus operaciones).

2.g. Sobre el ambiente socio – económico

2.h. Sobre desplazamiento de sedimentos (debe considerar cada titular o empresa en el presupuesto de sus operaciones).

3.- Plan de Vigilancia y manejo del medio

3.a. Sobre organización, (cada empresa debe considerar en el presupuesto de sus operaciones).

3.b. Sobre calidad de medio (cada empresa debe incluir en el presupuesto mensual de sus operaciones)

3.c. Saneamiento y conservación (Está incluido en 2.a)

4.- Plan de Contingencia Ambiental :

4.a. Sobre capacitación (cada empresa debe incluir en el presupuesto mensual de sus operaciones)

4.b. Manejo social (cada empresa debe considerar en el presupuesto mensual de sus operaciones)

5.- Plan de Cierre

5.a. Sobre pasivos ambientales (Una parte está incluido en 2.a. y la otra cada empresa debe incluir en su presupuesto):

5.b. Sobre fase de abandono (cada empresa incluirá en su presupuesto)

- 5.c. Monitoreo en período de post-cierre (estará a cargo de cada empresa; sin embargo, habrá costos adicionales a cargo del ente fiscalizador del sector).

6.- Plan de Revegetación

- 6.a. Sobre el estudio de los factores ambientales de influencia general:
- 6.b. Sobre el estudio del medio técnico:
- 6.c. Sobre el estudio de factores ambientales modificados por la actividad minera:
- 6.d. Sobre preparación de terrenos para la revegetación.
- 6.e. Sobre selección de especies vegetales.
- 6.f. Operación del proceso de revegetación (sobre el 20% del área el perfil del suelo rehabilitado). Referente a Costos podemos observar en el Cuadro No. 17 y (Anexo: Definiciones y Cálculos).

CONCLUSIONES

- 1.- En el proceso de explotación de gravas auríferas una vez realizada la tala y quema de bosques primarios, no sólo la cobertura vegetal desaparece, también el suelo es lavado, con lo que no solo se elimina de golpe el material más fino del suelo (limo), sino toda la materia orgánica en él contenida y sin la cual la existencia de formas de vida se reduce al mínimo, con la consiguiente alteración del ecosistema.

- 2.- Como consecuencia de la conclusión anterior, se produce la eliminación total de la población microbiana y su estructura, bajo estas condiciones, es muy difícil restablecer la comunidad de plantas erradicadas sin restaurar el subsistema microbiano o proporcionando un sistema de nutrientes fácilmente aprovechable para mantener el crecimiento de las plantas mientras la comunidad microbiana recoloniza el sitio.

- 3.- La deforestación y la impermeabilización del suelo conduce por un lado a la elevación de la temperatura de la superficie desnuda de la zona afectada y el flujo irregular de aguas en las microcuencas. De otro lado, se traduce en un aumento de la erosión por la escorrentía superficial, con la consiguiente incapacidad de retener el agua y albergar formas de vida.

- 4.- Los sólidos finos (limo) que se desprende durante el proceso de lavado de la grava aurífera, al mantenerse por mucho tiempo en suspensión antes de sedimentarse, recorrerá grandes distancias, produciendo graves alteraciones al medio acuático; puesto que, cuando las aguas son tan turbias los rayos solares no podrán penetrar, lo cual impide el desarrollo de microalgas (fitoplancton) por ausencia de la fotosíntesis y de otras especies acuáticas que se ubican al inicio de la cadena trófica.

- 5.- Gran parte de los pequeños mineros captan el agua del río para realizar el lavado de la grava aurífera, pero esto es enturbiada por el limo y la mayor turbidez de este río se traduce en el aumento de la densidad del agua, la cual a su vez altera las características hidráulicas del fluido afectando la recuperación metalúrgica.

- 6.- Un buen planeamiento y diseño de minado conduce al orden y la racionalidad de las operaciones, así en la etapa de desbroce, la sobrecarga debe almacenarse adecuadamente en áreas donde no haya interferencia, a fin de evitar el doble manipuleo del material extraído a medida que avanza el frente de corte, esto a su vez presupone la existencia de un cierto orden en el ritmo de trabajo y el manejo de los efectos ambientales.

- 7.- El diseño apropiado de la planta de beneficio no solo contribuirá en la eficiencia de la recuperación metalúrgica del oro, sino, al incorporar las pozas de sedimentación después del canal de yute se recolectará el limo y se eliminará por rebose agua limpia al ambiente. De esta forma se estaría evitando la pérdida irremediable del limo y la posterior sedimentación en el lecho con consecuencias que ello acarrea para el medio ambiente.
- 8.- Los factores ambientales en el área de estudio han sido intensamente modificados por la actividad minera, convirtiéndose muchas de ellas en factores limitantes para la vegetación; en consecuencia, antes de abordar la revegetación de una zona, requiere estudiar qué factores ambientales han sido seriamente alterados.
- 9.- El mayor daño ambiental que ha sufrido la zona se traduce en la deforestación, transformación geomorfológica, degradación de suelos (desertificación) y el enturbiamiento de los ríos con la consiguiente colmatación por sedimentos. Mas no existe contaminación por metales y otras sustancias disueltas, tal como muestran los resultados de análisis de laboratorio.
- 10.- De la conclusión anterior se desprende que, los mayores costos estimados de rehabilitación de la zona corresponde al rubro de nivelación del terreno disturbado, la reconstrucción de las terrazas se efectuará por capas secuenciales según la granulometría; es decir, capa inferior de cantos gruesos, luego las partículas más finas; finalmente el suelo (tierra vegetal).

RECOMENDACIONES

- 1.- La implementación de acciones de carácter correctivo para la recuperación de las microcuencas de Caychive y Huaypetue seriamente devastadas, demandan la participación de toda la comunidad involucrada, a fin de poner en práctica las nuevas técnicas de explotación minera, esto es, una explotación de “corte y relleno a cielo abierto”, relleno de la capa inferior con “colas gruesas”, luego la de menor granulometría, y finalmente cubrir con finos proveniente de la poza de sedimentación para iniciar con el proceso de revegetación. Todo ello se logrará solamente como resultado de una campaña de sensibilización ambiental.
- 2.- Existe la gran necesidad de priorizar aspectos de reforestación y asistencia técnica para el planeamiento de las operaciones de minado y beneficio, a fin de prevenir y tomar medidas de control ambiental, mostrando a la población involucrada los beneficios que brinda la rehabilitación del área afectada.
- 3.- La revegetación en áreas mineras donde no existe la posibilidad de devolución de capas superficiales de suelo, implica la utilización de nuevas técnicas que proponen los especialistas, la utilización de especies arbóreas pioneras con capacidad de formar simbiosis con bacterias diazotróficas para volverlas autosuficientes en nitrógeno y aumentar la eficiencia de esas especies en el uso de agua y nutrientes minerales.

4.- En el proceso de rehabilitación de áreas disturbadas en ambas microcuencas, es importante trazar metas por etapas. Se deben previamente por estrategia ubicar las áreas prioritarias de protección ambiental como primer paso, a fin de controlar la erosión en los puntos de origen del material movido y terrazas debilitadas, puesto que el proceso de revegetación no se culminará en un tiempo corto. Para ello, la reforestación debe comenzar en los puntos críticos utilizando los esquejes producidos en el vivero forestal de la localidad, a manera de retención de sólidos. Estas áreas pueden ser:

- Divisoria de las aguas de Caychive – Huypetue.
- Cabecera de los afluentes de Caychive: Cuatro Amigos, Nueva, Sol de oro y Seca.
- Cabecera de los afluentes de Huaypetue: Puno, Santa Elena y Nueve de setiembre.

5.- Es importante crear conciencia que la minería y el medio ambiente no son rivales irreconciliables, en la medida que las operaciones se desarrollen adecuada y responsablemente redundará en su propio beneficio, lo que significa que la protección del medio ambiente no es algo ajeno sino inherente a la actividad minera, por cuanto la rentabilidad y el cuidado del ambiente siempre van juntos.

- 6.- En la selección de especies vegetales para la reforestación es importante tener en cuenta los “límites de tolerancia”, puesto que cada especie podrá desarrollarse satisfactoriamente dentro de un rango de valor determinado para cada factor ambiental (climático, edáfico y topográfico, como factores ambientales de influencia general). Los valores máximos y mínimos por encima o por debajo de los cuales la planta no será capaz de sobrevivir.

- 7.- De acuerdo a la cuantificación de los impactos ambientales con el método de la Matriz de Leopold, la zona resulta enormemente deteriorada, cuya magnitud es (-1893) y la importancia de mucha relevancia (2100). En consecuencia apremia la necesidad de iniciar con la rehabilitación de áreas más críticas en el tiempo más breve posible.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. BANCO MINERO DEL PERU . Evaluación Preliminar de la Cuenca Aurífera de Madre de Dios. Informe interno. Lima 1978, Pág. 96.
2. BAYLLY, Hagler – Buenas Prácticas de Manufactura en la Extracción y el Procesamiento de Metales No Ferrosos. USA – Virginia, Arlington 1998. Pág. 126.
3. CANTER W., Larry; (Traduc. ESPAÑOL ECHANIZ, Ignacio) Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Edit. Mc. Graw Hill. Santa Fe de Bogotá 1999. Pág. 841.
4. CUADROS TORRES, David. Informe resumido de actividades técnicas año 1998 y Plan de Trabajo resumido año 1999 sub Proyecto Madre de Dios. Puerto Maldonado 1999. Pág. 56.
5. DICKSON T.R. Química - Enfoque Ecológico. Limusa Noriega. Editores. México 1998. Pag. 406.
6. GUTIERREZ OROZCO, N. Hugo. Proyecto de Explotación y Concentración de gravas auríferas en la zona de Huaypetue - Madre de Dios. Tesis Profesional U.N.S.C.H. Ayacucho 1984. Pág. 236.
7. HUAYHUA ROJAS, Jorge F. Prospección y Evaluación de Yacimiento Aurífero de Placer - Area río Caychive (Proyecto Madre de Dios) Tesis Profesional. U.N.S.A.A. Arequipa 1988. Pág. 123.

8. INCITEMI-BANCO MINERO DEL PERU-UNI. Convenio de Investigación, Desarrollo y Técnicas para el Planteamiento de Minado a Cielo Abierto. Lima 1978. Pág. 168.
9. INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA. Manual de Restauración de Terrenos y Evaluación de Impactos Ambientales en Minería. Madrid 1996, Pág. 320.
10. LONDOÑO G., Roberto. Minería de Aluviones. Medellín. Colombia 1940 Pág. 320.
11. MACDONALD, EOIN H. Alluvial Mining: the geology, technology and economics of placers. London, New York 1983. Pág. 846.
12. MEDINA CRUZ, Guillermo Pasivos Ambientales, Zonas de Huaypetue y Caychive. MAPEM – MEM. Lima 1999. Pág. 30.
13. MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS. Compendio de Normas Ambientales para las Actividades Minero Energéticas. Dirección General de Asuntos Ambientales. Lima 1997. Pág. 325.
14. MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS. Minería Aurífera Aluvial. Exposiciones Técnicas II. Edic. Impresión Metrocolor S.A. Lima 1997. Pág. 95.
15. MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS – SUB SECTOR MINERIA – DIRECCION GENERAL DE ASUNTOS AMBIENTALES. Guía para elaborar Estudios de Impacto Ambiental. Edit. Aurora Lavado Salinas, S.A. Lima, 1994. Pág. 88.

16. MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS – SUB SECTOR MINERIA –
DIRECCION GENERAL DE ASUNTOS AMBIENTALES. Guía para Elaborar Programas de Adecuación y Manjeo Ambiental. Edit. Aurora Lavado Salinas, S.A. Lima 1995. Pág. 50.

17. MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS – SUB SECTOR MINERIA –
DIRECCION GENERAL DE ASUNTOS AMBIENTALES. Guía Ambiental para Vegetación de Areas Disturbadas por la Industria Minero – Metalúrgica. Edit. Aurora lavado Salinas, S.A. Lima 1995. Pág. 71.

18. O.N.E.R.N. Evaluación de Recursos Naturales en la zona de los ríos Inambari y Madre de Dios. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Lima 1972. Pág. 510.

19. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Riesgo del Ambiente Humano para la Salud. Oficina Sanitaria Panamericana. Washington, D.C. E.U.A. 1976. Pág. 359.

20. TYLER MILLER G., Jr.; (Traduc. RODRIGUEZ DE LEON, Irma). Ecología y Medio Ambiente. Grupo Edit. Iberoamericano. México 1994. Pág. 876.

21. SEOANEZ CALVO, Mariano. Ingeniería del Medio Ambiente Aplicado al Medio Natural Continental. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid 1996. Pág. 701.

22. SOUTH AMERICAN PLACERS INC. PERU. Informe Técnico Interno de la Cía. Aurífera Río Inambari, S.A., Zona Caychive. Lima, 1984. Pág. 182.