

**SUBSECRETARÍA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL  
UNIDAD AMBIENTAL MINERA**

**GUIA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL PARA  
PLANTAS DE BENEFICIO, FUNDICION Y REFINACION**

Guía No. UAM – 010 – 01  
Enero, 2002

## **ACLARACION**

---

La presente guía no constituye una reglamentación o norma oficial de la Subsecretaría de Protección Ambiental del Ministerio de Energía y Minas. Ha sido producida con la finalidad de ayudar a los Titulares de derechos mineros y de autorizaciones para la instalación y operación de plantas de beneficio, fundición y refinación, Consultores Ambientales Mineros y funcionarios de la Unidad Ambiental Minera de la Dirección Nacional de Minería, en la preparación y revisión de Estudios de Impacto Ambiental (EslA) y Auditorías Ambientales. Está basada en experiencias previas y, por tanto, en proceso de mejoramiento continuo.

## **JUSTIFICACION LEGAL**

---

La elaboración de estudios de impacto ambiental y planes de manejo ambiental por parte de los titulares de concesiones mineras y de plantas de beneficio, fundición y refinación, se enmarca en la disposición de los Arts. 79 a 86 de la Ley de Minería vigente (RO/S 695 de 91/05/31 y modificaciones de 2000/08/18). Por su parte el Art. 67 del Reglamento General Sustitutivo del Reglamento General de la Ley de Minería (Decreto Ejecutivo No. 1415. RO/307 de 01/04/17) señala la competencia administrativa para la evaluación y aprobación de estudios, programas, planes de manejo, auditorías y presupuestos ambientales. Finalmente, el Reglamento Ambiental para Actividades Mineras en la República del Ecuador (RO/151 de 97/09/12) contiene las directrices para la administración ambiental minera y en el Art. 26 establece que:

*“Los titulares de derechos mineros deberán presentar los Estudios Ambientales a la Subsecretaría de Protección Ambiental del Ministerio de Energía y Minas, por intermedio de las Direcciones Regionales de Minería de la correspondiente jurisdicción, observando las disposiciones pertinentes de la Ley de Minería; de su Reglamento General, y las del presente Reglamento, además de las que obren en los respectivos títulos”.*

## **GENERALIDADES**

---

Los Estudios de Impacto Ambiental correspondiente a la instalación y operación de plantas de beneficio, fundición y refinación deberán ser sometido a la aprobación de la Subsecretaría de Protección Ambiental del Ministerio de Energía y Minas con anterioridad a la presentación del Manifiesto de Inicio de la Producción y con anticipación a la construcción de cualquier obra civil y/o instalación de equipos y maquinarias.

La Evaluación de impacto Ambiental, para el caso de las plantas de beneficio, fundición y refinación, tomará en cuenta todas las operaciones relacionadas con el procesamiento de los minerales, la extracción metalúrgica, y las etapas de fundición y refinación, requeridas para la obtención de un metal de media o alta pureza, un producto intermedio o final con destino comercial. Debe adicionalmente tomar en cuenta el tratamiento de los residuos, líquidos y sólidos y su confinamiento adecuado y otras obras complementarias y necesarias, como instalaciones administrativas, sitios de recreación y esparcimiento, etc.

## **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

---

Los principales elementos del EsIA para plantas de beneficio, fundición y refinación, son los siguientes:

### **1. DATOS GENERALES**

En este numeral se presentarán, de manera resumida, los principales elementos de identificación del estudio:

- Recurso a procesar.
- Denominación del área.
- Situación geográfica, política y administrativa.
- Fase minera.
- Superficie (hectáreas mineras). Ubicación de la planta de beneficio dentro de una concesión o fuera de ella.
- Nombre o razón social del titular minero.
- Direcciones de oficina o domicilio, teléfono, fax, correo electrónico.
- Representante legal (en caso de persona jurídica).
- Nombre del consultor o empresa consultora responsable de la ejecución del EsIA.
- Número en el Registro de Consultores Ambientales Mineros de la Subsecretaría de Protección Ambiental del Ministerio de Energía y Minas.
- Composición del equipo técnico.
- Fecha de ejecución del EsIA.
- Período del proyecto minero que está cubierto por este EsIA

### **2. MARCO DE REFERENCIA LEGAL Y ADMINISTRATIVA AMBIENTAL**

En este acápite debe hacerse mención a las leyes, reglamentos, ordenanzas y normas aplicables a las actividades programadas y la forma en que éstas incidirán durante la ejecución del proyecto.

### **3. DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES DE BENEFICIO, FUNDICION Y REFINACION**

En esta sección, se describirán las actividades específicas definidas para las fases de beneficio, fundición y refinación de minerales metálicos, tomando especial atención a los criterios ambientales, de manera que facilite la identificación de impactos. La información disponible puede encontrarse en forma de estudios de factibilidad, de

diseños de ingeniería, informes administrativos y/o planes de construcción.

- Información general del Proyecto. Se indicará con claridad los objetivos del proyecto, una estimación de la inversión requerida y características particulares del proyecto como: capacidad instalada de la planta de beneficio, fundición y refinación diseñada (toneladas por día o por mes); estimación de la producción anual esperada del producto (metal o compuesto) principal y productos secundarios y estimación de la cantidad total anual de minerales a beneficiarse en la planta.
- Resumen del estado del proyecto, que contenga la historia de la concesión y los resultados obtenidos de las fases mineras previas si corresponde.
- Descripción de las actividades particulares del proyecto. Describir las operaciones metalúrgicas elegidas, incluyendo las actividades auxiliares necesarias para el desarrollo del proyecto, con énfasis en los criterios ambientales considerados en el diseño y planificación de las actividades, de manera que se facilite la identificación de impactos que estas actividades podrían generar en cualquiera de los componentes del ambiente. En el caso de que sea una ampliación, describir las actividades y operaciones implantadas y que están en operación, y las novedades que se desarrollarán con el proyecto que se presenta.

La siguiente información es necesaria para una comprensión adecuada de las actividades.

- Descripción de todos los procesos y operaciones unitarias involucradas. En la tabla 1, contenida en el Apéndice de esta guía, se presenta un listado de operaciones unitarias empleadas y las actividades propias de cada operación. Se ayudará la comprensión de las operaciones y procesos con la presentación de diagramas de flujo, en los cuales se detallarán los tonelajes de mena a tratar, la cantidad de agua y reactivos a usar en cada proceso, los productos finales (metales o compuestos a obtenerse), productos intermedios, y residuos sólidos, en pulpa, líquidos y gaseosos en cada operación. De igual modo, se indicarán los procesos en uso para el tratamiento de residuos, junto con las cantidades de reactivos e insumos empleados. Indicar si los procesos son en sistema continuo o en sistema batch (por lotes), y el grado de ocupación de la planta (trabajo de 24 horas, ocasional, etc.).
- Justificar el diseño de proceso escogido, en cuanto a empleo de tecnología, materiales contaminantes, utilización de recursos naturales, energía, producción de residuos sólidos, en pulpa, líquidos y gaseosos, consumo de agua.
- Presentar la información sobre la maquinaria y equipo que se utilizará en las diferentes operaciones actividades de beneficio y de los servicios auxiliares, con énfasis en los aspectos tecnológicos que incorporan mecanismos y dispositivos de control ambiental
- Descripción de todas las obras y instalaciones auxiliares requeridas para el desarrollo del proyecto, respaldados con cronogramas de ejecución y planos específicos de cada una, indicándose en un mapa de ubicación a escala conveniente.
- Dependiendo del tamaño del proyecto de explotación se podrán contar con todas o algunas de las instalaciones mencionadas a continuación y cuyas ubicaciones deberán constar en un plano topográfico a escala conveniente.



- Construcción y/o operación de caminos de accesos. Indicar la longitud y ancho del camino, las características constructivas y materiales requeridos.
- Construcción y funcionamiento de campamentos de carácter permanente. Señalar las características constructivas, dimensiones, superficie requerida, distribución (oficinas administrativas y áreas de servicios, alojamiento de personal, comedores, enfermería, bodegas, talleres de reparación y mantenimiento), sistema de captación, tratamiento, almacenamiento y distribución del agua, sistema de captación, conducción, tratamiento y disposición de las aguas servidas, incluyendo pozos sépticos y los campos de eliminación.
- Construcción de la infraestructura de la planta de beneficio, fundición y refinación, indicando la superficie total requerida, incluidos, laboratorios, áreas destinadas a diques de colas, y obras asociadas de mantenimiento. Se deben incluir también las áreas recreativas, helipuertos, etc.
- Requerimiento de insumos. Indicar los requerimientos de materiales, electricidad, agua, combustible, reactivos u otros insumos que se utilizarán en el proyecto.
- Indicar la cantidad de agua que se utilizará en las actividades de beneficio, las fuentes de abastecimiento y sistemas de captación, conducción y distribución, el tratamiento anterior al uso si es requerido.
- Señalar las fuentes de abastecimiento y demanda de energía eléctrica. Si se dispone de fuente propia de energía, se describirá el sistema y la capacidad de generación.
- Indicar el (los) tipo(s) de combustibles, cantidades requeridas, capacidad y forma de almacenamiento, las fuentes de suministro y formas de distribución.
- Indicar los materiales y reactivos que se utilizarán en la planta, cantidades, características (incluir las hojas de seguridad proporcionada por el fabricante), almacenamiento y destino de uso.
- Indicar el tipo y cantidad de materiales de construcción que se prevé utilizar en cada etapa del proyecto (preparación del sitio, construcción, operación de la planta, construcción y operación de diques de colas, mantenimiento), especificando la forma de traslado y su procedencia
- Requerimiento de personal, indicando la demanda de mano de obra calificada y no calificada para trabajos temporales y permanentes, lugares estimados de procedencia de los trabajadores que se haya previsto contratar.
- Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, en pulpa, líquidos y gaseosos. Informar sobre todos los residuos generados, cantidades y características, describir los sistemas de manejo y disposición temporal y final previstos. Especial atención se dará a la disposición adecuada de relaves y colas de procesos y al manejo y disposición de pulpas, soluciones y aguas de proceso. Los residuos deberán ser caracterizados mediante análisis físicos, químicos y mineralógicos; deberán especificarse las cantidades (tonelajes o volúmenes) que se generarán por día, mes, etc. y los procesos en los cuales se generan. Indicar si se realizará un almacenamiento temporal de los mismos e indicar los sitios de disposición final, capacidades, estado físico de los residuos, tiempo de vida de los sitios de almacenamiento definitivo, etc. En el Apéndice de esta guía, se orientan los aspectos a tomar en cuenta
- Describir las medidas de mitigación, que el proyecto ha incorporado en su etapa de planificación y diseño, como por ejemplo, diseño de relaveras con sus

correspondientes obras de drenaje, sistemas de evacuación y tratamiento de aguas y soluciones, etc.

#### **4. SELECCION DE ALTERNATIVAS**

Aspectos del proyecto a considerar. Localización, obras civiles auxiliares, tecnología aplicable, fuentes de recursos, etc.

Criterios metodológicos a emplear. El análisis de alternativas debe partir de la factibilidad técnica para luego considerar la factibilidad ambiental; usando para esta última, criterios de comparación y escalas de calificación de aplicación homogénea y transparente, válidos para todas las alternativas.

Presentación de resultados. Los análisis de alternativas deberán presentarse en forma de cuadros o matrices en las que figurarán los criterios de selección y las valoraciones.

#### **5. DEFINICION DEL AREA DE INFLUENCIA**

El análisis para la definición del área de influencia debe hacerse tomando en cuenta la extensión superficial del proyecto y la totalidad de los componentes ambientales que resulten afectados por las actividades de explotación, por ejemplo, cambios en el relieve, en la vegetación, en la distribución de organismos, en la hidrodinámica de los cuerpos de agua, la dispersión estimada de contaminantes en el aire, el agua y los suelos incluyendo ruidos, distancias a las que pueden llegar los contaminantes desde las fuentes de emisión y sus posibles rutas, etc. Todo ello permite una primera aproximación de la dirección, forma y extensión del área de influencia. Los aspectos socioeconómicos, por su parte, permiten evaluar el área de influencia en relación con las economías (local, regional y nacional), la extensión y densidad de la población afectada, la infraestructura, los servicios públicos, etc.

#### **6. LINEA BASE AMBIENTAL**

La línea base es la sección del estudio de impacto ambiental que describe las condiciones del medio donde se propone desarrollar el proyecto; en este caso, el beneficio, fundición y refinación de minerales metálicos. La descripción debe ser completa y precisa debido a que ésta constituye la base a partir de la cual, se predecirán los impactos ambientales del proyecto.

##### **6.1 Medio físico**

###### **6.1.1 Clima y calidad del aire**

###### *Metodología*

- Se identificarán la o las estaciones meteorológicas más cercanas al proyecto, indicando la ubicación espacial de la estación meteorológica considerada representativa de la zona del proyecto. Si la ubicación de las estaciones más cercanas no son representativas debido a condiciones orográficas y otros factores, se emplearán métodos de extrapolación, justificando en todo caso el uso de los

resultados obtenidos. La longitud del periodo de registro de los datos meteorológicos utilizado para la caracterización climática considerará un periodo mínimo de 10 años.

- Se señalarán las fuentes de contaminación de aire existente en la zona del estudio, sean de carácter estacionario, móviles e incluso fugitivas, identificando contaminantes emitidos, el plan de muestreo establecido que indique los parámetros medidos, los equipos y procedimiento de muestreo, los estándares ambientales utilizados para la evaluación de las emisiones, los modelos de dispersión utilizados, entre otros.

#### *Descripción*

- Análisis del clima en la zona de influencia, basada en la información básica proveniente de las estaciones meteorológicas más próximas: temperaturas promedio mensual, anual y extremas, precipitaciones promedio mensual, anual y extremas, precipitaciones máximas diarias previsible, dirección y velocidad mensuales y anuales de los vientos dominantes, humedad atmosférica, valores medios de insolación, evaporación y evapotranspiración, etc. Esta información será soportada con gráficos, diagramas y rosetas.
- La identificación y evaluación de fenómenos climáticos de magnitud considerable como la del Niño, con precipitaciones extremas son útiles y pueden ser usados para diseñar apropiadamente obras de drenaje, almacenamientos, etc.

#### 6.1.2 Geología y sismicidad

##### *Metodología*

- Señalar las fuentes de información geológica utilizada en la caracterización, tales como estudios geológicos publicados, análisis de fotografías aéreas o imágenes satelitales disponibles, estudios geológicos de exploración, registros históricos y publicaciones de eventos sísmicos, entre otros.
- Se describirán los estudios y ensayos de campo realizados.

##### *Descripción*

- Definición de las características geológicas de los depósitos de gravas y arenas (origen, composición, edad, morfología de los niveles aprovechables, potencia de los lechos, etc.) así como de los procesos geológicos activos que todavía les afectan.
- La descripción de los rasgos geológicos de la zona de influencia del proyecto, conviene que se complemente con información sismotectónica a fin de evaluar los potenciales riesgos de daños y pérdidas debidas a terremotos. Para ello es útil la historia sísmica de la zona con ubicación de epicentros, magnitudes y frecuencias.

### 6.1.3 Hidrología y calidad del agua.

#### *Metodología*

- Se indicarán los mapas o estudios base utilizados para caracterizar la cuenca y subcuenca hidrográfica, los patrones de drenajes, los cuerpos de agua superficial (ríos, lagos, reservorios, entre otros) y agua subterránea, tales como mapas hidrogeológicos, mapas hidrológicos, estudios hidrodinámicos de la cuenca hidrográfica, aforos de caudales, cálculo de períodos de retorno de máxima avenida, extensión de la llanura de inundación, etc.
- Se describirán los criterios y métodos utilizados para evaluar la calidad del agua. Es pertinente indicar que los parámetros determinados se basarán en los estándares de calidad de agua existente y en los contaminantes potenciales de aguas superficiales que pueden resultar de las actividades del proyecto. Los criterios de calidad del agua superficial dependen de los usos que se les dé en el área de influencia del proyecto, por lo que la identificación y discusión de los usos de los cuerpos superficiales que potencialmente pueden resultar afectados, merecerán especial atención.
- Se describirá el plan de análisis y muestreo, que deberá contener: la justificación y ubicación de los puntos de muestreo, los periodos de muestreo (estación seca, lluviosa), los parámetros seleccionados, procedimientos de muestreo, preservación y transporte de muestras, incluyendo el laboratorio y las técnicas analíticas e instrumentales que se utilizarán en los análisis de laboratorio y/o los equipos utilizados en las mediciones de los parámetros in-situ. Los datos obtenidos deben ser comparados con algún criterio de calidad de agua superficial existente, establecido para las aguas del lugar.
- Se indicarán las investigaciones de agua subterránea realizados (geofísica de superficie, instalación de pozos y piezómetros, cálculos analíticos y simulaciones) o en su defecto la información utilizada, mapas, estudios específicos previos.
- Se indicará la fuente de información de los datos de caudal, estaciones pluviométricas cuando existan y/o los métodos de medición utilizados. La ubicación de las estaciones de medición, en lo posible, deberá corresponder a los puntos de muestreo de agua.

#### *Descripción*

- Descripción de las características de la cuenca y/o subcuenca hidrográfica a la que corresponde el área de explotación y los patrones de drenaje. Presentar mapa de la o las cuencas o subcuencas hidrográficas donde se localice el proyecto, y se identifique los modelos de drenaje existentes.
- Descripción de los cuerpos hídricos superficiales en el área de influencia, con atención en aquellos cercanos que potencialmente pueden verse afectados por las actividades del proyecto, indicando los usos principales actuales y futuros o actividad para la que son o serán aprovechados. Los usos típicos incluyen: hábitat de flora y fauna acuática, fuente de agua potable, aguas de procesos industriales y comerciales, agua para irrigación, para usos de recreación (pesca, natación).

Identificar potenciales conflictos de uso de este recurso y prioridades legales.

- Descripción de aguas subterráneas existentes, indicando la localización, profundidad y uso principal. En lo posible deberá realizarse un estudio piezométrico, estático o dinámico y de las variaciones estacionales del nivel freático.
- Evaluación de la calidad del agua de los cuerpos hídricos superficiales identificados, considerando las características químicas, físicas, enfatizando en aquellas que pueden ser afectados por el proyecto y los usos principales del recurso. Los parámetros convencionales incluyen: contaminantes biológicos, oxígeno disuelto, temperatura, salinidad, sólidos disueltos y suspendidos, nutrientes y químicos, dependiendo de la naturaleza y condiciones del proyecto. Conviene verificar también la existencia de fuentes contaminantes de este recurso. Presentar un mapa temático referente a la ubicación de los puntos de muestreo y su relación con el criterio de calidad de agua determinada para el área de estudio.
- Análisis de los caudales máximos, mínimos y extremos de ríos y quebradas y el nivel de agua para el caso de lagos, reservorios y cursos de agua, principalmente de los cuerpos superficiales de los cuales se pretende captar el recurso para cubrir las necesidades del proyecto y/o de aquellos que recibirán descargas. Determinación de caudales de máxima avenida para un período de retorno de 100 años. La identificación de eventos de inundaciones y la información meteorológica respectiva pueden servir de soporte en la toma de decisiones respecto a ubicación de infraestructuras y diseños hidráulicos a fin de evitar daños por inundaciones.

#### 6.1.4 Morfología y Edafología

##### *Metodología*

- Se señalarán, de existir, los estudios previos y/o mapas utilizados tales como mapas topográficos, geomorfológicos, mapas morfo-pedológicos de la zona, asegurando que la escala de los mismos sea coherente con la superficie del área de estudio.
- Se describirá la metodología de campo utilizada para determinar las unidades y características morfológicas de la zona.
- Se describirán las comprobaciones y levantamiento de información en el campo, especificando los puntos de muestreo de suelo, los parámetros considerados (medidos in-situ y ensayos de laboratorio), la técnica de muestreo, conservación y transporte de muestras, el laboratorio elegido y las técnicas analíticas e instrumentales utilizadas en los ensayos de laboratorio.

##### *Descripción*

- Análisis de las formas de relieve y tipos de suelos en las áreas seleccionada para el establecimiento de la planta de beneficio, incluyendo aquellas destinadas a campamentos, laboratorios caminos, desechos y relaveras.
- Descripción de altitudes, desniveles, accesibilidad natural, pendientes, que permita orientar los accesos, frentes de explotación, ancho, altura y número de bancos,

ubicación de las instalaciones, etc. Presentar mapas de pendientes, donde se localice el proyecto.

- Determinación de la presencia de riesgos geodinámicos como deslizamientos, derrumbes, entre otros.
- Encuadre edáfico general con indicación de los tipos de suelo en el área del proyecto, acompañado de mapas edafológicos.
- Características físico-químicas del suelo: estructura, textura, porosidad, profundidad, permeabilidad, salinización, contenido en materia orgánica, pH, micro y macronutrientes, etc.
- Identificación de los procesos de erosión existentes y el grado de erosión del suelo.

## 6.2 Medio biológico

Se incluirán las citas de los estudios previos de carácter general y específicos utilizados como referencias en la caracterización biológica de la zona de estudio, o en zonas de características similares.

### 6.2.1 Flora

#### *Metodología*

- Se describirá la metodología utilizada en el trabajo de campo, los procedimientos aplicados para la toma de datos y muestreos, justificando el número y localización de transectos, cuadrantes, parcelas u otros procedimientos empleados para el estudio.
- Se describirá el método de identificación de las especies colectadas (in-situ o empleando muestrarios preexistentes) y se indicará el lugar donde quedarán coleccionadas.

#### *Descripción*

- Se identificarán y describirán las zonas de vida o formaciones vegetales, con el objetivo de conocer la distribución geográfica y ordenación sistemática fundamentada en unidades de vegetación relativamente homogéneas, a la que corresponde la flora existente en el área del proyecto.
- Se elaborará un diagnóstico de la flora, que permita conocer la diversidad, abundancia, los índices de valor de importancia, usos del recurso y categorías de conservación. Se señalarán y describirán los hábitats encontrados en la zona de estudio, los mismos que deben ser ubicados en mapas a escala adecuada.
- Se deberá respaldar la información de campo obtenida, con mapas de ubicación de los estudios, mapa de cobertura vegetal actualizado y un mapa que incorpore datos adicionales sobre aquellos sectores que por su ubicación y naturaleza podrán ser despojados, temporal o permanentemente de su cobertura vegetal, por las actividades mineras; tales como campamentos, ejes viales, plantas de

beneficio, fundición y refinación, instalaciones auxiliares, estanques, diques de colas, etc.

- Se incorporará en anexo al estudio el listado de especies existentes con la debida clasificación taxonómica: grupo, familia, género y especies, nombre común (con énfasis en la nomenclatura local) de acuerdo a los hábitats.

### 6.2.2 Fauna de vertebrados

#### *Metodología*

- Se describirá la metodología empleada para identificar cada uno de los grupos de vertebrados (mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces) en la zona de estudio, mediante transectos, observaciones directas, observaciones de evidencias (huellas, excretas, madrigueras, etc.), captura y liberación (redes de neblina, mallas, trampas, etc.) complementados con información secundaria.

#### *Descripción*

- Se identificará y describirá el piso zoogeográfico correspondiente al área de influencia del proyecto, con el objeto de conocer la distribución de las especies existentes.
- Se elaborará un diagnóstico de la fauna de vertebrados encontrados en la zona, indicando la abundancia, diversidad y las áreas sensitivas que pudieran ser identificadas (saladeros, cuerpos de agua, comederos, pantanos, relictos de vegetación primaria en zonas intervenidas, etc.).
- Se elaborarán listados de especies existentes con la debida clasificación taxonómica: grupo, familia, género y especies, nombre común (con énfasis en la nomenclatura local), uso (valor científico, comercial, estético, cultural y para autoconsumo).
- Se determinará el estado de conservación y categorías de acuerdo al Libro Rojo de la IUCN y por el CITES. Se incluirán además, especies endémicas e indicadoras y los usos del recurso. Se presentarán mapas de ubicación de los sitios de estudio.

### 6.2.3 Fauna de Invertebrados acuáticos

#### *Metodología*

- Se describirá la metodología empleada para identificar los grupos indicadores que pueden utilizarse para determinar la calidad del agua.

#### *Descripción*

- Se efectuará la identificación de los macro invertebrados acuáticos presentes en el área de estudio, considerando la diversidad, los aspectos ecológicos (principales grupos taxonómicos), especies indicadoras, aspectos biológicos (hábitos alimenticios), etc.

### 6.3 Medio socioeconómico, cultural y estético

#### *Metodología*

- Se señalará las fuentes de información secundaria utilizadas, tales como el censo de población y vivienda y sus proyecciones, estadísticas de gobiernos locales e informes y/o estudios específicos de cualquier elemento social o económico existente.
- Se señalarán las fuentes de información primaria utilizada tales como: hojas de registro, entrevistas (autoridades políticas, eclesiásticas, organizaciones sociales), encuestas, etc.
- Se describirá el tratamiento estadístico empleado para el análisis de la información recogida como la determinación de índices de pobreza, salud, educación, vivienda, entre otros.

#### *Descripción*

Entre los atributos del ambiente socioeconómico constan: suelo, población, educación, vivienda, actividad económica (incluyendo empleo e ingreso), infraestructura vial y transporte, servicios comunitarios, finanzas públicas, salud, seguridad, características socio culturales. Cada uno de ellos debe ser evaluado en función de los cambios que pudiera generar el proyecto.

Entre los aspectos que se requiere investigar figuran:

#### 6.3.1 Tenencia y usos del suelo

- Régimen de propiedad, uso de los terrenos y aprovechamiento en el momento del estudio: agrícola, ganadero, forestal, industrial, urbanístico, recreacional, etc. Areas protegidas o patrimonios forestales; la descripción debe ir acompañada de mapas de uso actual y potencial.
- Conviene conocer la existencia de programas de ordenamiento territorial que determinen usos futuros del suelo.

#### 6.3.2 Población y vivienda

- Análisis general de las características demográficas y de vivienda de la zona de influencia, que deberá incluir datos sobre la composición y estructura de la población, tasa de crecimiento poblacional, densidad de población, tamaño promedio de la familia, número y tipo de viviendas disponibles, tasas de ocupación y vacancia (ocupada por propietarios o rentados), renta media, oferta y demanda en el área. Considerar un periodo de por lo menos 10 años antes de la fecha de la realización del proyecto
- Se identificarán procesos migratorios y las causas que los ocasionan
- Si hay poblaciones indígenas y negras identificadas en la zona de influencia, realizar una descripción detallada de su distribución, estilo de vida, sustento y

condición legal.

- Evaluación del grado de aceptación del proyecto minero por parte de la población; probabilidad de existencia de conflictos.

### 6.3.3 Tipos de organizaciones sociales predominantes

- Señalar la presencia de comunidades, especificando si estas son indígenas o afroecuatorianas, de colonos o de habitantes ancestrales, y su relación con organizaciones regionales, y sus principales preocupaciones ante un proyecto minero.
- Identificar las organizaciones y actores sociales existentes en la zona, de acuerdo a sus temas de interés (por ejemplo; comités vecinales, comités de gestión de mejoras, grupos vinculados a temas ambientales y ecológicos, agrupaciones políticas).
- Proyectos de crédito y/o asistencia técnica presentes en la zona.
- Describir las principales preocupaciones sociales presentes en los habitantes y en sus organizaciones.
- Describir documentadamente los procesos de información y/o consulta que se hubiesen realizado en la zona, como parte del proyecto minero en estudio.

### 6.3.4 Infraestructura y servicios básicos

Describir la infraestructura y servicios básicos de las poblaciones cercanas al proyecto y que de alguna manera pueden ser influenciadas, evaluando los porcentajes de cobertura, niveles de uso actual y capacidad remanente para acomodar a usuarios adicionales, como la población inmigrante inducido por el proyecto.

- Infraestructura vial y sistemas de transporte (terrestre, fluvial y aéreo), volúmenes de tráfico.
- Dotación de agua (potable, entubada u otra), red de alcantarillado o cualquier otro sistema de eliminación, manejo de residuos sólidos.
- Disponibilidad de energía eléctrica y telecomunicaciones, entre otras.
- Infraestructura educativa disponible, número y condiciones de centro educativos, nivel de instrucción, relación maestro-alumno; índice de analfabetismo.
- Infraestructura de salud, hospitales y clínicas, capacidad de camas y número de médicos y cirujanos disponibles. Características de la morbilidad y la mortalidad y sus posibles causas.
- Seguridad pública, fuerzas armadas, policía, cuerpo de bomberos, otros.
- Total de parques, número y tipo de instalaciones recreativas.
- Conviene identificar programas y proyectos de contenido social, en ejecución o

planificación por parte de organismos locales, regionales o nacionales.

#### 6.3.5 Actividades económicas

- Identificación de las principales actividades productivas en el área de influencia del proyecto (agropecuaria, forestal, industrial, agroindustrial, minera, hidrocarburífera, comercio y servicios, artesanías). Indicar su distribución espacial.
- La determinación de la población económicamente activa (PEA) ocupada por rama productiva, categorías de empleo y niveles, relación oferta-demanda, permitirán determinar la capacidad de mano de obra disponible que el proyecto podría ocupar.
- Niveles de salarios e ingresos, podrían ser importantes para determinar el potencial impacto salarial asociado a los cambios de empleo inducidos por el proyecto.

#### 6.3.6 Aspectos culturales y estéticos

- Descripción e identificación de los recursos culturales conocidos o descubiertos, en el área de influencia del proyecto, incluyendo la ubicación de sitios arqueológicos, históricos, de un particular valor científico, religioso y cultural.
- La descripción de las condiciones estéticas de los sitios de explotación permite evaluar con anticipación los impactos visuales y prever medidas para corregir modificaciones fisiográficas producto de la construcción de accesos y campamentos y demás instalaciones auxiliares y formas que contrastan con las naturales. La descripción considerará las cuencas visuales y el área de influencia, así como la densidad de percepción humana y la calidad del paisaje (relieve, vegetación, presencia de agua, naturalidad y singularidad). De esta manera se elaborará una descripción y calificación paisajística, determinando sus componentes y elementos singulares.

## 7. IDENTIFICACION, VALORACION Y JERARQUIZACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

Esta sección constituye la parte medular del estudio de impacto ambiental, mediante la cual se espera obtener: i) La identificación de los impactos generados por las actividades de explotación de gravas y arenas en terrazas y lechos de ríos sobre los componentes ambientales cuya caracterización consta en la línea de base levantada; ii) La valoración de los impactos identificados previamente, considerando sus características (naturaleza, magnitud, extensión, duración, reversibilidad, mitigabilidad, importancia, etc.); y, iii) La jerarquización de los impactos que permita priorizarlos e identificar las medidas para su prevención, mitigación, corrección y compensación. Estas medidas deberán constar en los respectivos programas del Plan de Manejo Ambiental.

### 7.1 Metodología

Presentar el procedimiento y las técnicas empleadas para identificar, valorar y

jerarquizar los impactos ambientales que causará el proyecto e indicar claramente la fuente de datos, referencias y modelos usados para analizar o predecir resultados. Metodologías detalladas o datos amplios pueden ser incorporados en anexos.

La elección de metodología y técnicas de valoración de impactos quedará a criterio del consultor ambiental, sin embargo, se velará porque ellas:

- Analicen la situación ambiental previa (línea de base) y estimen las modificaciones que sufrirán los factores ambientales por efecto de las actividades mineras descritas anteriormente.
- Consideren normas y estándares nacionales existentes en la materia y en ausencia de ellas las provenientes de normas internacionalmente reconocidas.
- Prevean los impactos directos, indirectos o acumulativos que se podrían generar sobre los componentes del ambiente físico, biótico, socioeconómico, cultural y estético, a través de una interacción entre la situación ambiental detectada en la línea base y las actividades mineras programadas.
- Utilicen de preferencia, algoritmos apropiados para la valoración de los impactos, a fin de reducir la subjetividad durante el proceso de análisis y evaluación de los mismos. Se sugiere, por ejemplo, obtener por cálculo, los valores de magnitud e importancia en base a las características de los impactos (naturaleza, duración, intensidad, extensión, plazo, reversibilidad, etc.).

## 7.2 Presentación de resultados

La manera más adecuada de presentación de resultados debería ser la de matrices de interacción combinados con cuadros resúmenes que permitan contrastar las actividades, los componentes ambientales, las características de los impactos, la ponderación de los impactos y sus escalas, etc.

Lo anterior culminaría con un cuadro resumen, que permita identificar rápidamente, aquellos componentes y elementos ambientales susceptibles de afectación grave, a causa de las actividades del proyecto, a fin de priorizar los impactos.

## 8. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Esta sección presenta las acciones y medidas que el titular de derechos mineros implementará para prevenir, mitigar, corregir, controlar y compensar los impactos ambientales predichos en la evaluación de impactos ambientales. Este consistirá de una descripción detallada de las medidas conteniendo toda la información técnica, económica y datos adicionales pertinentes necesarios para respaldar las medidas de mitigación y de implementación propuestas, con cronogramas, presupuestos, responsables, etc.

Deberá presentarse una tabla de resumen en que se incluyan: los impactos identificados, las medidas de mitigación propuestas, los plazos, cronogramas, desglose detallado de los costos (presupuesto), las acciones de monitoreo, los indicadores de cumplimiento y los responsables de la implementación.

A continuación se indican los programas que constituirán el Plan de Manejo Ambiental.

### **8.1 Programa de mitigación**

Corresponde a las acciones tendientes a prevenir y minimizar los impactos negativos sobre el ambiente durante las actividades relacionadas con la explotación de terrazas aluviales y lechos de río. Entre las medidas puede mencionarse:

- Remoción, apilamiento y conservación de la cobertura vegetal retirada de caminos, campamentos, zonas de explotación, etc.
- Tratamiento de aguas industriales incluyendo las generadas en los procesos metalúrgicos, en los talleres y en los laboratorios
- Manejo de aguas de proceso y optimización del uso de este recurso
- Optimización de uso de reactivos para minimización de desechos tóxicos
- Aplicación de técnicas de minimización de residuos, incluido el reciclaje y el reuso
- Medidas de conducción y control de aguas lluvias y escorrentías
- Medidas de control de ruido y polvo
- Manejo de residuos domésticos (sólidos y líquidos).
- Manejo de residuos industriales (grasas, aceites, elementos consumibles, etc.).
- Disposición y manejo de piscinas de relaves y diques de colas

### **8.2 Programa de recuperación**

El programa de recuperación comprende un conjunto de medidas aplicables a los sectores en los cuales han cesado las actividades de procesamiento, con el objeto de restituir estos sectores intervenidos, para alcanzar la estabilidad de los terrenos, la rehabilitación biológica de los suelos, la reducción y el control de la erosión, la protección de los recursos hídricos, condiciones de integración paisajística, etc.

Entre las actividades de recuperación se citan las siguientes:

- Instalación y mantenimiento de viveros con especies apropiadas para los programas de revegetación.
- Cierre de las pilas de lixiviación que incluye el tratamiento de neutralización de compuestos contaminantes, acondicionamiento morfológico, recubrimiento de material inerte de baja permeabilidad y revegetación, tratando de armonizar con el ambiente.
- Cierre de los diques de colas, que incluye el tratamiento de neutralización de compuestos contaminantes, acondicionamiento morfológico, recubrimiento usando

sistemas inundados o material inerte de baja permeabilidad y revegetación con especies apropiadas., tratando de armonizar con el ambiente circundante.

### **8.3 Programa de contingencias**

El Programa de Contingencias o de respuesta de emergencias comprende una serie de medidas y acciones de cumplimiento obligatorio por parte de todos los miembros de la organización como respuesta a desastres naturales o accidentes propios a la naturaleza de los trabajos. Las actividades deben examinarse a través de revisiones críticas y de simulaciones en tiempo real. También debe contener un programa de capacitación que permita responder en forma oportuna y efectiva a las emergencias.

Varios eventos extremos pueden requerir programas de contingencia, entre ellos:

- Acciones de respuesta en caso de incendios.
- Acciones de respuesta en caso de derrames de sustancias tóxicas y/o peligrosas (ácidos, cianuro, mercurio, combustibles, otras).
- Acciones de respuesta en caso de derrames de relaves y colas por eventuales fallas de piscinas y diques de contención.
- Acciones de respuesta en caso de desastres naturales (inundaciones, deslaves, terremotos, etc.).

### **8.4 Programa de salud y seguridad ocupacional**

Comprende la serie de medidas y acciones dirigidas a precautelar la salud e integridad del elemento humano durante la vida útil del proyecto, en concordancia con las disposiciones legales y reglamentarias sobre la materia, en especial a aquellas constantes en el Reglamento de Seguridad Minera. Los siguientes aspectos pueden ser considerados:

- Procedimientos de manejo apropiado de materiales y herramientas.
- Prácticas de seguridad y salud en estaciones de trabajo específicos
- Acciones de respuesta por incidentes específicos

### **8.5 Programa de educación ambiental y difusión**

Corresponde a una planificación metodológica dirigida a concienciar al personal involucrado en los trabajos, sus familiares y los miembros de las comunidades afectadas por el proyecto, la necesidad de cumplir con las disposiciones ambientales en vigencia y vigilar todo indicio que pueda revelar alteraciones en el ambiente por efecto de las operaciones mineras, a efecto de que el titular de derechos mineros implemente medidas de mitigación apropiadas.

El programa debería incluir las actividades relacionadas con la difusión del Plan de

Manejo Ambiental, de manera que éste constituya un elemento de amplia divulgación en la comunidad.

#### **8.6 Programa de relaciones comunitarias y medidas compensatorias**

Comprende el diseño de las actividades tendientes a lograr el establecimiento de consensos entre las comunidades directamente involucradas con el proyecto, la autoridad y el titular de derechos mineros sobre aspectos relacionados con el cuidado del medio, la preservación de la vida y el desarrollo local. Estas medidas se sustentarán en los datos obtenidos durante la etapa de valoración de impactos en el aspecto socioeconómico. Se incluirán actividades de difusión del EsIA. Los acuerdos alcanzados entre el titular minero y las comunidades, deben permitir una convivencia armónica entre ellos, gracias a la disminución de efectos negativos y el incremento de los impactos positivos

#### **8.7 Programa de cierre y abandono**

Comprende desde el desmantelamiento y demolición de aquellas instalaciones u obras auxiliares que no vayan a cumplir ninguna función y puedan suponer una alteración y/o puedan llegar a provocar accidentes, hasta la rehabilitación de terrenos afectados por las instalaciones de la planta, rehabilitación y revegetación de pilas de lixiviación, clausura de diques de colas justificando el reacondicionamiento final escogido, limpieza de suelos contaminados, restauración de drenajes naturales, con miras a eliminar posibles fuentes de contaminación de las aguas, riesgos de accidentes, etc.

#### **8.8 Programa de monitoreo y seguimiento ambiental**

Comprende las acciones que permiten registrar y evaluar el resultado de medidas ambientales diseñadas para contrarrestar las acciones de actividades identificadas como potencialmente peligrosas y consiste de muestreos, mediciones, análisis, registros y evaluaciones aplicados de manera periódica. El programa de monitoreo justificará y definirá el número y ubicación de los puntos de muestreo, los parámetros, la frecuencia, los métodos de muestreo y los indicadores, para cada uno de los aspectos ambientales monitoreados.

Se considera apropiada la participación, en el programa de monitoreo, de los miembros de las comunidades involucradas en el proyecto.

Los resultados serán de utilidad en las actividades de Auditoría Ambiental que deberán ser practicados durante la vida útil de la mina y con anticipación al cierre de las operaciones.

### **9. PRESUPUESTOS**

Las actividades del plan de manejo ambiental y de sus diferentes programas, deben resumirse en un presupuesto debidamente justificado, que señale los gastos que se realizarán. Cada uno de los rubros debe justificarse a base de los precios unitarios que disponga la Cámara de la Construcción más cercana, o la Cámara de Minería, si

los tuviese, así como los salarios vigentes.

Debe presentarse un presupuesto para todo el plan de manejo ambiental, y un presupuesto para el primer año o período, que servirá para determinar el monto de las garantías a presentar al MEM, previo a la aprobación del EsIA.

## **10. ANEXOS**

- Copia del título minero
- Planos y cartografía temática que sustenten el contenido del EsIA. Entre otros:
  - Planos de diseño del proyecto.
  - Planos de obras e instalaciones auxiliares.
  - Planos de diseños de las medidas de mitigación.
  - Mapa topográfico base de ubicación de la zona del proyecto.
  - Mapa de cobertura vegetal.
  - Mapa de uso actual y potencial del suelo.
  - Mapas de ubicación de puntos de muestreo y monitoreo.
  - Mapas geológicos, edafológicos, etc.
- Registro fotográfico fechado o de video de los aspectos más importantes.
- Textos que se consideren complementarios a la línea base

## **11. BIBLIOGRAFIA**

Contendrá todas las fuentes de información y de referencia utilizadas.

## **12. RESUMEN EJECUTIVO**

Comprende una síntesis o resumen que privilegie la comprensión amplia de los resultados obtenidos en el estudio, escrito en un lenguaje claro y sencillo, comprensible para personas no técnicas y que contenga información relevante sobre:

- La localización y el nombre del proyecto o concesión minera.
- El nombre del titular de derechos mineros.
- El consultor o consultora responsable del estudio.
- Breve descripción de las actividades del proyecto.
- Características ambientales relevante de la zona de estudio.
- Los impactos ambientales principales.
- Las medidas ambientales y las actividades de monitoreo propuestas en el Plan de Manejo Ambiental.

Este documento debe presentar separado del informe principal redactado en condiciones que permitan su comprensión por parte de público lector no especializado..

## APÉNDICE

### SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS

Especificar el volumen o cantidad de los residuos generados. Indicar la ubicación del o los sitios del confinamiento, las medidas que se adoptarán en los sitios para asegurar que no se producirán escapes, derrames que puedan provocar daños y/o lixiviados hacia el ambiente. En caso de tener una empresa responsable de las disposición de estos residuos, indicar las características y ubicación del sitio donde se los confinarán, medidas de prevención, vida útil del sitio, etc.

#### Diques de colas

- Indicar el volumen y tonelaje que se espera generar de colas finales y sustentarlos con cálculos técnicos.
- Indicar y sustentar técnicamente:
- Selección del sitio apropiado
- Definición de las características química y mineralógicas de las colas.
- Definición del método más apropiado de almacenamiento y manejo de disposición de las colas.
- Diseño del método escogido: Incluir diseño constructivo, de operación, y mantenimiento durante la vida útil del dique.
- Monitoreo de la operación
- Desarrollo de una estrategia apropiada de rehabilitación y cierre del dique.
- Monitoreo de la efectividad de la medida de cierre a largo plazo.

Tomar en cuenta los siguientes parámetros concernientes con la edificación de los diques de colas:

- La estabilidad estructural del dique y el posible derrame de agua y pulpa, si el dique falla. Dependiendo de la localización del dique, puede poner en riesgo tanto a poblaciones como propiedades y vidas humanas.
- El impacto de la operación del dique, que puede afectar el estilo de vida de los habitantes de la zona adyacente (polvo, ruido, impacto visual, desvalorización de propiedades)
- El potencial impacto a las aguas superficiales y subterráneas a corto y largo plazo.
- El costo del mantenimiento a largo plazo.

**Tabla 1. Listado de procesos, operaciones unitarias y equipamiento que se pueden utilizar en las plantas de beneficio, fundición y refinación.**

PROCESOS DE BENEFICIO	OPERACIONES UNITARIAS	EQUIPAMIENTO
Sistema reducción de tamaño, clasificación y aglomeración	Trituración, molienda, transporte, clasificación, almacenamiento, aglomeración, espesamiento.	Trituradoras, molinos, cribas, ciclones, hidrociclones, espesadores, pilas de almacenamiento, equipos de aglomeración, fajas o bandas transportadoras, elevadores, camiones, palas mecánicas, transporte manual, etc. Equipamiento auxiliar: bombas, muestreadores, imanes para retiro de basura metálica, sistemas de control, motores, silos y piscinas de colección de materia prima, productos y residuos, líquidos, en pulpa y sólidos.
Sistema de concentración gravimétrica	Concentración gravimétrica, espesamiento, sedimentación y filtración	Canalones, mesas, jigs, concentradores centrífugos, espirales, etc. Equipos auxiliar: alimentadores de pulpa y agua, espesadores, sedimentadores, filtros, silos y piscinas de colección de productos y residuos, líquidos, en pulpa y sólidos.
Sistema de concentración por flotación	Concentración por flotación, espesamiento, sedimentación y filtración	Banco de celdas. Equipos auxiliares: alimentadores de pulpa, agua, reactivos; espesadores, sedimentadores, filtros, etc, silos y piscinas de colección de productos y residuos, líquidos, en pulpa y sólidos.
Sistemas de concentración por medios densos	Concentración por medios densos, espesamiento, sedimentación y filtración	Concentrador. Equipos auxiliares: alimentadores de pulpa, agua, medio(s) denso(s) utilizados, espesadores, sedimentadores, filtros, etc;, silos y piscinas de colección de productos y residuos, líquidos, en pulpa y sólidos.
Sistemas de concentración magnética	Concentración por separación magnética, espesamiento, sedimentación y filtración	Separación magnética. Equipos auxiliares: alimentadores de pulpa, agua, espesadores, sedimentadores, filtros, etc; silos y piscinas de colección de productos y residuos, líquidos, en pulpa y sólidos.
Sistemas de secado de producto	Secado	Secador. Equipos auxiliares: lavador de gases, ciclones, etc; silos o piscinas de colección de productos.

PROCESOS DE BENEFICIO	OPERACIONES UNITARIAS	EQUIPAMIENTO
Sistemas de amalgamación y quema de amalgama de oro	Amalgamación, quema de la amalgama, filtración	Equipamiento principal: canaleta, molinos, planchas amalgamadoras, barriles amalgamadores, manual, concentradores centrífugos, bolsillos amalgamadores ("jackpots"), conos amalgamadores, mezcladoras de hormigón; retortas, recuperadores de mercurio, otros. Equipos auxiliares: equipos utilizados para la separación amalgama-mineral acompañante como canaletas, bateas manuales, bateas mecánicas, separadores hidráulicos, concentradores centrífugos, bombas, filtros, prensado de amalgama manual o mecánica, etc.; silos o piscinas de almacenamiento de productos y residuos.
Sistemas de tostación / calcinación de minerales y concentrados minerales	Tostación, lavado de gases,	Equipos principales horno. Equipos auxiliares: sistemas de control y lavado de gases, sistemas de alimentación del mineral, sistemas de control de operación del horno, sistemas de seguridad, filtros para recuperación de polvo fino, etc., silos o piscinas de almacenamiento de productos y residuos.
Sistemas de lixiviación de minerales	Lixiviación, espesamiento, sedimentación, filtración	Pilas, piscinas, reactores agitados, pachucas. Equipos auxiliares: alimentadores de mineral, soluciones, reactivos, espesadores, sedimentadores, filtros. Piscinas de colección de soluciones de lixiviación (ricas y pobres).
Sistemas de recuperación de metales procedentes de lixiviación	Cristalización, secado, extracción por solventes, cementación, adsorción y desorción de oro u otros metales, en resinas o carbón activado, electrodeposición.	Cristalizador, centrífuga, secador, bombas.  Mixer-settlers, equipos auxiliares: piscinas de colección de orgánicos y acuosos, bombas, sistema de seguridad, sistemas de control, etc.  Tipo de cementador, y equipos auxiliares: alimentación de la solución y descarga del cemento, filtración, lavado, secado del cemento, alimentación de reactivos/productos/insumos.  Pachucas, columnas, otros reactores, equipos auxiliares:cribas, o clasificadores de

PROCESOS DE BENEFICIO	OPERACIONES UNITARIAS	EQUIPAMIENTO
		<p>resinas o carbón activado, filtros, espesadores, sistemas de lavado ácido de resinas o carbón, sistemas de calentamiento de soluciones y/o presurización, hornos de regeneración del carbón activado, clasificación para retiro del carbón fuera del sistema, etc.</p> <p>Celdas electrolíticas iniciales, de producción de cátodos, capacidades, características, equipos auxiliares: sistemas de lavado de cátodos, armado de cátodos, bombas, etc, sistemas eléctricos para el equipamiento de electrolisis, sistema de seguridad, sistemas de captación de gases, sistemas de ventilación, etc.</p> <p>Silos y/o pozas de almacenamiento de soluciones, productos, residuos.</p>
Sistemas de fundición para recuperación metálica, a partir de minerales o concentrados minerales, chatarras, cementos	Fundición	Hornos de fundición, sistemas de alimentación de materia prima (concentrados, chatarra, cementos, etc), sistemas de descarga de horno. Equipos auxiliares: sistemas de calentamiento, inyección de aire y oxígeno, sistemas de colección de polvos y gases, sistemas de tratamiento de polvos y gases, sistemas de ventilación, puentes-grúas, sistemas de control de las operaciones, sistemas de seguridad. Silos, recipientes o pozas de almacenamiento de soluciones, productos, residuos.



<b>PROCESOS DE BENEFICIO</b>	<b>OPERACIONES UNITARIAS</b>	<b>EQUIPAMIENTO</b>
Sistemas de refinación para productos intermedios (cobre blister, metales con alto contenido de impurezas, otros), amalgamas, cementos	Refinación química, refinación pirometalúrgica	<p>Reactores, sistemas de alimentación y descarga de productos, equipos auxiliares: calentamiento de la solución, sistemas de colección y tratamiento de gases, sistemas de ventilación, etc.</p> <p>Hornos, sistemas de alimentación, sistemas de descarga, equipamiento auxiliar: sistemas de calentamiento, inyección de aire y oxígeno, sistemas de colección de polvos y gases, sistemas de tratamiento de polvos y gases, sistemas de ventilación, puentes-grúas, sistemas de control de las operaciones, sistemas de seguridad.</p> <p>Silos, recipientes o pozas de almacenamiento de soluciones, productos, residuos.</p>
Sistemas de disposición de desechos mineros y domésticos, sólidos, líquidos y en pulpa	Sedimentación, tratamientos de residuos sólidos, líquidos y en pulpa.	<p>Diques de confinamiento de colas y sistemas de tratamiento para soluciones y aguas de proceso, para su reciclaje y/o descarte.</p> <p>Tratamiento de aguas negras, pozos sépticos, lagunas de oxidación, campos de eliminación, etc.</p>