

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA, MINERA Y
METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA



**“GESTIÓN REALIZADA PARA LOGRAR LA CERTIFICACIÓN
ISO 14001 EN CÍA. MINERA PODEROSA S.A.”**

**INFORME DE SUFICIENCIA PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE:**

INGENIERO METALURGISTA

PRESENTADO POR:

ABDÓN RAMOS VILA

LIMA – PERÚ

2009

DEDICATORIA:

A mis padres y a mi esposa por su amor y apoyo incondicional, a mis hijos por ser mi fuente de inspiración y a mis profesores por todas sus enseñanzas.

RESUMEN

La planta Marañón de compañía minera Poderosa tiene una capacidad instalada de 600TMSD, cuenta con los subprocesos de chancado, molienda, concentración, sedimentación y agitación, precipitación, refinación y disposición de relaves.

La gestión que se realizó en planta para lograr la certificación ISO 14001 comprende:

- Identificación de los aspectos ambientales del proceso.
- Evaluación de los aspectos ambientales encontrados utilizando los criterios de probabilidad y severidad para el caso de la estimación de riesgo ambiental; y grado de control y benignidad para el caso de la estimación de oportunidad ambiental.
- Determinación de los aspectos ambientales significativos, en planta se tiene: emisión de gases, humos partículas; relave sólido; generación de efluentes industriales.
- Elaboración del programa de gestión de aspectos ambientales significativos, donde se detallan los controles a realizar para evitar los impactos ambientales.
- El seguimiento mensual, al cumplimiento del programa de gestión de aspectos ambientales significativos.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I – GENERALIDADES.....	2
1.1 Ubicación y acceso.....	2
1.2 Clima y vegetación.....	3
1.3 Mineralogía.....	4
1.4 Mapeo de procesos.....	4
1.5 Descripción de planta	5
1.5.1 Recepción y tolvas.....	5
1.5.2 Chancado.....	6
1.5.3 Molienda, gravimetría y remolienda.....	6
1.5.4 Separación sólido/líquido, lixiviación por agitación y lavado en contracorriente.....	8
1.5.5 Merrill Crowe.....	9
1.5.6 Disposición de relaves.....	10
1.5.7 Refinería.....	10
1.6 Diagrama de flujo de planta Marañón.....	12
CAPITULO II - GESTIÓN REALIZADA PARA LOGRAR LA CERTIFICACIÓN ISO 14001.....	13
2.1 Implementación del programa de gestión de aspectos ambientales significativos en planta.....	13
2.1.1 Identificación de aspectos ambientales en planta.....	13

2.1.2 Evaluación de aspectos ambientales de planta.....	18
2.1.3 Criterios para la evaluación de los aspectos ambientales.....	21
2.1.4 Determinación de aspectos ambientales significativos.....	23
2.1.5 Programa de gestión de aspectos ambientales significativos.....	24
2.1.6 Cumplimiento del programa de gestión de aspectos ambientales significativos.....	27
2.2 Disposición de desechos.....	29
2.2.1 Disposición de cajas y bolsas vacías que contenían cianuro de sodio.....	29
2.2.2 Desechos metálicos.....	29
2.2.3 Chatarras.....	29
2.2.4 Disposición de basura, desechos o desperdicios en cilindros pintados.....	30
2.2.5 Relleno Industrial.....	31
CONCLUSIONES.....	32
BIBLIOGRAFÍA.....	35
ANEXOS.....	36
Anexo I: Norma Internacional ISO 14001_2004.	
Anexo II: PAMA Cía. Minera Poderosa.	
Anexo III: Técnicas de recuperación de suelos contaminados – Biodegradación asistida.	

INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de lograr la certificación en las normas ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001 en Compañía Minera Poderosa S.A. se realizó la gestión en planta y en todos los demás procesos de la empresa para cumplir con lo que estipulan las normas.

Compañía Minera Poderosa S.A. trabaja bajo la gestión de un sistema integrado (SIG) que comprende: seguridad, salud ocupacional, medio ambiente y calidad.

En el presente informe se detallan los trabajos realizados en planta para alcanzar la certificación en la norma ISO 14001.

Cabe destacar que luego de tres años de preparación se logró, en enero del 2009 pasar satisfactoriamente la auditoria de certificación de las tres normas, como resultado del trabajo y el compromiso de todos sus colaboradores.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 Ubicación y Acceso

Compañía Minera Poderosa está ubicada en el distrito y la provincia de Pataz, en el Departamento de La Libertad; geográficamente se encuentra localizada en el sector norte de la Cordillera Oriental Peruana.

La planta de cianuración Marañón está ubicada en el caserío de Vijus, próximo al río Marañón a una altitud de 1250 m.s.n.m. y a 360 Km. de la ciudad de Trujillo. Específicamente se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas:

Latitud Sur 07° 40' 38'

Longitud Oeste 77° 38' 11'

Podemos considerar las siguientes vías de acceso desde Lima.

Vía terrestre:

Lima – Trujillo (Panamericana norte)	360 Km.	8 h
Trujillo – Huamachuco – Chagual	340 Km.	16 h
Chagual – Vijus	20 Km.	0.5 h

Vía aérea:

Lima – Chagual 1.5 h

Trujillo – Chagual 0.5 h

1.2 Clima y Vegetación

La zona presenta un clima y vegetación sumamente variado debido en gran parte a lo accidentado de su topografía.

En el flanco Este se reciben abundantes lluvias de los vientos húmedos proveniente de la cuenca amazónica, por lo que la vegetación es exuberante hasta los 2500 m.s.n.m, a partir de esta altitud y bordeando las cumbres de la cordillera en dirección oeste se tiene un clima frío y una vegetación herbácea.

En el flanco Oeste de la cordillera y bajo los 3600 m.s.n.m, se dan condiciones adecuadas para la agricultura.

El valle del Marañón recibe poca precipitación de lluvias durante el año, por lo que tiene una vegetación semidesértica por debajo de los 2000 m.s.n.m, salvo a lo largo de los pequeños valles que forman las vertientes del Marañón. El clima en esta región es cálido y sumamente seco con temperaturas altas durante casi todo el año.

Como recursos naturales aprovechables para la minería, existen pequeños bosques de eucalipto de personas naturales y otras de la Compañía.

Hay agua suficiente cantidad satisfacer las diferentes necesidades de la empresa y pobladores de la zona. Las aguas provenientes de la parte alta de la cordillera se aprovechan en la generación de energía, para servicios a

los campamentos, para el proceso minero metalúrgico y para la agricultura del valle de Vijus.

1.3 Mineralogía

En el proceso de formación de las menas en la región, es notable la presencia de los estadios. En el estadio del cuarzo metalífero, el oro se encuentra en estado libre y en pequeña proporción. En el estadio de los sulfuros, el oro se deposita en la pirita, arsenopirita, galena y esfalerita. La pirita es el sulfuro más abundante, luego la arsenopirita, la galena es típica en la asociación y se le observa en las zonas de oxidación formando a veces agregados de grano fino y otros en forma masiva con los llamados “pacos”; la esfalerita no es muy frecuente, se presenta en la zona de sulfuros acompañando siempre a la galena y a la pirita. El oro y el eléctrum se encuentran al borde o dentro de las micro fracturas de la pirita en tamaños que varían entre 0.001 a 0.3mm.

Las estructuras minerales del distrito de Pataz, presentan una mineralogía simple, que se describe a continuación:

Elementos nativos:	Oro, eléctrum.
Sulfuros:	Pirita, galena, calcopirita y esfalerita.
Sulfosales:	Arsenopirita.
Óxidos:	Cuarzo, limonitas, magnetita y pirolusita.
Carbonatos:	Calcita y sericita.

1.4 Mapeo de procesos

CMPSA aplica sistemáticamente el principio del enfoque basado en procesos para el desarrollo y mantenimiento del SIG (Sistema Integrado de

Gestión), entre cuyas principales ventajas se encuentra el seguimiento continuo de los procesos y de su interacción.

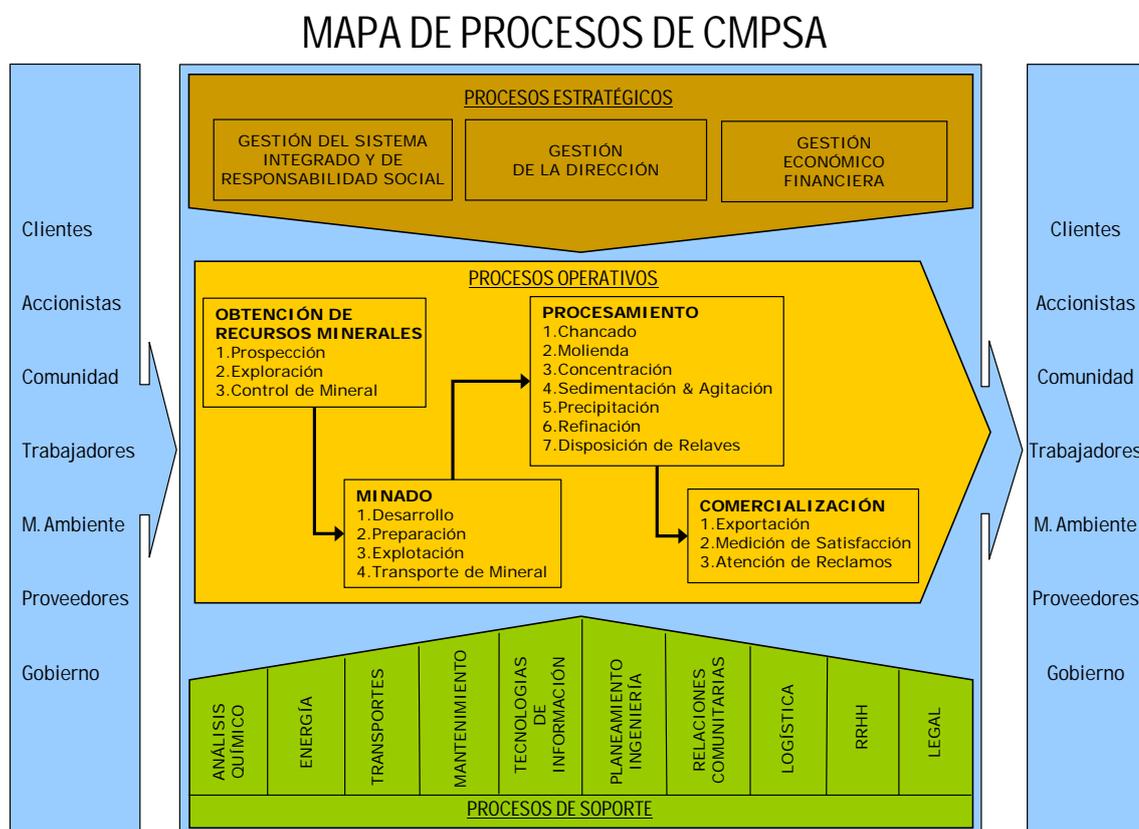


Fig. 1.1 Mapa de procesos de CMPSA

1.5 Descripción de la planta.

Planta Marañón, utiliza el proceso de cianuración directa y recuperación del oro por Merrill Crowe, con una capacidad instalada de 600TMSD.

1.5.1 Recepción y tolvas.

El mineral transportado de mina en camiones de terceros de 25TM de capacidad, se pesa en una balanza electrónica de plataforma de 60TM de capacidad y se descarga en la tolva de gruesos N°1 de 250TMH o N°2 de 400TMH implementadas con parillas de 8" y 10" de luz respectivamente. La

tolva de gruesos N°1 es usada generalmente para la recepción de minerales especiales, como minerales comprados y minerales de alta ley.

1.5.2 Chancado.

El circuito de chancado es convencional y en dos etapas, con una capacidad instalada de 65TMH/h, para obtener un producto chancado de 96% -3/8"

En la etapa de chancado primario el mineral es descargado de las tolvas de gruesos ya sea por el alimentador de de placas N°1 o N°2, el alimentador de placas N°2 alimenta a la faja transportadora N°0 y esta a su vez al grizzly vibratorio con abertura de 2", el alimentador de placas N°1 alimenta directamente al grizzly vibratorio, el "overzise" pasa a la chancadora de quijadas de 16"x24" que reduce a un 60% - 2", este producto se une con el "underzise" del grizzly en la faja transportadora N°1.

La etapa de chancado secundario se realiza en una chancadora cónica Sandvik, con un set de 15mm en circuito cerrado con una zaranda vibratoria de doble piso con mallas de 1" y 3/8". El mineral de la faja transportadora N°1 es alimentado a la zaranda vibratoria (ZV3), los productos gruesos mayores a 3/8" se alimentan a la chancadora cónica, el producto es descargado a la faja transportadora N°2 que alimenta a la faja transportadora N°1 para cerrar el circuito. Los productos menores a 3/8" son descargados a la faja transportadora N°3 que alimenta al silo de finos con una capacidad de 1200TMH.

1.5.3 Molienda, gravimetría y remolienda.

La molienda primaria se realiza en un molino de bolas COMESA de 8'x10' en circuito cerrado con ciclones de fondo plano ERAL (D-15") para reducir el

tamaño del mineral en un 50%-200m; el alimento fresco a este molino es transportado desde la base del silo de finos por la faja transportadora N°4 y luego por la faja transportadora N°5. El producto fino del ciclón pasa a una zaranda de alta frecuencia para eliminar elementos extraños al mineral. Este producto limpio pasa a una segunda etapa de clasificación que se realiza en dos ciclones de fondo plano Mozley (D-10"). El producto fino, con una granulometría de 92%-200m, sale del circuito de molienda hacia la separación sólido-líquido y los productos gruesos pasan al circuito de concentración gravimétrica.

La concentración gravimétrica se realiza en espirales en dos etapas: la primera etapa de concentración se realiza en un banco clasificador de espirales MG4, obteniéndose tres productos: concentrados, medios y relaves. Los relaves son alimentados a la segunda etapa, de concentración en espirales LG7. Los relaves de esta segunda etapa, con una granulometría de 30%-200m, salen del circuito hacia la separación sólido-líquido.

Los concentrados de las dos etapas de concentración son alimentados al circuito inverso de remolienda: un molino de bolas LORO PARISINI 5'x10', que opera en circuito cerrado con un ciclón cónico (D-10"). Los finos (O/F) de este circuito se unen con los finos de la molienda primaria para cerrar el circuito de remolienda de concentrados.

Los medios de ambas etapas se alimenta al circuito inverso de remolienda de un molino de bolas COMESA 6'x 6' que opera en circuito cerrado con un ciclón cónico (D-10"); los finos de este circuito con una granulometría de 80%-200m van hacia la separación sólido-líquido.

1.5.4 Separación sólido/liquido, lixiviación por agitación y lavado en contracorriente.

La separación sólido/liquido se realiza en el espesador N°5 que es alimentado por los tres productos de molienda. El rebose (solución rica) de este espesador se descarga al tanque de paso de solución rica. En promedio 80m³/h pasan al proceso Merrill Crowe, y el excedente va hacia el tanque de paso de solución molino.

La descarga del espesador N°5 con una concentración de sólidos de 58%, es alimentado al agitador N°1 al cual también ingresa solución molino para bajar la concentración de sólidos a 48%. La descarga del agitador N°1 alimenta al agitador N°2 y así sucesivamente hasta el agitador N°4, completando un tiempo de residencia promedio de 48horas.

El lavado en contracorriente, se realiza en cuatro espesadores; La pulpa del agitador N°4 alimenta al espesador N°9, la descarga de este espesador alimenta al espesador N°2 la de éste al espesador N°3 y finalmente pasa al espesador N°4. Al espesador N°4 se alimenta solución barren y agua fresca, la solución rebose del espesador N°4 pasa al espesador N°3, luego al espesador N°2 y finalmente al espesador N°9, la solución rebose del espesador N°9 pasa al tanque de paso de solución molino desde donde es bombeado hacia el circuito de molienda y/o tanque de solución molino.

1.5.5 Merrill Crowe.

El Proceso Merrill Crowe, tiene una capacidad de tratamiento de 80m³/h de solución y comprende las actividades de clarificación, deaireación, precipitación y filtración.

- Clarificación.

La solución rica que se obtiene en la etapa de separación sólido / líquido con alto contenido de sólidos en suspensión (70NTU), ingresa al tanque de paso de solución rica, a la cual se dosifica ayuda filtrante y antincrustante, es bombeada hacia un filtro clarificador y se obtiene una solución rica clarificada con una turbidez menor a 0.5NTU.

- Deaireación.

La solución rica clarificada, que sale del circuito de clarificación, ingresa a la botella de vacío la cual trabaja a una presión negativa 22.5 pulgadas de mercurio generada por la una bomba de vacío, con la finalidad de reducir la concentración de oxígeno disuelto en la solución de 5ppm a menos de 0.05ppm.

- Precipitación.

A la solución rica clarificada y deareada a se le dosifica polvo de zinc y luego es succionada por una bomba vertical, que luego de pasar por el mezclador en línea y producida la precipitación del oro, plata e impurezas es impulsada hacia el filtro prensa.

- Filtración

El oro precipitado es retenido en el filtro prensa, la solución pobre o solución "barren" pasa al cajón de descarga de los filtros prensa y evacuado mediante

una bomba hacia las actividades de lixiviación por agitación y lavado en contra corriente.

1.5.6 Disposición de relaves.

La pulpa evacuada del espesador N°4 con una densidad de pulpa promedio de 1680 gr/l es diluida con agua a 1650 gr/l, se traslada por gravedad a través de tuberías de polipropileno de 4" hacia un cajón repartidor localizado en el punto Erika, desde el cual se alimenta a cualquiera de las canchas en operación (1B, 4 y 6).

La disposición de las canchas se realiza de la siguiente manera:

Una vez terminado con el llenado de un nivel de una cancha, ésta se deja orear y seguidamente, con personal de contrata, se construyen muros con el mismo relave. Del borde del nivel se corre una distancia de un 1.5m y de ahí se da inicio al nuevo muro de 1 m. de ancho y 1m. de altura. Terminado el nuevo muro se evacua el relave a dicha cancha iniciándose ésta en dirección contraria a los muros, para que el espejo de solución se forme lo mas alejado a los muros y así evitar filtraciones de soluciones o deterioros de muros; el método de construcción es de aguas arriba.

1.5.7 Refinería.

Consiste en dos actividades: fundición por oxidación para obtener un bullón con 63% de oro en promedio, y una refinería química para obtener barras con 99.5% de oro y granallas de plata con 99.5% de pureza.

Fundición por oxidación:

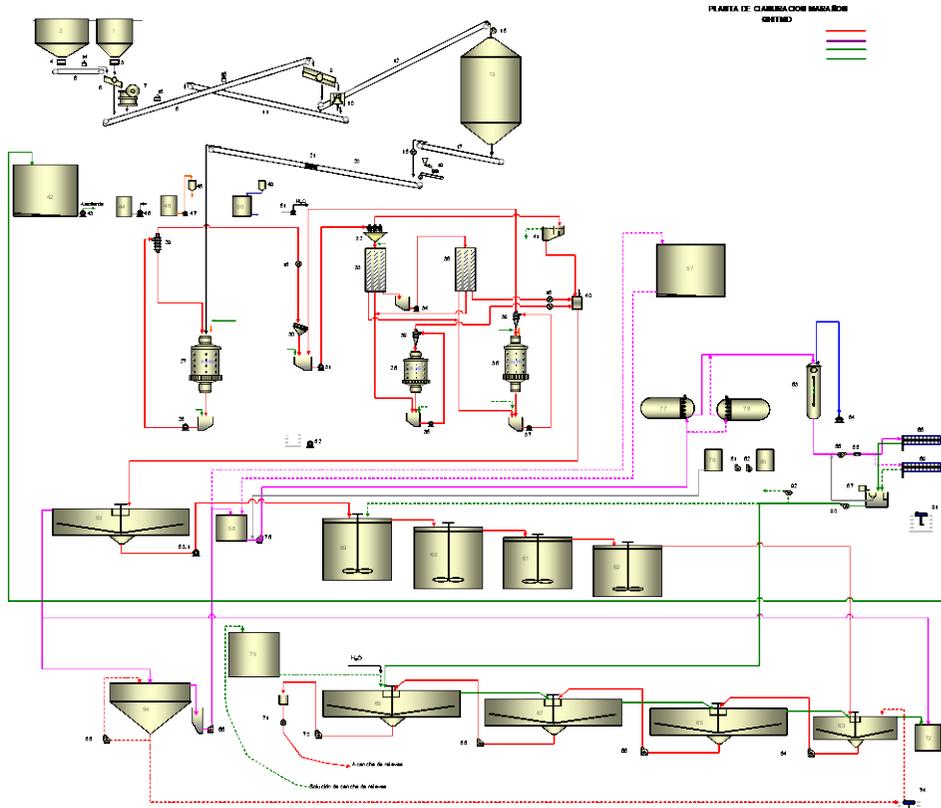
La planta de fundición tiene una capacidad de 360 kilos secos de precipitado por día.

Para la fundición del precipitado se agrega fundentes como: bórax decahidratado, carbonato de sodio y nitrato de sodio, en las siguientes proporciones con respecto al peso del precipitado 50%, 30% y 9%. Estas proporciones pueden variar con la variación en los contenidos de los componentes del precipitado.

El bórax es un excelente disolvente de los metales básicos no ferrosos. Se debe usar entre 45% a 60% con respecto al peso de precipitado.

El carbonato de Sodio (Soda ASH), es un fundente básico que actúa como oxidante, fluidiza las escorias. Se usa 25% a 35% con respecto al peso del precipitado.

El nitrato de Sodio, es un agente oxidante, principalmente para el plomo, cobre y zinc, y se agrega lo mínimo, un exceso reaccionaría con el carbono del crisol; se usa de 2% a 12% con respecto al peso del precipitado.



LEYENDA
 SOLUCION RICA
 SOLUCION MARRON
 SOLUCION MOLIDO

ITEM	DESCRIPCION	DIMENSIONES	Ext. Intef	Carb.
1	11	210 TMM	-	1
2	12	420 TMM	-	1
3	13	36x17	-	1
4	14	36x17	-	1
5	15	36x17	-	1
6	16	36x17	-	1
7	17	36x17	-	1
8	18	36x17	-	1
9	19	36x17	-	1
10	20	36x17	-	1
11	21	36x17	-	1
12	22	36x17	-	1
13	23	36x17	-	1
14	24	36x17	-	1
15	25	36x17	-	1
16	26	36x17	-	1
17	27	36x17	-	1
18	28	36x17	-	1
19	29	36x17	-	1
20	30	36x17	-	1
21	31	36x17	-	1
22	32	36x17	-	1
23	33	36x17	-	1
24	34	36x17	-	1
25	35	36x17	-	1
26	36	36x17	-	1
27	37	36x17	-	1
28	38	36x17	-	1
29	39	36x17	-	1
30	40	36x17	-	1
31	41	36x17	-	1
32	42	36x17	-	1
33	43	36x17	-	1
34	44	36x17	-	1
35	45	36x17	-	1
36	46	36x17	-	1
37	47	36x17	-	1
38	48	36x17	-	1
39	49	36x17	-	1
40	50	36x17	-	1
41	51	36x17	-	1
42	52	36x17	-	1
43	53	36x17	-	1
44	54	36x17	-	1
45	55	36x17	-	1
46	56	36x17	-	1
47	57	36x17	-	1
48	58	36x17	-	1
49	59	36x17	-	1
50	60	36x17	-	1
51	61	36x17	-	1
52	62	36x17	-	1
53	63	36x17	-	1
54	64	36x17	-	1
55	65	36x17	-	1
56	66	36x17	-	1
57	67	36x17	-	1
58	68	36x17	-	1
59	69	36x17	-	1
60	70	36x17	-	1
61	71	36x17	-	1
62	72	36x17	-	1
63	73	36x17	-	1
64	74	36x17	-	1
65	75	36x17	-	1
66	76	36x17	-	1
67	77	36x17	-	1
68	78	36x17	-	1
69	79	36x17	-	1
70	80	36x17	-	1
71	81	36x17	-	1
72	82	36x17	-	1
73	83	36x17	-	1
74	84	36x17	-	1
75	85	36x17	-	1
76	86	36x17	-	1
77	87	36x17	-	1
78	88	36x17	-	1
79	89	36x17	-	1
80	90	36x17	-	1
81	91	36x17	-	1
82	92	36x17	-	1

CAPÍTULO II

GESTIÓN REALIZADA PARA LOGRAR LA CERTIFICACIÓN ISO 14001.

2.1 Implementación del programa de gestión de aspectos ambientales significativos en planta.

2.1.1 Identificación de aspectos ambientales en planta.

El área de planta está considerada dentro del proceso de procesamiento, y conformada por los subprocesos de: servicios metalúrgicos, chancado, molienda y concentración, sedimentación y agitación, precipitación, refinación y disposición de relaves, éstas a su vez se subdividen en actividades.

Se ha utilizado el siguiente cuadro como guía para la identificación de los aspectos ambientales:

Tabla N° 2.1

ASPECTOS AMBIENTALES		
Entradas al sistema	Consumo de combustible	Consumo de combustibles Líquidos
		Consumo de energía eléctrica
		Consumo de combustibles gaseosos
	Consumo o uso de recursos naturales	Consumo de agua
		Consumo de materias primas
		Movimiento de suelos
		Consumo de insumos químicos
Salidas del sistema	Emisión de masa	Residuos industriales peligrosos
		Residuos domésticos
		Emisiones puntuales gaseosas y particulado
		Emisión difusa gases y vapores
		Emisión difusa polvo
		Derrames de sólidos
		Fugas de gases o vapores
		Fugas o derrames líquidos
		Efluentes líquidos
	Emisión de energía	Radiaciones electromagnéticas
		Radiación nuclear
		Ruido
		Vibraciones

Se han identificado los aspectos ambientales para cada subproceso del proceso de procesamiento como se puede apreciar en los cuadros siguientes:

Tabla N° 2.2

Servicios Metalúrgicos			
ENTRADA	SALIDAS	RESIDUO	ASPECTO AMBIENTAL
Mineral Cianuro Cal Floculantes Ayuda filtrante Papel Antiincrustante Reactivos de flotación Bolsas polietileno Nitrato de plata Yoduro de potasio Fenoltaleína Agua industrial Bolsas de acero Aire Lubricantes Repuestos Energía eléctrica	Mineral	Bolsas de polietileno	Emisión de polvo
			Consumo de cianuro
			Emisión de HCN
	Solución cianurada	Emisiones gaseosas	Generación de residuos sólidos peligrosos (envases de reactivos)
			Consumo de agua
			Ruido
	polvo	Residuos de lubricantes usados	Emisión de Gases
			Consumo de lubricantes
			Derrame de lubricantes
	gases	Residuos metálicos	Generación de residuos sólidos no peligrosos (metálicos, bolsas, papel)
			Efluentes líquidos
			Consumo de energía eléctrica
Ruido			

Tabla N° 2.3

Sub Proceso: Chancado			
ENTRADA	SALIDAS	RESIDUO	ASPECTO AMBIENTAL
Mineral Sacos metaleros Materiales de voladura Lubricantes y aceites Repuestos Energía eléctrica Agua Maderas y restos metálicos	Mineral < 3/8"	Maderas chancadas, Sacos metaleros Restos de explosivos	Emisión de polvo
			Ruido
			Vibración
	Madera Chancada	Lubricantes usados	Lubricantes usados
			Consumo de lubricantes
			Residuos sólidos no peligrosos (metálicos , sacos, maderas)
	Ruido	Residuos metálicos	Consumo de energía eléctrica
			Derrame de lubricantes
			Consumo de agua
Vibración			
Polvo			

Tabla N° 2.4

Sub Proceso: Molienda y Concentración			
ENTRADA	SALIDAS	RESIDUO	ASPECTO AMBIENTAL
Mineral Bolas de acero Solución cianurada Madera Cianuro de sodio Cemento Energía eléctrica Agua Lubricantes y aceites Repuestos Energía eléctrica	Pulpa de mineral Polvo Vibración Ruido	Viruta de madera Sacos y bolsas de polietileno Cajas de cianuro Papel Residuos de lubricantes usados Residuos metálicos	Emisión de polvo
			Ruido
			Vibración
			Residuos sólidos peligrosos (cajas de cianuro, maderas, sacos, virutas contaminados con cianuro)
			Consumo de insumos químicos (cianuro de sodio, cemento)
			Derrames líquidos (solución de cianuro)
			Derrames sólidos (cianuro de sodio)
			Emisión de gases (HCN)
			Consumo de energía eléctrica
			Consumo de agua
			Consumo de lubricantes
			Lubricantes usados
			Derrame de pulpa cianurada
			Derrame de lubricantes
Residuos sólidos metálicos			

Tabla N° 2.5

Sub Proceso: Sedimentación y Agitación							
ENTRADA	SALIDAS	RESIDUO	ASPECTO AMBIENTAL				
Pulpa cianurada Cal Floculante Agua industrial Energía eléctrica Lubricantes Repuestos	Solución rica	Sacos polietileno (cal) Papel Residuos de lubricantes usados Residuos metálicos	Derrame de pulpa cianurada				
			Consumo de cal				
			Emisión de polvo de cal				
			Derrame de cal				
	Solución molino		Consumo de floculante	Derrame de floculante			
				Residuos sólidos peligrosos			
			Relaves	Emisión de gases (HCN)	Consumo de agua		
					Consumo de energía eléctrica		
				Ruido	Derrame de lubricantes	Lubricantes usados	
						Ruido	
					Vibración	Relave	Vibración
							Relave

Tabla N° 2.6

Sub Proceso: Precipitación			
ENTRADA	SALIDAS	RESIDUO	ASPECTO AMBIENTAL
Solución cianurada Ayuda filtrante Polvo de zinc Antiincrustante Acetato de plomo Agua industrial Lubricantes Repuestos Energía eléctrica Sacos de polietileno	Precipitado de Oro Solución barren Polvo de ayuda filtrante, acetato de plomo y celite Ruidos Vibraciones	Sacos de polietileno (celite) Depósitos de PVC Residuos de lubricantes usados Residuos metálicos Envase metálico Papel bolsa de PVC	Emisión de gases (HCN)
			Ruido
			Vibración
			Derrame de solución cianurada
			Residuos sólidos peligrosos (bolsas, papeles)
			Emisión de polvo (celite, zinc, acetato de plomo)
			Consumo de agua
			Consumo de lubricantes
			Derrame de lubricantes
			lubricantes usados
			Generación de residuo sólidos metálicos
			Consumo de energía eléctrica
			Consumo de polvo de zinc
			Derrame de acetato de plomo
			Derrame de ayuda filtrante
			Derrame de polvo de zinc
			Consumo de acetato de plomo
Consumo de ayuda filtrante			
Generación de Precipitado de Oro			
Consumo de Aire			

Tabla N° 2.7

Sub Proceso: Disposición de relaves			
ENTRADA	SALIDAS	RESIDUO	ASPECTO AMBIENTAL
Mineral en pulpa cianurada (relave en pulpa) Madera Desechos contaminados con cianuro Geotextil		Relave sólido	Emisión de gases (HCN)
			Emisión de polvo
			Percolación de soluciones al subsuelo
		Solución cianurada	Lixiviación del subsuelo
			Efluentes de relave
			Derrame de relave
		Efluentes	Consumo de madera
			Disposición de residuos sólidos peligrosos(relave)
			Uso de geotextil

Tabla N° 2.8

Sub Proceso: Refinería			
Entrada	Salida	Residuo	Aspecto Ambiental
Precipitado de oro (40% de humedad) Papel Lubricantes Repuestos Energía Eléctrica Insumos químicos Petróleo Acetileno Aire Refractarios	Bullones de Oro	Residuos sólidos peligrosos (envases de insumos químicos, trapos	Emisión de gases
			Emisión de plomo (Pb)
	Relaves de Escoria	impregnados con lubricantes)	Efluente líquido
			Generación de polvo
	Emisión de gases y humos	Residuos sólidos no peligrosos (madera, cartón, metálico)	Consumo de lubricantes
			Consumo de petróleo
	Ruido	Residuos de lubricantes usados	Derrame de combustibles y lubricantes y grasas
			Generación de residuos sólidos metálicos
	Calor	Residuos refractarios	Generación de residuos refractarios
			Generación de calor
	Vibración		Consumo de agua
			Consumo de aire
			Ruido
			Vibración
		Consumo de energía eléctrica	

2.1.2 Evaluación de aspectos ambientales de planta.

Impacto ambiental:

Para determinar los impactos que producen los aspectos ambientales de cada sub proceso de planta se toma de referencia el siguiente cuadro:

Tabla N° 2.9

IMPACTOS AMBIENTALES		
Medio Físico	Agua superficial	Contaminación
		Agotamiento
		Cambio de curso
	Agua subterránea	Contaminación
		Agotamiento
	Aire	Contaminación
	Suelo	Contaminación
		Erosión
		Alteración topográfica
		Pérdida de la capacidad productiva
Medio Biológico	Flora	Pérdida
		Alteración fisiológica
	Fauna	Migración
		Pérdida
		Alteración fisiológica
	Ecosistema	Introducción de especies exóticas
		Perturbación temporal
Alteración ecosistema		
Socio Cultural	Salud humana	Enfermedades
		Molestias
		Intoxicación
	Socio cultural	Cambios culturales
		Afectación patrimonio cultural
		Reclamos
	Visual/paisajístico	Visual/paisajístico
	Económico	Pérdida de actividades locales
		Generación de empleo local
Multas o sanciones		

Las definiciones para poder utilizar el cuadro anterior se presentan en el siguiente cuadro:

Tabla N° 2.10

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
ASPECTO AMBIENTAL	Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que interactúa o puede interactuar con el ambiente
CARACTERIZACIÓN DE	Zona de caracterización del aspecto ambiental.
MEDIO FÍSICO	AGUA SUPERFICIAL, elemento referido a ojos de agua, cursos de agua superficial, pozas, ríos, quebradas, canales, etc.
	AGUA SUBTERRÁNEA, elemento referido a acuíferos.
	AIRE, elemento referido al aire de un espacio cerrado o abierto.
	SUELO, elemento referido al recurso mineral.
MEDIO BIOLÓGICO	FLORA, elemento referido a las especies vegetales.
	FAUNA, elemento referido a las especies animales.
	ECOSISTEMA, elemento referido a las interacciones entre flora, fauna y el medio ambiente.
MEDIO SOCIOCULTURAL	SALUD HUMANA, elemento referido a la salud de las personas (daños, enfermedades, intoxicaciones, molestias).
	SOCIO-CULTURAL, elemento referido a hábitos, costumbres y modo de vida de los trabajadores de Minera Poderosa y habitantes de nuestro entorno inmediato.
	VISUAL-PAISAJÍSTICO, elemento referido al aspecto físico del paisaje.
	ECONÓMICO, elemento referido a un gasto adicional generado en situaciones anormales o de emergencia por un impacto ambiental adverso.
SITUACIÓN OPERACIONAL	NORMAL, referido a actividades planificadas, ejecutadas en forma y frecuencia previstas y rutinarias.
	ANORMAL, referido a actividades no planificadas, ejecutadas en forma y frecuencia imprevistas y no rutinarias.
	EMERGENCIA, referido a toda situación fuera de lo normal que deviene como consecuencia de un accidente, desastre natural o acción mal intencionada del hombre y requiere de un esfuerzo especial y organizado para su correcto e inmediato control.
SITUACIÓN TEMPORAL	PASADO, elemento que refiere a un aspecto de una actividad pasada. (pasivos Ambientales)
	PRESENTE, elemento que refiere a un aspecto de una actividad que se realiza en el presente. (Parte Operativa)
	FUTURO, elemento que refiere a un aspecto de una actividad proyectada a futuro.(proyectos Futuros)
TIPO DE CONTROL	El objetivo de este análisis es el reconocimiento de la relación de causalidad de los impactos, calificándolos de directos e indirectos. DIRECTO, el control del aspecto es realizado por Minera Poderosa. INDIRECTO, el control del aspecto es realizado por Contratas.
SIGNO	Determina la condición positiva o negativa de cada uno de los impactos sobre el ambiente; es decir, la característica relacionada con la mejora o reducción de la calidad ambiental. POSITIVO, si se produce un cambio beneficioso para el medio ambiente. NEGATIVO, si se produce un cambio dañino en el medio ambiente.
ORIGEN	HUMANO . si el aspecto se produce por efecto de una actividad humana.
	NATURAL . si el aspecto es producto de un desastre natural.

2.1.3 Criterios para la evaluación de los aspectos ambientales

Tabla N° 2.11

ESTIMACION DE RIESGO AMBIENTAL
ERA = Probab. X Severidad X Grado control

Tabla N° 2.12

ESTIMACION DE OPORTUNIDAD AMBIENTAL (EOA)
EOA = Probab. X Benignidad

Tabla N° 2.13

ASPECTO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO
ERA y/o EOA ≥ 10

Los valores con los que se evalúa cada impacto ambiental se presentan en los siguientes cuadros:

Tabla N° 2.14

PROBABILIDAD	VALOR
MUY ALTA	25
ALTA	10
MEDIA	5
BAJA	1

Tabla N° 2.15

SEVERIDAD	VALOR
CATASTRÓFICO	25
ALTA	10
MEDIA	5
BAJA	1

Tabla N° 2.16

GRADO DE CONTROL	VALOR
ALTA	0.25
MEDIA	0.5
BAJA	1

Tabla N° 2.17

BENIGNIDAD	VALOR
MUY ALTA	25
ALTA	10
MEDIA	5
BAJA	1

Se utiliza el siguiente cuadro de criterios de significancia para evaluar los impactos ambientales:

Tabla N° 2.18

CRITERIO DE SIGNIFICANCIA	Muy Alto / Muy Probable /Catastrófico 25	Alto / Probable 10	Medio / Posible 5	Bajo / Improbable 1
PROBABILIDAD	El evento puede suceder siempre.	El evento puede suceder en la mayor parte de las veces.	El evento puede suceder en algún momento.	El evento es muy poco probable que suceda
SEVERIDAD	<ul style="list-style-type: none"> · Si la alteración del medio o pérdida que supone es imposible de reparar. · El ambiente no lo asimila, · No existe capacidad de auto depuración · Es percibido por las comunidades vecinas como algo grave. 	<ul style="list-style-type: none"> · Aquel impacto que supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar, por medio naturales, a la situación anterior a la acción que lo produce · El ambiente puede asimilarlo en un tiempo largo, · La capacidad de auto depuración es muy baja · Su impacto es percibido como grave por vecinos aislados 	<ul style="list-style-type: none"> · Aquel en que la alteración puede ser asimilada por el entorno de forma mensurable, a corto, medio o largo plazo, por procesos naturales. · El ambiente puede asimilarlo en un tiempo corto, · La capacidad de auto depuración es media. · Su impacto es percibido como leve por vecinos aislados 	<ul style="list-style-type: none"> · Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa prácticas de mitigación. · Es asimilable en el ambiente, · La capacidad de auto depuración es alta. · Su impacto no se percibe por vecinos aislados
BENIGNIDAD	<ul style="list-style-type: none"> · La permanencia del impacto ambiental es muy alta en el ambiente, · Los beneficios para el medio ambiente son altamente perceptibles 	<ul style="list-style-type: none"> · La permanencia del impacto ambiental es alta en el ambiente, · Los beneficios para el medio ambiente son medianamente perceptibles 	<ul style="list-style-type: none"> · La permanencia del impacto ambiental es mediana en el ambiente, · Los beneficios para el medio ambiente son poco perceptibles 	<ul style="list-style-type: none"> · La permanencia del impacto ambiental es baja en el ambiente, · Los beneficios para el medio ambiente no son perceptibles.
GRADO DE CONTROL	*****	<ul style="list-style-type: none"> · Existe la tecnología, recursos humanos o económicos necesarios para cambiar el impacto y son de fácil acceso. 	<ul style="list-style-type: none"> · La tecnología, recursos humanos o económicos necesarios para cambiar el impacto, son de acceso medianamente difícil. 	<ul style="list-style-type: none"> · No existe la tecnología, recursos humanos o económicos necesarios para cambiar el impacto, o son de difícil acceso.

Cuadro de Evaluación de la ERA para Impactos Negativos:

Tabla N° 2.19

ERA	SEVERIDAD			
PROBABILIDAD	CATASTROFICO	ALTA	MEDIA	BAJA
MUY ALTA	625	250	125	25
ALTA	250	100	50	10
MEDIA	125	50	25	5
BAJA	25	10	5	1

	Impacto Ambiental No Tolerable
	Impacto Ambiental con alta Prioridad
	Impacto Ambiental con Mediana Prioridad
	Impacto Ambiental no Significativo

Cuadro de Evaluación de la EOA para Impactos Positivos:

Tabla N° 2.20

EOA	BENIGNIDAD			
PROBABILIDAD	CATASTRÓFICO	ALTA	MEDIA	BAJA
MUY ALTA	625	250	125	25
ALTA	250	100	50	10
MEDIA	125	50	25	5
BAJA	25	10	5	1

	Impacto Ambiental altamente Beneficioso al Ambiente
	Impacto Ambiental moderadamente Beneficioso al Ambiente
	Impacto Ambiental poco beneficioso al Ambiente
	Impacto Ambiental no beneficioso al Ambiente

2.1.4 Determinación de aspectos ambientales significativos de planta

Se considera aspecto ambiental significativo para los valores del ERA (Estimación de Riesgo Ambiental) mayores o iguales a 10.

De la evaluación de los impactos ambientales de planta se obtuvieron como resultado los aspectos ambientales significativos que se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla N° 2.21

SUB PROCESO	ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	CRITERIO DE ERA				
				PROBABILIDAD	SEVERIDAD	GRADO DE CONTROL	ESTIMACION RIESGO AMBIENTAL	
Sedimentación y agitación	Lavado en contra corriente	Relave	Contaminación del agua	5	5	0,5	12,5	
Refinación	Fundición	Emisión de gases, humos y partículas	Contaminación del aire	10	5	0,25	12,5	
			Daño a la salud	10	5	0,25	12,5	
	Recuperación de escorias	Emisión de gases, humos y partículas	Contaminación del aire	10	5	0,25	12,5	
			Daño a la salud	10	5	0,25	12,5	
Disposición de relaves	Disposición de relaves	Lixiviación del subsuelo	Contaminación del agua subterránea	5	5	0,5	12,5	
			Contaminación del suelo	5	5	0,5	12,5	
			Daño a la salud	5	5	0,5	12,5	
	Tratamiento de efluentes	Generación efluentes de procesamiento	Contaminación de aguas superficiales	5	5	0,5	12,5	
			Derrame de relave	Contaminación de agua superficial	5	5	0,5	12,5
				Contaminación del suelo	5	5	0,5	12,5

2.1.5 Programa de gestión de aspectos ambientales significativos de planta

Luego de haber determinado los aspectos ambientales se procede a tomar los controles de acuerdo al valor de su ERA(Estimación de Riesgo Ambiental).

Tabla N° 2.22

RANGO	SIGNIFICANCIA	CONTROLES		
		Objetivos y metas	Plan de Emergencia	Procedimientos e Instructivos
ERA <10	No significativos	****	****	Opcional
10 =< ERA <25	Significativos con mediana prioridad	****	****	Obligatorio
25 =< ERA <100	Significativos con alta prioridad	Obligatorio para aspectos no potenciales	Obligatorio (para aspectos potenciales) Opcional para no potenciales	Opcional
ERA >=100	No tolerables	Se tomarán acciones correctivas inmediatas. Ejem: paralizar las trabajos.		

Para los aspectos ambientales significativos se tiene un programa de gestión de las actividades a desarrollar para controlarlos, que se presentan en el siguiente cuadro:

Tabla N° 2.23

ASPECTO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO	IMPACTO AMBIENTAL	ACTIVIDAD	REQUISITO LEGAL	SITUACIÓN ACTUAL	OBJETIVO	META	CONTROLES	FRECUENCIA DE MONITOREO
Emisión de gases, humos, partículas	Contaminación del aire	Fundición, recuperación de escorias	Niveles máximos permisibles de elementos y compuestos presentes en emisiones gaseosas provenientes de las unidades minero - metalúrgicas PAMA	Se está implementando un sistema de extracción de gases	Prevenir y minimizar la contaminación por la emisión de gases	Cero accidentes ambientales	Terminar la implementación del sistema de extracción y tratamiento de gases de fundición	Trimestral.
Relave sólido	Contaminación del agua y suelo	Disposición de relaves	Reglamento para la protección ambiental en las actividades minero metalúrgicas Modificatorias del reglamento para la protección ambiental en las actividades minero metalúrgicas	Se tiene muros de contención en las partes críticas para contener el arrastre por lluvias	Prevenir y minimizar la contaminación por derrames de relave	Cero accidentes ambientales	Aplicar instructivos y procedimientos	Mensual
Generación de efluentes industriales	Contaminación de agua	Disposición de relaves	Reglamento para la protección ambiental en las actividades minero metalúrgicas Niveles máximos permisibles de emisiones de efluentes líquidos para las actividades minero metalúrgicas Protocolo de monitoreo de calidad de agua	Se hace seguimiento con monitoreos	Reducir la contaminación generada por los efluentes	Cero accidente ambientales	Aplicar procedimiento e instructivos	Mensual

2.1.6 Cumplimiento del programa de gestión de aspectos ambientales significativos.

Tabla N° 2.24

ASPECTO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO	ACTIVIDAD / CONTROLES	M E S	AÑO 2008					AÑO 2009					RESPONSABLE	
			AGO %	SEP %	OCT %	NOV %	DIC %	ENE %	FEB %	MAR %	ABR %	MAY %		JUN %
Generación de Efluentes Industriales (Procesamiento)	1. Aplicar el instructivo de inspección de canchas de relave (Inspección planificada y observación planeada de la tarea.)	P	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	Sup. Planta
		R	100	100	100	60	100	100	100	100	83	100	100	
	2. Aplicar instructivo de disposición de relave en canchas. (Observación planeada de la tarea)	P	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	Sup. Planta
		R	100	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
	3. Aplicar el instructivo de monitoreo de aguas.	P	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	Jefe M. Ambiente
		R	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
	4. Continuar con los reportes trimestrales al MEM	P		100			100			100			100	Jefe M. Ambiente
		R		100			100			100			100	

2.2 Disposición de desechos

2.2.1 Disposición de cajas y bolsas vacías que contenían cianuro de sodio:

Las cajas vacías que contenían cianuro de sodio deberán ser destruidas y guardadas en el almacén temporal de residuos peligrosos.

Las bolsas que contenían cianuro de sodio (una de plástico y la otra de polipropileno) deben ser lavadas dentro del mismo proceso de planta. Luego del lavado de las bolsas que contenían cianuro de sodio, éstas deberán ser guardadas en el almacén temporal de residuos peligrosos.

Finalmente el Departamento de Medio Ambiente coordina para su traslado al relleno industrial o se envíe a una empresa prestadora de servicios.

2.2.2 Desechos metálicos:

Los desechos metálicos son acumulados en una tolva ubicada en el área de chancado, y en cilindros de color amarillo ubicados en varios puntos de planta. Semanalmente éstos desechos son trasladados a su ubicación final a cargo del área de medio ambiente.

2.2.3 Chatarras:

Los materiales considerados como chatarra son tuberías de metal, piezas o partes mecánicas, desperdicios metálicos de construcción y cilindros vacíos, principalmente (todos estos con posibilidad de ser reutilizados).

Piezas metálicas pequeñas como retazos de soldadura, fibras de metal, alambre, clavos, tornillos, tuercas, fierro de construcción pueden ser

dispuestas en la cancha para chatarras siempre y cuando estén contenidos en cajas metálicas o cilindros metálicos de preferencia cerrados.

2.2.4 Disposición de basura, desechos o desperdicios en cilindros pintados:

Se ha establecido en Poderosa pintar los cilindros para almacenar o disponer temporalmente los desechos. El color de cada cilindro indica el tipo de desecho que puede ser depositado en éstos.

Los cilindros son pintados de acuerdo al siguiente estándar de colores sugerido por el departamento de Medio Ambiente:

Color rojo: Trapos impregnados con hidrocarburos.

Color amarillo: Restos de metales (chatarra).

Color verde: Desechos orgánicos, restos de comida, verduras, etc.

Color negro: Tierra contaminada con hidrocarburos, solventes.

Color azul: Para almacenar temporalmente desechos domésticos no biodegradables (bolsas, maderas, etc.).

Color marrón: Desechos tóxicos, (copelas, crisoles, escorias).

Color blanco: Desechos de postas, hospitales.

Color celeste: Papel, cartón.

Color verde con rayas celestes: Vidrio.

Color gris: Equipos de protección personal.

Canastillas: Botellas de gaseosas.



Fig. 2.1 Código de colores

2.2.5 Relleno industrial – Relleno doméstico:

Es una práctica que evita perjuicios al medio ambiente y/o peligros para la salud. Se basa en el principio de confinar la basura en rellenos preparados especialmente para este fin, las cuales una vez dispuestos deberán ser cubiertas por una capa de tierra.

Todos los desechos depositados en el relleno industrial son el resultado de operaciones industriales y domésticas.

Es considerado como desecho apto para ser dispuesto en el relleno industrial todo residuo sólido considerado como basura común, Entre los principales residuos sólidos podemos tener bolsas plásticas, desechos, madera, cajas de embalaje de cianuro, bolsas de nitrato, desechos de oficinas, cartones, etc.

CONCLUSIONES

- CÍA MINERA PODEROSA S.A. opera bajo un sistema integrado de Gestión (SIG) con el fin de aumentar la satisfacción de nuestros clientes, establecer procesos de mejora continua, controlar y mitigar los aspectos ambientales significativos y riesgos laborales.
- CÍA MINERA PODEROSA S.A. aplica sistemáticamente el principio del enfoque basado en procesos para el desarrollo y mantenimiento del SIG. La planta pertenece al proceso de procesamiento.
- La gestión en planta para la certificación consistió en la identificación de todos los aspectos ambientales de cada uno de los subprocesos, luego determinar los impactos ambientales con su respectiva evaluación para determinar los aspectos ambientales significativos y hacer el programa de gestión para éstos.
- Se ha determinado tres aspectos ambientales significativos en el proceso de Procesamiento:
 - Generación de efluentes industriales.
 - Emisión de gases, humos, partículas.
 - Relave sólido.

- Desde agosto del 2008 se tiene el programa de aspectos ambientales significativos donde se presentan las actividades a desarrollar para controlar los impactos producto de los aspectos, el programa tiene una vigencia de 1 año.
- En cuanto al aspecto ambiental generación de efluentes, se tienen valores por encima de los límites máximos permisibles en presencia de arsénico y sólidos suspendidos totales. Actualmente se tiene dos efluentes los cuáles serán tratadas conjuntamente para poder bajar los valores de arsénico y de sólidos suspendidos totales.
- En cuanto a la emisión de gases, humos, partículas, se ha implementado un sistema de extracción y tratamiento de gases de fundición con lo que se ha logrado disminuir la presencia de plomo. Para poder garantizar los resultados en el tiempo, se realizan periódicamente inspecciones y mantenimiento al sistema de extracción y tratamiento de gases.
- En cuanto al relave sólido, se controla con las inspecciones y observaciones de la tarea, además del control del nivel de solución con los piezómetros, y el control topográfico de la cancha de relave.
- Hasta la fecha no se ha cumplido con el 100% de lo programado en el programa de aspectos ambientales significativos, por motivos de descoordinaciones además se va reevaluar los aspectos de todo procesamiento para el año 2009.

- Los desechos, producto del proceso de procesamiento, se disponen de acuerdo al manual de manejo ambiental, en Planta se trabaja con la metodología COLPA (Clasificar, Orden, Limpieza, Prevención y Autodisciplina) con lo que se trata garantizar la adecuada disposición de los desechos de acuerdo al código de colores de los cilindros.

BIBLIOGRAFÍA

CÍA MINERA PODEROSA, “Manual de manejo ambiental”, 2008.

CÍA MINERA PODEROSA, “Manual del sistema integrado”, 2009.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE ESTANDARIZACIÓN, “Norma internacional ISO 14001, 2004.

GRANERO CASTRO JAVIER, “Como implantar un sistema de gestión ambiental según la norma ISO 14001”, Editorial fundación confemetal, Madrid 2005.

ORTIZ BERNAD IRENE, “Técnicas de recuperación de suelos contaminados”, Madrid 2006.

ANEXOS

Anexo 1: Norma Internacional ISO 14001.

1 Objeto y campo de aplicación

Esta norma internacional especifica los requisitos para un sistema de gestión ambiental, destinados a permitir que una organización desarrolle e implemente una política y unos objetivos que tengan en cuenta los requisitos legales y otros compromisos que la organización suscriba, y la información relativa a los aspectos ambientales significativos. Se aplica a aquellos aspectos ambientales que la organización identifica que puede controlar y aquellos sobre los que la organización puede tener influencia. No establece por sí misma criterios de desempeño ambiental específicos.

Esta norma internacional se aplica a cualquier organización que se proponga:

- a) establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión ambiental;
- b) asegurarse de su conformidad con su política ambiental establecida;
- c) demostrar la conformidad con esta norma internacional por:
 - 1) la realización de una autoevaluación y auto declaración, o
 - 2) la búsqueda de confirmación de dicha conformidad por las partes interesadas en la organización, tales como clientes; o

3) la búsqueda de confirmación de su auto declaración por una parte externa a la organización; o

4) la búsqueda de la certificación/registro de su sistema de gestión ambiental por la parte externa a la organización.

Todos los requisitos de esta norma internacional tienen como fin su incorporación a cualquier sistema de gestión ambiental. Su grado de aplicación depende de factores tales como política ambiental de la organización, naturaleza de sus actividades, productos y servicios y localización y las condiciones generales dentro de las cuales opera.

2 Normas para consulta

No se citan referencias normativas. Este apartado se incluye con el propósito de mantener el mismo orden numérico de los apartados de la edición anterior (ISO 14001:1996).

3 Términos y definiciones

Para el propósito de esta norma internacional se aplican las siguientes definiciones.

3.1 auditor

Persona con competencia para llevar a cabo una auditoría [ISO 9000:2000, 3.9.9]

3.2 mejora continua

Proceso recurrente de optimización del **sistema de gestión ambiental** (3.8) para lograr mejoras en el **desempeño ambiental** global (3.10) de forma coherente con la **política ambiental** (3.11) de la **organización** (3.16)

NOTA No es necesario que dicho proceso se lleve a cabo de forma simultánea en todas las áreas de actividad.

3.3 acción correctiva

Acción para eliminar la causa de una **no conformidad** (3.15) detectada

3.4 documento

Información y su medio de soporte

NOTA 1 El medio de soporte puede ser papel, disco magnético, óptico o electrónico, fotografía o muestras patrón, o una combinación de éstos.

NOTA 2 Adaptada del apartado 3.7.2 de la Norma ISO 9000:2000.

3.5 medio ambiente

entorno en el cual una **organización** (3.16) opera, incluidos el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y sus interrelaciones

NOTA El entorno en este contexto se extiende desde el interior de una **organización** (3.16) hasta el sistema global.

3.6 aspecto ambiental

Elemento de las actividades, productos o servicios de una **organización** (3.16) que puede interactuar con el **medio ambiente** (3.5)

NOTA Un aspecto ambiental significativo tiene o puede tener un **impacto ambiental** (3.7) significativo.

3.7 impacto ambiental

Cualquier cambio en el **medio ambiente** (3.5), ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los **aspectos ambientales** (3.6) de una **organización** (3.16)

3.8 sistema de gestión ambiental SGA

Parte del sistema de gestión de una **organización** (3.16), empleada para desarrollar e implementar su **política ambiental** (3.11) y gestionar sus **aspectos ambientales** (3.6)

NOTA 1 Un sistema de gestión es un grupo de elementos interrelacionados usados para establecer la política y los objetivos y para cumplir estos objetivos.

NOTA 2 Un sistema de gestión incluye la estructura de la organización, la planificación de actividades, las responsabilidades, las prácticas, los **procedimientos** (3.19), los procesos y los recursos.

3.9 objetivo ambiental

Fin ambiental de carácter general coherente con la **política ambiental** (3.11), que una **organización** (3.16) se establece

3.10 desempeño ambiental

Resultados medibles de la gestión que hace una **organización** (3.16) de sus **aspectos ambientales** (3.6)

NOTA En el contexto de los **sistemas de gestión ambiental** (3.8), los resultados se pueden medir respecto a la **política ambiental** (3.11), los **objetivos ambientales** (3.9) y las **metas ambientales** (3.12) de la **organización** (3.16) y otros requisitos de desempeño ambiental.

3.11 política ambiental

Intenciones y dirección generales de una **organización** (3.16) relacionadas con su **desempeño ambiental** (3.10), como las ha expresado formalmente la alta dirección

NOTA La política ambiental proporciona una estructura para la acción y para el establecimiento de los **objetivos ambientales** (3.9) y las **metas ambientales** (3.12).

3.12 meta ambiental

Requisito de desempeño detallado aplicable a la **organización** (3.16) o a partes de ella, que tiene su origen en los **objetivos ambientales** (3.9) y que es necesario establecer y cumplir para alcanzar dichos objetivos

3.13 parte interesada

Persona o grupo que tiene interés o está afectada por el **desempeño ambiental** (3.10) de una **organización** (3.16)

3.14 auditoría interna

Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar la extensión en que se cumplen los criterios de auditoría del sistema de gestión ambiental fijado por la **organización** (3.16)

NOTA 1 En muchos casos, particularmente en organizaciones pequeñas, la independencia puede demostrarse al estar libre el auditor de responsabilidades en la actividad que se audita.

3.15 no conformidad

Incumplimiento de un requisito [ISO 9000:2000, 3.6.2]

3.16 organización

Compañía, corporación, firma, empresa, autoridad o institución, o parte o combinación de ellas, sean o no sociedades, pública o privada, que tiene sus propias funciones y administración

NOTA Para organizaciones con más de una unidad operativa, una unidad operativa por sí sola puede definirse como una organización.

3.17 acción preventiva

Acción para eliminar la causa de una no conformidad (3.15) potencial

3.18 prevención de la contaminación

Utilización de procesos, prácticas, técnicas, materiales, productos, servicios o energía para evitar, reducir o controlar (en forma separada o en combinación) la generación, emisión o descarga de cualquier tipo de contaminante o residuo, con el fin de reducir **impactos ambientales** (3.7) adversos

NOTA La prevención de la contaminación puede incluir reducción o eliminación en la fuente, cambios en el proceso, producto o servicio, uso eficiente de recursos, sustitución de materiales o energía, reutilización, recuperación, reciclaje, aprovechamiento y tratamiento.

3.19 procedimiento

Forma especificada de llevar a cabo una actividad o proceso

NOTA 1 Los procedimientos pueden estar documentados o no.

NOTA 2 Adaptada del apartado 3.4.5 de la Norma ISO 9000:2000.

3.20 registro

Documento (3.4) que presenta resultados obtenidos, o proporciona evidencia de las actividades desempeñadas
NOTA Adaptada del apartado 3.7.6 de la Norma ISO 9000:2000.

4 Requisitos del sistema de gestión ambiental

4.1 Requisitos generales

La organización debe establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión ambiental de acuerdo con los requisitos de esta norma internacional, y determinar cómo cumplirá estos requisitos.

La organización debe definir y documentar el alcance de su sistema de gestión ambiental.

4.2 Política ambiental

La alta dirección debe definir la política ambiental de la organización y asegurarse de que, dentro del alcance definido de su sistema de gestión ambiental, ésta:

- a) es apropiada a la naturaleza, magnitud e impactos ambientales de sus actividades, productos y servicios;
- b) incluye un compromiso de mejora continua y prevención de la contaminación;
- c) incluye un compromiso de cumplir con los requisitos legales aplicables y con otros requisitos que la organización suscriba relacionados con sus aspectos ambientales;
- d) proporciona el marco de referencia para establecer y revisar los objetivos y las metas ambientales;
- e) se documenta, implementa y mantiene;
- f) se comunica a todas las personas que trabajan para la organización o en nombre de ella; y

g) está a disposición del público.

4.3 Planificación

4.3.1 Aspectos ambientales

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para:

- a) identificar los aspectos ambientales de sus actividades, productos y servicios que pueda controlar y aquellos sobre los que pueda influir dentro del alcance definido del sistema de gestión ambiental, teniendo en cuenta los desarrollos nuevos o planificados, o las actividades, productos y servicios nuevos o modificados; y
- b) determinar aquellos aspectos que tienen o pueden tener impactos significativos sobre el medio ambiente (es decir, aspectos ambientales significativos).

La organización debe documentar esta información y mantenerla actualizada.

La organización debe asegurarse de que los aspectos ambientales significativos se tengan en cuenta en el establecimiento, implementación y mantenimiento de su sistema de gestión ambiental.

4.3.2 Requisitos legales y otros requisitos

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para:

- a) identificar y tener acceso a los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba relacionados con sus aspectos ambientales; y

b) determinar cómo se aplican estos requisitos a sus aspectos ambientales.

La organización debe asegurarse de que estos requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba se tengan en cuenta en el establecimiento, implementación y mantenimiento de su sistema de gestión ambiental.

4.3.3 Objetivos, metas y programas

La organización debe establecer, implementar y mantener objetivos y metas ambientales documentados, en los niveles y funciones pertinentes dentro de la organización.

Los objetivos y metas deben ser medibles cuando sea factible y deben ser coherentes con la política ambiental, incluidos los compromisos de prevención de la contaminación, el cumplimiento con los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba, y con la mejora continua.

Cuando una organización establece y revisa sus objetivos y metas, debe tener en cuenta los requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba, y sus aspectos ambientales significativos. Además, debe considerar sus opciones tecnológicas y sus requisitos financieros, operacionales y comerciales, así como las opiniones de las partes interesadas.

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios programas para alcanzar sus objetivos y metas. Estos programas deben incluir:

La asignación de responsabilidades para lograr los objetivos y metas en las funciones y niveles pertinentes de la organización.

4.4 Implementación y operación

4.4.1 Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad

La dirección debe asegurarse de la disponibilidad de recursos esenciales para establecer, implementar, mantener y mejorar el sistema de gestión ambiental. Estos, incluyen los recursos humanos y habilidades especializadas, infraestructura de la organización, y recursos financieros y tecnológicos.

Las funciones, las responsabilidades y la autoridad se deben definir, documentar y comunicar para facilitar una gestión ambiental eficaz.

La alta dirección de la organización debe designar uno o varios representantes de la dirección, quienes independientemente de otras responsabilidades, debe tener definidas sus funciones, responsabilidades y autoridad para:

- a) asegurarse de que el sistema de gestión ambiental se establece, implementa y mantiene de acuerdo con los requisitos de esta Norma Internacional;
- b) informar a la alta dirección sobre el desempeño del sistema de gestión ambiental para su revisión, incluyendo las recomendaciones para la mejora.

4.4.2 Competencia, formación y toma de conciencia

La organización debe asegurarse de que cualquier persona que realice tareas para ella o en su nombre, que potencialmente pueda causar uno o varios impactos ambientales significativos identificados por la organización,

sea competente tomando como base una educación, formación o experiencia adecuadas, y debe mantener los registros asociados.

La organización debe identificar las necesidades de formación relacionadas con sus aspectos ambientales y su sistema de gestión ambiental. Debe proporcionar formación o emprender otras acciones para satisfacer estas necesidades, y debe mantener los registros asociados.

La organización debe establecer y mantener uno o varios procedimientos para que sus empleados o las personas que trabajan en su nombre tomen conciencia de:

- a) la importancia de la conformidad con la política ambiental, los procedimientos y requisitos del sistema de gestión ambiental;
- b) los aspectos ambientales significativos, los impactos relacionados reales o potenciales asociados con su trabajo y los beneficios ambientales de un mejor desempeño personal;
- c) sus funciones y responsabilidades en el logro de la conformidad con los requisitos del sistema de gestión ambiental; y
- d) las consecuencias potenciales de desviarse de los procedimientos especificados.

4.4.3 Comunicación

En relación con sus aspectos ambientales y su sistema de gestión ambiental, la organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para:

- a) la comunicación interna entre los diversos niveles y funciones de la organización;

b) recibir, documentar y responder a las comunicaciones pertinentes de las partes interesadas externas.

La organización debe decidir si comunica o no externamente información acerca de sus aspectos ambientales significativos y debe documentar su decisión. Si la decisión es comunicarla, la organización debe establecer e implementar uno o varios métodos para realizar esta comunicación externa.

4.4.4 Documentación

La documentación del sistema de gestión ambiental debe incluir:

- a) la política, objetivos y metas ambientales;
- b) la descripción del alcance del sistema de gestión ambiental;
- c) la descripción de los elementos principales del sistema de gestión ambiental y su interacción, así como la referencia a los documentos relacionados;
- d) los documentos, incluyendo los registros requeridos en esta norma internacional; y
- e) los documentos, incluyendo los registros determinados por la organización como necesarios para asegurar la eficacia de la planificación, operación y control de procesos relacionados con sus aspectos ambientales significativos.

4.4.5 Control de documentos

Los documentos requeridos por el sistema de gestión ambiental y por esta norma internacional se deben controlar.

Los registros son un tipo especial de documento y se deben controlar de acuerdo con los requisitos establecidos en el apartado 4.5.4.

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para:

- a) aprobar los documentos con relación a su adecuación antes de su emisión;
- b) revisar y actualizar los documentos cuando sea necesario, y aprobarlos nuevamente;
- c) asegurarse de que se identifican los cambios y el estado de revisión actual de los documentos;
- d) asegurarse de que las versiones pertinentes de los documentos aplicables están disponibles en los puntos de uso;
- e) asegurarse de que los documentos permanecen legibles y fácilmente identificables;
- f) asegurarse de que se identifican los documentos de origen externo que la organización ha determinado que son necesarios para la planificación y operación del sistema de gestión ambiental y se controla su distribución; y
- g) prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos, y aplicarles una identificación adecuada en el caso de que se mantengan por cualquier razón.

4.4.6 Control operacional

La organización debe identificar y planificar aquellas operaciones que están asociadas con los aspectos ambientales significativos identificados, de acuerdo con su política ambiental, objetivos y metas, con el objeto de asegurarse de que se efectúan bajo las condiciones especificadas, mediante:

- a) el establecimiento, implementación y mantenimiento de uno o varios procedimientos documentados para controlar situaciones en las que su ausencia podría llevar a desviaciones de la política, los objetivos y metas ambientales; y
- b) el establecimiento de criterios operacionales en los procedimientos; y
- c) el establecimiento, implementación y mantenimiento de procedimientos relacionados con aspectos ambientales significativos identificados de los bienes y servicios utilizados por la organización, y la comunicación de los procedimientos y requisitos aplicables a los proveedores, incluyendo contratistas.

4.4.7 Preparación y respuesta ante emergencias

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para identificar situaciones potenciales de emergencia y accidentes potenciales que pueden tener impactos en el medio ambiente y cómo responder ante ellos.

La organización debe responder ante situaciones de emergencia y accidentes reales y prevenir o mitigar los impactos ambientales adversos asociados.

La organización debe revisar periódicamente, y modificar cuando sea necesario sus procedimientos de preparación y respuesta ante emergencias, en particular después de que ocurran accidentes o situaciones de emergencia.

La organización también debe realizar pruebas periódicas de tales procedimientos, cuando sea factible.

4.5 Verificación

4.5.1 Seguimiento y medición

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para hacer el seguimiento y medir de forma regular las características fundamentales de sus operaciones que pueden tener un impacto significativo en el medio ambiente. Los procedimientos deben incluir la documentación de la información para hacer el seguimiento del desempeño, de los controles operacionales aplicables y de la conformidad con los objetivos y metas ambientales de la organización.

La organización debe asegurarse de que los equipos de seguimiento y medición se utilicen y mantengan calibrados o verificados, y se deben conservar los registros asociados.

4.5.2 Evaluación del cumplimiento legal

4.5.2.1 En coherencia con su compromiso de cumplimiento, la organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para evaluar periódicamente el cumplimiento de los requisitos legales aplicables.

La organización debe mantener los registros de los resultados de las evaluaciones periódicas.

4.5.2.2 La organización debe evaluar el cumplimiento con otros requisitos que suscriba. La organización puede combinar esta evaluación con la evaluación del cumplimiento legal mencionada en el apartado 4.5.2.1, o establecer uno o varios procedimientos separados.

La organización debe mantener los registros de los resultados de las evaluaciones periódicas.

4.5.3 No conformidad, acción correctiva y acción preventiva

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para tratar las no conformidades reales y potenciales y tomar acciones correctivas y acciones preventivas. Los procedimientos deben definir requisitos para:

- a) la identificación y corrección de las no conformidades y tomando las acciones para mitigar sus impactos ambientales;
- b) la investigación de las no conformidades, determinando sus causas y tomando las acciones con el fin de prevenir que vuelvan a ocurrir;
- c) la evaluación de la necesidad de acciones para prevenir las no conformidades y la implementación de las acciones apropiadas definidas para prevenir su ocurrencia;
- d) el registro de los resultados de las acciones preventivas y acciones correctivas tomadas; y e) la revisión de la eficacia de las acciones preventivas y acciones correctivas tomadas.

Las acciones tomadas deben ser las apropiadas en relación a la magnitud de los problemas e impactos ambientales encontrados.

La organización debe asegurarse de que cualquier cambio necesario se incorpore a la documentación del sistema de gestión ambiental.

4.5.4 Control de los registros

La organización debe establecer y mantener los registros que sean necesarios, para demostrar la conformidad con los requisitos de su sistema de gestión ambiental y de esta Norma Internacional, y para demostrar los resultados logrados.

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para la identificación, el almacenamiento, la protección, la recuperación, el tiempo de retención y la disposición de los registros.

Los registros deben ser y permanecer legibles, identificables y trazables.

4.5.5 Auditoría interna

La organización debe asegurarse de que las auditorías internas del sistema de gestión ambiental se realizan a intervalos planificados para:

a) determinar si el sistema de gestión ambiental:

1) es conforme con las disposiciones planificadas para la gestión ambiental, incluidos los requisitos de esta Norma Internacional; y

2) se ha implementado adecuadamente y se mantiene; y

b) proporcionar información a la dirección sobre los resultados de las auditorías.

La organización debe mantener programas de auditoría, teniendo en cuenta la importancia ambiental de las operaciones implicadas y los resultados de las auditorías previas.

Se deben establecer y mantener uno o varios procedimientos de auditoría que traten sobre:

– Las responsabilidades y los requisitos para planificar y realizar las auditorías, informar sobre los resultados y mantener los registros asociados;

– La determinación de los criterios de auditoría, su alcance, frecuencia y métodos.

La selección de los auditores y la realización de las auditorías debe asegurar la objetividad e imparcialidad del proceso de auditoría.

4.6 Revisión por la dirección

La alta dirección debe revisar el sistema de gestión ambiental de la organización, a intervalos planificados, para asegurarse de su conveniencia, adecuación y eficacia continuas. Estas revisiones deben incluir la evaluación de oportunidades de mejora y la necesidad de efectuar cambios en el sistema de gestión ambiental, incluyendo la política ambiental, los objetivos y las metas ambientales. Se deben conservar los registros de las revisiones por la dirección.

Los elementos de entrada para las revisiones por la dirección deben incluir:

- a) los resultados de las auditorías internas y evaluaciones de cumplimiento con los requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba;
- b) las comunicaciones de las partes interesadas externas, incluidas las quejas;
- c) el desempeño ambiental de la organización;
- d) el grado de cumplimiento de los objetivos y metas;
- e) el estado de las acciones correctivas y preventivas;
- f) el seguimiento de las acciones resultantes de las revisiones previas llevadas a cabo por la dirección;
- g) los cambios en las circunstancias, incluyendo la evolución de los requisitos legales y otros requisitos relacionados con sus aspectos ambientales; y
- h) las recomendaciones para la mejora.

Los resultados de las revisiones por la dirección deben incluir todas las decisiones y acciones tomadas relacionadas con posibles cambios en la

política ambiental, objetivos, metas y otros elementos del sistema de gestión ambiental, coherentes con el compromiso de mejora continua.

Anexo 2: PAMA Cía. Minera Poderosa.

En cumplimiento con el Reglamento para la Protección Ambiental en la actividad Minero-Metalúrgica. D.S. 016-93-EM, y su modificatoria, el D.S. 069-93-EM, la Compañía Minera Poderosa S.A. (CMP) presentó en julio de 1996 su informe programa de adecuación y manejo ambiental (PAMA):

CMP es una empresa dedicada a la explotación de minerales auríferos, con centro de operaciones en el distrito de Pataz, provincia de Pataz, departamento de la Libertad.

- La unidad minera se ubica hacia la margen derecha del río Marañón, ocupando las instalaciones del cerro Piñuto y las laderas de la quebrada el Oso, Santa Filomena y el Tingo, entre las cotas 1200 y 2800 msnm.
- Existen varias zonas de explotación subterránea, denominadas La Lima, papagayo y El Tingo, cada uno de los cuales cuenta con varios niveles y bocaminas, el mineral es procesado en la planta de Cianuración Marañón, ubicada en el pueblo de Vijus, cerca de la unión de los ríos Tingo y Marañón a una altitud de 1290 msnm.

La compañía se abastece de la energía generada por la central hidroeléctrica el Tingo y por la central térmica del mismo nombre, ambas de su propiedad. La hidroeléctrica ubicada en el margen derecho del río tingo tiene una potencia instalada de 1480 Kw, aunque solo produce 400 Kw en época de estiaje. La central térmica construida en la explanada donde se

ubica la casa de máquinas de la mencionada hidroeléctrica, tiene una potencia instalada de 2360 Kw.

El presente informe incluye, de acuerdo a lo requerido por la legislación vigente, una evaluación completa de los impactos ambientales ocasionados por las operaciones de CMP, así como las medidas de mitigación a adoptarse durante los próximos años.

MEDIDAS DE MITIGACION

Este capítulo identifica las medidas de mitigación para los impactos ambientales que resultan directamente de las operaciones de producción y de los impactos resultantes de actividades periódicas.

1.- Rehabilitación de canchas existentes y recrecimiento de la cancha de relaves N 5.

El estudio de evaluación de las condiciones de estabilidad de los actuales depósitos de relave y evaluación de recrecimiento de los mismos, realizado por SVS ingenieros en diciembre de 1995, determinó la factibilidad del recrecimiento de las canchas N 1, 2, 3 y 4 para el almacenamiento del relave generado durante los próximos 6 años.

Estimación de inversión necesaria \$ 316000.

2.- Limpieza del Relave derramado a lo largo del sistema de conducción

Los derrames producidos por el sistema de conducción de relave hacia las canchas se pueden controlar mejorado el manipuleo de la tubería y usando uniones adecuadas. El estudio de recrecimiento indica pautas para perfeccionar el sistema de disposición del relave.

Estimación de inversión necesaria \$ 40000

3.- Habilitación de tres depósitos de roca de desmonte

El vertimiento por gravedad a la salida de las bocaminas de la roca de desmonte genera superficies inestables, incrementando el potencial de deslizamientos en época de fuertes lluvias, además de la existencia permanente del peligro inminente de rodadura de piedras.

Estimación de inversión necesaria \$ 350000

4.- Control de sólidos en suspensión en las aguas de mina

Los drenajes de las bocaminas Choloque y Morena presentan valores elevados de sólidos en suspensión, por encima del límite permisible. Por lo tanto se construirá pozas de sedimentación para reducir los sólidos en suspensión de los drenajes mencionados.

Estimación de inversión necesaria \$ 25000

5.- Clausura de bocaminas abandonadas

Por razones de seguridad se deben cerrar las bocaminas no utilizadas para prevenir el ingreso de personas. La clausura de las bocaminas se realizará, cuando sea posible, mediante el derrumbe controlado de la roca, cuando no lo sea se construirá muros de concreto.

Estimación de inversión necesaria \$ 20000

6.- Mejora del manejo de residuos sólidos domésticos

Se mejorará el sistema de colección de basura, para lo cual inicialmente se realizará una campaña de limpieza, durante la cual se procederá a recolectar y apilar todos los residuos sólidos domésticos en los alrededores de los campamentos y a lo largo de los caminos de acceso y de los cursos de agua.

Estimación de inversión necesaria \$ 35000

7.- Mejora del manejo de residuos líquidos domésticos

Se designará una persona responsable para el buen funcionamiento del sistema de colección y tratamiento de aguas residuales domésticas. La empresa ha evaluado la implementación de un sistema de tratamiento de aguas servidas en Vijus, por la modalidad de aereación extendida.

Estimación de inversión necesaria \$ 60000

8.- Mejora del manejo de grasas, aceites y químicos

Los lubricantes usados son potencialmente una fuente de contaminación si no son dispuestos convenientemente. Si son vertidos en el suelo o en el sistema de drenaje de aguas servidas, pueden llegar a contaminar el agua de consumo humano. Por otro lado si se queman en plantas pequeñas se contamina el aire con gases y polvo conteniendo ácido hidroclicrico y metales pesados.

Estimación de inversión necesaria \$ 31000

9.- Limpieza de los suelos contaminados por derrames de hidrocarburos

Se realizará una evaluación de todas las zonas en que se aprecie contaminación del suelo por aceites o petróleo, con el fin de determinar la magnitud de la contaminación de aguas y suelos resultante de las prácticas anteriores no reguladas. De conformidad con la reglamentación vigente aplicable, el suelo contaminado será excavado y dispuesto en un relleno especialmente diseñado, o tratado para satisfacer los objetivos de la remediación.

Estimación de inversión necesaria \$ 35000

10.- Protección contra derrames de hidrocarburos

En todos aquellos lugares en que se almacenen o manipulen derivados de los hidrocarburos (petróleo o aceites) se construirán estructuras de retención contra posibles derrames , con el objetivo de evitar la contaminación del suelo.

Estimación de inversión necesaria \$ 30000

11.- Mejora del manejo de residuos metálicos y tóxicos

La operación de la unidad minera genera una gran cantidad de residuos metálicos de todo tipo. Todo desecho metálico será recolectado, clasificado (con/sin residuos grasosos , aceitosos o químicos) y dispuesto en único lugar especialmente habilitado. Los desechos metálicos no grasosos se pueden acumular y vender como chatarra.

Estimación de inversión necesaria \$ 8000

12.- Control de polvo fugitivo de los caminos

El polvo generado en los caminos especialmente en las zonas cercanas a Vijus, debe ser controlado ya sea mediante la supresión del polvo usando agua con o sin aditivos apropiados, o mediante la cobertura de los caminos con un material que no genere polvo.

Estimación de inversión necesaria \$ 210000

13.- Control del polvo fugitivo de la chancadora

El polvo generado durante el proceso de chancado y transferencia de mineral es un problema ambiental considerable, especialmente durante la temporada seca. Por tal motivo, se instalará un sistema de humedecimiento

por agua atomizada en el sistema de chancado primario, en los puntos de transferencia de mineral en el sistema de fajas transportadoras que alimentan al chancado secundario, el silo de finos y el molino. Los puntos de transferencia serán aislados o cubiertos.

Estimación de inversión necesaria \$ 25000

14.- Rehabilitación de áreas disturbadas

Como los procesos geodinámicos naturales parecen ser muy activos, parte de la pérdida de suelos se debe a fenómenos ajenos a las operaciones de la mina. Por tal motivo, se realizará un monitoreo permanente de la variación registrada en la cobertura y pérdida del suelo. Este monitoreo incluirá antes y después del periodo de lluvias de toda la zona de influencia de CMP, así como en zonas aledañas.

Estimación de inversión necesaria \$ 200000

15.- Control de emisiones gaseosas

Por no contarse con datos cuantitativos de las emisiones de polvos y gases, se implementará un programa de monitoreo tanto de las emisiones como también las condiciones meteorológicas. Esto permitirá evaluar la importancia de las emisiones evacuadas por medio del sistema de ventilación proveniente de la planta de cianuración, la fundición y los grupos electrógenos de la central térmica. Se implementará un sistema de colección y recirculación de las partículas en los humos de la fundición.

Estimación de inversión necesaria \$ 42000

16.- Calidad de agua para consumo humano

Se construirá una planta modular de tratamiento de agua mediante un proceso de coagulación – floculación y filtración del agua captada por las bocatomas de la central hidroeléctrica.

Estimación de inversión necesaria \$ 17970

17.- Desarrollo del pueblo de Vijus

Las medidas de mitigación propuestas son:

- Programa educación / salud en el marco del programa de manejo de residuos domésticos.
- Programa de educación / divulgación en el marco de la protección de especies en situación peligrosa, amenazada y rara y especies comerciales importantes.

Estimación de inversión necesaria \$ 15000

18.- Compra de equipos de monitoreo

Con el objetivo de mejorar el monitoreo ambiental de la unidad minera, se adquirirán equipos por un monto de:

Estimación de inversión necesaria \$ 50750

Cronograma de ejecución de proyectos contemplados en el PAMA:

proyecto	costo (\$)	1997	1998	1999	2000
Rehabilitación de canchas existentes y recrecimiento de la cancha de relaves 5	316,000		100,000	100,000	116,000
Limpieza del relave derramado a lo largo del sistema de conducción	40,000	40,000			
Habilitación de tres depósitos de roca de desmonte	350,000		100,000	100,000	150,000
Control de sólidos en suspensión en las aguas de mina	25,000	25,000			
Clausura de bocaminas abandonadas	20,000	10,000	10,000		
Mejora del manejo de residuos sólidos domésticos	35,000	20,000	15,000		
Mejora del manejo de residuos líquidos domésticos	60,000	30,000	30,000		
Mejora del manejo de grasas, aceites y químicos	31,000				31,000
Limpieza de los suelos contaminados por derrames de hidrocarburos	35,000				35,000
Protección contra derrames de hidrocarburos	30,000				30,000
Mejora del manejo de residuos sólidos y metálicos	8,000	8,000			
Control del polvo fugitivo de los caminos	210,000	50,000	50,000	110,000	
Control del polvo fugitivo de la chancadora	25,000	10,000	15,000		
Rehabilitación de áreas disturbadas	200,000	50,000	50,000	50,000	50,000
Control de emisiones gaseosas	42,000	42,000			
Calidad de agua para consumo humano	17,970	17,970			
Desarrollo del pueblo de Vijus	15,000				15,000
Compra de equipos de monitoreo	50,750	30,750	20,000		
Inversión anual	1,510,720	333,720	390,000	360,000	427,000
Inversión total		333,720	723,720	1,083,720	1,510,720

Anexo 3: Técnicas de recuperación de suelos contaminados – Biodegradación asistida.

En los últimos años, muchas investigaciones han ido encaminadas a tratar de recuperar los suelos contaminados en vez de destruirlos. La destrucción de los suelos se realiza generalmente trasladándolos a vertederos adecuadamente aislados y controlados porque se intuye que otros tratamientos de recuperación no ofrecen las garantías suficientes para contener la contaminación.

Biodegradación asistida

La Biodegradación es el proceso por el cual microorganismos indígenas o inoculados (bacterias y hongos) metabolizan los contaminantes orgánicos que se encuentran en suelos y/o el agua subterránea, convirtiéndolos en productos finales inocuos. En este proceso, los contaminantes orgánicos son biotransformados porque generalmente los microorganismos pueden utilizarlos para su propio crecimiento como fuente de carbono y energía y, en el caso de que no sean capaces de crecer a partir de ellos, pueden seguir Transformándolos si se les aporta un sustrato de crecimiento alternativo o cosustrato.

Para el crecimiento de los microorganismos es necesaria la presencia de donadores y aceptores de electrones, una fuente de carbono y nutrientes (N, P, K, S, Mg, Ca, Mn, Fe, Zn, Cu y elementos traza). El proceso más básico del metabolismo microbiano es la transferencia de electrones desde un sustrato donante hasta un sustrato aceptor. Los electrones son necesarios para oxidar (o reducir) los compuestos orgánicos, que son la fuente de

carbono, a la forma química utilizada por los constituyentes celulares y para generar la energía necesaria que posibilite la síntesis y el mantenimiento de la biomasa.

Además de por compuestos naturales, los elementos requeridos para el crecimiento celular pueden ser aportados por muchos contaminantes orgánicos. La mayoría de los contaminantes orgánicos, típicamente alifáticos o aromáticos, contienen diferentes grupos funcionales (-OH, -Cl, -NH₂, -NO₂, -SO₃, etc.). Estos compuestos orgánicos, actuando como donadores de electrones, son oxidados durante el metabolismo microbiano para proporcionar energía para el crecimiento celular y en muchos casos terminan siendo mineralizados a dióxido de carbono y agua. Algunos de los productos intermedios de esta oxidación pueden ser asimilados como fuente de carbono durante el crecimiento celular. Los grupos funcionales pueden ser utilizados como nutrientes o separados del esqueleto de carbono cuando el compuesto es oxidado o reducido. Hay tres procesos por los cuales los microorganismos pueden biodegradar compuestos orgánicos: fermentación, respiración aerobia y respiración anaerobia. Durante la fermentación, los compuestos orgánicos son degradados mediante una serie de reacciones enzimáticas que no implican una cadena de transporte de electrones y pueden actuar como donadores de electrones o como aceptores. Durante la respiración aerobia, los microorganismos utilizan el oxígeno como aceptor de electrones para la respiración microbiana. Cuando la respiración tiene lugar en condiciones anaerobias, el oxígeno es reemplazado por compuestos o elementos orgánicos o inorgánicos oxidados que pueden ser utilizados como

aceptores de electrones alternativos, como el nitrato, iones metálicos (Fe(III), Mn(IV)), sulfato o dióxido de carbono. Por su parte, los compuestos orgánicos pueden ser metabolizados a metano, dióxido de carbono e hidrógeno. La biodegradación aerobia presenta las ventajas de que los organismos aerobios crecen más rápido que los anaerobios y pueden mantener tasas de degradación más elevadas pero requiere un constante suministro de oxígeno que en frecuentes ocasiones puede limitar el proceso de biodegradación.

Cuando la biodegradación no se puede llevar a cabo de forma natural porque los microorganismos no disponen de los elementos esenciales para ello en la zona contaminada, se requiere la intervención de actuaciones ingenieriles encaminadas a estimular la actividad microbiológica. Así, la biodegradación asistida acelera las reacciones de biodegradación facilitando el crecimiento microbiano y optimizando las condiciones medioambientales de la zona donde los microorganismos deben llevar a cabo su función de descontaminación. Para que esta aproximación funcione, el contaminante no debe ser recalcitrante, es decir, los microorganismos deben tener la capacidad genética y fisiológica suficiente como para degradar la sustancia.

Fundamentalmente, la estimulación de la actividad microbiana natural (bioestimulación) se realiza mediante el control de parámetros como el potencial redox y las condiciones de humedad, y la adición de oxígeno u otros aceptores de electrones (como nitrato o sulfato) y nutrientes tales como el nitrógeno y el fósforo. No obstante, la adición de nitrógeno y fósforo no es estrictamente necesaria porque suele haber elevadas concentraciones de

amonio en la mayoría de los suelos contaminados y el reciclado de fósforo entre suelo, agua y bacterias suele ser suficiente para soportar una limitada actividad microbiana. Cuando se estimula artificialmente la biodegradación in situ cerca de la superficie, se utilizan galerías de inyección que permitan la infiltración en los suelos de agua enmendada con donadores de electrones y/o nutrientes. Cuando la contaminación es más profunda, se emplean sistemas de inyección a través de pozos. Algunos sistemas de biodegradación in situ utilizan la acción combinada de pozos de inyección y extracción para controlar el flujo de aceptores de electrones y nutrientes y para aislar hidráulicamente la zona contaminada. En otros casos, el agua contaminada extraída es tratada en biorreactores situados en superficie y seguidamente enmendada y reinyectada de nuevo. También se pueden crear zonas de reacción biológica adicionando aceptores y donadores de electrones y/o nutrientes para estimular la biodegradación. Por ejemplo, la eliminación de nitrato del agua subterránea mediante la inyección periódica de un compuesto orgánico biodegradable, que actúa como donador de electrones para estimular la actividad de bacterias des nitrificantes que convierten el nitrato en gas nitrógeno.

En el caso de que las poblaciones microbianas indígenas no sean capaces de biodegradar los compuestos orgánicos tóxicos, se pueden adicionar al suelo microorganismos específicos que sí lo lleven a cabo, un proceso conocido como bioaumentación. El bioaumentación incluye la estimulación ex situ de las poblaciones microbianas indígenas y su posterior reinyección en la zona contaminada, la adición de microorganismos no indígenas al suelo que sean

capaces de biodegradar o cometabolizar los compuestos contaminantes y la adición de microorganismos modificados genéticamente con genes catabólicos adicionales específicos para degradar. Un obstáculo en el diseño de organismos modificados genéticamente (OMG) son los problemas burocráticos a la hora de obtener permisos para utilizarlos en el medio ambiente, más que las limitaciones a la hora de realizar las modificaciones genéticas. Los OMGs han sido diseñados, entre otros, para monitorizar la presencia de bacterias no indígenas colocándoles biomarcadores, para medir la biodisponibilidad de los contaminantes mediante biosensores y para degradar contaminantes como PCBs, hidrocarburos aromáticos policíclicos, explosivos y otros contaminantes orgánicos. Para eliminar los riesgos asociados con el uso y actividad de los OMGs en el medio ambiente, algunos autores han diseñado incluso estrategias de muerte celular para programar estos organismos a que se suiciden después de realizar la descontaminación. En cualquier caso, el uso en biodegradación de microorganismos modificados genéticamente es un amplio campo todavía por explorar y aún no está siendo utilizado en ensayos de biorrecuperación in situ a gran escala.

Recientemente, el uso conjunto de la biodegradación y otras técnicas de recuperación de suelos está abriendo nuevos campos de aplicación. Así, la Bioelectrocínética es una técnica que trata de mejorar la biodegradación in situ aplicando la electrocínética al tratamiento de biorrecuperación. Consiste en favorecer la entrada en contacto del contaminante orgánico con las bacterias degradadoras o en introducir aditivos que potencien la

biodegradación como nutrientes, donadores y aceptores de electrones, agentes quelantes, etc., mientras que se aplica una corriente eléctrica *in situ* en el suelo contaminado.

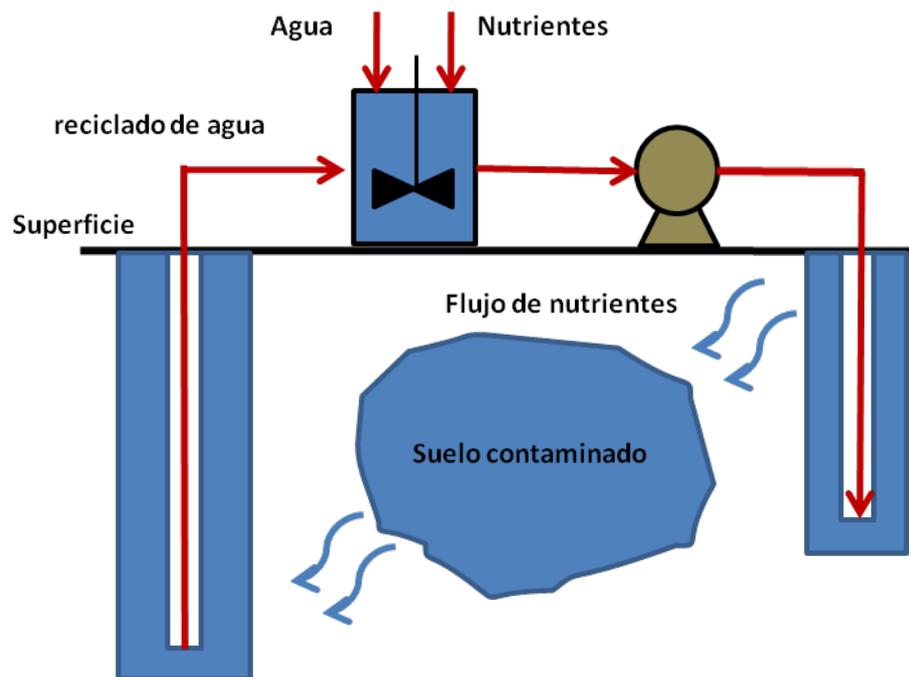


Fig. Esquema de biorecuperación asistida.