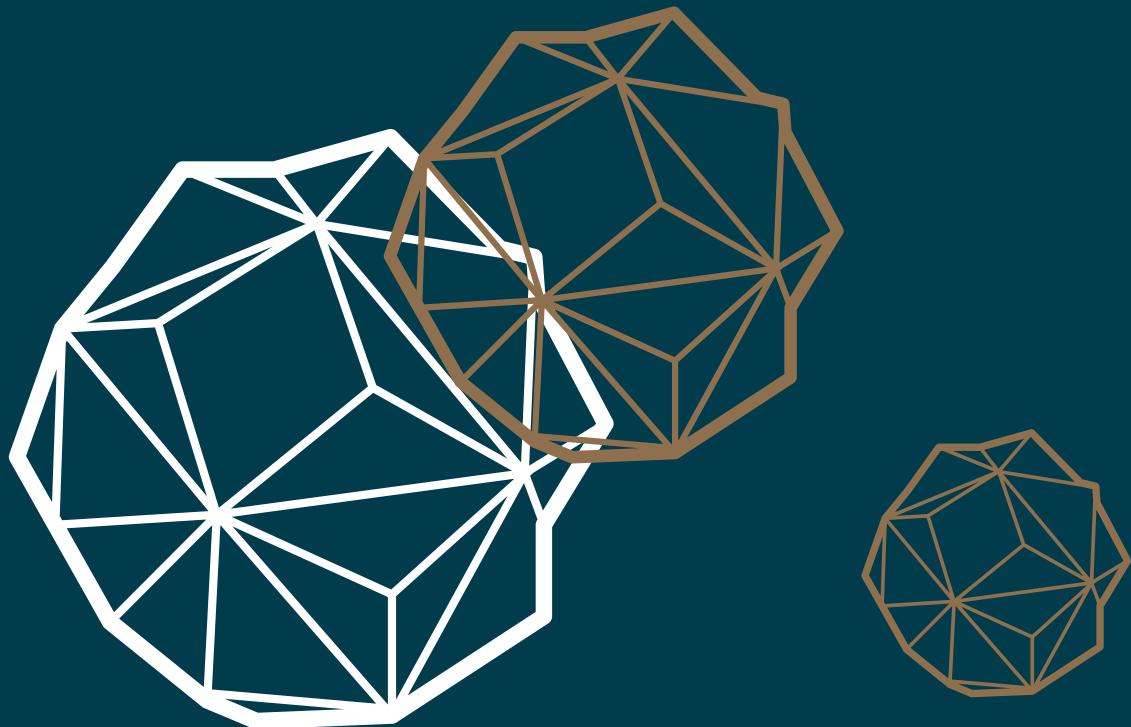
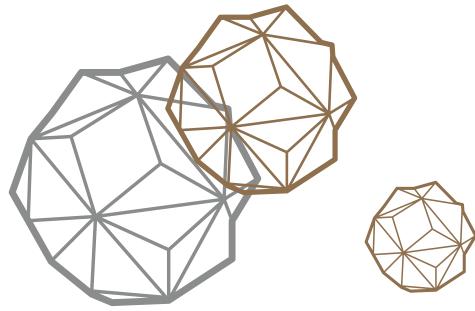




# GUÍA PARA LA DESCRIPCIÓN DE PROYECTOS DE DESARROLLO MINERO DE COBRE Y ORO-PLATA EN EL SEIA





**Guía para la Descripción de Proyectos de Desarrollo Minero  
de Cobre y Oro-Plata en el SEIA**  
Editor: Servicio de Evaluación Ambiental  
Diseño y diagramación: Designio  
Impresión: Gráfica LOM  
**2017**

# **GUÍA PARA LA DESCRIPCIÓN DE PROYECTOS DE DESARROLLO MINERO DE COBRE Y ORO-PLATA EN EL SEIA**



La Guía para la Descripción de Proyectos de Desarrollo Minero de Cobre y Oro-Plata en el SEIA ha sido elaborada por el Departamento de Estudios y Desarrollo, con la colaboración de los demás Departamentos de la División de Evaluación Ambiental y Participación Ciudadana, División Jurídica y Direcciones Regionales del Servicio de Evaluación Ambiental.

Agradecemos a todas las personas que hicieron posible esta publicación, especialmente al Consejo Minero de Chile AG, el que proporcionó antecedentes de base, y por la revisión del texto al personal del Servicio de Evaluación Ambiental, Dirección General de Aguas y Servicio Nacional de Geología y Minería.

## PRESENTACIÓN

Los proyectos de desarrollo minero representan más del 10% del total de proyectos o actividades que se presentan al SEIA, siendo una tipología que comprende diversos procesos mineros de naturaleza específica.

El Servicio de Evaluación Ambiental, cumpliendo su mandato legal de uniformar criterios, requisitos, condiciones, antecedentes y exigencias técnicas de evaluación, ha elaborado la presente Guía que establece una orientación y criterios acerca de la descripción de proyectos de desarrollo minero.

El capítulo de Descripción del Proyecto es uno de los contenidos de toda Declaración o Estudio de Impacto Ambiental que se presenta al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental; su relevancia radica, por una parte, en que los factores que determinan la mayoría de los impactos ambientales son descritos en este capítulo y, además, en que sobre la base de dicha descripción se identifica gran parte de la normativa y los permisos ambientales sectoriales aplicables al proyecto.

Se espera que la presente Guía aporte en el fortalecimiento de la tecnificación del SEIA y en la reducción de los márgenes de discrecionalidad en la toma de decisiones. En suma, se espera que permita mejorar la calidad de la evaluación ambiental de los proyectos y aproximarse al desarrollo sustentable del país.

**Dirección Ejecutiva  
Servicio de Evaluación Ambiental**



# ÍNDICE

SIGLAS	11
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	13
1.1 Alcances generales de la evaluación de impacto ambiental	14
1.2 Naturaleza de la presente Guía	16
1.3 Alcance y objetivo y de la Guía	17
1.3.1 Alcance	17
1.3.2 Objetivo	20
1.4 Estructura de la Guía	21
<b>2. DESCRIPCIÓN DE PROYECTOS DE DESARROLLO MINERO</b>	23
2.1 Descripción breve de proyectos de desarrollo minero	24
2.2 Contenidos de la descripción del proyecto	29
2.2.1 Identificación del titular del proyecto	29
2.2.2 Antecedentes generales del proyecto	29
2.3 Localización y superficie del proyecto	30
2.3.1 Localización político-administrativa	30
2.3.2 Representación cartográfica	30
2.3.3 Justificación de la localización	31
2.4 Partes y obras	32
2.4.1 Lista de partes y obras temporales y permanentes	32
2.4.2 Descripción de las partes y obras listadas	33
2.5 Descripción de la fase de construcción	40
2.5.1 Cronología	40
2.5.2 Mano de obra	41
2.5.3 Actividades	41
Lista de actividades	41
Descripción de las actividades listadas	42
2.5.4 Suministros básicos o insumos	52
Lista de principales suministros básicos o insumos	52
Descripción de suministros básicos o insumos listados	52
2.5.5 Recursos naturales renovables a extraer o explotar	54
2.5.6 Emisiones	54
Lista de emisiones	54
Descripción de emisiones listadas	54
2.5.7 Residuos	62
2.5.8 Contingencias	65

2.6	Descripción de la fase de operación	66
2.7	Descripción de la fase de cierre	67
<b>3.</b>	<b>PROSPECCIÓN MINERA</b>	<b>69</b>
3.1	Objetivo	70
3.2	Descripción breve	70
3.3	Partes y obras	71
	Lista de partes y obras	71
	Descripción de partes y obras específicas a este tipo de proyecto	72
	Partes y obras comunes a ambos métodos	72
	Partes y obras de la prospección mediante sondajes	72
	Partes y obras de la prospección mediante túneles o piques	73
3.4	Fase de construcción	77
3.4.1	Actividades	77
	Lista de actividades	77
	Descripción de actividades específicas de ambos métodos de prospección	77
	Descripción de actividades específicas de la prospección mediante sondajes	77
	Descripción de actividades específicas de la prospección mediante túneles o piques	78
3.4.2	Suministros básicos o insumos	79
3.4.3	Emisiones	79
3.4.4	Residuos	79
3.4.5	Contingencias	80
3.5.	Fase de operación	80
3.5.1	Actividades	80
	Lista de actividades	80
	Descripción de actividades específicas a ambos métodos de prospección	81
	Descripción de actividades específicas a la prospección mediante sondajes	81
	Descripción de actividades específicas de la prospección mediante túneles o piques	81
3.5.2	Suministros básicos o insumos	82
3.5.3	Emisiones	83
3.5.4	Residuos	83
3.5.5	Contingencias	83
3.5.6	Productos	85
3.6	Fase de cierre	85
<b>4.</b>	<b>EXPLORACIÓN DE YACIMIENTO MEDIANTE MÉTODO SUBTERRÁNEO</b>	<b>87</b>
4.1	Objetivo	88
4.2	Descripción breve	88
4.3	Partes y obras	89

Lista de partes y obras	89
Descripción de partes y obras específicas a este tipo de proyecto	90
4.4 Fase de construcción	93
4.4.1 Actividades	93
Lista de actividades	93
Descripción de actividades específicas a este tipo de proyecto	93
4.4.2 Suministros básicos o insumos	94
4.4.3 Emisiones	94
4.4.4 Residuos	95
4.4.5 Contingencias	95
4.5 Fase de operación	95
4.5.1 Actividades	95
Lista de actividades	95
Descripción de actividades específicas a este tipo de proyecto	96
4.5.2 Suministros básicos o insumos	96
4.5.3 Emisiones	97
4.5.4 Residuos	97
4.5.5 Contingencias	97
4.5.6 Productos	97
4.6 Fase de cierre	99
<b>5. EXPLOTACIÓN DE YACIMIENTO MEDIANTE MÉTODO A CIELO ABIERTO</b>	<b>101</b>
5.1 Objetivo	102
5.2 Descripción breve	102
5.3 Parte y obras	103
Lista de partes y obras	103
Descripción de partes y obras específicas a este tipo de proyecto	103
5.4 Fase de construcción	104
5.4.1 Actividades	104
Lista de actividades	104
Descripción de actividades específicas a este tipo de proyecto	104
5.4.2 Suministros básicos o insumos	105
5.4.3 Emisiones	105
5.4.4 Residuos	105
5.4.5 Contingencias	105
5.5 Fase de Operación	106
5.5.1 Actividades	106
Lista de actividades	106
5.5.2 Suministros básicos o insumos	106
5.5.3 Emisiones	106
5.5.4 Residuos	107
5.5.5 Contingencias	107
5.5.6 Productos	107
5.6 Fase de cierre	107

<b>6. CHANCADO DE MINERALES</b>	<b>109</b>
6.1 Objetivo	110
6.2 Descripción breve	110
6.3 Parte y obras	111
Lista de partes y obras	111
Descripción de partes y obras específicas a este tipo de proyecto	112
6.4 Fase de construcción	113
6.4.1 Actividades	113
Lista de actividades	113
Descripción de actividades específicas a este tipo de proyecto	113
6.4.2 Suministros básicos o insumos	114
6.4.3 Emisiones	114
6.4.4 Residuos	114
6.4.5 Contingencias	114
6.5 Fase operación	115
6.5.1 Actividades	115
Lista de actividades	115
Descripción de actividades específicas a este tipo de proyecto	115
6.5.2 Suministros básicos o insumos	115
6.5.3 Emisiones	116
6.5.4 Residuos	116
6.5.5 Contingencias	116
6.5.6 Productos	117
6.6 Fase cierre	117
<b>7. CONCENTRACIÓN DE MINERALES DE COBRE MEDIANTE MÉTODO DE FLOTACIÓN</b>	<b>119</b>
7.1 Objetivo	120
7.2 Descripción breve	120
7.3 Partes y obras	125
Lista de partes y obras	125
Descripción de partes y obras específicas a este tipo de proyecto	125
7.4 Fase de construcción	127
7.4.1 Actividades	127
Lista de actividades	127
Descripción de actividades específicas a este tipo de proyecto	127
7.4.2 Suministros básicos o insumos	128
7.4.3 Emisiones	128
7.4.4 Residuos	128
7.4.5 Contingencias	128
7.5 Fase de operación	129
7.5.1 Actividades	129
Lista de actividades	129
Descripción de actividades específicas a este tipo de proyecto	129
7.5.2 Suministros básicos o insumos	129
7.5.3 Emisiones	130

7.5.4	Residuos	130
7.5.5	Contingencias	130
7.5.6	Productos	130
7.6	Fase de cierre	130
<b>8.</b>	<b>TRANSPORTE, ACONDICIONAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RELAVES</b>	<b>133</b>
8.1	Objetivo	134
8.2	Descripción breve	134
8.3	Parte y obras	136
	Lista de partes y obras	136
	Descripción de partes y obras específicas a este tipo de proyecto	136
8.4	Fase de construcción	139
8.4.1	Actividades	139
	Lista de actividades	139
	Descripción de actividades específicas a este tipo de proyecto	140
8.4.2	Suministros básicos o insumos	140
8.4.3	Emisiones	140
8.4.4	Residuos	141
8.4.5	Contingencias	141
8.5.	Fase de operación	141
8.5.1	Actividades	141
	Lista de actividades	141
	Descripción de actividades específicas a este tipo de proyecto	142
8.5.2	Suministros básicos o insumos	143
8.5.3	Emisiones	143
8.5.4	Residuos	143
8.5.5	Contingencias	143
8.5.6	Productos	145
8.6	Fase de cierre	145
<b>9.</b>	<b>LIXIVIACIÓN Y RECUPERACION DE COBRE</b>	<b>147</b>
9.1	Objetivo	148
9.2	Descripción breve	148
9.3	Partes y obras	152
	Lista de partes y obras	152
	Descripción de partes y obras específicas a este tipo de proyecto	152
9.4	Fase de construcción	154
9.4.1	Actividades	154
	Lista de actividades	154
	Descripción de actividades específicas a este tipo de proyecto	155
9.4.2	Suministros básicos o insumos	156
9.4.3	Emisiones	156
9.4.4	Residuos	156
9.4.5	Contingencias	156

9.5 Fase de operación	157
9.5.1 Actividades	157
Lista de actividades	157
Descripción de actividades específicas a este tipo de proyecto	157
9.5.2 Suministros básicos o insumos	158
9.5.3 Emisiones	159
9.5.4 Residuos	159
9.5.5 Contingencias	159
9.5.6 Productos	161
9.6 Fase de cierre	161
<b>10. LIXIVIACIÓN Y RECUPERACIÓN DE ORO-PLATA</b>	<b>163</b>
10.1 Objetivo	164
10.2 Descripción breve	164
10.3 Partes y obras	170
Lista de partes y obras	170
Descripción de partes y obras específicas a este tipo de proyecto	171
10.4 Fase de construcción	173
10.4.1 Actividades	173
Lista de actividades	173
Descripción de actividades específicas a este tipo de proyecto	174
10.4.2 Suministros básicos o insumos	174
10.4.3 Emisiones	175
10.4.4 Residuos	175
10.4.5 Contingencias	175
10.5 Fase de operación	176
10.5.1 Actividades	176
Lista de actividades	176
Descripción de actividades específicas a este tipo de proyecto	177
10.5.2 Suministros básicos o insumos	178
10.5.3 Emisiones	179
10.5.4 Residuos	179
10.5.5 Contingencias	179
10.5.6 Productos	181
10.6 Fase de cierre	181
<b>ANEXOS</b>	<b>183</b>
ANEXO 1 GLOSARIO	184
ANEXO 2 PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES CITADOS EN LA GUÍA	195
ANEXO 3 BIBLIOGRAFIA	197
ANEXO 4 LISTA DE PARTES, OBRAS Y ACTIVIDADES SEGÚN TIPOS DE PROYECTOS	200

## SIGLAS

A continuación se listan las principales siglas que se utilizan en este documento:

**DIA** : Declaración o Declaraciones de Impacto Ambiental

**DS** : Decreto Supremo

**EIA** : Estudio o Estudios de Impacto Ambiental

**SEA** : Servicio de Evaluación Ambiental

**SEIA** : Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

**PAS** : Permisos Ambientales Sectoriales





# 1. INTRODUCCIÓN

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Alcances generales de la evaluación de impacto ambiental

Según lo establecido por el marco legal vigente, la evaluación de impacto ambiental es el procedimiento orientado a determinar si el impacto ambiental de una actividad o proyecto se ajusta a las normas vigentes<sup>1</sup>. Como tal, debe contemplar mecanismos a través de los cuales se predicen los impactos en el área de influencia<sup>2</sup> y se evalúan para determinar si son o no significativos; así como el cumplimiento de las normas ambientales aplicables. La Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, establece que dicho procedimiento está a cargo del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA).

En términos generales, la evaluación de impacto ambiental en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) se basa en el análisis de las partes, obras y acciones de un proyecto o actividad a ejecutarse y cómo éstas alteran los componentes del medio ambiente (impactos). Tal ejercicio se realiza previo a la ejecución del proyecto o actividad y, por tanto, se basa en una predicción de la evolución de los componentes ambientales en los escenarios con y sin proyecto.

El titular de un proyecto o actividad debe analizar si éste se encuentra en el listado de tipologías susceptibles de causar impacto ambiental, en cualquiera de sus fases, que deben someterse al SEIA; listado establecido en el artículo 10 de Ley N° 19.300 y artículo 3 del Reglamento del SEIA<sup>3</sup>.

Si el proyecto o actividad debe ser sometido al SEIA, es responsabilidad del titular definir la modalidad de ingreso, ya sea a través de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) o una Declaración de Impacto Ambiental (DIA). Para ello, le corresponde analizar el artículo 11 de la Ley N° 19.300, donde se establece que los proyectos que se sometan al SEIA requieren la elaboración de un EIA si generan o presentan a lo menos uno de los siguientes efectos, características o circunstancias:

- a. Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos;
- b. Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire;

1 Definición de *Evaluación de Impacto Ambiental*, letra j) del artículo 2 de la Ley N° 19.300

2 Definición de *Área de Influencia*, letra a) artículo 2 del DS N° 40 de 2012 del Ministerio de Medio Ambiente, Reglamento del SEIA

3 DS N° 40 de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

- c. Reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos;
- d. Localización en o próxima a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos y glaciares, susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar;
- e. Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona;
- f. Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

De acuerdo a lo anterior, la generación o presencia de uno de estos efectos, características o circunstancias hace necesario que el titular del proyecto o actividad elabore un EIA, el cual debe considerar las materias contenidas en el artículo 12 de la Ley N° 19.300 y los artículos 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18 del Reglamento del SEIA.

Por el contrario y de acuerdo al artículo 18 de la Ley N° 19.300, si el proyecto o actividad no genera ninguno de los efectos, características o

circunstancias antes señalados, el titular debe presentar una DIA, la que debe considerar las materias contenidas en el artículo 12 bis de la Ley 19.300 y los artículos 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 19 del Reglamento del SEIA.

En consecuencia, la evaluación de impacto ambiental es el procedimiento administrativo en que, a través de un EIA o una DIA, debe demostrarse que el proyecto o actividad cumple con las normas ambientales aplicables. Además, en el caso de un EIA se debe acreditar que el proyecto o actividad se hace cargo de los efectos, características o circunstancias que genera o presenta, mediante la definición e implementación de medidas y justificando la inexistencia de los demás efectos, características o circunstancias enunciados en el artículo 11 de la Ley N° 19.300. En el caso de una DIA, se debe justificar la inexistencia de impactos ambientales significativos.

La autoridad, por su parte, debe verificar y certificar el cumplimiento de la normativa ambiental aplicable, incluido los requisitos de otorgamiento de carácter ambiental contenidos en los permisos ambientales sectoriales (PAS) y calificar la pertinencia, efectividad e idoneidad de las medidas ambientales propuestas.

## 1.2 Naturaleza de la presente Guía

1.

La preocupación compartida por perfeccionar el SEIA y la necesidad de uniformar los antecedentes, requisitos y, en general, la información necesaria para la evaluación ambiental ha conducido al SEA a elaborar guías centradas en la información relevante del capítulo de Descripción del Proyecto, aplicable tanto a proyectos que se someten al SEIA bajo la forma de una DIA como de un EIA. Este tipo de guías se enfocan en tipologías de proyecto específicas, según lo establecido en el artículo 10 de la Ley Nº 19.300 y el artículo 3 del Reglamento del SEIA.

La relevancia del capítulo de Descripción del Proyecto es evidente. Por una parte, los factores que determinan la mayor parte de los impactos ambientales son descritos en este capítulo; esto es, el emplazamiento o localización de las partes y obras del proyecto; las acciones o actividades que interactúan con los componentes ambientales del lugar; las emisiones y residuos; y la extracción, explotación, uso o intervención de recursos naturales renovables; toda información que es necesaria para identificar los impactos ambientales que el proyecto genera o presenta. Por otra parte, sobre la base del capítulo de Descripción del Proyecto se identifica gran parte de la normativa y los PAS que le son aplicables. Asimismo, si bien todo proyecto o actividad debe ser descrito en cada una de sus fases bajo una condición de ejecución normal, debido a múltiples factores y circunstancias a las que un

proyecto se enfrenta, se identifican potenciales contingencias y emergencias de las que pueden deducirse eventuales situaciones de riesgo al medio ambiente. Estos eventuales riesgos al medio ambiente no constituyen impactos ambientales del proyecto y, en consecuencia, son abordados en el proceso de evaluación ambiental en su justo mérito a través de los Planes de Prevención de Contingencias y Emergencia.

De todo lo anterior se desprende la necesidad de que el capítulo de Descripción del Proyecto se refiera y profundice en las materias indicadas, ya que es información indispensable para realizar la evaluación de impacto ambiental.

Asimismo, una descripción adecuada de las partes, obras y acciones de un proyecto debe considerar las vinculaciones existentes entre ellas de manera de poder entender el proyecto y verificar la coherencia, consistencia y completitud de la descripción presentada, todo lo cual es información necesaria para la evaluación ambiental.

En síntesis, lo fundamental es que el capítulo de Descripción del Proyecto tenga el suficiente nivel de desagregación y detalle que permita al lector, tanto a evaluadores como a la ciudadanía en general, comprender globalmente el proyecto e identificar sus impactos ambientales.

## 1.3 Alcance y objetivo de la Guía

### 1.3.1 Alcance

Los proyectos de desarrollo minero que deben someterse al SEIA son aquellos cuyo fin es la extracción o beneficio de uno o más yacimientos mineros y cuya capacidad de extracción de mineral sea superior a cinco mil toneladas mensuales (5.000 t/mes), incluidos los de carbón, petróleo y gas, comprendiendo adicionalmente las prospecciones, explotaciones, plantas procesadoras y disposición de residuos y estériles, así como la extracción industrial de áridos, turba o greda<sup>4</sup>.

Esta Guía no considera todos los tipos de proyectos que pueden presentarse al SEIA; por ejemplo, los proyectos de desarrollo minero de carbón, petróleo, gas, áridos, turba, greda, litio, sales u otros.

La presente Guía comprende específicamente los proyectos de desarrollo minero de cobre y oro-plata, teniendo alcance en los siguientes tipos de proyectos o procesos mineros:

Esta Guía no comprende el proceso pirometalúrgico debido a que en la actualidad la mayor parte de cobre sulfurado se exporta como concentrado, a diferencia de las décadas del 70' y 80' cuando en Chile se fundía casi el 100% de la producción. Por lo mismo, este tipo de proyecto no es recurrente y en el corto plazo no se prevé la incorporación de nuevas fundiciones.

Debe tenerse presente que al SEIA puede presentarse un proyecto de desarrollo minero que comprende uno o más de los tipos o procesos mineros precedentemente identificados, o modificaciones de proyectos que conformen también uno o más de los tipos listados. Por esta razón, en la presente Guía se han abordado en forma independiente.

▶ PROSPECCIÓN MINERA
▶ EXPLORACIÓN DE YACIMIENTO MEDIANTE MÉTODO SUBTERRÁNEO
▶ EXPLORACIÓN DE YACIMIENTO MEDIANTE MÉTODO A CIELO ABIERTO
▶ CHANCADO DE MINERALES
▶ CONCENTRACIÓN DE MINERALES DE COBRE MEDIANTE MÉTODO DE FLOTACIÓN
▶ TRANSPORTE, ACONDICIONAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RELAVES
▶ LIXIVIACIÓN Y RECUPERACIÓN DE COBRE
▶ LIXIVIACIÓN Y RECUPERACIÓN DE ORO-PLATA

4 Referencia: letra i) de los artículos 10 de la Ley N° 19.300 y 3 del Reglamento del SEIA

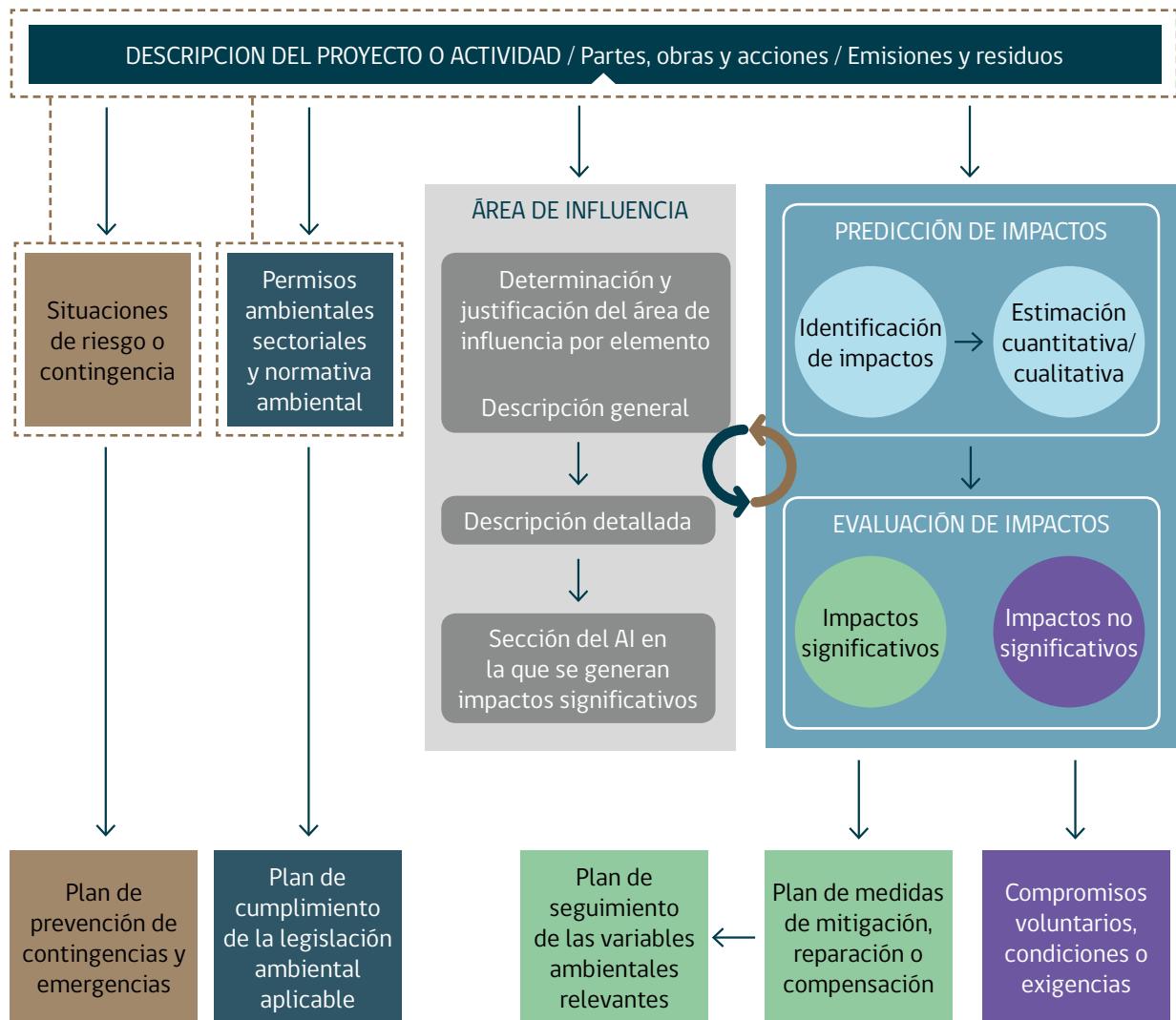
Esta Guía no considera la descripción de proyectos (partes, obras, acciones, etc.) de algunas tipologías establecidas en el artículo 3 del Reglamento del SEIA que en ocasiones forman parte de un proyecto de desarrollo minero, como líneas de trasmisión eléctrica y sus subestaciones y relleno sanitarios.

La FIGURA 1. ilustra el proceso de evaluación ambiental y el alcance de la Guía en éste. Para la adecuada comprensión de la mencionada figura, se precisa lo siguiente:

- La identificación de las partes, obras y acciones, incluida la generación de emisiones y residuos, forma parte de la descripción del proyecto, tanto en una DIA como en un EIA.

- A partir de la descripción del proyecto es posible realizar una primera identificación de impactos, la que se complementa una vez conocida la descripción del área de influencia (AI).
- Para establecer si los impactos identificados son o no significativos<sup>5</sup> se requiere realizar la estimación del impacto, ya sea cualitativa o cuantitativa dependiendo de la información disponible. A la identificación y estimación de impactos se le denomina predicción de impactos.
- La significancia de todos los impactos identificados y estimados se establece en función de criterios establecidos en la Ley N° 19.300, el Reglamento del SEIA y en guías específicas, etapa identificada como evaluación de impacto.

<sup>5</sup> Los impactos son significativos cuando generan o presentan alguno de los efectos, características o circunstancias establecidos en el artículo 11 de la Ley N° 19.300, conforme a lo establecido en el Título II del Reglamento del SEIA.



**FIGURA 1. Alcance de esta Guía en el proceso de evaluación ambiental**

Como se observa en la FIGURA 1, en el marco del proceso de evaluación de impacto ambiental el alcance de esta Guía comprende principalmente la descripción del proyecto; además, se enuncian algunas situaciones de riesgos o contingencias y se citan los PAS que son aplicables a partes, obras y acciones del proyecto de desarrollo minero respectivo, indicando su nombre y el artículo correspondiente del Reglamento del SEIA.

Se hace presente que no se citan todos los PAS potencialmente aplicables a proyectos específicos; por ejemplo, el PAS establecido en el artículo 154 del Reglamento del SEIA, permiso para realizar exploraciones en terrenos públicos o privados de zonas que alimenten vegas o bofedales en las Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y de Antofagasta y el PAS establecido en el artículo 160 del Reglamento del SEIA. Tampoco se cita o describe la normativa ambiental aplicable a proyectos de desarrollo minero.

En cuanto a las contingencias que pueden presentarse en los distintos tipos de proyectos de desarrollo minero que aquí se abordan, se incluyen algunos ejemplos y sus respectivas medidas de prevención y de control de dichas contingencias. Debe tenerse presente que determinadas medidas de prevención de contingencias, relacionadas con la habilitación de obras, deben incluirse o considerarse en el diseño del proyecto, como por ejemplo canaletas para la contención de derrames. Otras medidas preventivas pueden asociarse a acciones, como la mantención de las condiciones de impermeabilización del suelo.

Respecto de la descripción del proyecto, esta Guía considera el escenario más común o frecuente; sin embargo, un proyecto específico puede ser singular ya sea por sus particularidades o por condiciones asociadas a su emplazamiento, circunstancia

que no necesariamente está contenida en esta Guía. De la misma manera, un proyecto específico puede no contemplar todas las partes, obras, actividades, emisiones, residuos y contingencias que se señalan en la presente Guía. El titular es quien debe describir su proyecto de acuerdo al diseño y las particularidades de éste.

Para determinar o estimar los valores o características de los ítems que contempla el capítulo de Descripción del Proyecto de la DIA o EIA, se deben considerar los escenarios razonablemente más desfavorables. Cabe tener presente que, si al momento de ejecutar el proyecto los valores reales o características de éste fueran sustancialmente diferentes a los valores asignados y estimados al momento de presentar la DIA o EIA al SEIA, se debe evaluar si ello reporta cambios de consideración, de acuerdo a lo establecido en la letra g) del artículo 2 del Reglamento del SEIA.

### 1.3.2 Objetivo

La presente Guía tiene por objetivo orientar, tanto a titulares como a evaluadores y comunidad en general, respecto a cómo debe presentarse en una DIA o EIA la información sobre la Descripción del Proyecto de los tipos de proyectos o procesos de desarrollo minero antes señalados. Es un documento orientado a establecer el nivel de desagregación y detalle de la información necesaria de presentar al SEIA, lo que en definitiva se determina en función de las características propias del proyecto y, por lo mismo, es de responsabilidad del titular.

La información presentada en esta Guía se complementa con los contenidos mínimos y criterios de evaluación establecidos en la Ley N° 19.300 y el Reglamento del SEIA, cuyo cumplimiento es de exclusiva responsabilidad de todo titular de proyecto

que se somete al SEIA. Además, este documento se complementa con otras guías, tanto metodológicas como de criterios, que han sido publicadas o se publicarán por el SEA en el centro de documentación de su sitio web, [www.sea.gob.cl](http://www.sea.gob.cl).

De acuerdo a lo dispuesto en la Ley N°19.300, el Reglamento del SEIA y el Ord. SEA N° 151276 de 07 de agosto de 2015, en los procesos de evaluación ambiental se debe observar el contenido de esta Guía, la que para efectos de una continua mejora podría ser objeto de revisión y actualización.

## 1.4 Estructura de la Guía

La presente Guía consta de 10 capítulos y 3 anexos según lo siguiente:

- En el capítulo 2 se presentan los contenidos de la descripción del proyecto de una DIA o EIA, que son comunes a los tipos de proyectos que se abordan en esta guía. Corresponden principalmente a la fase de construcción e incluyen sus partes y obras, acciones o actividades, suministros básicos o insumos, recursos naturales renovables a extraer o explotar, emisiones, residuos y contingencias.
- En los capítulos 3 al 10 se presentan correlativamente los 8 tipos de proyectos de desarrollo minero. Cada capítulo considera una descripción breve del proyecto y su objetivo; la identificación de sus partes y obras incluyendo sus respectivos descriptores; la descripción de las fases de construcción y operación, considerando acciones o actividades, suministros básicos o insumos, emisiones, residuos y contingencias; y una breve descripción de su fase de cierre.
- En el anexo 1 se presenta un glosario de términos y conceptos utilizados.
- En el anexo 2 se listan los PAS citados.
- En el anexo 3 se presenta la bibliografía citada y de referencia.
- En el anexo 4 se listan las partes, obras y actividades según tipo de proyecto de desarrollo minero presentadas en la Guía.





## 2. DESCRIPCIÓN DE PROYECTOS DE DESARROLLO MINERO

## 2.1 Descripción breve de proyectos de desarrollo minero

El ciclo de vida de un proyecto minero comienza con la etapa de exploración. El Reglamento del SEIA<sup>6</sup> define qué se entiende por exploraciones (ver Glosario). En tanto la iniciativa se ajuste a los criterios y requisitos contenidos en la mencionada definición, las exploraciones no tienen la obligación de someterse al SEIA.

Un proyecto de desarrollo minero, del tipo de proyecto abordado en esta Guía, contempla las etapas de prospección, extracción y procesamiento del mineral, considerando sus fases de construcción, operación y cierre.

El Reglamento del SEIA define qué se entiende por prospecciones (ver Glosario), las que consisten en delimitar el yacimiento y entregar los datos geológicos mineros que permiten determinar la viabilidad de la siguiente etapa. Generalmente se realiza con sondajes y en ocasiones mediante túneles. La prospección por sondajes se realiza con máquinas que perforan el suelo y extraen muestras de material y la prospección mediante túneles se realiza introduciéndose en el macizo rocoso para realizar inspección visual y obtener muestras.

Luego de la prospección se da curso a la explotación del yacimiento, mediante la extracción del mineral según métodos diversos [fases de construcción y operación]. El mineral extraído es tratado en plantas procesadoras. Finalmente, trascurrido un periodo determinado de operación los proyectos mineros consideran el cierre de sus faenas, que en el contexto del SEIA se refiere a la fase de cierre del proyecto.

Debido a la naturaleza de los yacimientos, los proyectos de desarrollo minero son diseñados en

base a información geológica y minera metalúrgica, cuyo grado de certidumbre aumenta a medida que el proyecto se ejecuta. Lo anterior, implica que generalmente durante su operación el proyecto está sujeto a variaciones y ajustes en la medida que aumenta el conocimiento del yacimiento. Algunos de estos podrán redundar en cambios de consideración al proyecto tal que su modificación deba someterse al SEIA.

La explotación del yacimiento consiste en la extracción del mineral que contiene el macizo rocoso. Primeramente, se fragmenta la roca mediante tronadura, lo que permite que ésta pueda ser removida de su posición original, luego el mineral se carga y transporta hacia el exterior de la mina, llevándolo a un sitio de acopio o una planta de proceso.

Existen dos grandes métodos de explotación de un yacimiento: método subterráneo (mina subterránea) y método a cielo o rajo abierto. La elección de uno u otro depende de la evaluación de los siguientes aspectos:

- Características espaciales de la mineralización del yacimiento, esto es, su profundidad, tamaño, y posición.
- Condiciones geológicas e hidrogeológicas del yacimiento, lo que remite, entre otros a su relación con acuíferos y escorrentía de superficie y subterránea.
- Propiedades geotécnicas, como el comportamiento de la roca *in situ*.
- Factores tecnológicos, de seguridad y económicos.

<sup>6</sup> Referencia letra i.2 del artículo 3 del Reglamento del SEIA

- Consideraciones ambientales, por ejemplo, a fin de reducir las emisiones atmosféricas puede optarse por la explotación del yacimiento mediante método subterráneo.

Existen varios métodos de explotación de yacimiento subterráneo, entre los que destacan el método de hundimiento de bloques o niveles y el método con soporte (corte y relleno, cámara y pilares). La adopción de uno u otro método se determina mediante la evaluación de un conjunto de variables relativas al yacimiento tales como su inclinación o manteo y las características de la roca estéril o de caja. Las acciones principales son extracción del material, carguío y transporte del mineral y transporte y disposición de estériles.

La explotación de yacimiento mediante método a cielo o rajo abierto se desarrolla cuando los yacimientos presentan una forma regular y están

en la superficie o cerca de ésta. Las acciones principales que comprende este método son perforación, tronadura, carguío y transporte del mineral. Este tipo de explotación genera una gran cantidad de material estéril que se transporta y deposita en botaderos.

Una vez que se extrae el mineral del yacimiento (rajo abierto o subterráneo) se realiza su procesamiento. La primera etapa usualmente corresponde al chancado, cuyo objetivo es reducir el tamaño del mineral<sup>7</sup>. Los procesos posteriores dependen del mineral a procesar y del metal a recuperar. Respecto al caso del cobre, en el país este mineral se encuentra combinado con oxígeno y azufre, siendo minerales oxidados y sulfurados, los que respectivamente se procesan mediante flotación o lixiviación, tal como lo muestra la FIGURA 2.

---

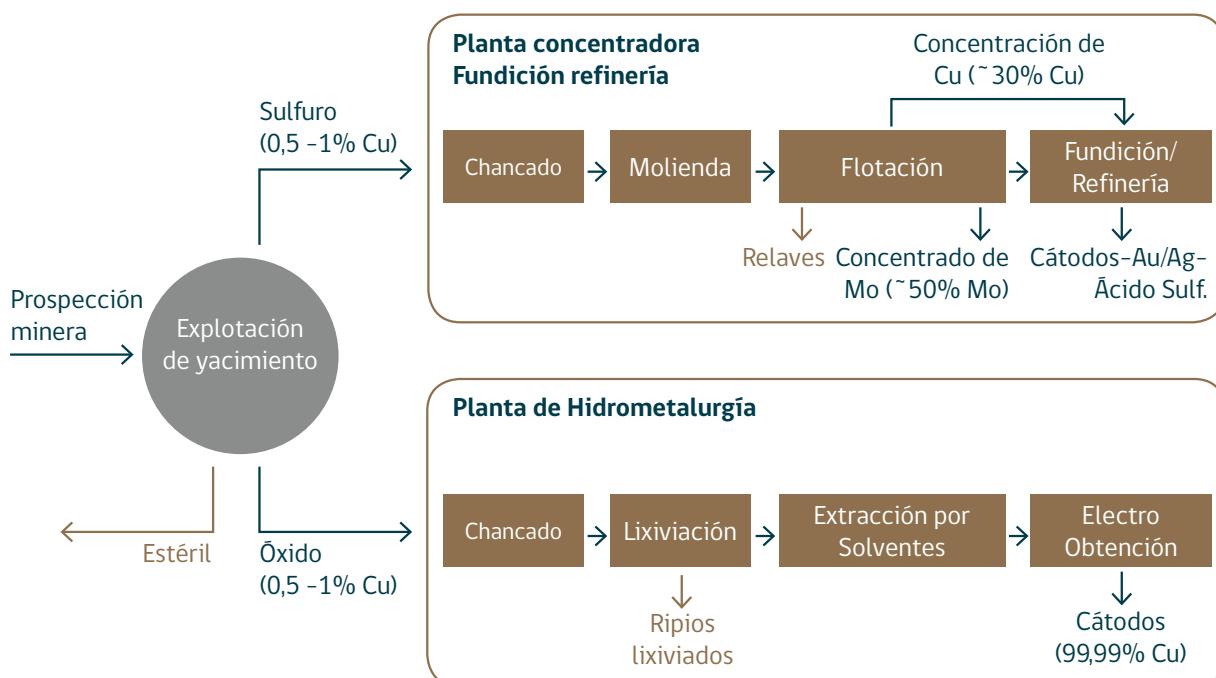
<sup>7</sup> Existen procesos en que no se realiza chancado. Un ejemplo de esto es la lixiviación ROM, *Run Of Mine* por su sigla en inglés, que se aplica a material bajo la ley de corte. En la lixiviación ROM el material extraído sin previo chancado ni aglomeración se lixivia en pilas estáticas en un área impermeabilizada para tal fin.

## § Procesamiento del cobre

Los minerales de cobre tratados mediante flotación pueden ser comercializados directamente como concentrados o ser tratados mediante un proceso pirometalúrgico y posterior refinación electrolítica para la obtención de cobre de alta pureza.

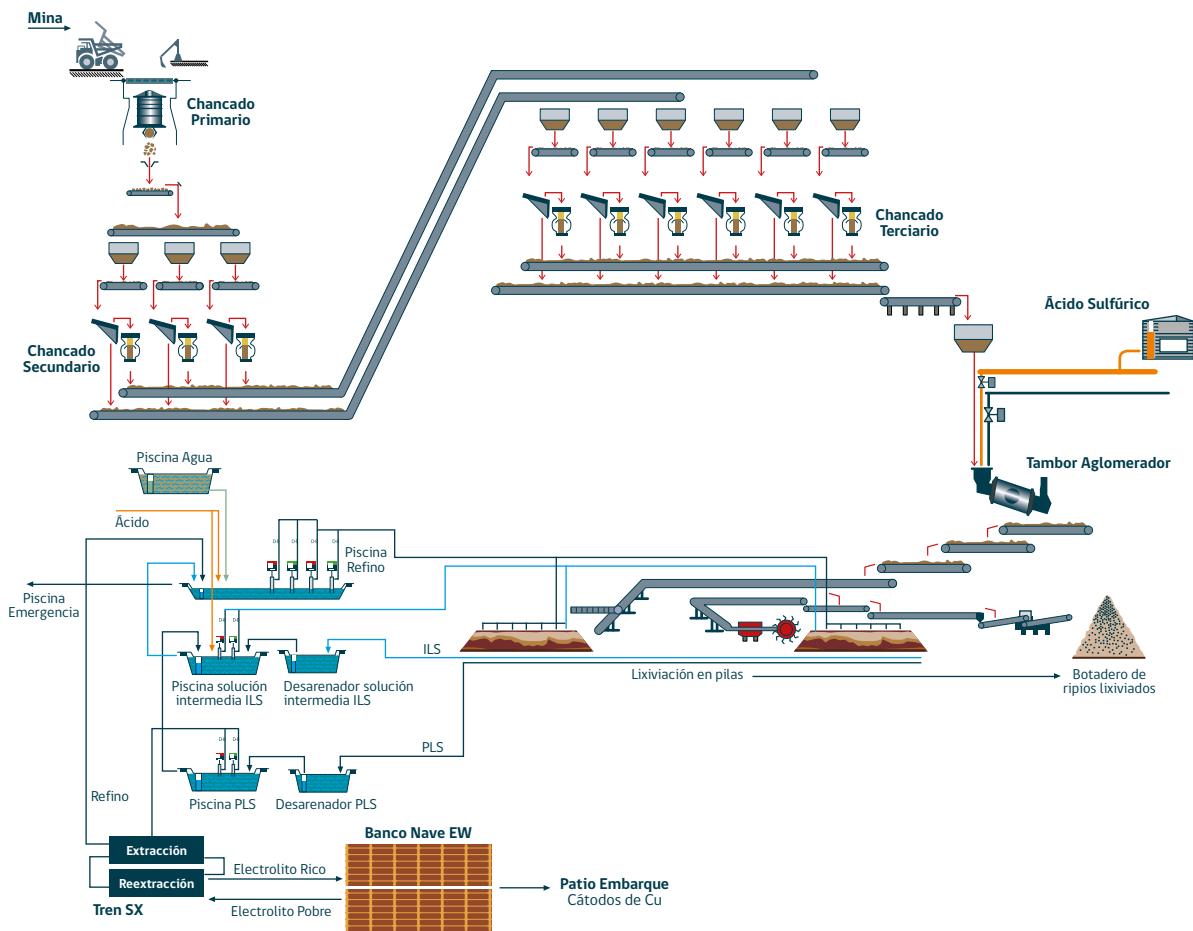
Los minerales de óxidos de cobre y sulfuros secundarios se someten a un proceso hidro metalúrgico. Respecto a la lixiviación, existen los tipos convencional y biolixiviación. En la lixiviación convencional, el mineral dispuesto en pilas se

lixivia mediante la aplicación de una solución ácida al mineral, produciendo reacciones físicas y químicas que disuelven el cobre extrayéndolo del resto del mineral chancado dispuesto en la pila. Luego se continúa con la extracción por solventes y finalmente con la electro-obtención se producen cátodos de cobre de alta pureza. El material que queda en la pila después de la lixiviación se denomina ripios lixiviados, los que en el caso de pilas dinámicas son trasladados a los denominados depósitos o botaderos de ripios.



Fuente: adaptada de Consejo Minero y KOAM, 2013

**FIGURA 2. Procesamiento de minerales de cobre sulfurados y oxidados**



Fuente: adaptada del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Antucoya, Capítulo Descripción del Proyecto, [www.sea.gob.cl](http://www.sea.gob.cl)

**FIGURA 3. Diagrama del proceso hidrometalúrgico**

Los minerales sulfurados de cobre son sometidos al denominado proceso de flotación, el que comienza con la molienda húmeda del mineral previamente chancado que reduce su granulometría, luego se realiza la flotación propiamente tal, donde mediante reacciones físico-químicas los minerales sulfurados de cobre y otros elementos como el molibdeno se separan del estéril, obteniendo el concentrado del mineral, el que se espesa y filtra reduciendo su porcentaje de humedad. El residuo que no flota puede acondicionarse en el emplazamiento donde se genera o en el destinado a su disposición final debiendo trasladarse a este último.

El proceso posterior es el de piro metalurgia donde el concentrado de cobre, con una concentración aproximada del 31%, se lleva a hornos de fusión-conversión donde el cobre se separa de los otros elementos que componen el mineral y se transforma en cobre metálico.

### § Procesamiento de oro-plata

Los minerales de oro-plata son tratados mediante distintos procesos, principalmente por lixiviación con soluciones de cianuro, que puede ser realizada en pilas o por agitación en tanques. El proceso de

lixiviación en pilas es similar al de lixiviación del cobre, obteniéndose una solución de lixiviación rica en oro y plata y ripios lixiviados como residuo. De la lixiviación por agitación en tanques se obtiene una pulpa de lixiviación que se somete a un proceso de decantación, lavado y filtración obteniéndose una solución de lixiviación rica y relaves agotados.

La solución de lixiviación rica en oro y plata puede ser tratada mediante el proceso Merrill Crowe que consiste en la precipitación del oro-plata con la adición de zinc metálico. También la solución de lixiviación rica puede llevarse a un proceso con carbón activado conocido como ADR,—adsorción, desorción y regeneración—, donde se obtiene una solución apta para electro obtención de cátodos de precipitado oro-plata. El proceso metalúrgico dependerá de la forma en que el mineral está contenido en la roca y del proceso de recuperación que sea más eficiente.

En ambos casos el precipitado se lleva a fundición. El precipitado oro-plata obtenido en los cátodos se funde en hornos de fusión; en tanto el precipitado de Merrill Crowe primero se calcina en hornos de retortas para separar y eliminar el contenido de mercurio y luego se funde en un horno de fusión obteniéndose el metal doré.

## 2.2 Contenidos de la descripción del proyecto

El capítulo de Descripción de Proyecto de una DIA o EIA comprende, en términos generales, información sobre los siguientes ítems<sup>8</sup>:

- Identificación del titular.
- Antecedentes generales.
- Localización y superficie.
- Partes y obras físicas.
- Fase de construcción, que comprende cronología, actividades, suministros básicos o insumos, emisiones, residuos y contingencias.
- Fase de operación, que comprende cronología, actividades, suministros básicos o insumos, emisiones, residuos y contingencias.
- Fase de cierre.

A continuación se presentan algunos de los ítems que son comunes a cualquier tipo de proyecto de desarrollo minero.

### 2.2.1 Identificación del titular del proyecto

Se deben acompañar todos los antecedentes de la persona natural, así como aquellos que acrediten la existencia de la persona jurídica y su sociedad matriz si la hubiere y del poder de quien la representa, conforme a lo detallado en el Ord. DE del SEA N°112262 de 21 de diciembre de 2011, Imparte instrucciones sobre antecedentes para someter un EIA o DIA al SEIA y sobre el cambio de titularidad; o el que lo actualice o reemplace. El citado documento está disponible en el centro de documentación del sitio web del SEA, [www.sea.gob.cl](http://www.sea.gob.cl).

### 2.2.2 Antecedentes generales del proyecto

Los antecedentes generales de la descripción del proyecto que deben indicarse son los siguientes:

- Nombre del proyecto, señalando el nombre que identificará al proyecto en el SEIA.
- Descripción breve del proyecto.
- Objetivo general del proyecto.
- Tipología del proyecto, así como las aplicables a sus partes, obras o acciones, de acuerdo al artículo 3 del Reglamento del SEIA.

Esta Guía comprende proyectos de desarrollo minero, tipología establecida en la letra i) del artículo 3 del Reglamento del SEIA.

En la DIA o EIA el titular debe indicar además si alguna de las partes, obras o acciones del proyecto le aplican otras tipologías contenidas en el mencionado artículo 3. Por ejemplo tipologías tales como las siguientes:

- Letra a) cuando se contemplen acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas, presas, drenaje, desecación, dragado, defensa o alteración, significativos, de cuerpos o cursos naturales de aguas.
- Letra b) cuando se contemplen líneas de trasmisión eléctrica de alto voltaje y sus subestaciones.
- Letra j) cuando se contemplen obras tales como, ductos mineros u otros análogos.

<sup>8</sup> Referencia artículos 18 c y 19 a del Reglamento del SEIA

- 2.
- Letra ñ) cuando se contemple el almacenamiento, transporte, disposición o reutilización habituales de sustancias tóxicas, explosivas, radioactivas, inflamables, corrosivas o reactivas, en las cantidades indicadas en dicho literal.
  - Letra o) cuando se contemplen sistemas de alcantarillado y agua potable, plantas de tratamiento de agua o de residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios, emisarios submarinos, sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales líquidos o sólidos.
  - Letra p) cuando se contemple ejecutar el proyecto de desarrollo minero en un área colocada bajo protección oficial.
  - Monto estimado de la inversión.
  - Vida útil del proyecto, indicando un periodo específico estimado en número de años, en el que se contemple ejecutar el proyecto o actividad, considerando sus partes y obras si corresponde.

## 2.3 Localización y superficie del proyecto

### 2.3.1 Localización político-administrativa

Es necesario indicar la o las regiones, provincias y comunas donde se localiza el proyecto.

### 2.3.2 Representación cartográfica

La georreferenciación del proyecto y su área de influencia se puede realizar indistintamente tanto en el sistema de coordenadas UTM como geográficas, siendo requisito la utilización del Datum SIRGAS<sup>9</sup> o el Datum WGS84<sup>10</sup> y en el caso de las coordenadas UTM, la utilización de los husos correspondientes al territorio nacional<sup>11</sup>.

En la representación cartográfica se debe indicar la siguiente información: escala, norte, simbología, grilla de referencia indicando coordenadas, fuente de información y datos geodésicos.

Los archivos deben ser presentados preferentemente en formato shp (shape), formato compatible con la mayoría de las herramientas de sistemas de información geográfica (SIG) o en formatos dwg, dxf (Auto Cad), kml o kmz (Google Earth). Cabe destacar que la información cartográfica en formato pdf, jpg u otros representan imágenes que si bien son de fácil visualización, no constituyen información adecuada por si sola para evaluar la dimensión espacial de los atributos del territorio que éstas representan. Se recomienda utilizar cartas bases obtenidas de la cartografía oficial del Instituto Geográfico Militar.

9 Of. N° 771 de 2009 del Ministerio de Bienes Nacionales, adopción de sistema de referencia geodésico único.

10 Sin perjuicio de lo anterior, se hace presente que Sernageomin trabaja con el Datum o sistema de referencia PSAD56, en coherencia con lo que señala el artículo 16 del DS N°1 de 1986, del Ministerio de Minería, Reglamento del Código de Minería.

11 Los husos correspondientes son: 18 y 19 en territorio continental; 12, 13 y 17 en el territorio insular, Islas de Pascua, Sala y Gómez y Juan Fernández, respectivamente.

### § Representación del proyecto en relación a la o las comunas y la o las regiones

Es necesario considerar la representación cartográfica a escala tal que permita identificar el emplazamiento del proyecto dentro del área de la comuna y la región.

### § Representación del proyecto en relación a los caminos de acceso

Se debe identificar los caminos de acceso al proyecto y su representación cartográfica de acuerdo a las cartas camineras de la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas, que considera las categorías: ruta internacional, ruta nacional, caminos principales, caminos secundarios (ver [www.mop.cl](http://www.mop.cl)). Del mismo modo, se deben incluir otros caminos existentes.

### § Representación a escala del proyecto o representación de las partes u obras del proyecto

Se entiende por emplazamiento del proyecto al polígono que agrupa y envuelve a un conjunto de partes y obras donde se realizan determinadas acciones del proyecto. Los proyectos pueden describirse identificando más de un emplazamiento cuando existan partes, obras o acciones que distan físicamente unas de otras.

Por ejemplo, en el caso de un proyecto de prospección minera mediante sondajes, las plataformas que lo conforman se podrían ubicar distantes entre sí. La descripción del proyecto, en este caso, se debe hacer vinculando cada parte, obra, acción, insumo, emisión, etc. a un emplazamiento específico. De ser así, el

titular podrá identificar más de un emplazamiento o localización, indicando respecto de cada uno:

- el nombre del emplazamiento;
- el plano georreferenciado de la ubicación de las partes y obras del proyecto en el emplazamiento (plano de planta o *lay out*);
- las coordenadas del polígono que envuelve el emplazamiento;
- la superficie del emplazamiento.

En el caso que no sea posible definir la localización detallada de una parte, obra o acción del proyecto o actividad, el titular deberá definir un polígono indicando el área de intervención máxima y evaluar los impactos considerando la condición ambiental más desfavorable<sup>12</sup>.

Además, se debe identificar las coordenadas del punto representativo de la localización del proyecto y la superficie total que comprenderá en hectáreas o metros cuadrados.

### 2.3.3 Justificación de la localización

Se debe indicar las razones que justifican o determinan la localización del proyecto. En general el emplazamiento de los proyectos de desarrollo minero está determinado por la ubicación de la concesión minera otorgada. Se debe indicar el nombre y ubicación de la concesión donde se contempla ejecutar el proyecto, adjuntando el plano general de la ubicación del proyecto dentro de dicha concesión.

12 Ref. art. 18 y 19 del Reglamento del SEIA

## 2.4 Partes y obras

### 2.4.1 Lista de partes y obras temporales y permanentes

Generalmente los proyectos requieren habilitar determinadas partes y obras exclusivamente para satisfacer o dar apoyo a las actividades propias de la fase de construcción del mismo. Dichas partes y obras son usualmente de carácter temporal, es decir, normalmente son deshabilitadas o cerradas al final de dicha fase. Sin embargo, dependiendo del proyecto, algunas partes u obras podrían ser usadas tanto en la fase de construcción como de operación del mismo, como por ejemplo los caminos y la obra para el manejo del agua servida, tratándose en estos casos de partes u obras permanentes.

El titular debe identificar todas las partes y obras del proyecto de desarrollo minero, indicando para cada parte y obra si es de carácter temporal o permanente.

Las principales partes y obras comunes a diversos tipos de proyectos de desarrollo minero que son normalmente de carácter temporal, asociadas a la fase de construcción del proyecto, son las siguientes:

- Caminos de accesos temporales
- Instalación de apoyo a las actividades de la fase de construcción
- Instalación para el manejo del agua servida
- Instalación para la producción de áridos
- Instalación para la producción de hormigón
- Polvorín o almacén de explosivos
- Instalación para el manejo y eliminación de residuos de la construcción

Otras partes y obras comunes a diversos tipos de proyectos de desarrollo minero que son de carácter permanente son las siguientes:

- Caminos de accesos permanentes
- Instalación de apoyo a las actividades de la fase de operación
- Obra para el manejo del agua servida
- Obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie
- Obras para el manejo y disposición del agua de contacto

A continuación, se presenta la información necesaria para describir físicamente estas partes y obras. La descripción de las acciones de habilitación o construcción se debe realizar en la sección "Actividades" de la fase de construcción de la DIA o EIA, según los ítems e descriptores señalados en la sección 2.5.3 de esta Guía. En el caso de partes y obras temporales, las actividades de la fase de construcción incluyen acciones de uso u operación y desmantelamiento o cierre de dichas partes y obras.

## 2.4.2 Descripción de las partes y obras listadas

### a. Caminos de accesos temporales y permanentes

Los caminos de accesos son los necesarios de construir o habilitar con el fin de acceder a las partes, obras y actividades del proyecto, permitiendo el tránsito de vehículo al interior del emplazamiento del proyecto y el transporte de mano de obra, residuos, insumos y productos fuera del área de emplazamiento del mismo.

Cada camino se debe describir según lo siguiente:

- Nombre;
- Longitud (m);
- Ancho de la calzada y berma<sup>13</sup>;
- Representación cartográfica georreferenciada del trazado del camino;
- Tipo de material de la carpeta de rodado: hormigón, asfalto, ripio, tratamiento con bischofita, suelo natural, otro;
- Camino nuevo o existente. De tratarse de un camino público existente, deberá identificarse con precisión el rol que tenga asignado;
- Camino temporal o permanente.

Los caminos temporales o no permanentes corresponden a aquellos que permiten realizar las actividades de la fase de construcción y los caminos permanentes o que permanecen son los necesarios para realizar las actividades durante la fase de operación del proyecto.

Es necesario indicar si se realizan atravesos de cauces. De ser así, para cada atravieso se debe señalar lo siguiente:

- Nombre y georreferenciación del cauce natural o artificial basado en cartografía oficial del Instituto Geográfico Militar (estero, corriente o curso de agua);
- Identificación de las obras de arte tipo y si éstas se ubican o no en el cauce;
- Características técnicas del cruce o atravieso: alto, ancho, largo, entre otras;
- Capacidad de conducción de la obra de cruce o atravieso, justificado de acuerdo a la escorrentía de superficie del punto de emplazamiento de la obra;
- Consideraciones de diseño y seguridad del cruce o atravieso.

En el caso de atravesos de cauces, si las obras consideran la modificación de estos, se requiere el permiso para efectuar modificaciones de cauce, PAS establecido en el artículo 156 del Reglamento del SEIA; por lo tanto, en el capítulo de legislación ambiental aplicable de la DIA o EIA, se deben presentar los contenidos técnicos y formales para acreditar el cumplimiento de sus requisitos de otorgamiento, de acuerdo a lo establecido en dicho artículo. Para ello, debe considerarse lo dispuesto en la respectiva Guía PAS (SEA, 2014c).

Por otra parte, si las obras asociadas a atravesos de cauces contemplan la regularización o defensa del cauce natural, se requiere el PAS establecido en el artículo 157 del Reglamento del SEIA. Por

<sup>13</sup> El camino podrá representarse como una franja de ancho superior al de la calzada, con el objetivo de poder hacer modificaciones menores al trazado previsto, siempre y cuando queden dentro de dicha franja.

lo tanto, en el capítulo de legislación ambiental aplicable de la DIA o EIA, se deben presentar los contenidos técnicos y formales para acreditar el cumplimiento de sus requisitos de otorgamiento de acuerdo a lo establecido en dicho artículo. Para ello, debe considerarse lo dispuesto en la respectiva Guía PAS (SEA, 2014d).

#### b. Instalaciones de apoyo a las actividades de la fase de construcción y operación

Normalmente se requiere un lugar para contener las actividades de apoyo a las faenas o actividades de la fase de construcción, como talleres, campamentos y bodegas. En ocasiones, por ejemplo en una prospección minera, estas instalaciones sirven también para la fase de operación del proyecto. De ser así, es necesario señalarlo. Asimismo, las instalaciones de apoyo a las actividades de la fase de operación, por lo general, contienen los mismos recintos que los de la fase de construcción, de manera que los ítems y descriptores que a continuación se señalan pueden considerarse en ambos casos.

En ocasiones podrían requerirse varios emplazamientos para la instalación de apoyo a las actividades de la fase de construcción u operación, para lo cual el titular debe identificar cada lugar o emplazamiento. La o las instalaciones se deben describir indicando su ubicación georreferenciada representada en cartografía y la superficie (ha, m<sup>2</sup>) que comprende. En el caso que estas instalaciones o sus recintos se ubiquen bajo superficie, es necesario señalarlo.

Se deben identificar los recintos destinados a distintos usos que se ubican en una instalación de apoyo a las actividades de la fase construcción u operación, tales como los que se indican a continuación:

- **Taller de mantención de equipos, maquinarias y vehículos**

Corresponde al área donde se realiza la mantención de los equipos, maquinarias y vehículos utilizados en las faenas, la cual se debe describir según los siguientes aspectos:

- Superficie del recinto (m<sup>2</sup>).
- Tipo de edificación: galpón, techumbre o instalación al aire libre.
- Obra para el manejo de las emisiones líquidas del lavado, como suelo impermeabilizado, ductos y canaletas para el transporte del agua, elementos o partes del tratamiento del agua como estanque para separación de sólidos, agua y aceite y obras para su disposición final.
- Instalación de acopio temporal o manejo de residuos.

- **Campamento**

Corresponde al recinto destinado a proporcionar el hospedaje y habitabilidad para las personas que conforman la mano de obra que trabaja durante la fase de construcción u operación del proyecto. Este se debe describir según los siguientes aspectos:

- superficie del recinto (m<sup>2</sup>),
- superficie de la edificación habitable (m<sup>2</sup>),
- capacidad en número de personas,
- capacidad de hospedaje en n° de camas.

En el caso que no se considere campamento o alojamiento de los trabajadores en las instalaciones del proyecto, se debe justificar e indicar dónde se hospedará o procedencia diaria de la mano de obra del proyecto.

- Recintos o bodegas para el manejo de insumos

Corresponde a uno o más recintos u bodegas para usos tales como los siguientes:

- almacenamiento de agua industrial,
- acopio de áridos,
- almacenamiento de sustancias peligrosas, incluyendo combustible,
- otros.

Estos recintos o bodegas se deben describir indicando:

- superficie ( $m^2$ ),
- destino o uso,
- capacidad máxima de almacenamiento o acopio (kg, t,  $m^3$ ).

- Recintos o bodegas para el manejo de residuos

Corresponde a uno o más recintos para usos tales como los siguientes:

- acopio de residuos no peligrosos: residuos sólidos domiciliarios y residuos sólidos asimilables,
- acopio de residuos peligrosos,
- otros.

Estos recintos o bodegas se deben describir indicando:

- superficie ( $m^2$ ),
- destino o uso,
- capacidad máxima de almacenamiento o acopio (kg, t,  $m^3$ ).

Cabe hacer presente que, a todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras o

desperdicio de cualquier clase, le es aplicable el PAS establecido en el artículo 140 del Reglamento del SEIA. Asimismo, al sitio destinado al almacenamiento de residuos peligrosos le es aplicable el PAS establecido en el artículo 142 del Reglamento del SEIA. En dichos casos, en el capítulo de legislación ambiental aplicable de la DIA o EIA, se deben presentar los contenidos técnicos y formales para acreditar el cumplimiento de sus requisitos de otorgamiento, de acuerdo a lo establecido en dichos artículos.

- Otros recintos

Recintos para usos tales como oficinas, casino, servicios higiénicos, enfermería, estacionamiento de vehículos, los que se deben describir indicando su superficie ( $m^2$ ) y destino o uso.

### c. Instalación para el manejo del agua servida

El personal o mano de obra que se desempeña en el proyecto requiere de la provisión de servicios higiénicos y alimentación, en los cuales se genera agua servida.

En cualquier caso, se debe indicar si se contempla una parte u obra para el manejo del agua servida para toda la vida útil del proyecto o se contempla una instalación para la fase de construcción y una distinta para la fase de operación del proyecto. Es necesario especificar si la instalación sirve a una o ambas fases del proyecto.

Es muy poco probable que en este tipo de proyecto se contemple la conexión a alguna red de alcantarillado de agua servida existente. De ser así se debe identificar la red y adjuntar el certificado de la empresa sanitaria de dación del servicio de alcantarillado.

Normalmente se requiere construir una obra o habilitar un equipamiento para la recolección,

tratamiento y disposición final del agua servida, la cual se debe describir según lo que se señala a continuación.

- Tipo de obra para el manejo del agua servida, tales como:
  - fosa séptica con cámara filtrante, de contacto o absorbente;
  - planta de tratamiento modular o compacta de tecnología lodos activados;
  - planta de tratamiento convencional de lodos activados;
  - tierras húmedas (*wetland*) o laguna artificial con lecho de piedras u otro material donde plantas acuáticas depuran el agua;
  - estanque con lecho de paja o viruta donde se filtra el agua y se separan los materiales sólidos;
  - otro (especificar).
- Ubicación georreferenciada de la obra o parte, considerando que puede ubicarse dentro de la instalación de apoyo a las actividades de la fase, señalada en la letra b. anterior.
- Obras perimetrales (cerco, pantalla vegetal, otras).
- Capacidad o caudal de diseño de la unidad de tratamiento ( $\text{m}^3/\text{día}$ ).
- Tipo de tratamiento: físico, químico, físico-químico o biológico.
- Descripción general del tratamiento, diagrama del proceso y representación gráfica (plano o esquema), dimensiones y características de sus unidades componentes tales como:
  - cribado o separador de sólidos gruesos (pozo de gruesos, cámara de rejas),
  - separador de grasas y aceites,

- desarenador,
- cámara sedimentación primaria,
- ecualizador,
- cámara de aireación o aireador,
- cámara de sedimentación secundaria,
- línea de lodos:
  - cámara digestora de lodos (aireación, mezcla, espesamiento),
  - deshidratación de lodo,
- cámara de desinfección del agua tratada (cloración, UV, otro),
- otras unidades como planta elevadora, dosificador de cloro, cámara de muestreo y obra para la descarga del efluente.

Las unidades componentes del tratamiento se deben identificar y describir en la medida que se contemplen.

Cabe tener presente que a la obra destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final del agua servida le es aplicable el PAS establecido en el artículo 138 del Reglamento del SEIA y, por lo tanto, en el capítulo de legislación ambiental aplicable de la DIA o EIA se deben presentar los contenidos técnicos y formales para acreditar el cumplimiento de sus requisitos de otorgamiento, de acuerdo a lo establecido en dicho artículo.

#### d. Instalación para la producción de áridos

Por lo general, durante la fase de construcción se requieren áridos que son utilizados en la producción de hormigón o directamente en la construcción de obras civiles. Si para el proyecto se contempla adquirir áridos de terceros, éstos se deben reportar como insumos en la sección "Suministros básicos o insumos" de la DIA o EIA y según se indica en la sección 2.5.4.d de esta Guía.

En el caso que se contemple producir áridos, la instalación para su producción debe describirse de acuerdo a lo siguiente:

- ubicación georreferenciada;
- indicación del tipo de yacimiento: cantera o pozo, cauce de río, otro;
- plano de planta (*layout*) que considere las áreas tales como de extracción, acopio, procesamiento y tránsito;
- dimensiones del yacimiento o área de extracción: largo, ancho, profundidad (m);
- superficie total de la instalación, incluyendo áreas de acopio, procesamiento, tránsito de vehículo y otros usos ( $m^2$ );
- capacidad total de extracción de material ( $m^3$ );
- capacidad total de producción de áridos o material útil ( $m^3$ );
- obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie, de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.4.2.h de esta Guía;
- obras para el manejo y disposición del agua de contacto, de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.4.2.i de esta Guía.

En el caso que se contemple la extracción de ripio y arena en cauces de ríos y esteros, le es aplicable el PAS señalado en el artículo 159 del Reglamento del SEIA, por lo tanto, en el capítulo de legislación ambiental aplicable de la DIA o EIA se deben presentar los contenidos técnicos y formales para acreditar el cumplimiento de sus requisitos de otorgamiento, de acuerdo a lo establecido en dicho artículo. Se hace presente que la instalación para la producción de áridos se debe ajustar a lo dispuesto en el instrumento de planificación territorial que le sea aplicable.

#### e. Instalación para la producción de hormigón

Si para el proyecto se contempla adquirir hormigón de terceros, éste debe reportarse en la sección “Suministros básicos o insumos” de la DIA o EIA y según se indica en la sección 2.5.4.e de esta Guía. En el caso que se contemple producir hormigón para utilizarlo en la construcción de las obras del proyecto, la instalación para su producción debe ser descrita de acuerdo a lo siguiente:

- Ubicación georreferenciada. Es posible que esta instalación se ubique dentro de la instalación de apoyo a las actividades de la fase de construcción o en otro sitio; también podría contemplarse una instalación portátil ubicable en diferentes emplazamientos. En cualquier caso, se debe identificar su ubicación.
- Superficie total de la instalación, incluyendo las áreas para el acopio de áridos y cemento, procesamiento, lavado de camiones moto hormigoneros o *mixer*, tránsito de vehículo y otros usos ( $m^2$ ).
- Obra o estanque para el almacenamiento de agua industrial, capacidad ( $m^3$ ).
- Obras para el manejo de las emisiones líquidas:
  - tipo y características de las obras;
  - diagrama del proceso, indicando dimensiones y características de sus unidades componentes tales como: estanque acumulador de agua, estanque desarenador, cámara separadora de grasas y aceites, estanque receptor de agua tratada, estanque receptor de grasas y aceites, obra para la disposición final de las emisiones y otras unidades, si corresponde.
- Obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie, si corresponde, las que se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.4.2.h de esta Guía.

- Capacidad total de producción de hormigón ( $m^3$ /unidad de tiempo).

#### f. Polvorín o almacén de explosivos

Para la construcción de caminos o de túneles se requiere la realización de tronaduras utilizando explosivos, cuyos insumos para fabricarlos y los mismos deben ser almacenados en una instalación adecuada para este fin, cuyas características se encuentran normadas en el Reglamento Complementario de la Ley N° 17.798, sobre Control de Armas y Elementos Similares (Ministerio de Defensa Nacional. 2007). Esta instalación, comúnmente denominada polvorín o almacén de explosivos se debe describir según lo siguiente:

- Tipo de almacén: en superficie, subterráneo, enterrado o móvil.
- Ubicación georreferenciada. En el caso de un almacén móvil, se debe identificar la ubicación georreferencia del o los recinto(s) para su estacionamiento.
- Distancias a edificios habitados, líneas férreas y caminos (m).
- Capacidad de almacenamiento (kg equivalente dinamita 60 %).
- Características y materialidad de la instalación (techo, muros, piso, ventana, alumbrado, etc.), de acuerdo a lo establecido en el capítulo IV del Reglamento citado.
- Obras o elementos de seguridad, tales como parapeto, sistemas de pararrayos, barra metálica con malla subterránea de descarga manual a tierra, aislación térmica, etc., de acuerdo a lo establecido en el capítulo IV del Reglamento citado.
- Elementos para el registro de temperatura y humedad.

#### g. Instalación para el manejo y eliminación de residuos de la construcción

El manejo de los residuos de la construcción puede realizarse de diversas maneras. En el caso que se contemple su acopio, retiro y posterior transporte a un sitio autorizado para su eliminación, dichos residuos podrían ser manejados en la denominada “Instalación de apoyo a las actividades de la fase de construcción” precedentemente descrita. En el caso de proyectos grandes o los que se ubican alejados de zonas urbanas, entre otros, se podría contemplar una instalación exclusiva para el manejo y eliminación de los residuos de la construcción en la que se acopien y eliminen estos residuos. Debe explicitarse la manera que se dará manejo a los residuos de la construcción.

En el caso que se contemple una instalación para el manejo y eliminación de residuos de la construcción, esta se debe describir según lo siguiente:

- Ubicación georreferenciada.
- Superficie de la instalación ( $m^2$ ).
- Capacidad total de residuos a eliminar ( $m^3$ , t).
- Dimensiones del área de disposición final o eliminación de los residuos, indicando su altura (cota basal inicial y final), ancho y largo (m).
- Plano topográfico que grafique el nivel del suelo natural del terreno, el nivel posterior a la intervención del mismo y el nivel del suelo de las áreas vecinas que el sitio enfrente.
- Superficie total de la instalación, incluyendo áreas de recepción y pesaje, descarga, clasificación, acopio, tránsito de vehículo y otros usos ( $m^2$ ).
- Obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie, de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.4.2.h de esta Guía, si corresponde.

- Características del cierre perimetral: perímetro (m) y materialidad.

Cabe tener presente que la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier planta de tratamiento de basuras y desperdicios de cualquier clase y la instalación de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase, le es aplicable el PAS señalado en el artículo 140 del Reglamento del SEIA, por lo tanto, en el capítulo de legislación ambiental aplicable de la DIA o EIA, se deben presentar los contenidos técnicos y formales para acreditar el cumplimiento de sus requisitos de otorgamiento, de acuerdo a lo establecido en dicho artículo.

#### **h. Obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie**

Con el objetivo de evitar que el agua de la escorrentía de superficie, que fluye naturalmente hacia el emplazamiento de las partes, obras o actividades del proyecto, entren en contacto con dicho emplazamiento, pudiendo modificar la calidad del agua, se requiere la implementación de obras para su recolección, conducción y disposición, las cuales se ubican normalmente en el contorno o perímetro del emplazamiento. Estas obras se deben describir de acuerdo a lo siguiente:

- área pluvial aportante expresada en Km<sup>2</sup>, indicando el número de quebradas;
- capacidad de conducción de agua de la obra: caudal máximo instantáneo (m<sup>3</sup>/s o l/s), adjuntando la respectiva memoria de cálculo que incluya variables como periodo de retorno T (años), intensidad media de lluvia expresada en mm/hr y coeficiente de escorrentía asociado al periodo de retorno;

- trazado georreferenciado de canaletas y ductos y sus dimensiones de largo, ancho, y profundidad (m) y materialidad;
- ubicación georreferenciada del cuerpo receptor y punto de descarga del agua de escorrentía;
- plano de ubicación de la obra.

#### **i. Obras para el manejo y disposición del agua de contacto**

Con el objetivo de prevenir que el agua de contacto generada por el proyecto se libere al medio ambiente, en determinados emplazamientos se requiere la habilitación de canales u obras destinadas a la recolección, conducción, tratamiento y disposición final del agua de contacto. En el caso de minas subterráneas estas obras pueden ubicarse bajo superficie.

Las obras para el manejo y disposición del agua de contacto se deben describir de acuerdo a lo siguiente:

- Capacidad de conducción de flujo de agua contactada (l/s, m<sup>3</sup>/día);
- Canaletas y ductos:
  - trazado georreferenciado,
  - dimensiones: largo, ancho, y profundidad (m).
- Piscinas o estanques de acopio o almacenamiento, indicando sus dimensiones y capacidad.
- Partes del tratamiento del agua, si se contempla:
  - ubicación georreferenciada,
  - capacidad (l/s, m<sup>3</sup>/día),
  - clase de tratamiento (primario, secundario y terciario),
  - unidades que lo componen indicando sus dimensiones y capacidades,

- diagrama de flujo,
- obras perimetrales (cerco, pantalla vegetal, otras),
- elementos de impermeabilización de la obra, si corresponde,
- en caso de considerar la descarga del agua de contacto en un cuerpo de agua receptor, se debe indicar la ubicación georreferenciada del punto de descarga y cuerpo receptor y la estructura de la obra de descarga, como disipador de energía.
- Plano de ubicación de las obras.

Cabe tener presente que si las aguas de contacto son usadas en alguna actividad o proceso del proyecto y como resultado se generan residuos líquidos que se traten o dispongan; la construcción, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de estos residuos industriales o mineros le es aplicable el PAS indicado en el artículo 139 del Reglamento del SEIA y, por lo tanto, en el capítulo de legislación ambiental aplicable de la DIA o EIA se deben presentar los contenidos técnicos y formales para acreditar el cumplimiento de sus requisitos de otorgamiento, de acuerdo a lo establecido en dicho artículo.

## 2.5 Descripción de la fase de construcción

Se hace presente que la mayor parte de los contenidos de este subcapítulo provienen de la "Guía para la Evaluación de Impacto Ambiental de la Fase de Construcción de Proyectos" (SEA, 2012).

La descripción de la fase de construcción de un proyecto contempla, en términos generales, los siguientes ítems:

- Cronología
- Mano de obra
- Actividades o acciones
- Suministros básicos o insumos
- Recursos naturales renovables a extraer o explotar
- Emisiones
- Residuos
- Contingencias

### 2.5.1 Cronología

En la descripción de todo proyecto debe indicarse la cronología de ejecución de la fase de construcción indicando lo siguiente:

- Hito que indica el inicio de la fase y fecha estimada de inicio y término.
- Duración de la fase (meses, años).
- Cronograma de ejecución considerando todas las actividades de la fase, indicando el nombre de cada actividad en consistencia con las señaladas en la descripción de esta fase y utilizando cualquier herramienta de representación gráfica del progreso del proyecto, por ejemplo carta Gantt.

## 2.5.2 Mano de obra

En la descripción de todo proyecto debe describirse la mano de obra de acuerdo a lo siguiente:

- Cantidad

Se debe estimar la cantidad de mano de obra requerida durante la fase de construcción indicando:

- número máximo de trabajadores
- número promedio de trabajadores

- Servicios higiénicos

En los servicios higiénicos<sup>14</sup> utilizados por la mano de obra del proyecto se genera agua servida, la que se debe describir en la sección "Emisiones" de la DIA o EIA y que en esta Guía se indican en la sección 2.5.6.

- Alimentación

En los servicios de alimentación<sup>15</sup> suministrados a la mano de obra en un casino, cocina u otro, se genera agua servida que debe describirse en la sección "Emisiones" de la DIA o EIA y que en esta Guía se indican en la sección 2.5.6.

- Alojamiento

Es necesario señalar si se considera alojamiento<sup>16</sup> para la mano de obra. De ser así, se debe relacionar con la instalación para el alojamiento o habitabilidad indicada en la sección "Partes y obras" de la DIA o EIA e indicada en la sección 2.4.2.b de esta Guía, indicando la capacidad de alojamiento según número de camas. Si no se considera alojamiento para la mano de obra se debe justificar.

## 2.5.3 Actividades

### § Lista de actividades

Las principales actividades de la fase de construcción, comunes a diversos proyectos de desarrollo minero, asociadas a las partes y obras señaladas en la sección 2.4.2 de esta Guía, son las siguientes:

- a. Acondicionamiento del terreno
- b. Construcción y uso de caminos de accesos y cierre de caminos temporales
- c. Construcción o habilitación, uso, continuidad y/o cierre de la instalación de apoyo a la fase de construcción y construcción de la instalación de apoyo a la fase de operación
- d. Construcción o habilitación, uso y cierre de la instalación para la producción de áridos
- e. Construcción o habilitación, uso y cierre de la instalación para la producción de hormigón
- f. Construcción y uso del polvorín o almacén de explosivos y cierre en el caso que sea de uso temporal
- g. Construcción o habilitación y uso de la instalación para el manejo del agua servida y cierre en el caso que sea de uso temporal
- h. Construcción o habilitación, uso y cierre de la instalación para el manejo y eliminación de residuos de la construcción
- i. Tránsito y funcionamiento de vehículos y maquinarias al interior del emplazamiento del proyecto

<sup>14</sup> Referencia artículo 18 c.5 y artículo 19 a.5 del Reglamento del SEIA

<sup>15</sup> Referencia artículo 18 c.5 y artículo 19 a.5 del Reglamento del SEIA.

- j. Transporte de insumos, residuos y mano de obra fuera del área de emplazamiento del proyecto
- k. Construcción de las obras, manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie
- l. Construcción de las obras, manejo y disposición del agua de contacto

Estas actividades se deben describir de acuerdo a lo que se señala en las siguientes secciones.

## § Descripción de las actividades listadas

### a. Acondicionamiento del terreno

Las acciones de acondicionamiento del terreno son requeridas para habilitar el lugar de emplazamiento y construcción de las partes y obras señaladas en la sección "Partes y obras" de la DIA o EIA, incluyendo la construcción de caminos.

Se debe tener presente que se podrán realizar algunas o todas las acciones de acondicionamiento del terreno que se señalan a continuación, por lo que en la DIA o EIA se deben señalar las acciones específicas respecto de cada parte u obra que contempla el proyecto.

Estas acciones se deben describir de acuerdo a lo siguiente:

- Escarpe o extracción de la capa vegetal del suelo

Las acciones de escarpe o extracción de la capa vegetal del suelo deben describirse según lo siguiente:

- volumen de la capa vegetal y de suelo a extraer ( $m^3$ );

- superficie de capa vegetal y de suelo extraer ( $m^2$ );
- representación cartográfica de la superficie a extraer;
- método de intervención y manejo, por ejemplo, procedimiento de extracción y acopio de la capa vegetal para su uso posterior, lugar de acopio, etc.;
- destino: si se dará un uso a la capa vegetal de suelo o constituirá un residuo.

- Corta de flora y vegetación

Las acciones de corta de flora y vegetación se deben describir de acuerdo a lo siguiente:

- representación cartográfica de la vegetación a intervenir;
- superficie (ha) de vegetación a intervenir, según sea herbácea, arbustiva o arbórea;
- destino: si se dará un uso a la vegetación o constituirá residuo.

Debe tenerse presente que la corta de flora y vegetación está sujeta al cumplimiento de determinada normativa ambiental aplicable y PAS. En este contexto, se debe analizar la aplicabilidad de los siguientes PAS: permiso para corta de bosque nativo, establecido en el artículo 148 del Reglamento del SEIA; permiso para la corta de plantaciones en terrenos de aptitud preferentemente forestal, establecido en el artículo 149; permiso para la intervención de especies vegetales nativas clasificadas de conformidad con el artículo 37 de la Ley N° 19.300, que formen parte de un bosque nativo, o alteración de su hábitat, establecido en el artículo 150; permiso para la corta, destrucción o descepado de formaciones xerofíticas, establecido

en el artículo 151. En caso que alguno de estos PAS aplique, en el capítulo de legislación ambiental aplicable de la DIA o EIA se deben presentar los contenidos técnicos y formales para acreditar el cumplimiento de sus requisitos de otorgamiento según lo indicado en los respectivos artículos del Reglamento del SEIA. De ser así, se deben consultar las Guías PAS (SEA, 2014a; SEA, 2014b). También la corta de flora y vegetación debe ser analizada en el contexto de la predicción y evaluación de impactos ambientales.

- **Movimientos de tierra**

En el movimiento de tierra se distinguen las acciones de excavación o corte y de relleno o terraplén, las que deben describirse según se indica a continuación.

- Excavación o corte:
  - cantidad de material a remover ( $m^3$ );
  - porcentaje de finos y humedad del material (%);
  - destino del material: uso del material en la obra o manejo del material como residuo o ambos.
- Relleno o terraplén:
  - cantidad de material requerido ( $m^3$ );
  - origen y cantidad del material de relleno. Indicar el volumen de material de relleno proveniente de material de excavación del mismo proyecto. Si se requiere relleno de empréstito, indicar el volumen ( $m^3$ ) y la fuente u origen de éste.

Además, se debe describir el movimiento de tierra indicando:

- superficie a intervenir ( $m^2$ ),

- altura de la cota basal inicial y final (msnm),
- características de taludes de estabilidad,
- plano topográfico que grafique el nivel del terreno a intervenir y de las áreas vecinas que el sitio enfrente.

- **Tronaduras**

Para el acondicionamiento del terreno puede requerirse la realización de tronaduras con el objetivo de fragmentar la roca para que el terreno pueda excavarse.

Esta actividad se debe describir según lo siguiente:

- insumo de explosivos a utilizar tales como detonadores, altos explosivos, retardos, cordón detonante u otros. El tipo y cantidad de explosivos se debe reportar y detallar en la sección "Suministros básicos o insumos" de la DIA o EIA;
- objetivo específico de la realización de tronaduras;
- período de tiempo o frecuencia de la acción;
- principales acciones relacionadas, tales como: carguío, transporte, almacenamiento y distribución de explosivos, detonadores y medios de iniciación y disparo; evacuación de trabajadores por tronadura e inspección posterior al disparo; control de vibraciones; y eliminación de tiros quedados.

El titular es el responsable de estar en conocimiento de las normas vigentes que rigen a los consumidores y manipuladores de explosivos, los camiones fábricas o equipos de carguío de explosivos a granel, el empleo de explosivos en obras civiles y la destrucción y transporte de explosivos, conjunto de normas establecidas en el Reglamento sobre Control de Armas y Elementos

Similares<sup>17</sup>.

- Otras acciones de acondicionamiento del terreno

Para el acondicionamiento del terreno se puede requerir realizar otras acciones, que también deben describirse, tales como:

- compactación del terreno;
- nivelación del terreno;
- impermeabilización del terreno. En este caso, deberá indicarse el tipo de impermeabilización utilizado;
- acondicionamiento perimetral, indicando longitud (m) y características del cierre.

#### b. Construcción y mantenimiento de caminos de accesos y cierre de caminos temporales

Es necesario describir las acciones de construcción o habilitación, uso y cierre de caminos de accesos según lo que se señala a continuación.

- Construcción de caminos nuevos o habilitación de caminos existentes
  - Las acciones de acondicionamiento del terreno requeridas para construir el o los caminos se deben describir en la actividad “Acondicionamiento del terreno” de la DIA o EIA y que se señala en la sección 2.5.3.a de esta Guía.

– Las medidas o técnicas constructivas que aseguren la estabilidad del camino para que no se genere erosión del suelo ni afectación de la vegetación ubicada en el entorno.

– En relación a caminos que consideran cruces o atravesos de cauces, es necesario referirse a las acciones de construcción en consistencia con la descripción de esta obra realizada en la sección partes y obras de la DIA o EIA e indicada en la sección 2.4.2.a de esta Guía, especificando además que:

- En el caso de atravesos de cauces de corriente intermitente, dependiendo del período del año en que se construirá el atraveso, es necesario precisar el modo de materializarlo.
- En el caso de atravesos de cauces permanentes, se deben establecer las medidas y criterios generales para la construcción.

##### • Mantenimiento de caminos

Se deben describir las acciones para la mantención de caminos, tales como la mantención de taludes, limpieza de obras de arte y control de emisión de material particulado.

##### • Cierre de caminos

Se deben describir las acciones para deshabilitar los caminos temporales, las que tienen por objetivo recuperar, restablecer o proteger los componentes del medio ambiente intervenidos por la construcción y uso de caminos.

<sup>17</sup> Decreto Supremo N° 83, de 2008, Aprueba Reglamento Complementario de la Ley N° 17.798, que establece el Control de Armas y Elementos Similares

c. Construcción o habilitación, uso y cierre de la instalación de apoyo a la fase de construcción y construcción de la instalación de apoyo a la fase de operación

Dependiendo del proyecto, la o las instalaciones de apoyo a las actividades de la fase de construcción pueden ser diferentes o las mismas que se utilicen durante la fase de operación del proyecto. En la DIA o EIA el titular debe precisarlo y describir estas instalaciones considerando los ítems y descriptores que se señalan a continuación, según corresponda.

- Construcción o habilitación de la instalación

Las acciones de acondicionamiento del terreno requerido para habilitar esta instalación se deben describir en la actividad “Acondicionamiento del terreno” de la DIA o EIA, según los ítems y descriptores que se señalan en la sección 2.5.3.a de esta Guía.

Se deben describir las acciones para construir o habilitar los recintos que comprenden esta instalación; tales como la construcción del piso o *radier* de hormigón, edificaciones, obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie, entre otros.

- Uso de la instalación

Se deben describir los principales usos de los recintos de esta instalación, identificados en la sección “Partes y obras” de la DIA o EIA, indicando las acciones que se llevarán a cabo en ellos.

Es importante identificar y describir las acciones que se realizan en esta instalación y que generan emisiones atmosféricas, tales como la

transferencia de material, carguío y volteo de camiones con tierra o áridos, el acopio de áridos y tierra en pilas, donde se generan emisiones de material particulado (MP); lo anterior, en consistencia con lo que se indique en la sección “Emisiones” de la DIA o EIA y que se indica en la sección 2.5.6 de esta Guía.

Asimismo, es necesario identificar y describir las acciones que se realizan en esta instalación y que generan emisiones líquidas, por ejemplo, la mantención y el lavado de equipos y maquinarias, indicando las acciones de control y manejo de estas emisiones como lavado de piezas engrasadas en un estanque acondicionado y tratamiento de estas emisiones o residuos líquidos. Todo lo anterior debe ser reportado y detallado en la sección “Emisiones” de la DIA o EIA y que se indica en la sección 2.5.6 de esta Guía.

Igualmente es necesario identificar y describir las acciones que generan residuos; por ejemplo, la preparación de alimentos y uso del casino de trabajadores donde se generan residuos domiciliarios; el cambio de aceite de vehículos y maquinaria que genera residuos peligrosos. Lo anterior debe ser reportado y detallado en la sección “Residuos” de la DIA o EIA, según se indica en la sección 2.5.7 de esta Guía.

También es necesario describir el manejo de las sustancias peligrosas, normalmente almacenadas en esta instalación. Cabe tener presente que el almacenamiento de sustancias peligrosas se rige por el Reglamento de Almacenamiento de Sustancias Peligrosas (Ministerio de Salud, 2015) y por lo tanto se debe acreditar su cumplimiento

en el capítulo de legislación ambiental aplicable de la DIA o EIA, atendiendo lo dispuesto en el artículo 3 de esta norma<sup>18</sup>.

- **Cierre de la instalación**

Se deben describir todas las acciones asociadas al cierre de la instalación de faenas habilitada solo para la fase de construcción del proyecto, como el retiro de equipos y maquinarias y las que tienen como objetivo recuperar o restablecer los componentes del medio ambiente intervenidos por el proyecto. Con relación a estas últimas se deben considerar los siguientes tópicos:

- Identificación del o los lugares a recuperar o restablecer;
- Declaración de los objetivos ambientales (metas acotadas y medibles);
- Identificación y descripción de un sitio de referencia como imagen objetivo que se pretende alcanzar;
- Descripción de los métodos y técnicas de recuperación o restablecimientos de la geoformas, vegetación, paisaje u otro; indicando el cronograma y las acciones de control, seguimiento e indicadores de cumplimiento.

- d. **Construcción o habilitación, uso y cierre de la instalación para la producción de áridos**

Es necesario describir las principales acciones asociadas a la instalación para la producción de áridos, según lo que se señala a continuación.

- **Habilitación de la instalación**

Las acciones de acondicionamiento del terreno requeridas para habilitar esta instalación se deben describir en la actividad "Acondicionamiento del terreno" de la DIA o EIA y según los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.3. a de esta Guía. Asimismo, las acciones relativas a la construcción de caminos de accesos a esta instalación se deben describir en la actividad "Construcción de caminos" de la DIA o EIA y según los ítems y descriptores que se señalan en la sección 2.5.3. b de esta Guía. Se deben describir otras acciones si las hubiera.

- **Producción de áridos**

Las acciones de producción de árido se deben describir de acuerdo a lo siguiente:

- **Extracción del material:**

- lugar de extracción del material: río, cantera, o pozo lastriero;
- tasa de extracción promedio ( $m^3/d$ );
- modalidad de extracción: canalones, celdas, trincheras, cuarteles, otra;
- cantidad y dimensiones de las unidades de extracción tales como canalones, celdas u otras: largo, ancho, profundidad, pendiente;
- distribución espacial de las unidades de extracción o plano de planta georreferenciado;
- construcción de ataguías, obras de encauzamiento o desvío del cauce del río;
- control de topografía;

---

<sup>18</sup> Quedan excluidos del ámbito de aplicación de este reglamento. (...) Los sólidos a granel en las faenas de la industria extractiva minera reguladas por el decreto N° 132 de 2002 del Ministerio de Minería que aprueba el Reglamento de Seguridad Minera. No obstante, se someten a las disposiciones de la citada norma el almacenamiento de las sustancias peligrosas envasadas, líquidos y gases a granel en estanques almacenados en las instalaciones o servicios de apoyo de las faenas mineras, ubicadas en el radio urbano, se someterán a las disposiciones de esta norma, en lo que fuere compatible con el Reglamento de Seguridad Minera.

- carguío de material;
  - transporte de material;
  - acopio del material.
- Procesamiento del material y producción de áridos:
- clasificación del material según tamaño;
  - chancado o trituración del material;
  - lavado y secado de áridos;
  - acopio de áridos;
  - tasa de producción de áridos ( $m^3/d$ ,  $m^3/mes$ );
  - manejo de excedentes de material, consistente con lo que se indique en la sección “Residuos” de la DIA o EIA;
  - manejo y disposición del agua de escorrentía, si corresponde;
  - manejo de emisiones a la atmósfera y emisiones líquidas, consistente con lo que se indique en la sección “Emisiones” de la DIA o EIA.
- Cierre de la instalación
- En el caso que el yacimiento se emplace en un cauce o zona riparia de un río, se deben identificar las acciones para su restitución. En cualquier caso, se deben indicar las acciones de cierre tales como el desmantelamiento y retiro de equipos y maquinarias y las que tengan por objetivo recuperar o restablecer los componentes del medio ambiente intervenidos por la habilitación construcción y uso de esta instalación. Con relación a estas últimas se deben considerar los siguientes tópicos:
- Identificación del o los lugares a recuperar o restablecer;
  - Declaración de los objetivos ambientales (metas acotadas y medibles);
  - Identificación y descripción de un sitio de referencia como imagen objetivo que se pretende alcanzar;
  - Descripción de los métodos y técnicas de recuperación o restablecimientos de la geoformas, vegetación, paisaje u otro; indicando el cronograma y las acciones de control, seguimiento e indicadores de cumplimiento.
- e. **Construcción o habilitación, uso y cierre de la instalación para la producción de hormigón**
- Es necesario describir las principales acciones asociadas a la instalación para la producción de hormigón según lo siguiente:
- **Habilitación de la instalación**
- Las acciones de acondicionamiento del terreno requeridas para habilitar esta instalación se deben describir en la actividad “Acondicionamiento del terreno” según los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.3. a de esta Guía. Asimismo, las acciones relativas a la construcción de caminos de accesos a esta instalación se deben describir en la actividad “Construcción de caminos” de la DIA o EIA y según los ítems y descriptores que se señalan en la sección 2.5.3. b de esta Guía. Se debe describir otras acciones si las hubiera.

- Producción de hormigón

Las acciones de producción de hormigón se deben describir de acuerdo a lo siguiente:

- manejo de los acopios de áridos, cemento, agua y aditivos;
- sistema y procedimiento de carga de áridos y cemento en el alimentador del equipo de mezcla, camiones moto hormigoneros o mixer;
- lavado de camiones y manejo de emisiones líquidas, consistente con lo que se señale en la sección "Emisiones" de la DIA o EIA;
- tasa de producción de hormigón ( $m^3/d$ );
- destino identificando la o las actividades en las cuales se usará el hormigón.

- Cierre de la instalación

Se deben describir las acciones del cierre de la instalación tales como el desmantelamiento y retiro de equipos y maquinarias y las que tengan por objetivo recuperar o restablecer los componentes del medio ambiente intervenidos. Con relación a estas últimas se deben considerar los siguientes tópicos:

- Desmantelamiento y retiro de estructuras (manejo de residuos y emisiones) e identificación de las que permanecerán;
- Identificación del o los lugares a recuperar o restablecer;
- Descripción de los métodos y técnicas de recuperación o restablecimientos de la geoformas, vegetación, paisaje u otro; indicando el cronograma y las acciones de control, seguimiento e indicadores de cumplimiento.

- f. Construcción y uso del polvorín o almacén de explosivos y su cierre en el caso que sea de uso temporal

Se deben describir las principales acciones constructivas del almacén, según se trate de un almacén en superficie, subterráneo o enterrado. Las acciones de acondicionamiento del terreno requerido para habilitar esta instalación se deben describir en la actividad "Acondicionamiento del terreno" de la DIA o EIA y que se señala en la sección 2.5.3. a de esta Guía.

Se deben describir las acciones de manejo de los elementos almacenados en el polvorín, dando cumplimiento a las medidas de seguridad del almacén, entre otras, de control de temperatura y humedad.

Se deben señalar las acciones del cierre del polvorín en el caso que sea de uso temporal o se utilice solo durante la fase de construcción del proyecto.

- g. Construcción o habilitación, uso y cierre de la instalación para el manejo del agua servida

Es necesario describir las principales acciones asociadas a esta instalación, según lo que se señala a continuación.

- Habilitación o construcción de la instalación para el manejo del agua servida
  - Las acciones de acondicionamiento del terreno requerido para habilitar esta instalación se deben describir en la actividad "Acondicionamiento del terreno" de la DIA o EIA, y que se señala en la sección 2.5.3. a de esta Guía.
  - Descripción de las acciones para construir o habilitar las unidades que componen esta instalación y que han sido descritas en la

sección "Partes y obras" de la DIA o EIA, tales como construcción del piso de hormigón e impermeabilización del suelo.

- Montaje y prueba de equipos.
- Manejo del agua servida

La recolección, tratamiento y disposición del agua servida se debe reportar y describir en la sección "Emisiones líquidas: agua servida" de la DIA o EIA, según los ítems y descriptores que se indica en la sección 2.5.6 de esta Guía.

- Cierre de la instalación para el manejo del agua servida

Es posible que esta instalación permanezca y se ocupe durante la fase de operación del proyecto. De ser así, en la DIA o EIA se debe señalar expresamente; de lo contrario, se deben describir las acciones del cierre, como las siguientes:

- El desmantelamiento y retiro de estructuras, incluyendo el manejo de residuos, des energización de las instalaciones u otras acciones.
- La identificación de las partes que permanezcan con posterioridad al cierre, si corresponde.
- Las acciones para la restitución de las características del terreno, indicando los métodos y técnicas de recuperación o restablecimientos de la geoformas, vegetación, paisaje u otro; señalando el cronograma y las acciones de control, seguimiento e indicadores de cumplimiento.

#### **h. Habilitación, uso y cierre de la instalación para el manejo y eliminación de residuos de la construcción**

Es necesario describir las principales acciones asociadas a la instalación para el manejo y eliminación de residuos de la construcción, según lo siguiente;

- **Habilitación de la instalación**
  - Acondicionamiento del terreno, según lo indicado en la sección 2.5.3. a de esta Guía.
  - Construcción o habilitación de la cubeta o recinto.
  - Construcción de las obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie, si corresponde.
  - Construcción del cierre perimetral.
- **Manejo de los residuos**
  - Recepción, inspección visual y pesaje de los residuos.
  - Segregación y clasificación de los residuos.
  - Lista de residuos a disponer, tales como madera, fierros, hormigón de descarte y cantidades estimadas de cada uno.
  - Lista de componentes de descarte que no serán eliminados en esta instalación.
  - Procedimientos para la compactación, acopio y disposición de residuos en la cubeta.
  - Procedimientos para la estabilidad y contención del terreno.
  - Manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie, si corresponde.

Esta información debe ser consistente con lo que se indique en la sección "Residuos" de la DIA o EIA.

- Cierre de la instalación

- Material de cobertura, sellado o acabado de la cubeta.
- Condiciones de estabilidad física de la cubeta.
- Descripción de las acciones que tienen por objetivo recuperar o restablecer los componentes del medio ambiente intervenidos por la construcción y uso de esta instalación, considerando los siguientes tópicos:
  - Identificación del o los lugares a recuperar o restablecer;
  - Declaración de los objetivos ambientales (metas acotadas y medibles);
  - Identificación y descripción de un sitio de referencia como imagen objetivo que se pretende alcanzar;
  - Descripción de los métodos y técnicas de recuperación o restablecimientos de la geoformas, vegetación, paisaje u otro; indicando el cronograma y las acciones de control, seguimiento e indicadores de cumplimiento.

- i. Tránsito y funcionamiento de vehículos y maquinarias al interior del emplazamiento del proyecto

Las actividades de la fase de construcción conllevan el tránsito y funcionamiento de vehículos y maquinarias al interior del lugar de emplazamiento del proyecto y en las áreas donde se realizan las faenas; por ejemplo, funcionamiento de máquinas excavadoras para el movimiento de tierra, tránsito de camiones con áridos, hormigón y otros insumos.

Para estimar las emisiones atmosféricas de material particulado y gases que generan el tránsito y funcionamiento de vehículos y maquinarias es necesario describir esta actividad de acuerdo a lo siguiente:

- lista de actividades, vehículos y maquinarias asociadas;
- kilómetros recorridos, considerando el total de vehículos (km/mes);
- tiempo de operación, considerando el total de camiones o maquinarias (h/mes) transferencia de material (tierra, áridos y residuos de la construcción), carguío y volteo de camiones (t/mes).

- j. Transporte de insumos, residuos y mano de obra fuera del área de emplazamiento del proyecto

Para estimar las emisiones atmosféricas de material particulado y gases que generan el transporte de insumos, residuos y mano de obra es necesario describir esta actividad de acuerdo a lo siguiente:

- medio de transporte de insumos, residuos y mano de obra;
- tipo de vehículos, número de viajes promedio por unidad de tiempo y número máximo de viajes;
- identificación de las rutas: nombre, tipo (pavimentada y no pavimentada);
- distancia recorrida (km/mes).

- k. Construcción de las obras, manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie

Las acciones de acondicionamiento del terreno requeridas para la construcción de estas obras se deben describir en la actividad "Acondicionamiento del terreno" de la DIA o EIA y que se señala en la sección 2.5.3. a de esta Guía.

El manejo del agua de escorrentía de superficie puede comenzar durante la fase de construcción del proyecto, manteniéndose durante la operación y vida útil del mismo. El manejo se debe describir indicando las acciones de mantenimiento de ductos y canaletas y el destino o descarga del agua.

#### I. Construcción de las obras, manejo y disposición del agua de contacto

Las acciones de acondicionamiento del terreno requeridas para la construcción de estas obras se deben describir en la actividad “Acondicionamiento del terreno” de la DIA o EIA y que se señala en la sección 2.5.3. a de esta Guía.

El manejo del agua de contacto puede comenzar durante la fase de construcción del proyecto, manteniéndose durante la fase de operación del mismo. El agua de contacto puede incluir agua

hallada y de escorrentía. Su manejo debe describirse indicando lo siguiente:

- Fuentes del agua de contacto: agua hallada, escorrentía de superficie y subterránea, según corresponda.
- Cantidad que proviene de cada fuente.
- Caracterización geoquímica del material que entra en contacto con el agua, que permita evaluar la potencial generación de drenaje ácido.
- Acciones de recolección, almacenamiento, tratamiento y disposición final, en consistencia con lo que se indique en la sección “Emisiones líquidas” de la DIA o EIA, las que se deben describir según los ítems y descriptores que se señalan en la sección 2.5.6. b de esta Guía.
- Análisis comparativo entre la calidad del agua de contacto y del agua del cuerpo receptor.

2.



## 2.5.4 Suministros básicos o insumos

### § Lista de principales suministros básicos o insumos

Los suministros básicos o insumos que, en general en todo proyecto se requieren, son los siguientes:

- Agua
- Energía eléctrica
- Sustancias peligrosas
- Áridos
- Hormigón
- Equipos y maquinarias

Es necesario estimar los insumos considerando todas las actividades de la fase de construcción y todas las partes y obras del proyecto, describiéndolos según se señala a continuación.

### § Descripción de suministros básicos o insumos listados

#### a. Agua

Normalmente se requiere agua para realizar determinadas actividades de la construcción del proyecto, este insumo se debe describir de acuerdo a lo siguiente:

- Indicación de las actividades en que se utilizará el agua, como por ejemplo la producción de hormigón y riego de caminos.
- Cantidad ( $m^3$  por unidad de tiempo).
- Fuente de abastecimiento, indicando:
  - tipo: red pública, río, lago, humedal, vertiente, agua subterránea, agua hallada, estuario, mar u otro;
  - ubicación georreferenciada del punto de captación de agua, por ejemplo ubicación de pozos;

- En el caso que se contemple el almacenamiento y conducción del agua, indicar las obras correspondientes descritas en la sección "Partes y obras" de la DIA o EIA.

Se hace presente que el suministro agua, al igual que los demás suministros, se debe describir en esta sección de la DIA o EIA, considerando todas las actividades o procesos que impliquen su uso o la requieran, en las respectivas fases de cada uno de los tipos de proyectos de desarrollo minero que se trate.

#### b. Energía eléctrica

Normalmente se requiere energía eléctrica para realizar determinadas actividades de esta fase, insumo que debe describirse de acuerdo a lo siguiente:

- cantidad (kWh);
- forma de provisión: conexión a la red, grupos electrógenos y obras relacionadas, en consistencia con lo que se indique en la sección "Partes y obras" de la DIA o EIA, u otra forma;
- destino: indicar la o las actividades en que se usará la energía.

#### c. Sustancias peligrosas

Es necesario identificar las sustancias peligrosas tales como combustibles y explosivos, según lo siguiente:

- clase de sustancia, según la NCh 382 Of. 2013, o la que la reemplace;
- cantidad requerida;
- forma de provisión: propio o tercero;
- transporte de la sustancia: el titular debe declarar el compromiso de proveerse de sustancias peligrosas mediante un tercero autorizado;

- almacenamiento: se debe indicar la bodega o instalación para el almacenamiento descrita en la sección "Partes y obras" de la DIA o EIA.
- destino: indicar la o las actividades en que se utilizará la sustancia;
- hoja de datos de seguridad respectiva.

#### d. Áridos

Los insumos de áridos se deben describir según lo siguiente:

- Cantidad total ( $m^3$ ) y tasa de consumo ( $m^3/día$ ,  $m^3/mes$ ).
- Modo de provisión:
  - En el caso que se contempla la provisión de áridos por un tercero, el titular debe declarar que éstos provendrán de una planta o cantera autorizada. Se podrá identificar la fuente, indicando el nombre de la cantera o yacimiento.
  - En el caso que el proyecto contemple la extracción de áridos, se debe describir la "instalación para la producción de áridos" en la sección "Partes y obras" y la actividad "habilitación, operación y cierre de la instalación para la producción de áridos" en la sección "Actividades" de la DIA o EIA.
  - Acopio de áridos: relacionarlo con el recinto de acopio de la sección "Partes y obras" de la DIA o EIA.
- Destino: identificar la o las actividades en las cuales se usarán los áridos.

#### e. Hormigón

Los insumos de hormigón se deben describir según lo siguiente:

- Cantidad total ( $m^3$ ) y tasa de consumo ( $m^3/día$ ).
- Modo de provisión:

- Se debe indicar si se contempla la provisión de hormigón por un tercero o se contempla producirlo en la faena.
- En el caso que el proyecto contemple la producción de hormigón, se debe describir la "instalación para la producción de hormigón" en la sección "Partes y obras" y la actividad "habilitación, uso y cierre de la instalación para la producción de hormigón" en la sección "Actividades" de la DIA o EIA.
- Destino: identificar la o las actividades en las cuales se usará el hormigón.

#### f. Equipos y maquinarias

Es necesario identificar las principales máquinas y equipos que se utilizarán en la fase de construcción y asociarlos al nombre de las actividades en las que se ocuparán.

Se debe indicar si se contempla la actividad de mantención de maquinaria. En este caso, es necesario especificar donde se realizará, relacionándola con la parte u obra correspondiente y describir dicha actividad.

Para estimar las emisiones atmosféricas que generan el funcionamiento de equipos y maquinarias a combustión, incluyendo grupos electrógenos, éstos se deben describir de acuerdo a lo siguiente:

- nombre del equipo o máquina;
- potencia nominal (hp);
- tiempo de operación diaria;
- tiempo total de operación.

#### g. Otros insumos

De considerarse otros insumos relevantes para la fase de construcción, deben ser indicados, señalando:

- nombre del insumo;
- cantidad requerida;
- condiciones de almacenamiento, relacionándolo con la parte u obra destinada a este fin;
- destino: asociarlo a la o las actividades en que se utilizará.

En la DIA o EIA es necesario adjuntar una tabla de resumen de todos los principales insumos de la fase de construcción.

### 2.5.5 Recursos naturales renovables a extraer o explotar

Cualquier proyecto de desarrollo minero puede requerir para satisfacer sus necesidades la extracción u explotación de algún recurso natural renovable, como agua. Es necesario considerar todos los recursos, por ejemplo, recursos forestales en el caso de proyectos que los usan en la fortificación de túneles y piques. De ser así, se debe identificar el recurso natural renovable indicando su ubicación y cantidad a extraer u explotar.

La descripción detallada del o los recursos naturales a extraer o explotar se debe realizar en la sección "Suministros básicos o insumos" de la DIA o EIA y según los ítems y descriptores indicados en la sección 2.5.4 de esta Guía, en lo que corresponda.

### 2.5.6 Emisiones

#### § Lista de emisiones

Para efectos de la evaluación ambiental las emisiones de un proyecto se clasifican en:

- Emisiones a la atmósfera:
  - material particulado y gases
  - olor

- Emisiones líquidas:
  - agua servida
  - otras emisiones líquidas
- Ruido
- Vibración
- Campos electromagnéticos
- Otras emisiones

Se deben estimar las emisiones de la fase de construcción del proyecto de desarrollo minero según se señala a continuación.

#### § Descripción de emisiones listadas

##### a. Emisiones a la atmósfera

###### a. 1. Material particulado y gases

Se deben estimar las emisiones a la atmósfera de material particulado y gases ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ , otro) durante la fase de construcción del proyecto considerando todas las fuentes. Para cada fuente identificada se debe indicar lo siguiente:

- nombre de la o las actividades que generan emisiones, según lo indicado en la sección "Actividades" de la DIA o EIA y la identificación de las acciones específicas que generan emisiones;
- descripción de la fuente, indicando si es estacionaria (fija) o móvil; difusa o puntual;
- tasa de emisión (kg/día), metodología de estimación y memoria de cálculo;
- meses en que se generan las emisiones, asociado al cronograma de actividades de esta fase del proyecto.

Las actividades propias de la fase de construcción, que constituyen fuentes generadoras de emisiones a la atmósfera de material particulado, son tales como las siguientes:

- Acondicionamiento del terreno: escarpe, excavaciones o relleno.
- Transferencia de material, carguío y volteo de camiones: tierra, áridos y residuos de la construcción.
- Tránsito o circulación de camiones y maquinaria por caminos.
- Erosión de material acopiado en pila (tierra y áridos).
- Actividades constructivas de las obras.

Las acciones que generan emisiones de gases son tales como la combustión de maquinarias y vehículos.

Es posible que se consideren medidas relacionadas con emisiones fugitivas a la atmósfera de polvo y material particulado, tales como:

- medida de riego de la carpeta de caminos de tierra o ripio con agua;
- medida de cubrimiento de la carpeta de caminos de tierra o ripio con supresor de polvo (bischofita o similar).

La descripción de estas medidas se puede ver en la sección 3.2.4 de la Guía para la Evaluación de Impacto Ambiental de la Fase de Construcción de Proyectos (SEA, 2012).

Otras medidas para el control de emisiones que pueden considerarse son las siguientes:

- humectación de pilas de acopio de tierra;
- compactación y estabilización de la zona de tránsito de maquinarias y vehículos;
- cubierta de lona o malla Rachel en las pilas de acopio de tierra, áridos y escombros;
- circulación de vehículos a una velocidad máxima;

- evitar funcionamiento de vehículos detenidos con motor encendido;
- ubicación de las actividades de corte con sierra en un recinto cerrado;
- humectación de los ladrillos antes de cortarlos;
- mezcla y molienda de materiales mediante procesos húmedos;
- cierre tipo panel (OSB o similar) en el deslinde del predio de la obra cuando ésta colinde con viviendas;
- instalación de cortavientos de malla Raschel en el perímetro de la instalación o recinto donde se generan emisiones fugitivas de polvo y material particulado, tales como área de acopio de áridos y sector de producción de hormigón;
- transporte de materiales en camiones, con un límite de carga máximo de la tolva en 10 cm por debajo de ésta.

Otras medidas para el control de emisiones que normalmente se consideran en los proyectos de desarrollo minero se asocian a la consideración de determinadas partes y obras físicas destinadas al abatimiento o supresión de polvo, tales como los siguientes:

- encapsulamiento de correas transportadoras de mineral,
- galpón o techumbre sobre el sitio de acopio de mineral,
- elementos de aspersión de agua en unidades del chancado de mineral,
- otros.

Tales elementos de las partes y obras físicas del proyecto deben identificarse en la sección "Partes y obras" de la DIA o EIA y debe hacerse mención a ellas al momento de describir las emisiones del proyecto.

### a. 2. Olor

Es necesario identificar las fuentes generadoras de emisiones de olor y la presencia de población receptora. Para cada una de las fuentes de emisión de olor identificadas se debe indicar lo siguiente:

- Nombre de la o las partes/obras, que generan olor, de acuerdo a lo indicado en la sección "Partes u obras" de la DIA o EIA.
- Nombre de la o las actividades que generan olor, relacionándola con la sección "Acciones o actividades" de la DIA o EIA.
- Descripción de la fuente, indicando si es estacionaria (fija) o móvil; difusa o puntual.
- Régimen de emisión: indicando si es permanente, periódico u ocasional; características de funcionamiento de la fuente, como tiempo de funcionamiento, frecuencia, condiciones de operación.
- Período en que se genera la emisión, asociado al cronograma de actividades de esta fase del proyecto.
- Medidas consideradas para el manejo y control del olor, las cuales se pueden clasificar en:
  - Medidas asociadas al diseño del proyecto, por ejemplo, implementación de una técnica de reutilización de gases odoríferos en que los gases que se generan en un proceso se reutilizan como fuente de energía en otro proceso; encapsulamiento de las unidades o fuentes generadoras de olor.
  - Medidas asociadas a buenas prácticas en procesos potencialmente generadores de olor, por ejemplo, la aplicación de un protocolo de mantenimiento de equipos y maquinarias que durante su funcionamiento constituyen fuentes de olor.

- Medidas tecnológicas de abatimiento y control de olores, como lavadores de gases, oxidación térmica, adsorción por carbón activado, adsorción por adición química, biofiltración, evaporador de contacto directo, precipitación electrostática, inyección de ozono, contenedores cerrados, entre otras.

Junto con identificar las medidas a adoptar, se deben señalar los indicadores de eficacia y cumplimiento de éstas.

### b. Emisiones líquidas

#### b. 1. Agua servida

Se debe estimar la cantidad de agua servida a generar durante la fase de construcción del proyecto (volumen por unidad de tiempo), su manejo y disposición final, según se indica a continuación.

##### • Baños químicos

En el caso del uso de baños químicos, el manejo del agua servida se debe describir de acuerdo a lo que se señala a continuación.

- Número de baños químicos.
- Frecuencia de retiro del agua servida.
- Tiempo de utilización de baños químicos en el emplazamiento del proyecto (meses).
- Transporte: el titular debe indicar si contempla el transporte o éste lo realizará un tercero autorizado; en este último caso, el titular debe declarar que el transporte del agua servida lo realizará una persona autorizada para estos efectos y podrá indicarse el nombre de la empresa y la resolución de autorización de la Autoridad Sanitaria.

- Eliminación: el titular debe declarar que la eliminación del agua servida proveniente de baños químicos se realizará en una instalación autorizada para estos efectos. Podrá indicarse el nombre de la empresa, nombre y dirección de la instalación y la resolución de autorización de la Autoridad Sanitaria.
- Recolección, tratamiento y eliminación del agua servida

En el caso que se contemple un sistema particular de recolección, tratamiento y eliminación del agua servida, se debe describir según lo siguiente:

- La obra o equipamiento, relacionándola con la información proporcionada al respecto en la instalación para el manejo del agua servida identificada en la sección "Partes y obras" de la DIA o EIA.
- El tipo de tratamiento y su descripción, relacionándolo con la información proporcionada al respecto en la instalación para el manejo del agua servida identificada en la sección "Partes y obras" de la DIA o EIA.
- Caudales (volumen/unidad de tiempo) de entrada de agua servida y de salida de agua a eliminar.
- La caracterización físico-química y microbiológica del agua servida y cuando corresponda del agua tratada.
- El período de residencia del agua en las distintas unidades que componen el sistema.
- Los residuos sólidos generados por el tratamiento (lodos), consistente con lo que se informe al respecto en la sección "Residuos" de la DIA o EIA.
- La descarga o eliminación del agua servida tratada, señalando lo siguiente:

- Tipo de disposición final, indicando si el agua tratada se dispondrá por infiltración, mediante riego del terreno, en un cauce u otro destino.
- En el caso que la descarga sea dispuesta en un cauce de un curso superficial de agua, indíquese el nombre del cuerpo receptor, las características hidrológicas y de calidad de éste, la descripción de la obra para la descarga y la ubicación georreferenciada de ésta.
- En el caso que el agua se elimine mediante el riego de terrenos, indíquese la superficie a regar, las características del terreno y la frecuencia del riego.
- En el caso que el agua se elimine mediante infiltración, indíquese la profundidad de la napa en su nivel máximo de agua, desde el fondo del pozo o cámara filtrante, las características del terreno y cantidad necesaria para filtrar.

## b. 2. Otras emisiones líquidas

Es necesario estimar las emisiones líquidas que se generan en la ejecución de las actividades de construcción del proyecto considerando todas las fuentes. Por ejemplo, el lavado de equipos o camiones y el lavado del material en la producción de áridos.

Para cada fuente identificada se debe indicar lo siguiente:

- El nombre de la o las actividades que generan las emisiones líquidas, según lo indicado en la sección "Actividades" de la DIA o EIA y la identificación de las acciones específicas que generan emisiones.
- La cantidad por unidad de tiempo, especificando valores máximos y medios.
- El régimen de generación: permanente o continuo, intermitente u ocasional.

- Calidad o caracterización de la emisión, la que podrá realizarse a partir de la información generada por la operación de actividades similares, información bibliográfica u otras fuentes.

En el caso que se contemple almacenar las emisiones líquidas y luego externalizar el transporte al tratamiento o eliminación de éstas, es necesario indicar lo siguiente:

- El procedimiento de recolección y almacenamiento de las emisiones líquidas.
- La descripción de los contenedores y su sistema de impermeabilización, capacidad total de almacenamiento ( $m^3$ ), tiempo de almacenamiento y frecuencia de retiro.
- Transporte: el titular debe indicar si contempla el transporte o éste lo realizará un tercero autorizado, en este último caso, él debe declarar que el transporte de las emisiones líquidas lo realizará una persona autorizada para estos efectos y podrá indicar el nombre de la empresa y la resolución de autorización de la Autoridad Sanitaria.
- Eliminación: el titular debe declarar que la eliminación de las emisiones líquidas se realizará en una instalación autorizada para estos efectos. Podrá identificarse el nombre de la empresa, el nombre y dirección de la instalación o planta que recibe estas emisiones y la resolución de autorización de la Autoridad Sanitaria.

En el caso que el generador o titular contemple un sistema propio de manejo o tratamiento y la eliminación de las emisiones líquidas, se debe indicar lo siguiente:

- La obra o equipamiento para el manejo de las emisiones líquidas, relacionándolo con la información proporcionada al respecto en la sección "Partes y obras" de la DIA o EIA.

- La capacidad de diseño del sistema y el tipo de tratamiento o tecnología de abatimiento de contaminantes, consistente con la información proporcionada al respecto en la sección "Partes y obras" de la DIA o EIA.
- La descripción del sistema, diagrama de flujo y el balance de masa.
- Los caudales (volumen/unidad de tiempo) de entrada de agua cruda y de salida de agua a eliminar, y si corresponde, el detalle de caudales de entrada y salida y el período de residencia del agua en cada una de las unidades que componen el sistema.
- La caracterización físico-química y microbiológica del agua cruda y del agua tratada.
- Los residuos sólidos generados por el tratamiento, relacionándolo con lo informado al respecto en la sección "Residuos" de la DIA o EIA.
- La descripción de la descarga, evacuación o eliminación de las emisiones líquidas, indicando:
  - características de la obra física;
  - nombre de la descarga y su georreferencia;
  - destino: agua subterránea, cuerpo de agua superficial o marina, alcantarillado público, suelo, otro.

Cabe tener presente que a la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de residuos industriales o mineros le es aplicable el PAS señalado en el artículo 139 del Reglamento del SEIA y, por lo tanto en el capítulo de legislación ambiental aplicable de la DIA o EIA se deben presentar los contenidos técnicos y formales para acreditar el cumplimiento de sus requisitos de otorgamiento, de acuerdo a lo establecido en dicho artículo.

Asimismo, si la descarga califica como fuente emisora de acuerdo a las normas de emisión vigentes, el titular debe entregar los antecedentes para mostrar el cumplimiento de la norma en el capítulo de legislación ambiental aplicable de la DIA o EIA.

En el caso que se contempla la conexión provisoria a la red de alcantarillados de agua servida, ya sea para descargar agua servida u otras emisiones líquidas, debe identificarse la red y adjuntar el certificado de factibilidad de la empresa sanitaria. De ser así, se debe ser consistente con lo expresado en el capítulo de legislación ambiental aplicable de la DIA o EIA, con relación al cumplimiento del DS N° 609, de 1998, que establece la Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Sistemas de Alcantarillado.

### c. Ruido

Es necesario estimar las emisiones de ruido de la fase de construcción del proyecto, considerando todas las fuentes que generan niveles de emisión o presión sonora, clasificándolas en fuentes emisoras reguladas por el DS N° 38, de 2011, del Ministerio del Medio Ambiente (DS N° 38/2011)<sup>19</sup> y fuentes no reguladas por el DS N° 38/2011.

- Fuentes emisoras reguladas por el DS N° 38/2011

En el marco de esta norma se entiende como fuente emisora de ruido *"toda actividad productiva, comercial, de esparcimiento y de servicios, faenas constructivas y elementos de infraestructura que generen emisiones de ruido hacia la comunidad"*<sup>20</sup>.

Respecto de cada fuente emisora de ruido se debe indicar, a lo menos, lo siguiente:

— Características de la fuente:

- nombre, relacionándola con la sección "Partes/obras", "Acciones o actividades", "Suministros básicos: equipos y maquinarias" de la DIA o EIA, según corresponda;
- ubicación: distancia de la fuente a la propiedad donde se encuentre el receptor más cercano; área rural o urbana. En el caso que se ubique en un área urbana se debe identificar el instrumento de planificación territorial que le es aplicable al proyecto, indicando la zona definida por dicho instrumento y los usos de suelo permitidos en ésta.
- dimensiones incluyendo altura media;
- períodos de funcionamiento asociado al cronograma de actividades de la fase; indicando si corresponde a periodo diurno o nocturno.

— Niveles de emisión o presión sonora.

En lo que corresponda a la evaluación ambiental del proyecto, el titular debe informar sobre el ruido teniendo a la vista la Resolución Exenta N° 693, del 21 de agosto de 2015, de la Superintendencia del Medio Ambiente, que aprueba contenido y formato de las fichas para informe técnico del procedimiento general de determinación del nivel de presión sonora corregido; y los documentos relacionados, a saber, el Reporte Técnico del DS N° 38 de 2011 del Ministerio del Medio Ambiente y la Planilla Reporte

<sup>19</sup> Establece Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes que Indica, Elaborada a partir de la Revisión del Decreto N° 146, de 1997, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

<sup>20</sup> Ref. art. 6 números 1, 2, 3, 4, 10, 12 y 13 del DS N° 38/2011

Técnico del DS N° 38 de 2011 del Ministerio del Medio Ambiente<sup>21</sup>.

Asimismo, esta información debe ser consistente con lo que se indique respecto de la estimación de los niveles de emisión o presión sonora del capítulo de legislación ambiental aplicable de la DIA o EIA, relativo al cumplimiento del DS N° 38/2011.

- Fuentes no reguladas por el DS N° 38/2011

Se excluyen como fuentes emisoras reguladas por el DS N° 38/2011 las indicadas en el artículo 5 de la misma, siendo de interés para la evaluación ambiental de este tipo de proyecto las siguientes:

- tránsito vehicular,
- tránsito ferroviario,
- voladuras y/o tronaduras,
- otras (fuentes de ruido impulsivo<sup>22</sup> o de corta duración).

- Tránsito vehicular

La estimación de niveles de emisión o presión sonora generados por el tránsito vehicular se puede realizar utilizando algún modelo, como los siguientes:

- RLS90 (República Federal de Alemania),
- SP48 o SP 96 (Países Nórdicos, incluyendo al Reino de Suecia),
- CoRTN (Reino Unido),
- STL86 (Confederación Suiza),
- FHWA (Estados Unidos de Norteamérica).

Los parámetros que éstos consideran, en general, son los siguientes: flujo y composición del tránsito vehicular; geometría de la calle, número de pistas, tipo de carpeta de rodado, velocidad de circulación según composición vehicular, topografía, edificaciones del entorno y condiciones meteorológicas. En el caso que las emisiones de ruido se estimen utilizando otro modelo, se debe justificar.

En cualquier caso, se debe indicar la ubicación de la fuente y la distancia de ésta al receptor más cercano. Asimismo, las características del tránsito vehicular deben asociarse a las "Acciones o actividades" del proyecto, en consistencia con el cronograma de actividades de la DIA o EIA. También las características de la calle deben relacionarse con la información proporcionada en la Descripción del Proyecto de la DIA o EIA, sección "Caminos de accesos a los sitios en los que se desarrollará el proyecto" o "Partes y obras: caminos de accesos temporales y permanentes", según corresponda.

- Tránsito ferroviario

La estimación de niveles de emisión o presión sonora generados por el tránsito ferroviario puede realizarse utilizando alguno de los siguientes modelos:

- Modelo SRM I - ARM 1 y SMR II (holandés o Reino de los Países Bajos),
- Schall 03 (República Federal de Alemania),
- Transit Noise and Vibration Impact Assessment (Estados Unidos de Norteamérica).

<sup>21</sup> La citada resolución y documentos relacionados se encuentran disponibles en el sitio web de la Superintendencia del Medio Ambiente, [www.sma.gob.cl](http://www.sma.gob.cl).

<sup>22</sup> El ruido impulsivo es aquel ruido que presenta impulsos de energía acústica de duración inferior a 1 segundo a intervalos superiores a 1 segundo (Ref. artículo 71 del DS 594, de 1999, del Ministerio de Salud, *Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo*).

Estos modelos consideran parámetros como la longitud, altura, peso y dimensión de las ruedas del tren; velocidad y tipo de vía; períodos de funcionamiento (horario de circulación). Algunos modelos consideran factores de emisión asociados a distintos tipos de trenes en cuanto a sistema de propulsión y frenado. En el caso que las emisiones de ruido se estimen utilizando otro modelo, se debe justificar.

Es necesario indicar la ubicación de la fuente y la distancia de ésta al receptor más cercano. Asimismo, las características del tránsito ferroviario deben asociarse a las “Acciones o actividades” del proyecto, en consistencia con el cronograma de actividades de la DIA o EIA. También las características de la vía férrea deben relacionarse con la información proporcionada en la sección “Caminos de accesos a los sitios en los que se desarrollará el proyecto” de la DIA o EIA.

- **Voladuras o tronaduras**

Para la estimación de niveles de emisión o presión sonora por voladuras o tronaduras, se recomienda utilizar el modelo de reducción de raíz cúbica<sup>23</sup> que utiliza, entre otros, los siguientes parámetros: meteorología, topografía, distancia entre lugar de la tronadura al punto de medición, carga utilizada, diseño de la tronadura.

En cualquier caso, se debe indicar la ubicación de la fuente y la distancia de ésta al receptor más cercano. Asimismo, el lugar que se realiza la tronadura se debe asociar a las “Acciones o actividades” del proyecto, en consistencia con el cronograma de actividades de la DIA o EIA, según corresponda.

- **Fuentes de ruido impulsivo o de corta duración**

Para la estimación de niveles de emisión o presión sonora por fuentes impulsivas y de corta duración se pueden obtener datos mediante mediciones en terreno, caracterizando las fuentes mediante el concepto de ambientes comparados. La estimación de ruido debe ser abordada caso a caso, no siendo posible establecer recomendaciones más detalladas.

Se debe indicar la ubicación de la fuente y la distancia de ésta al receptor más cercano, como también asociar las “Acciones o actividades” del proyecto, en consistencia con el cronograma de actividades de la DIA o EIA, según corresponda.

Se hace presente que el titular debe seleccionar y justificar el modelo de estimación de los niveles de emisión o presión sonora asociados a cada fuente.

La información de ruido de esta sección debe ser consistente con lo que se indique en la DIA o EIA sobre la predicción y evaluación de impactos generados por emisiones de ruido y en el capítulo de Legislación Ambiental Aplicable.

#### **d. Vibración**

La vibración es un movimiento oscilatorio de un cuerpo. La extensión de esta oscilación determina la magnitud de la vibración y su razón de repetitividad determina la frecuencia de la vibración. Desde el punto de vista temporal las fuentes de vibración se pueden caracterizar en fuentes continuas, intermitentes e impulsivas.

---

23 Este método también se conoce como el método de López Jimeno (López, C. 2003), dado que se cita como parte las recomendaciones establecidas en su libro Manual de Perforación y Voladura de Roca.

Es necesario estimar las emisiones de vibración que se generan en la ejecución de las actividades de construcción del proyecto considerando todas las fuentes, tales como: maquinarias rotativas, flujos turbulentos, vibradores de proceso, fuentes móviles (vehículos livianos, pesados y ferrocarriles), fuentes impulsivas causadas por impactos, golpes o ruptura de material (chancado, molienda), entre otras.

Respecto de las emisiones de vibración en faenas de construcción se recomienda el uso de la guía de la FTA (Hanson et al., 2006), la que establece un método basado en los parámetros Velocidad Peak de las Partículas (PPV: *Peak Particle Velocity* [pulgadas/s]) y Nivel de Vibración (Lv, velocidad rms).

Adicionalmente se recomienda el uso del estándar británico BS 5228-2, (*British Standards Institution*, 2009), el que presenta tablas con datos históricos de mediciones de vibración efectuadas para diferentes fuentes y faenas emisoras que permiten una estimación de las velocidades peak de partículas resultantes (PPV en mm/s) para una variedad de factores de escala y rangos de parámetros.

Se hace presente que el titular del proyecto debe seleccionar y justificar el uso del modelo de estimación de vibración asociado a cada fuente.

Se debe indicar la ubicación de la fuente y su distancia a receptores más cercanos, como edificaciones pertenecientes al patrimonio cultural, grupos humanos y glaciares. También el periodo de funcionamiento de la fuente (diurno, nocturno, otro) se debe asociar a las "Acciones o actividades" del proyecto, en consistencia con el cronograma de actividades de la DIA o EIA, según corresponda.

La información de vibración de esta sección debe ser consistente con lo que se indique en la DIA o EIA sobre la predicción y evaluación de impactos generados por emisiones de vibración.

#### e. Otras emisiones

Es necesario estimar otras emisiones tales como campos electromagnéticos, emisiones radiactivas y lumínicas, en caso de producirse. Por ejemplo, emisiones lumínicas generadas por alumbrado de alta potencia utilizado en las faenas durante horario nocturno.

### 2.5.7 Residuos

Como resultado de la realización de las distintas actividades del proyecto se generan residuos, los que se clasifican en residuos peligrosos y no peligrosos.

El residuo peligroso es el residuo o mezcla de residuos que presenta un riesgo para la salud pública y/o efectos adversos al medio ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto, como consecuencia de presentar alguna de las siguientes características de peligrosidad<sup>24</sup>:

- toxicidad aguda;
- toxicidad crónica;
- toxicidad extrínseca;
- inflamabilidad;
- reactividad;
- corrosividad.

Los residuos no peligrosos son aquellos que no presentan ninguna de las mencionadas características de peligrosidad.

<sup>24</sup> Referencia artículos 10 y 11 del DS N° 148, de 2003, del Ministerio de Salud, Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos

Los residuos que genera el proyecto deben identificarse y describirse de acuerdo a lo que se señala a continuación.

#### a. Residuos peligrosos

- Identificación y clasificación del residuo

La identificación de cada residuo se debe hacer indicando:

- Cantidad (kg, m<sup>3</sup>, t) según unidad de tiempo.
- Nombre de la o las actividades que generan residuos peligrosos, según lo indicado en la sección "Actividades" de la DIA o EIA y la identificación de las acciones específicas que generan residuos peligrosos.
- Características de peligrosidad.

La determinación de las características de peligrosidad de un residuo se debe hacer en base a lo dispuesto en el Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos, DS N° 148, de 2003, del Ministerio de Salud y las metodologías de caracterización de residuos peligrosos definidas en la Resolución Exenta N° 292, de 2005, del Ministerio de Salud.

Según corresponda, el residuo peligroso se debe identificar de acuerdo a:

- La clasificación según su característica de peligrosidad.
- La clasificación de peligrosidad según el residuo se encuentre incluido en: lista A, lista I, lista II, lista III, sustancias químicas tóxicas agudas, sustancias químicas tóxicas crónicas, envases de plaguicidas.
- En ambos casos, además de clasificar el residuo, se deben identificar y especificar sus propiedades, código y características, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento.

- Otras clasificaciones no comprendidas por el citado Reglamento, tal como el residuo radiactivo.

Adicionalmente, se puede consultar el documento "Guía Criterios para la Aplicación del Reglamento Residuos Peligrosos en el SEIA", Conama, 2005, disponible en el centro de documentación del sitio web del SEA, [www.sea.gob.cl](http://www.sea.gob.cl).

- Almacenamiento del residuo

El almacenamiento de los residuos se debe describir según lo siguiente:

- La obra, instalación o equipamiento para el almacenamiento, relacionándolo con la información proporcionada al respecto en la sección "Partes y obras" de la DIA o EIA.
- La descripción del almacenamiento, incluyendo entre otros, la descripción de contenedores y la frecuencia de recolección del residuo, en consistencia con las normas establecidas en el DS N° 148, de 2003, del Ministerio de Salud, Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos, normativa ambiental aplicable cuyo cumplimiento se debe acreditar en el capítulo Normativa de la DIA o EIA.

- Transporte del residuo a una instalación para su tratamiento y eliminación

Al respecto es necesario indicar lo siguiente:

- El titular debe indicar si contempla el transporte o éste lo realizará un tercero autorizado; en este último caso, él debe declarar que el transporte de los residuos peligrosos lo realizará una persona autorizada para estos efectos.

- El titular debe declarar que la eliminación de los residuos peligrosos se realizará por persona/instalación autorizada para estos efectos.

Cabe tener presente que al transporte e instalaciones necesarias para la operación del sistema de transporte de residuos peligrosos le es aplicable PAS establecido en el artículo 143 del Reglamento del SEIA. Si el titular contempla realizar el transporte de sus residuos peligrosos, en el capítulo de legislación ambiental aplicable de la DIA o EIA, debe presentar los contenidos técnicos y formales para acreditar el cumplimiento de los requisitos de otorgamiento de este PAS, de acuerdo a lo establecido en dicho artículo. Este PAS es aplicable cuando los titulares son los que efectúan el transporte en vehículos propios y que estén autorizados como transportista de residuos peligrosos propiamente tal. Este PAS no aplica en caso que el titular contrate los servicios de una empresa de transporte autorizada o que siendo generador de estos, el transporte lo realice en vehículos propios, en cantidades menores a 6 kg de tóxicos agudos o de 2 t de cualquier otra clase de residuo peligroso, según lo establecido en el artículo 42 del Decreto Supremo N° 148, de 2003, del Ministerio de Salud, Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos.

- b. Residuos no peligrosos**
- Identificación del residuo: indicar el tipo de residuo como los siguientes:
  - Residuo sólido domiciliarios y residuos sólidos asimilables<sup>25</sup>;
  - Lodos provenientes del sistema de tratamiento de aguas servidas<sup>26</sup>;
  - Hormigón de descarte;
  - Maderas, chatarra y envases de insumos no peligrosos;
  - Otros.
- Cantidad promedio mensual (kg/mes) (m<sup>3</sup>/mes).
- Almacenamiento<sup>27</sup>:
  - Relacionarlo con el recinto o bodega para su almacenamiento, indicada en sección "Partes y obras" de la DIA o EIA.
  - Condiciones de almacenamiento: contenedores, otros.
  - Tiempo de almacenamiento.
  - Frecuencia de retiro.
- Otros manejos de los residuos, si corresponde.

25 Residuos sólidos asimilables: residuos sólidos, basuras, desechos o desperdicios generados en procesos industriales u otras actividades, que no son considerados residuos peligrosos de acuerdo a la reglamentación sanitaria vigente y que, además, por su cantidad composición y características físicas, químicas y bacteriológicas, pueden ser dispuestos en un Relleno Sanitario sin interferir con su normal operación. Fuente: Decreto Supremo N° 189, del Ministerio de Salud, Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y de Seguridad Básicas en los Rellenos Sanitarios.

26 El manejo de estos lodos, como su almacenamiento, tratamiento o transporte y la disposición final de los mismos, se debe realizar de acuerdo a lo establecido en el Decreto Supremo N° 4 de 2009, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Reglamento para el Manejo de Lodos Generados en Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas.

27 Almacenamiento (de residuos): acumulación de residuos en un lugar específico por un tiempo determinado (Ministerio del Medio Ambiente, 2016).

- Transporte: el titular debe indicar si contempla el transporte de los residuos no peligrosos o éste lo realizará un tercero autorizado, en este último caso, él debe declarar que el transporte lo realizará una persona o empresa autorizada para estos efectos y puede indicar el nombre de la empresa y la resolución de autorización de la Autoridad Sanitaria<sup>28</sup>.
- Eliminación:
  - En el caso que se contemple el transporte de los residuos a una instalación para su tratamiento y eliminación por terceros, el titular debe declarar que la eliminación de los residuos de la construcción se realizará por una persona o instalación autorizada para estos efectos.
  - En el caso que el titular contemple eliminar los residuos (de la construcción) en una instalación del proyecto, se debe describir la parte u obra "Instalación para el manejo y eliminación de residuos (de la construcción)" y la actividad "Habilitación, uso y cierre de la instalación para el manejo de los residuos (de la construcción)".

Con relación a los residuos previamente identificados, es necesario considerar e indicar si se contemplan acciones de pre tratamiento, tratamiento, valorización y/o reutilización de dichos residuos. De ser así, estas acciones se deben describir.

## 2.5.8 Contingencias

Es necesario identificar y describir las eventuales situaciones de riesgo o contingencia que se puedan presentar durante la fase de construcción del proyecto. Las contingencias que se pueden presentar, relacionadas con las partes, obras y actividades de la fase de construcción, descritas en la sección 2.4.2 y 2.5.3 de esta Guía, son tales como las siguientes:

- Derrame de aceites y combustibles de hidrocarburos u otras sustancias peligrosas. Al respecto, debe considerarse que el transporte, almacenamiento y uso de sustancias peligrosas se encuentra regulado por determinadas normas que, entre otros, contribuyen a prevenir y controlar las contingencias.
- Contingencias relacionadas con el manejo del almacén de explosivos, transporte y uso de explosivos en las acciones de tronaduras. Se deben considerar las normas de seguridad establecidas en el Reglamento Complementario de la Ley N° 17.798, sobre Control de Armas y Elementos Similares. Dichas normas de seguridad, entre otros, contribuyen a prevenir y controlar las contingencias.
- Con relación al agua servida (lodo) de baños químicos o sanitarios portátiles, se produce contingencia cuando el gestor del transporte o eliminación no puedan realizar el servicio con la frecuencia comprometida.

---

<sup>28</sup> De acuerdo a lo dispuesto en el artículo 19 del Decreto Supremo N° 594 de 1999 del Ministerio de Salud, Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo, las empresas que realicen el tratamiento o disposición final de sus residuos industriales fuera del predio, sea directamente o a través de la contratación de terceros, deberán contar con autorización sanitaria, previo al inicio de tales actividades. Para obtener dicha autorización, la empresa que produce los residuos industriales deberá presentar los antecedentes que acrediten que tanto el transporte, el tratamiento, como la disposición final es realizada por personas o empresas debidamente autorizadas por el Servicio de Salud correspondiente.

- Con relación a residuos líquidos que se tratan y eliminan fuera del predio, se produce contingencia cuando el gestor de la eliminación no puede recibir el residuo líquido y realizar el servicio.
- Con relación a la instalación para el manejo del agua servida, se pueden producir contingencias como emisión de olores más intensos que lo habitual, falla en el equipo de dosificación de productos químicos, cloro, entre otros.
- Con relación a caminos de accesos se pueden producir contingencias tal como el deslizamiento de tierra y rocas.
- Incendio, entre otros, incendio forestal causado o iniciado por alguna acción del proyecto.
- Ocurrencia de eventos naturales tales como sismos, inundaciones, lluvia o nevazón intensas, deshielos y remoción en masa, que pudieran ocasionar daño a las instalaciones del proyecto

y deducirse situaciones de riesgos al medio ambiente. Para identificar las contingencias de este tipo se deben considerar las características climáticas, geológicas, geomorfológicas, de cobertura vegetal de la zona, entre otros. Por ejemplo, el deslizamiento de tierra y roca y la crecida o desborde del cauce de un río puede afectar la instalación para la producción de áridos.

Respecto de cada contingencia se deben identificar las acciones o medidas para evitar que éstas se produzcan o minimizar la probabilidad de ocurrencia; lo que debe ser abordado en el respectivo plan de prevención de contingencias. Asimismo, respecto de cada contingencia se deben identificar las acciones o medidas a implementar en el caso que se produzca, las que tienen el objetivo de controlar la emergencia o minimizar sus efectos sobre el medio ambiente o la población; lo que debe ser abordado en el respectivo plan de emergencias.

## 2.6 Descripción de la fase de operación

La descripción de la fase de operación de un proyecto contempla las mismas materias que la fase de construcción, cuyos contenidos son los siguientes:

- Cronología.
- Mano de obra.
- Actividades o acciones.
- Suministros básicos o insumos.
- Productos generados.

- Recursos naturales renovables a extraer o explotar.
- Emisiones.
- Residuos.
- Contingencias.

La descripción de la fase de operación considera además indicar los productos que genera el proyecto, cuyas características dependen del tipo de proyecto de desarrollo minero que se trate. Es necesario cuantificar los productos, su forma de manejo y el transporte considerado para su entrega y despacho.

La descripción de estas materias, también señaladas respecto de la fase de construcción, debe hacerse según los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5 de esta Guía, en lo que corresponda.

En los capítulos siguientes, sobre cada uno de los tipos de proyectos que se abordan en esta Guía, se indica la información que debe ser presentada sobre la fase de operación de estos.

2.

## 2.7 Descripción de la fase de cierre

Es necesario describir la fase de cierre en el escenario que el proyecto finaliza su operación y sus instalaciones se retiran, demuelen o permanecen (instalaciones remanentes<sup>29</sup>). El titular puede considerar otros escenarios asociadas a esta fase, de acuerdo al diseño particular de su proyecto.

Es necesario identificar las partes, obras y actividades de esta fase, considerando al menos lo siguiente:

- El desmantelamiento y retiro de estructuras, incluyendo el manejo de residuos, desenergización de las instalaciones u otras acciones.
- La identificación de las partes y obras que permanezcan con posterioridad a la fase de cierre y las acciones para asegurar la estabilidad de las mismas.
- Las acciones para la restitución de las características del terreno. Para cada parte u obra, cuyo terreno se desocupe durante la fase de cierre, se debe indicar la forma de recuperación de las geoformas, suelo y vegetación; incluyendo las acciones o medidas para la reposición de suelos excavados, mantención del suelo para evitar su erosión, restitución de la cobertura

vegetal y recuperación de los atributos visuales del paisaje.

- Las acciones para prevenir futuras emisiones desde la ubicación del proyecto para evitar la afectación del ecosistema, incluidos el aire, suelo y agua.
- Las acciones de mantención, conservación y supervisión que sean necesarias.
- Registros del cierre. Se debe declarar el compromiso de presentar a la Superintendencia del Medio Ambiente, al finalizar la fase de cierre, los registros relativos a información que evidencie la ejecución de esta fase, tales como documentos, planos y fotografías.

A todo proyecto de desarrollo minero le es aplicable el PAS establecido en el artículo 137 del Reglamento del SEIA, permiso para la aprobación del plan de cierre de una faena minera. Por lo tanto, en el capítulo de legislación ambiental aplicable de la DIA o EIA, se deben presentar los contenidos técnicos y formales para acreditar el cumplimiento de los requisitos de otorgamiento de este, de acuerdo a lo establecido en dicho artículo.

<sup>29</sup> Se refiere a las instalaciones de una faena minera que no son desmanteladas al momento del cierre o que quedan tras el cese de la actividad; por ejemplo el botadero de estériles y depósito de relaves (Fuente: Fundación Chile, 2015).





## 3. PROSPECCIÓN MINERA

## 3.1 Objetivo

El objetivo de un proyecto de prospección minera es la obtención de muestras de material e información necesaria para la caracterización de los recursos mineros, evaluar reservas y en su caso generar el diseño de la explotación, de un potencial yacimiento.

3.

## 3.2 Descripción breve

En esta Guía se aborda la prospección de minería metálica, la que se realiza obteniendo muestras de material de pozos, túneles y piques.

El sondaje consiste en la perforación del subsuelo y corteza terrestre por medio de máquinas habilitando un pozo donde se utilizan principalmente sondas de aire reverso y diamantina para la obtención del material. En el sondaje con sonda de aire reverso la roca se perfura y tritura recuperando el material triturado; para la perforación se utiliza aire comprimido como fluido principal, el que es dirigido hacia el fondo del pozo a través de barras de doble pared, permitiendo recuperar el material triturado. El sondaje con sondas de diamantina consiste en la perforación del subsuelo y corteza utilizando una broca que corta la roca y se obtiene un cilindro de roca que constituye la muestra de material. El material se analiza mediante diferentes métodos tales como la observación directa y análisis físico químico.

La prospección mediante la construcción de túneles y piques permite visualizar las características de la roca in situ y obtener muestras de mayor volumen. Si bien este método no es el más común, en ocasiones

la prospección minera se efectúa con este método, obedeciendo a las características del yacimiento u otros. Los túneles son construcciones horizontales o inclinadas, de sección transversal igual o superior a 2 m, los que permiten el tránsito de personas o equipos motorizados. Los piques son construcciones verticales o inclinadas de menores dimensiones que los túneles, que permiten el acceso al interior de la mina por medio de jaulas o carros sujetos a cables accionados por huinchos.

Los proyectos o actividades de prospección minera que se someten al SEIA culminan con la obtención de información in situ sobre el potencial yacimiento y muestras del mineral.

Posteriormente se establecen las particularidades del yacimiento de acuerdo a lo siguiente:

- Características geológicas, metalúrgicas, físicas, químicas y mineralógicas, que informan, entre otros, sobre leyes del mineral e impurezas, dureza de la roca, recuperación metalúrgica, clasificación del mineral de acuerdo a su reactividad frente a determinado proceso mineralúrgico y metalúrgico.

- Características geotécnicas y geomecánicas tales como estructuras geológicas, naturaleza del macizo rocoso, esfuerzos y deformaciones.

En la DIA o EIA se debe incluir una descripción breve del proyecto o actividad de prospección minera que se trate.

## 3.3 Partes y obras

### § Lista de partes y obras

Las principales partes y obras de un proyecto de prospección minera son las siguientes:

- **Partes y obras temporales**

Partes y obras comunes a ambos métodos (aire reverso y diamantina):

- caminos de accesos temporales
- instalación de apoyo a las actividades de las fases de construcción
- instalación para el manejo del agua servida

- **Partes y obras permanentes**

Partes y obras comunes a ambos métodos:

- caminos de accesos permanentes
- instalación de apoyo a las actividades de las fases de operación
- instalación para el manejo del agua servida
- unidad de acopio de muestras de material
- obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie

- obras para el manejo y disposición del agua de contacto

Partes y obras de la prospección mediante sondajes:

- plataformas de sondaje
- pozos de sondaje
- zanjas o piscinas de lodos

Partes y obras de la prospección mediante túneles o piques:

- polvorín o almacén de explosivos
- portales de túneles o piques
- partes y obras de la ventilación de túneles
- partes del transporte de estériles
- botadero de estériles o marinas
- obras para el manejo y disposición del agua hallada

Las partes y obras listadas, que también se identifican en la sección 2.4.2 de esta Guía, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores allí señalados.

## § Descripción de partes y obras específicas a este tipo de proyecto

- Partes y obras comunes a ambos métodos
  - a. Instalaciones de apoyo a las actividades de las fases de construcción y operación

Una prospección minera mediante túneles o piques normalmente considera un emplazamiento específico para la instalación de sus recintos o partes que sirven de apoyo a la fase de construcción y operación del proyecto, tales como servicios higiénicos, bodegas de insumos y acopio de residuos. En una prospección minera mediante sondajes, cada plataforma considera espacio para el emplazamiento de las unidades de apoyo, aunque también se puede contemplar el emplazamiento fuera de las plataformas, siendo de uso o servicio para el proyecto en su conjunto. Es necesario especificar la o las opciones que se contemplan respecto de las instalaciones de apoyo a las actividades tanto de la fase de construcción como de operación.

Estas instalaciones se deben describir, en lo que corresponda, de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.4.2.b de esta Guía.

### b. Unidad de acopio de muestras de material

La unidad de acopio de muestras de material corresponde a la instalación donde se almacenan las muestras de material de roca y fino obtenida de los pozos de sondaje, túneles y piques, la que se debe describir según lo siguiente:

- Ubicación georreferenciada.
- Dimensiones: largo, ancho (m).
- Capacidad de almacenamiento ( $m^3$ ).
- Tipo de edificación: galpón, techumbre o instalación al aire libre.
- Obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie, si corresponde, la que

debe describirse según los ítems y descriptores de "Obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie" de la sección 2.4.2.h de esta Guía.

Cabe tener presente que a las instalaciones o unidades de acopio de mineral le es aplicable el PAS indicado en el artículo 136 del Reglamento del SEIA, permiso para establecer un botadero de estériles o acumulación de mineral, y por tanto, en el capítulo de legislación ambiental aplicable de la DIA o EIA, se deben presentar los contenidos técnicos y formales para acreditar el cumplimiento de los requisitos de otorgamiento, de acuerdo a lo establecido en dicho artículo.

- Partes y obras de la prospección mediante sondajes

### c. Plataformas

La plataforma de sondaje corresponde al área superficial donde se emplaza el equipo de perforación de pozos, el pozo, la zanja o piscina de lodos y las unidades de apoyo asociadas. En un proyecto de prospección normalmente se contempla más de una plataforma.

Se debe indicar el número máximo de plataformas; cada plataforma se debe describir según lo siguiente:

- identificación o nombre de la plataforma;
- ubicación georreferenciada;
- superficie ( $m^2$ );
- impermeabilización del suelo: si se contempla o no. En el caso que se contemple indicar las características de la membrana impermeable y la superficie que abarcará;
- obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie, las que deben describirse de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.4.2.h de esta Guía;

- cierre perimetral: si se contempla o no. En el caso que se contemple indicar longitud y sus características (material, otros);
- identificación de las unidades o elementos de apoyo que se emplazarán en la plataforma.

La ubicación de las plataformas podrá representarse comprendiendo un área superior a la de la plataforma misma, con el objetivo de poder hacer modificaciones menores a la posición de la plataforma, siempre y cuando la plataforma quede dentro de dicha área. Para la predicción y evaluación de impactos ambientales debe considerarse la intervención del área máxima indicada.

#### d. Pozos de sondaje

Los pozos de sondaje se deben describir de acuerdo a lo siguiente:

- número máximo de pozos de sondaje a perforar.
- número máximo de pozos en cada plataforma, indicando el nombre de la plataforma.

Cada pozo se debe describir de acuerdo a lo siguiente:

- identificación del pozo con un nombre o similar,
- identificación de la plataforma donde se ubicará,
- diámetro del sondaje (pulgadas),
- profundidad máxima estimada (m).

#### e. Zanjas o piscinas de lodos

La zanja o piscina de lodos corresponde a un depósito que se construye para la disposición de los lodos provenientes de la perforación de pozos utilizando el método de diamantina.

Se debe indicar el número máximo de zanjas o piscinas de lodos que contempla el proyecto.

Cada zanja o piscina se debe describir según los siguientes aspectos:

- ubicación georreferenciada, asociándola a la plataforma correspondiente,
- dimensiones: largo, ancho y profundidad (m),
- capacidad de almacenamiento ( $m^3$ ),
- elementos de impermeabilización basal y taludes,
- obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie, si corresponde, las que deben describirse según los ítems y descriptores señalados para esta obra en la sección 2.4.2. h de esta Guía.

- Partes y obras de la prospección mediante túneles o piques

#### f. Portales de túneles y piques

Se debe indicar el número máximo de portales de túneles y piques que se contempla, cada uno de ellos se debe describir de acuerdo a lo siguiente:

- ubicación georreferenciada del acceso al túnel o pique, incluyendo elevación sobre el nivel del mar (msnm);
- dimensiones de c/u: largo, alto y ancho (m) y profundidad (msnm);
- uso: circulación de personas, correas transportadoras, incluyendo el transporte del mineral a superficie.

#### g. Partes y obras de la ventilación de túneles

Las partes y obras de la ventilación de túneles, con inyección y extracción de aire, se deben describir de acuerdo a lo siguiente:

- Ubicación georreferenciada de todos los equipos y elementos que se ubicarán en superficie.

- Ubicación georreferenciada de los piques y chimeneas de ventilación.
- Capacidad o requerimiento de aire ( $m^3/h$ ).
- Tipo de ventilación: natural o forzada.
- Número de ventiladores y su capacidad ( $m^3/h$ ).
- Piques y galerías de inyección/extracción de aire:
  - cantidad total,
  - dimensiones (m),
  - ubicación georreferenciada del punto de entrada a cada pique y galería que comunique con la superficie.

#### **h. Partes del transporte de estériles**

La excavación de túneles y piques genera material rocoso que es utilizado como muestra para posteriores análisis o simplemente constituir residuos, también denominados ‘marinas’, que se transportan hacia el exterior y posteriormente hacia el botadero de estériles.

Las partes y obras del transporte de estériles en superficie se deben describir de acuerdo a lo siguiente:

- Vía de transporte: rodoviaria, ferroviaria u otra.
- Identificación de la ruta de transporte a utilizar (nuevas o existentes), ubicación georreferenciada representada en cartografía y distancia total a recorrer desde la mina al botadero (m, km).
- Tipo de equipos, maquinarias y vehículos para el caguío y transporte. Respecto de los vehículos para el tránsito al interior y fuera del emplazamiento del proyecto, se deben describir en consistencia con lo que se indique en la descripción de estas actividades y según los ítems y descriptores indicados en las secciones 2.5.3.i y 2.5.3.j de esta Guía.

#### **i. Botadero de estériles**

El botadero de estériles corresponde al sitio de disposición final de los estériles o marinas. El botadero requiere de un diseño y construcción que asegure su estabilidad física y química en el largo plazo, puesto que este permanece al cese de la prospección o explotación de un yacimiento. La determinación de su emplazamiento considera factores técnicos, económicos y medioambientales, debiendo realizarse estudios de caracterización de los estériles, suelo, hidrogeología, estabilidad química de los estériles y consideración de riesgos sísmicos, entre otros.

El botadero de estériles se debe describir de acuerdo a lo siguiente:

- ubicación georreferenciada y representación cartográfica;
- antecedentes sobre estabilidad del suelo donde se ubica el botadero;
- superficie ( $m^2$ );
- capacidad máxima ( $m^3, t$ );
- dimensiones: n° de módulos (pisos) y su respectiva altura (m);
- ancho de bermas (m);
- ángulo de reposo del material y ángulo promedio final del talud;
- obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie, las que deben describirse de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.4.2.h de esta Guía;
- obras para el manejo y disposición del agua de contacto, las que deben describirse de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.4.2.i de esta Guía;
- características del cierre perimetral.

Cabe tener presente que al botadero de estériles le es aplicable el PAS indicado en el artículo 136 del Reglamento del SEIA, permiso para establecer un botadero de estériles o acumulación de mineral y por tanto, en el capítulo de legislación ambiental aplicable de la DIA o EIA, se deben presentar los contenidos técnicos y formales para acreditar el cumplimiento de los requisitos de otorgamiento, de acuerdo a lo establecido en dicho artículo.

En el caso que la habilitación del botadero implique la modificación de un cauce es aplicable el PAS establecido en el artículo 156 del Reglamento del SEIA, y si se contempla la regularización o defensa de cauce natural, se requiere el PAS establecido en el artículo 157 del Reglamento del SEIA. Por lo tanto, en el capítulo de legislación ambiental aplicable de la DIA o EIA se deben presentar los contenidos técnicos y formales para acreditar el cumplimiento de los requisitos de otorgamiento de los permisos que correspondan, de acuerdo a lo establecido en los artículos citados. Para ello, debe considerarse lo dispuesto en las respectivas Guía de PAS (SEA, 2014d; SEA 2014e).

#### j. Obras para el manejo y disposición del agua hallada

El agua hallada durante la construcción de túneles o piques y otras actividades de prospección normalmente se conduce, almacena, trata (si corresponde) y dispone mediante partes y obras habilitadas para estos fines. También el agua hallada puede ser utilizada en alguna actividad o proceso del proyecto, en dicho caso el agua normalmente se reutiliza o recircula.

Estas partes y obras también pueden estar destinadas al manejo del agua de escorrentía subterránea.

Las partes y obras para el manejo del agua hallada se deben describir de acuerdo a lo siguiente:

- Conducción del agua:
  - ubicación georreferenciada,
  - tipo y materialidad del transporte del agua: tubería, canaleta u otros.
  - capacidad (l/s),
  - trazado o trayecto de la ruta.
- Almacenamiento del agua:
  - ubicación georreferenciada,
  - capacidad ( $m^3$ ),
  - tipo y dimensiones del almacenamiento: estanque, piscina u otro.
- Disposición final del agua: nombre del cauce o cuerpo de agua receptor,

3.



Fuente: archivo fotográfico del Consejo Minero AG

**FOTOGRAFÍA 1. Vista del acceso a túnel de exploración de Mina Esperanza**

## 3.4 Fase de construcción

### 3.4.1 Actividades

#### § Lista de actividades

Las actividades principales de la fase de construcción de un proyecto de prospección minera son las siguientes:

Actividades comunes a ambos métodos (sondajes y piques/túneles):

- Acondicionamiento del terreno
- Construcción y uso de caminos de accesos y cierre de caminos temporales
- Construcción, habilitación y uso de las instalaciones de apoyo a las fases de construcción y operación
- Construcción o habilitación y uso de la instalación para el manejo del agua servida y cierre en el caso que sea de uso temporal
- Tránsito y funcionamiento de vehículos y maquinarias al interior del emplazamiento del proyecto
- Transporte de insumos, residuos y mano de obra fuera del área de emplazamiento del proyecto
- Construcción de las obras, manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie
- Construcción de las obras, manejo y disposición del agua de contacto
- Construcción y habilitación de la unidad de acopio de muestras de material

Actividades de la prospección mediante sondajes:

- Construcción y habilitación de plataformas

Actividades de la prospección mediante túneles y piques:

- Construcción y uso del polvorín o almacén de explosivos
- Construcción de túneles y piques
- Habilitación del botadero de estériles
- Construcción de las obras, manejo y disposición del agua hallada

Las actividades listadas, que también se identifican en la sección 2.5.3 de esta Guía, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores allí señalados.

#### § Descripción de actividades específicas de ambos métodos de prospección

##### a. Construcción y habilitación de la unidad de acopio de muestras de material

Se deben describir las actividades de construcción y habilitación de la unidad de acopio de muestras de material; las acciones de acondicionamiento del terreno se deben describir en la actividad "Acondicionamiento del terreno" de la DIA o EIA, y que se señala en la sección 2.5.3. a de esta Guía.

##### § Descripción de actividades específicas de la prospección mediante sondajes

##### b. Construcción y habilitación de plataformas

Se debe describir el método de construcción, instalación o montaje asociados a la habilitación de las plataformas. Las acciones de acondicionamiento del terreno requerido para habilitarlas se deben describir en la actividad "Acondicionamiento del terreno" de la DIA o EIA y que se señala en la sección 2.5.3. a de esta Guía. También se debe considerar la

instalación y montaje de los equipos y maquinarias de perforación, la construcción o habilitación de la unidad de almacenamiento o estanque de agua y la construcción de la zanja o piscina de acumulación de lodos. Se deben señalar las acciones de construcción de las obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie, si se contemplan.

## § Descripción de actividades específicas de la prospección mediante túneles o piques

### c. Construcción de túneles y piques

Se debe describir el método de construcción y habilitación de túneles, piques, portales y la habilitación de la ventilación de túneles, indicando el método de remoción de material y obtención de marinas.

Las acciones de tronaduras se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en "Tronaduras" de la sección 2.5.3.a de esta Guía, indicando las que se realizan bajo y en superficie.

Los insumos de explosivos se deben indicar en la sección "Suministros básicos o insumos" de la DIA o EIA según los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.4.c de esta Guía. Las emisiones de ruido y vibraciones que se generan en esta actividad se deben indicar en la sección "Emisiones" de la DIA o EIA según los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.6 de esta Guía.

### d. Construcción de las obras, manejo y disposición del agua hallada

#### • Construcción de las obras

Se deben describir las principales acciones para la habilitación de las partes y obras del manejo y disposición del agua hallada. Las acciones de acondicionamiento del terreno se deben describir en la actividad "Acondicionamiento del terreno"

de la DIA o EIA según los ítems y descriptores que se señalan en la sección 2.5.3.a. de esta Guía.

#### • Manejo y disposición del agua hallada

Las acciones de manejo del agua hallada pueden comenzar durante la fase de construcción del proyecto y mantenerse durante la fase de operación del mismo; las que deben describirse según lo siguiente:

- Cantidad: volumen ( $m^3$ ), especificando valores máximos y medios según las unidades de tiempo que corresponda (año, mes, día, hora).
- En el caso que se contemple utilizar el agua hallada en alguna actividad o proceso del proyecto, debe indicarse el uso y manejo que se le dará señalando las partes, obras o actividades relacionadas. De ser así, el agua residual y su disposición se debe reportar como una emisión líquida en la sección "Emisiones" de la DIA o EIA según los ítems y descriptores que se señalan en la sección 2.5.6.b de esta Guía.
- Si el agua hallada no se utiliza, puede transformarse en agua de contacto por lo que debe reportarse como tal, según los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.3.l de esta Guía.
- Disposición final: tanto si el agua hallada se utiliza o no, se deben indicar las condiciones de su disposición final.

A la ejecución de labores mineras en sitios donde se han alumbrado aguas subterráneas le es aplicable el PAS indicado en el artículo 125 del Reglamento del SEIA, permiso para la ejecución de labores mineras en sitios donde se han alumbrado aguas subterráneas en terrenos particulares o en aquellos lugares cuya explotación pueda afectar un caudal o la calidad natural del agua. Por tanto, en el capítulo

de legislación ambiental aplicable de la DIA o EIA, se deben presentar los contenidos técnicos y formales para acreditar el cumplimiento de los requisitos de otorgamiento, de acuerdo a lo establecido en dicho artículo.

#### e. Habilitación del botadero de estériles

Es necesario describir las principales acciones para la habilitación del botadero de estériles o marina de acuerdo a lo siguiente:

- Acondicionamiento del terreno, según lo indicado en la sección 2.5.3. a de esta Guía;
- Construcción o habilitación de la cubeta o recinto;
- Construcción de las obras, manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie;
- Construcción de las obras, manejo y disposición del agua de contacto;
- Construcción del cierre perimetral.

#### 3.4.2 Suministros básicos o insumos

Es necesario estimar los suministros básicos o insumos considerando todas las actividades de la fase de construcción. En general, para esta fase de un proyecto de prospección minera se requieren los siguientes:

- Agua.
- Energía eléctrica.
- Sustancias peligrosas.
- Áridos.
- Hormigón.
- Equipos y maquinarias.

Estos suministros básicos o insumos se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.5.4 de esta Guía. Otros insumos relevantes para la fase de construcción deben identificarse señalando:

- nombre del insumo;
- cantidad requerida;
- destino: asociarlo a la o las actividades en que se utilizará.

En el caso que se requiera madera para la fortificación de túneles y piques, se debe indicar su cantidad ( $m^3$ ).

3.

#### 3.4.3 Emisiones

En general, las emisiones de la fase de construcción de un proyecto de prospección minera son los siguientes:

- Emisiones a la atmósfera de material particulado y gases.
- Emisiones de agua servida y otras emisiones líquidas.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Otras.

Estas emisiones se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.6 de esta Guía.

#### 3.4.4 Residuos

En general, durante la fase de construcción de un proyecto de prospección minera se generan residuos peligrosos y no peligrosos, los que deben estimarse considerando todas las actividades de la fase y describirse de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.7 de esta Guía.

### 3.4.5 Contingencias

Se deben identificar las contingencias de la fase de construcción de una prospección minera, considerando contingencias como las indicadas en la sección 2.5.8 de esta Guía; sin perjuicio que se consideren otras contingencias propias de este tipo de proyecto tal

como derrumbe de material en túneles. Respecto de cada una se deben identificar las acciones o medidas para evitar que se produzcan y las acciones o medidas a implementar en el caso que se produzcan. Tales medidas deben ser abordadas en los respectivos planes de prevención de contingencias y emergencias.

## 3.5 Fase de operación

### 3.5.1 Actividades

#### § Lista de actividades

Las principales actividades de la fase de operación de un proyecto de prospección minera son las siguientes:

Actividades asociadas a ambos métodos (sondajes y piques/túneles):

- Uso de las instalaciones de apoyo a las actividades de las fases de construcción y operación
- Mantención de caminos de accesos
- Transporte de insumos, residuos, mano de obra y productos fuera del área de emplazamiento del proyecto
- Manejo y transporte de muestras de material
- Manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie
- Manejo y disposición del agua de contacto

Actividades asociadas a la prospección mediante sondajes:

- Perforación de pozos
- Acondicionamiento de fluidos de perforación
- Manejo del lodo de perforación de pozos

Actividades asociadas a la prospección mediante túneles:

- Extracción de muestras de material
- Manejo de explosivos almacenados
- Manejo y disposición del agua hallada
- Transporte y disposición de estériles

Las actividades listadas, que también se identifican en la sección 2.5.3 y 3.4.1 de esta Guía, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores allí señalados.

## § Descripción de actividades específicas a ambos métodos de prospección

### a. Manejo y transporte de muestras de mineral

Se debe describir el manejo de las muestras del mineral que se extraen desde los túneles y pozos de sondaje, según sea el caso, incluyendo su transporte desde el sitio de extracción, durante su almacenamiento o acopio y el transporte a su destino final. En lo que corresponda, el transporte de las muestras de material se debe describir de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 4.5.1.b de esta Guía y en consistencia con lo que se indique en las actividades de tránsito y funcionamiento de vehículos y maquinarias y transporte de productos fuera del área de emplazamiento del proyecto, cuyos ítems y descriptores se señalan en las secciones 2.5.3.i y 2.5.3.j de esta Guía.

## § Descripción de actividades específicas a la prospección mediante sondajes

### b. Perforación de pozos

Se debe describir la actividad de perforación de los pozos indicando a lo menos lo siguiente:

- método de perforación: aire reverso o diamantina;
- medidas de protección de los acuíferos a atravesar tales como aislación del pozo mediante el fluido de perforación, entubamiento y cementación.

En el caso que se contemple el acondicionamiento de fluidos de perforación, se debe describir indicando lo siguiente:

- Características del fluido de perforación, tales como composición y porcentaje de humedad.
- Volumenes máximos y medios a utilizar durante

el período de perforación del pozo.

- Preparación del lodo de perforación, ingreso al pozo y salida de fluidos del pozo.
- Acondicionamiento del lodo de perforación, distinguiendo separación de sólidos o recortes de roca, el fluido reutilizado y el no reutilizado.
- Diagrama de flujo.

### c. Manejo del lodo de perforación de pozos

Se debe describir la actividad de manejo del lodo utilizado en la perforación de pozos indicando la secuencia de ingreso del lodo y fluidos a la zanja o piscina de lodos. El manejo de los fluidos líquidos almacenados se debe describir en la sección "Emisiones líquidas" y el manejo del recorte de rocas o residuo sólido se debe describir en la sección "Residuos" de la fase de operación de la DIA o EIA.

## § Descripción de actividades específicas de la prospección mediante túneles o piques

### d. Extracción de material

La extracción de material desde túneles se debe describir indicando lo siguiente:

- tasa de extracción de muestras de mineral (t/mes),
- tasa de extracción de marinas,
- método de perforación de la roca,
- tronaduras, las que se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en "Tronaduras" de la sección 2.5.3.a de esta Guía,
- mantención de túneles y piques mediante labores de fortificación u otras,
- método de carguío de las muestras de mineral y marinas.

#### e. Manejo y disposición del agua hallada

Esta actividad se debe describir según los ítems y descriptores señalados en la sección 3.4.1 de esta Guía.

#### f. Transporte y disposición de estériles

El transporte de estériles o marinas desde los túneles al botadero de estériles se debe describir indicando la cantidad de estériles a transportar (t/h) y las medidas de control de material particulado a aplicar.

Se debe describir el método de disposición o vaciado de estériles en el botadero, de acuerdo a lo siguiente:

- caracterización físico química de los residuos;
- tasa de disposición ( $m^3/\text{mes}$ );
- forma de disposición o vaciado de los residuos en el botadero;
- forma de crecimiento del botadero;
- acciones de manejo de los residuos en el botadero;
- medidas de control de emisiones de material particulado.

### 3.5.2 Suministros básicos o insumos

Es necesario estimar los suministros básicos o insumos considerando todas las actividades de la fase de operación. En general, para esta fase de un proyecto de prospección minera se requieren los siguientes:

- Agua.
- Energía eléctrica.

- Sustancias peligrosas.

- Equipos y maquinarias.

Estos suministros básicos o insumos se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.5.4 de esta Guía.

Los equipos y maquinarias son tales como los siguientes:

- Equipos para la perforación de pozos de la prospección mediante sondaje, cuyos componentes principales incluyen una torre, que sirve para manejar tuberías, trépano, bombas, entre otros. Se deben describir las partes y unidades principales de los equipos de perforación indicando sus funciones y si se usarán equipos similares o distintos en cada evento de perforación de pozo.
- Equipos de perforación de roca en la prospección mediante túneles.
- Maquinarias y vehículos para el carguío y transporte de material.

En la perforación mediante el método de diamantina y aire reverso se utilizan sustancias las que se deben identificar indicando nombre, cantidad por unidad de tiempo y acciones de manejo. En el caso que estas sustancias sean peligrosas se deben describir de acuerdo a los descriptores señalados en la sección 2.5.4.c de esta Guía.

Otros insumos relevantes para la fase de operación deben identificarse señalando:

- nombre del insumo;
- cantidad requerida;
- destino: asociarlo a la o las actividades en que se utilizará.

### 3.5.3 Emisiones

Las emisiones a la atmósfera de material particulado, gases y olores; las emisiones líquidas de agua servida y otras; las emisiones de ruido; vibraciones y otras; generadas en la fase de operación del proyecto, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores presentados en la sección de 2.5.6 de esta Guía.

Sin perjuicio de lo anterior, se deben describir las siguientes emisiones propias de la fase de operación de un proyecto de prospección minera:

- emisiones atmosféricas desde el separador atmosférico (método de perforación por aire reverso).
- emisiones de ruido, material particulado y vibraciones por tronaduras;
- emisiones líquidas asociadas a los fluidos de perforación de pozos.

### 3.5.4 Residuos

Los residuos de la fase de operación del proyecto, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.5.7 de esta Guía.

Sin perjuicio de lo anterior, se deben considerar los residuos propios de la fase de operación de un proyecto de prospección minera, tales como los residuos generados en la actividad de perforación de pozos, esto es, recorte de roca y lodo que se dispone en la zanja de lodos; y los residuos de estériles o marinas generados durante la operación de túneles.

### 3.5.5 Contingencias

Las contingencias de la fase de operación del proyecto de prospección minera se deben describir considerando contingencias tales como las indicados en la sección 2.5.8 de esta Guía; sin perjuicio que se consideren otras contingencias propias de este tipo de proyecto. A modo ilustrativo y referencial en la TABLA 1. se señalan algunas contingencias, a las que se deben asociar sus respectivas medidas de prevención y control de emergencia.

Las contingencias y acciones o medidas deben ser abordadas en los respectivos planes de prevención de contingencias y de emergencias.

**TABLA 1. Contingencias de la fase de operación de un proyecto de prospección minera y medidas de prevención y control asociadas**

CONTINGENCIA	ACCIONES O MEDIDAS DE PREVENCIÓN	ACCIONES O MEDIDAS DE CONTROL DE LA EMERGENCIA
Derrame de fluidos de perforación en la superficie del suelo.	Impermeabilizar la plataforma de sondaje. Construir pretilles de contención de derrames en el entorno de la plataforma.	Limpiar y remover el suelo afectado.
Pérdida de lodo de perforación durante la actividad de perforación de pozos, contingencia que puede modificar o entorpecer la permeabilidad del acuífero, disminuir el rendimiento de la fuente de agua vecina al pozo o introducir contaminantes en el agua subterránea.	El titular debe identificar las acciones o medidas de control de prevención de la contingencia respectiva.	El titular debe identificar las acciones o medidas de control de la emergencia respectiva.
Evento de precipitaciones intensas (lluvias/nieve) u otras causas que rebasen la zanja o piscina de lodos colmatando el terreno circundante.	Construir canales conductores y piscinas de acumulación del agua de rebase para reutilizarla o disponerla.	El titular debe identificar las acciones o medidas de control de la emergencia respectiva.
Evento de sismo que provoque desplazamiento del material depositado en el botadero de estériles.	Diseñar el proyecto considerando la ocurrencia de sismos.	El titular debe identificar las acciones o medidas de control de la emergencia respectiva.

Fuente: elaboración propia

### 3.5.6 Productos

De un proyecto de prospección minera se obtiene como producto fragmentos de roca o polvo que sirven de muestras para realizar análisis químicos, mineralógicos, petrográficos, geoquímicos y otros en laboratorios. Lo anterior a fin de poder elaborar el modelo geológico del yacimiento, determinar

sus recursos y reservas, la definición del método de explotación y en definitiva construir el plan minero de explotación del yacimiento.

Se debe estimar e indicar la cantidad de muestras ( $m^3$ , kg) que se espera obtener durante la vida útil del proyecto.

3.

## 3.6 Fase de cierre

La descripción de la fase de cierre o término de la prospección se debe realizar según lo señalado en la sección 2.7 de esta Guía.

Con relación al desmantelamiento, retiro de estructuras y medidas para asegurar la estabilidad de la infraestructura u obras que permanezcan, en particular se debe hacer referencia a las siguientes partes y obras:

- túneles: cierre de sus accesos;
- pozos de sondaje: cierre y señalización;
- plataformas de perforación: desmantelamiento

de unidades auxiliares y de los equipos de perforación;

- zanjas o piscinas de lodos: acciones de manejo durante el periodo entre el término de la actividad de perforación y el cierre de la fosa; procedimiento de evacuación de fluidos y encapsulamiento de sólidos; cierre perimetral.
- caminos de accesos: actividades de cierre de caminos.





## 4. EXPLOTACIÓN DE YACIMIENTO MEDIANTE MÉTODO SUBTERRÁNEO

## 4.1 Objetivo

El objetivo de un proyecto de este tipo es la extracción de los cuerpos mineralizados existentes en un determinado yacimiento mediante el método de explotación subterráneo.

## 4.2 Descripción breve

4.

El proyecto consiste en la extracción del mineral que contiene el macizo rocoso.

Existen distintos métodos de explotación subterránea, los que se pueden clasificar en:

- método con hundimiento de bloque o niveles (alto impacto, posible cráter en superficie),
- método con soporte (poco o nulo impacto en superficie).

La selección entre las posibles alternativas de explotación depende de consideraciones tales como el emplazamiento y volumen del yacimiento, tipo de yacimiento, concentración del mineral y variables económicas.

El método de cámaras y pilares es un ejemplo de método con soporte. Este método consiste en la extracción del mineral en grandes unidades o secciones rectangulares separadas por pilares que sostienen las distintas partes de la mina. Este método se aplica a cuerpos tabulares o mantos de ángulo bajo con respecto a la horizontal donde

el mineral no escurre por gravedad. La estructura o forma del yacimiento debe ser favorable a un desarrollo lateral de la explotación, por ejemplo, mantos irregulares con gran desarrollo en el plano horizontal, cuerpos masivos con poco desarrollo vertical o cuerpos mineralizados mantiformes.

El método con hundimiento se ilustra con el método de hundimiento por subniveles<sup>30</sup>. Este método se utiliza en cuerpos mineralizados con orientación vertical y de alta potencia como vetas, brechas y diques; y yacimientos masivos con gran desarrollo vertical. La explotación se realiza mediante subniveles, lo que consiste en hundir la roca de caja y la pared colgante para que el mineral quede en contacto con el estéril y los equipos de carguío de bajo perfil (LHD) puedan ingresar a las galerías de producción para extraer el material. Tanto el diseño y configuración de los subniveles se pueden adecuar a los distintos cuerpos y formas del yacimiento, distinguiéndose dos configuraciones principales: cuerpos anchos donde se adopta una configuración transversal y cuerpos angostos donde las galerías se

<sup>30</sup> Se llaman subniveles a los niveles existentes entre los niveles principales. Se utilizan subniveles cuando se necesita un mayor control del hundimiento.

orientan en la dirección del cuerpo adoptándose un patrón longitudinal. Indistintamente de lo anterior, el método consiste básicamente en la perforación de tiros en abanico desde los subniveles hacia arriba, atravesando el pilar superior o roca que proviene desde la superficie.

Cualquiera sea el método que se aplique, las acciones principales son la extracción del material, carguío y transporte del mineral y transporte y disposición de estériles.

En la DIA o EIA se debe incluir una descripción breve del proyecto de explotación de yacimiento mediante método subterráneo que se trate.

## 4.3 Partes y obras

### § Lista de partes y obras

Las principales partes y obras de la explotación de un yacimiento mediante método subterráneo son las siguientes:

Partes y obras temporales

- Caminos de accesos temporales
- Instalación de apoyo a las actividades de la fase de construcción
- Instalación para el manejo del agua servida
- Instalación para la producción de áridos
- Instalación para la producción de hormigón
- Instalación para el manejo y eliminación de residuos de la construcción

Partes y obras permanentes

- Caminos de accesos permanentes
- Instalación de apoyo a las actividades de la fase de operación
- Instalación para el manejo del agua servida
- Polvorín o instalación para el almacenamiento de explosivos

- Portales de túneles
- Piques
- Niveles subterráneos y rampas de acceso
- Partes y obras de la ventilación de la mina
- Obras para el manejo y disposición del agua hallada
- Unidades de acopio del mineral en superficie
- Partes del transporte de mineral en superficie
- Partes del transporte de estériles
- Botadero de estériles
- Obras para el manejo y disposición del agua de contacto
- Obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie

Las partes y obras listadas, que también se identifican en la sección 2.4.2, 3.3 y 3.4.1 de esta Guía, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores allí señalados.

## § Descripción de partes y obras específicas a este tipo de proyecto

### a. Portales de túneles

Los portales de túneles de acceso principal corresponden a las obras civiles necesarias para fortificar las entradas de cada uno de los túneles de acceso desde la superficie al interior de la mina. Un portal de túnel puede tener distintas dimensiones dependiendo de los usos considerados como acceso y tránsito de personas y maquinarias, ductos y correas transportadoras. En algunas oportunidades, con la finalidad de proteger el portal de las caídas de roca, se instala un portal falso que cubre la entrada y alarga el túnel de acceso.

Se debe indicar el número máximo de portales de túneles que se contempla construir; cada uno se debe describir indicando lo siguiente:

- ubicación georreferenciada, incluyendo elevación sobre el nivel del mar (msnm);
- dimensiones largo, ancho y alto (m);
- uso: circulación de personas, vehículos, correas transportadoras, incluyendo el transporte del mineral a superficie.

### b. Piques

Se debe indicar el número máximo de piques que se contempla construir; cada uno se debe describir indicando lo siguiente:

- ubicación georreferenciada del acceso al pique, indicando su nombre;
- dimensiones de c/u: largo, ancho y alto (m) y profundidad (msnm);
- uso: circulación de personas, correas transportadoras, incluyendo el transporte del mineral a superficie.

### c. Niveles subterráneos y rampas de acceso

Los niveles subterráneos de una mina corresponden a los pisos bajo la superficie del terreno. En estos niveles se realizan diversas acciones como la producción y transporte de mineral y la provisión de servicios. Las rampas de acceso corresponden a labores mineras inclinada o con pendiente que comunican los distintos niveles de la mina subterránea.

Los niveles subterráneos y rampas de acceso se deben describir de acuerdo a lo siguiente:

- ubicación georreferenciada y elevación sobre el nivel del mar (msnm);
- dimensiones largo, ancho, alto (m);
- uso.

### d. Partes y obras de la ventilación de la mina

Los piques y galerías de la mina subterránea requieren ser ventilados mediante la inyección de aire fresco y la extracción de aire viciado, cuyas partes y obras pueden clasificarse según su objetivo: destinadas a la inyección de aire fresco y extracción de aire viciado.

Las partes y obras destinadas a la ventilación de la mina se deben describir de acuerdo a lo siguiente:

- Ubicación georreferenciada de los equipos y elementos para la ventilación que se ubican en superficie.
- Capacidad del sistema o requerimiento de aire ( $m^3/h$ ).
- Tipo de ventilación: natural o forzada.
- Número de ventiladores y su capacidad ( $m^3/h$ ).
- Piques y galerías de inyección/extracción de aire:
  - cantidad total,
  - dimensiones (m),

- ubicación georreferenciada del punto de entrada a cada pique y galería que comunique con la superficie.

#### e. Unidades de acopio del mineral en superficie

La unidad de acopio de mineral en superficie (*stock pile*) corresponde al lugar donde se acumula el mineral extraído de la mina. Dependiendo de las condiciones ambientales del lugar, en ocasiones, esta instalación considera una estructura con techo que permite minimizar las emisiones de material particulado ocasionadas por el viento en las pilas de acopio.

Se debe indicar la cantidad total de unidades de acopio de mineral en superficie, indicando respecto de cada una lo siguiente:

- ubicación georreferenciada y elevación sobre el nivel del mar (msnm),
- superficie (m),
- capacidad de almacenamiento ( $m^3$ ),
- estructura y techumbre, cierre perimetral,
- obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie, las que debes describirse según los ítems y descriptores señalados para estas obras en la sección 2.4.2. h de esta Guía, si corresponde.

Es necesario considerar que a las instalaciones o unidades de acopio de mineral le es aplicable el PAS indicado en el artículo 136 del Reglamento del SEIA, permiso para establecer un botadero de estériles o acumulación de mineral, y por tanto, en el capítulo de legislación ambiental aplicable de la DIA o EIA, se deben presentar los contenidos técnicos y formales para acreditar el cumplimiento de los requisitos de otorgamiento, de acuerdo a lo establecido en dicho artículo.

#### f. Partes del transporte de mineral en superficie

El mineral extraído de la mina se transporta a las unidades de acopio del mineral en superficie y desde estas unidades a las plantas o unidades de procesamiento del mineral. Para las partes y obras de este transporte se debe indicar si se utilizará correa transportadora o camiones, describiéndolas según lo siguiente:

Transporte del mineral mediante correa transportadora:

- cantidad total de correas transportadoras, indicando para cada una lo siguiente:
  - capacidad de transporte de mineral (t/h),
  - ubicación georreferenciada del trazado representativo, indicando su longitud (m) y elevación (msnm), pudiendo incluirse una figura ilustrativa,
  - elementos para la supresión o abatimiento de polvo.

Transporte del mineral mediante camiones:

- cantidad total de camiones y su respectiva capacidad (t);
- capacidad de transporte de mineral (t/día);
- ruta o caminos a utilizar, consistente con lo que se señale en la sección partes/obras "caminos" de la DIA o EIA, y distancia a recorrer (m, km);
- elementos para la supresión o abatimiento de polvo.

Transporte del mineral mediante trenes:

- identificación de la vía férrea a utilizar (nueva o existente), ubicación georreferenciada, indicando su longitud (m), elevación (msnm) y distancia a recorrer, pudiendo incluirse una figura ilustrativa;
- capacidad de transporte de mineral (t/día);
- elementos para la supresión o abatimiento de polvo.

g. Partes del transporte de estériles

Los estériles o marinas generados en la extracción del mineral se transportan desde la salida de la mina al botadero de estériles, cuyas partes y obras se deben describir considerando los ítems y descriptores señalados en la sección precedente, en lo que corresponda.

4.



## 4.4 Fase de construcción

### 4.4.1 Actividades

#### § Lista de actividades

Las actividades principales de la fase de construcción de un proyecto de explotación de yacimiento mediante método subterráneo son las siguientes:

- Acondicionamiento del terreno
- Construcción y uso de caminos de accesos y cierre de caminos temporales
- Construcción, habilitación, uso y cierre de la instalación de apoyo a la fase de construcción
- Construcción, habilitación y uso de la instalación de apoyo a la fase de operación
- Construcción o habilitación, uso de la instalación para el manejo del agua servida y su cierre cuando sea de uso temporal
- Tránsito y funcionamiento de vehículos y maquinarias al interior del emplazamiento del proyecto
- Transporte de insumos, residuos y mano de obra fuera del área de emplazamiento del proyecto
- Habilitación, uso y cierre de la instalación para la producción de áridos
- Habilitación, uso y cierre de la instalación para la producción de hormigón
- Habilitación, uso y cierre de la instalación para el manejo y eliminación de residuos de la construcción
- Construcción y uso del polvorín o almacén de explosivos
- Construcción y habilitación de partes y obras subterráneas

- Construcción y habilitación de partes y obras en superficie
- Construcción de obras, manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie
- Construcción de obras, manejo y disposición del agua de contacto
- Construcción de las obras, manejo y disposición del agua hallada
- Habilitación del botadero de estériles

Las actividades listadas, que también se identifican en las secciones 2.5.3 y 3.4.1 de esta Guía, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores allí señalados.

#### § Descripción de actividades específicas a este tipo de proyecto

##### a. Construcción y habilitación de partes y obras subterráneas

Se deben describir las acciones de construcción y habilitación de todas las partes y obras subterráneas, tales como los niveles y rampas, correas transportadoras, obras para el manejo y disposición del agua hallada, agua de contacto y ventilación de la mina. Asimismo, se deben describir las acciones de construcción o habilitación de partes u obras como chancadores, talleres de mantención de equipos u otras, en el caso que se contemple ubicarlos subterráneamente.

Las acciones y método de excavación y perforación del macizo rocoso incluyendo las acciones de

tronaduras, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en "Tronaduras" de la sección 2.5.3.a de esta Guía, distinguiendo las que se realizan bajo o en superficie.

Los insumos de explosivos se deben indicar en la sección "Suministros básicos o insumos" de la DIA o EIA según los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.4.c de esta Guía. Las emisiones de ruido y vibraciones que se generan en esta actividad se deben indicar en la sección "Emisiones" de la DIA o EIA según los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.6 de esta Guía.

#### b. Construcción y habilitación de partes y obras en superficie

Es necesario describir las acciones de habilitación de todas las partes y obras que se ubican en superficie, tales como portales de túneles y piques; correas transportadoras; construcción o habilitación de las unidades de acopio de mineral; del transporte de mineral y estériles en superficie; obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie y del agua de contacto y construcción de las partes y obras de la ventilación de la mina.

Debe tenerse presente que la ventilación de la mina se requiere desde un principio debido a que las actividades que se realizan en los niveles subterráneos necesitan aire ventilado. Se deben indicar las acciones principales del uso y mantención del sistema de ventilación, las cuales continúan durante la fase de operación del proyecto.

Las acciones de acondicionamiento del terreno requeridas para la construcción y habilitación de partes y obras en superficie se deben describir en la actividad "Acondicionamiento del terreno" de la DIA o EIA, de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.3.a de esta Guía.

#### 4.4.2 Suministros básicos o insumos

Es necesario estimar los suministros básicos o insumos considerando todas las actividades de la fase de construcción. En general, para esta fase un proyecto de explotación de yacimiento mediante método subterráneo, se requieren los siguientes:

- Agua.
- Energía eléctrica.
- Sustancias peligrosas, tales como refrigerantes utilizados en el sistema de ventilación.
- Áridos.
- Hormigón.
- Equipos y maquinarias.

Estos suministros básicos o insumos se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.5.4 de esta Guía. Otros insumos relevantes para la fase de construcción deben identificarse señalando:

- nombre del insumo;
- cantidad requerida;
- destino: asociarlo a la o las actividades en que se utilizará.

#### 4.4.3 Emisiones

En general, las emisiones de la fase de construcción de un proyecto de explotación de yacimiento mediante método subterráneo son los siguientes:

- Emisiones a la atmósfera de material particulado y gases.
- Emisiones líquidas de agua servida y otras emisiones líquidas.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Otras

Estas emisiones se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.6 de esta Guía.

#### 4.4.4 Residuos

En general, durante la fase de construcción de un proyecto de explotación de yacimiento mediante método subterráneo se generan residuos peligrosos y no peligrosos, los que deben estimarse considerando todas las actividades de la fase y describirse de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.7 de esta Guía.

#### 4.4.5 Contingencias

Se deben describir las contingencias de la fase de construcción de un proyecto de explotación de yacimiento mediante método subterráneo considerando contingencias como las indicadas en la sección 2.5.8 de esta Guía; sin perjuicio que se consideren otras propias de este tipo de proyecto, tal como derrumbes en niveles de la mina subterránea. Respecto de cada una se deben identificar las acciones o medidas para evitar que éstas se produzcan y las acciones o medidas a implementar en el caso que se produzcan. Tales medidas deben ser abordadas en los respectivos planes de prevención de contingencias y emergencias.

4.

### 4.5 Fase de operación

#### 4.5.1 Actividades

##### § Lista de actividades

Las principales actividades de la fase de operación de un proyecto de explotación de yacimiento mediante método subterráneo son las siguientes:

- Transporte de insumos, residuos, mano de obra y productos fuera del área de emplazamiento del proyecto
- Uso de la instalación de apoyo a las actividades de la fase de operación
- Mantención de caminos de accesos
- Manejo de explosivos almacenados
- Extracción de material

- Manejo y disposición del agua hallada
- Manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie
- Manejo y disposición del agua de contacto
- Manejo del mineral acopiado en superficie
- Transporte de mineral en superficie
- Transporte y disposición de estériles

Las actividades listadas, que también se identifican en la sección 2.5.3, 3.4.1 y 3.5.1 de esta Guía, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores allí señalados.

## § Descripción de actividades específicas a este tipo de proyecto

### a. Extracción de material

La extracción de material de la mina se debe describir indicando:

- tasa de extracción de mineral (t/mes),
- tasa de extracción de estéril (t/mes), en caso que aplique,
- método de perforación de la roca,
- tronaduras, las que se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en "Tronaduras" de la sección 2.5.3.a de esta Guía,
- método de carguío de mineral y estéril,
- mantención de túneles y piques mediante labores de fortificación u otras.

### b. Transporte del mineral en superficie

Se deben describir las actividades de transporte del mineral extraído de la mina a las unidades de acopio ubicadas en superficie, asimismo, el transporte del mineral desde estas unidades de acopio a las unidades de beneficio o procesamiento del mineral. Se debe indicar la cantidad de mineral a transportar (t/h) mediante camiones o correa transportadora y las medidas de control de material particulado, en consistencia con lo que se indique en "Partes del transporte de mineral en superficie", descrito en la sección 4.3.f de esta Guía y en las actividades de tránsito y funcionamiento de vehículos y maquinarias y transporte de productos fuera del área de emplazamiento del proyecto, cuyos ítems y descriptores se señalan en las secciones 2.5.3.i y 2.5.3.j de esta Guía.

### c. Manejo del mineral acopiado

Se debe describir el manejo del mineral acopiado indicando lo siguiente:

- tasa de disposición mensual (t/mes),
- medidas de manejo de emisiones de polvo,
- manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie, si corresponde,
- manejo y disposición del agua de contacto, si corresponde,
- método de carga y descarga del mineral.

### 4.5.2 Suministros básicos o insumos

Es necesario estimar los suministros básicos o insumos considerando todas las actividades de la fase de operación. En general, para esta fase un proyecto de explotación de yacimiento mediante método subterráneo, se requieren los siguientes:

- Agua.
- Energía eléctrica.
- Sustancias peligrosas.
- Equipos y maquinarias.

Estos suministros básicos o insumos se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.5.4 de esta Guía.

Los equipos y maquinaria son tales como palas hidráulicas, cargadores frontales, motoniveladoras, equipos de carga y transporte de mineral.

Otros insumos relevantes para la fase de operación deben identificarse señalando:

- nombre del insumo;
- cantidad requerida;
- destino: asociarlo a la o las actividades en que se utilizará.

### 4.5.3 Emisiones

Las emisiones a la atmósfera de material particulado, gases y olores; emisiones líquidas de agua servida y otras; ruido; vibraciones y otras emisiones; generadas en la fase de operación del proyecto, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores presentados en la sección de 2.5.6 de esta Guía.

Sin perjuicio de lo anterior, se deben describir las siguientes emisiones propias de la fase de operación de un proyecto de explotación de yacimiento mediante método subterráneo:

- emisiones atmosféricas generadas en las actividades de extracción de material, transporte y disposición de mineral y estéril;
- emisiones de material particulado, ruido y vibraciones por tronaduras.

### 4.5.4 Residuos

Los residuos de la fase de operación del proyecto, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.5.7 de esta Guía.

Se deben considerar los residuos propios de la fase de operación como los residuos de estériles, en consistencia con lo que se indique en la sección de actividades de “Transporte y disposición de estériles” de la DIA o EIA, descrita en la sección 3.5.1.c de esta Guía.

### 4.5.5 Contingencias

Las contingencias de la fase de operación del proyecto de explotación de yacimiento mediante método subterráneo se deben describir considerando contingencias tales como las indicados en la sección 2.5.8 de esta Guía; sin perjuicio que se consideren otras contingencias propias de este tipo de proyecto. A modo ilustrativo y referencial en la TABLA 2 se señalan algunas contingencias, a las que se deben asociar sus respectivas medidas de prevención y control de emergencia.

Las contingencias y acciones o medidas deben ser abordadas en los respectivos planes de prevención de contingencias y emergencias.

### 4.5.6 Productos

De la explotación de yacimiento mediante método subterráneo se obtiene como producto mineral apto para ser tratado en procesos de beneficio del mineral. Se debe estimar la cantidad de mineral a obtener por unidad de tiempo (t/día, t/mes, t/año).

**TABLA 2. Contingencias de la fase de operación de un proyecto de explotación de yacimiento mediante método subterráneo y medidas de prevención y control asociadas**

CONTINGENCIA	ACCIONES O MEDIDAS DE PREVENCIÓN	ACCIONES O MEDIDAS DE CONTROL DE LA EMERGENCIA
Derrumbe, socavamiento, hundimiento o deslizamiento de materiales en un nivel subterráneo	El titular debe identificar las acciones o medidas de control de prevención de la contingencia respectiva.	El titular debe identificar las acciones o medidas de control de la emergencia respectiva.
Inundación de un nivel subterráneo.	El titular debe identificar las acciones o medidas de prevención de la contingencia respectiva.	El titular debe identificar las acciones o medidas de control de la emergencia respectiva.
Surgimiento o emergencia no prevista de agua subterránea y consecuente descenso del nivel freático.	El titular debe identificar las acciones o medidas de prevención de la contingencia respectiva.	Detener la actividad que generó la contingencia. Monitorear el nivel freático en puntos cercanos a la zona de surgimiento o emergencia del agua.
Rotura de tanques de almacenamiento de combustible en niveles subterráneos.	El titular debe identificar las acciones o medidas de prevención de la contingencia respectiva.	El titular debe identificar las acciones o medidas de control de la emergencia respectiva.
Explosión de material particulado y gases en niveles subterráneos.	El titular debe identificar las acciones o medidas de prevención de la contingencia respectiva.	El titular debe identificar las acciones o medidas de control de la emergencia respectiva.
Incendio por explosión		
Precipitaciones abundantes, superación de la capacidad de manejo del agua de escorrentía o contacto y consecuente vertimiento en cursos de agua superficiales.	El titular debe identificar las acciones o medidas de prevención de la contingencia respectiva.	El titular debe identificar las acciones o medidas de control de la emergencia respectiva.
Pérdida o dispersión de mineral durante su transporte.	Cubrir la carga de los camiones.	El titular debe identificar las acciones o medidas de control de la emergencia respectiva.
Pérdida o dispersión de mineral durante su transporte.	Cubrir la carga de camiones.	El titular debe identificar las acciones o medidas de control de la emergencia respectiva.

Fuente: elaboración propia

## 4.6 Fase de cierre

La descripción de la fase de cierre se debe realizar según lo señalado en la sección 2.7 de esta Guía.

Con relación a las medidas para asegurar la estabilidad de la infraestructura u obras que permanezcan; en particular se debe hacer referencia a las siguientes partes y obras:

- Túneles y piques: cierre de sus accesos en superficie (tapón resistente).
- Niveles subterráneos: estabilidad, prevención de hundimiento, manejo o monitoreo del agua de contacto).

- Botadero de estériles: medidas para asegurar la estabilidad física (taludes) y química del material depositado en el botadero (manejo o monitoreo del agua de contacto).
- Caminos: cierre de accesos y señalética.

Es necesario identificar las acciones o medidas para la prevención de futuras emisiones desde la ubicación del proyecto para evitar la afectación del ecosistema, incluidos el aire, suelo y agua. En particular, es necesario considerar las acciones para el control y seguimiento del agua de contacto.





## 5. EXPLOTACIÓN DE YACIMIENTO MEDIANTE MÉTODO A CIELO ABIERTO

## 5.1 Objetivo

El objetivo de un proyecto de este tipo es la extracción de los cuerpos mineralizados existentes en un determinado yacimiento mediante el método de explotación a cielo abierto.

## 5.2 Descripción breve

El rajo corresponde al área donde se ubica el yacimiento que se explota a cielo abierto. Las dimensiones máximas o finales (*pit final*) del rajo se determinan, en primera instancia, en razón de las reservas mineras del yacimiento, y luego, según consideraciones económicas que fijan el límite de sus dimensiones horizontal y vertical.

En el diseño del proyecto se determina la secuencia de extracción del mineral y del estéril que es necesario remover. En general, el diseño operativo de la explotación del yacimiento mediante método a cielo abierto considera aspectos geo mecánicos relacionados con la geometría de los taludes, el espacio de trabajo para equipos, extracción del mineral y apoyo a las actividades de producción.

Antes de acceder a la zona mineralizada del yacimiento que se explotará a cielo abierto se remueve la sobrecarga de estéril que lo cubre, acción que comúnmente se denomina *pre-stripping*. Luego, la explotación del yacimiento consiste en la extracción del material, carguío y transporte del mineral y carguío, transporte y disposición de estériles.

Los estériles que se extraen del rajo se depositan en uno o más botadero de estériles, lugar especialmente habilitado para la disposición final de estos residuos mineros.

En la DIA o EIA se debe incluir una descripción breve del proyecto de explotación de yacimientos mediante método a cielo abierto.

## 5.3 Parte y obras

### § Lista de partes y obras

Las principales partes y obras de un proyecto de explotación de yacimiento mediante método a cielo abierto son las siguientes:

Partes y obras temporales:

- Caminos de accesos temporales
- Instalación de apoyo a las actividades de la fase de construcción
- Instalación para el manejo del agua servida
- Instalación para la producción de áridos
- Instalación para la producción de hormigón
- Polvorín o almacén de explosivos
- Instalación para el manejo y eliminación de residuos de la construcción

Partes y obras permanentes:

- Caminos de accesos permanentes
- Instalación de apoyo a las actividades de la fase de operación
- Instalación u obra para el manejo del agua servida
- Polvorín o almacén de explosivos
- Obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie
- Obras para el manejo y disposición del agua hallada

- Obras para el manejo y disposición del agua de contacto
- Rajo
- Unidades de acopio del mineral
- Partes del transporte del mineral
- Partes del transporte de estériles
- Botadero de estériles

Las partes y obras listadas, que también se identifican en las secciones 2.4.2 y 3.3 de esta Guía, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores allí señalados.

### § Descripción de partes y obras específicas a este tipo de proyecto

- Rajo

El rajo se debe describir según lo siguiente:

- Ubicación georreferenciada y representación cartográfica, mostrando la traza de contorno del rajo al final de la vida útil de éste.
- Dimensión máxima al finalizar la explotación, indicando largo, ancho y profundidad (m),
- Ángulos de talud final (grados).
- Rampas de acceso
  - ubicación georreferenciada,
  - longitud (m), ancho (m) y materialidad.

## 5.4 Fase de construcción

### 5.4.1 Actividades

#### § Lista de actividades

Las actividades principales de la fase de construcción de un proyecto de explotación de yacimiento mediante método a cielo abierto son las siguientes:

- Acondicionamiento del terreno.
- Construcción y uso de caminos de accesos y cierre de caminos temporales.
- Construcción, habilitación, uso y cierre de la instalación de apoyo a las actividades de la fase de construcción.
- Construcción y habilitación de la instalación de apoyo a las actividades de la fase de operación.
- Construcción o habilitación y uso de la instalación para el manejo del agua servida y su cierre cuando sea de uso temporal.
- Tránsito y funcionamiento de vehículos y maquinarias al interior del emplazamiento del proyecto.
- Transporte de insumos, residuos y mano de obra fuera del área de emplazamiento del proyecto.
- Habilitación, uso y cierre de la instalación para la producción de áridos.
- Habilitación, uso y cierre de la instalación para la producción de hormigón.
- Habilitación, uso y cierre de la instalación para el manejo y eliminación de residuos de la construcción.
- Construcción y uso del polvorín o almacén de explosivos.
- Remoción de sobrecarga del rajo.
- Habilitación del botadero de estériles.

- Transporte y disposición de estériles.
- Construcción o habilitación de la o las unidades de acopio de mineral.
- Construcción de las obras y manejo y disposición del agua hallada.
- Construcción de las obras, manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie.
- Construcción de las obras, manejo y disposición del agua de contacto.

Las actividades listadas, que también se identifican en las secciones 2.5.3 y 3.4.1 de esta Guía, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores allí señalados.

#### § Descripción de actividades específicas a este tipo de proyecto

- Remoción de sobrecarga del rajo

La remoción de sobrecarga o estériles del rajo (*pre-stripping*), que se ubican sobre las zonas mineralizadas del mismo, se debe describir indicando lo siguiente:

- cantidad de estériles a remover (t);
- tasa media de extracción (t/d);
- tronaduras: de acuerdo a los ítems y descriptores de "Tronaduras" de la sección 2.5.3.a de esta Guía;
- porcentaje (%) de finos y porcentaje (%) de humedad del material extraído,
- carguío del material extraído.

## 5.4.2 Suministros básicos o insumos

Es necesario estimar los suministros básicos o insumos considerando todas las actividades de la fase de construcción. En general, para esta fase de un proyecto de explotación de yacimiento mediante método a cielo abierto, se requieren los siguientes:

- Agua.
- Energía eléctrica.
- Sustancias peligrosas.
- Áridos.
- Hormigón.
- Equipos y maquinarias.

Estos suministros básicos o insumos se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.5.4 de esta Guía.

Otros insumos relevantes para la fase de construcción deben identificarse señalando:

- nombre del insumo;
- cantidad requerida;
- destino: asociarlo a la o las actividades en que se utilizará.

## 5.4.3 Emisiones

En general, las emisiones de la fase de construcción de un proyecto de explotación de yacimiento mediante método a cielo abierto son los siguientes:

- Emisiones a la atmósfera de material particulado y gases.
- Emisiones líquidas de agua servida y otras emisiones líquidas.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Otras.

Estas emisiones se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.6 de esta Guía.

## 5.4.4 Residuos

En general, durante la fase de construcción de un proyecto de explotación de yacimiento a cielo abierto se generan residuos peligrosos y no peligrosos; los que se deben estimarse considerando todas las actividades de la fase y describirse de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.7 de esta Guía.

Sin perjuicio de lo anterior, los residuos de material estéril propios de la fase de construcción de un proyecto de explotación de yacimiento mediante método a cielo abierto se deben describir en consistencia con lo que se indique en la sección actividades de "Transporte y disposición de estériles" de la DIA o EIA, indicada en la sección 3.5.1.f de esta Guía.

## 5.4.5 Contingencias

Se deben describir las contingencias de la fase de construcción de un proyecto de explotación de yacimiento a cielo abierto considerando contingencias tales como las indicadas en la sección 2.5.8 de esta Guía; sin perjuicio que se consideren otras contingencias propias de este tipo de proyecto, tales como derrumbes, explosiones, pérdida o dispersión de material estéril durante su transporte. Respecto de cada contingencia se deben identificar las acciones o medidas para evitar que éstas se produzcan y las acciones o medidas a implementar en el caso que se produzcan. Tales medidas deben ser abordadas en los respectivos planes de prevención de contingencias y emergencias.

## 5.5 Fase de Operación

### 5.5.1 Actividades

#### § Lista de actividades

Las principales actividades de la fase de operación de un proyecto de explotación de yacimiento mediante método a cielo abierto son las siguientes:

- Transporte de insumos, residuos, mano de obra y productos fuera del área de emplazamiento del proyecto
- Uso de la instalación de apoyo a las actividades de la fase de operación
- Mantención de caminos de accesos
- Manejo de explosivos almacenados
- Extracción de material
- Manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie
- Manejo y disposición del agua hallada
- Manejo y disposición del agua de contacto
- Manejo del mineral acopiado
- Transporte de mineral
- Transporte y disposición de estériles

Las actividades listadas, que también se identifican en las secciones 2.5.3, 3.4.1 y 3.5.1 de esta Guía, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores allí señalados.

### 5.5.2 Suministros básicos o insumos

Es necesario estimar los suministros básicos o insumos considerando todas las actividades de la fase de operación. En general, para esta fase un proyecto de explotación de yacimiento mediante método a cielo abierto, se requieren los siguientes:

- Agua.
- Energía eléctrica.
- Sustancias peligrosas.
- Equipos y maquinarias.

Estos suministros básicos o insumos se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.5.4 de esta Guía.

Otros insumos relevantes para la fase de operación deben identificarse señalando:

- nombre del insumo;
- cantidad requerida;
- destino: asociarlo a la o las actividades en que se utilizará.

### 5.5.3 Emisiones

Las emisiones a la atmósfera de material particulado, gases y olores; emisiones de agua servida y otras emisiones líquidas; ruido; vibraciones y otras emisiones; generadas en la fase de operación del proyecto, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores presentados en la sección de 2.5.6 de esta Guía.

Sin perjuicio de lo anterior, se deben describir las siguientes emisiones propias de la fase de operación de un proyecto de explotación de yacimiento a cielo abierto:

- emisiones atmosféricas generadas en las actividades de extracción del material, acopio y transporte de mineral y transporte y disposición de estériles;

- emisiones de ruido, material particulado y vibraciones por tronaduras.

#### 5.5.4 Residuos

Se deben describir los residuos de la fase de operación del proyecto, de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.5.7 de esta Guía.

Sin perjuicio de lo anterior, se deben considerar los residuos propios de la fase de operación de un proyecto de explotación de yacimiento a cielo abierto, tales como los residuos mineros de estériles, en consistencia con lo que se indique en la sección actividades de “Transporte y disposición de estériles” de la DIA o EIA, descrita en la sección 3.5.1 de esta Guía.

#### 5.5.5 Contingencias

Las contingencias de la fase de operación del proyecto de explotación de yacimiento a

cielo abierto se deben describir considerando contingencias como las indicados en la sección 2.5.8 de esta Guía, sin perjuicio que se consideren otras contingencias propias de este tipo de proyecto como el deslizamiento de material rocoso de la pared del rajo, el que puede ser provocado por sismos.

A cada contingencia se deben asociar sus respectivas medidas de prevención y control de emergencia, lo que debe ser abordado en los respectivos planes de prevención de contingencias y emergencias.

#### 5.5.6 Productos

De un proyecto de explotación de yacimiento a cielo abierto se obtiene como producto mineral apto para ser tratado en procesos de beneficio del mineral. Se debe estimar la cantidad de mineral a obtener por unidad de tiempo (t/día, t/mes, t/año) y durante la vida útil del proyecto.

### 5.6 Fase de Cierre

La descripción de la fase de cierre se debe realizar según lo señalado en la sección 2.7 de esta Guía.

Con relación a las medidas para asegurar la estabilidad de la infraestructura u obras que permanezcan; en particular se debe hacer referencia a las siguientes partes y obras:

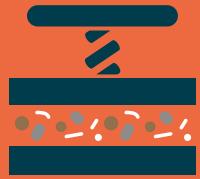
- Rajo: estabilidad de taludes, manejo y disposición del agua de escorrentía o de contacto, cierre de caminos, otras acciones.
- Botadero de estériles: estabilidad de taludes, manejo y disposición del agua de escorrentía

o de contacto, otras acciones.

- Caminos de acceso.

Es necesario indicar las medidas para asegurar la estabilidad física y química del material que permanece en el rajo y botadero. Asimismo, es necesario identificar las acciones o medidas para la prevención de futuras emisiones desde la ubicación del proyecto para evitar la afectación del ecosistema, incluidos el aire, suelo y agua. En particular, es necesario considerar las acciones para el control y seguimiento del agua de contacto.





## 6. CHANCADO DE MINERALES

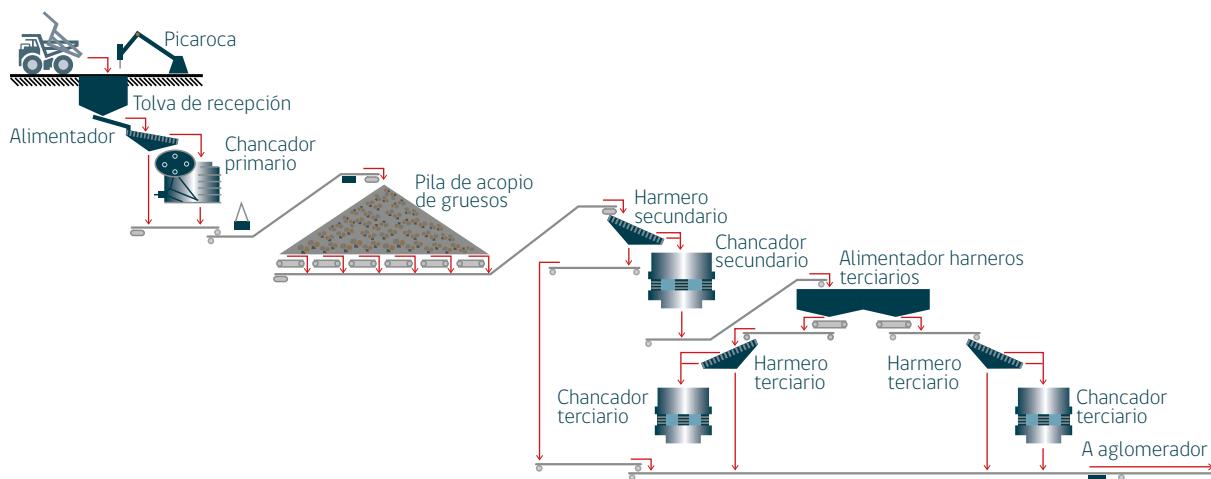
## 6.1 Objetivo

El objetivo de un proyecto de chancado de minerales es reducir el tamaño del mineral proveniente de la mina a un tamaño adecuado para ser procesado mediante flotación o lixiviación.

## 6.2 Descripción breve

En general los fragmentos de mineral provenientes de la mina son de tamaño diverso, variando desde menos de 1 mm hasta más de 1 m de diámetro, siendo necesario reducirlos y obtener un tamaño homogéneo de alrededor de  $\frac{1}{2}$ " (1,27 cm), proceso que se conoce como chancado del mineral.

Desde la mina o unidades de acopio el mineral se transporta a la planta de chancado. Para lograr el tamaño deseado, el mineral se chanca en tres etapas en una combinación de equipos chancadores. La primera reduce el mineral hasta 8", la segunda hasta 3" y la tercera hasta  $\frac{1}{2}$ ", combinado con los harneros correspondientes que clasifican el mineral de acuerdo a su tamaño.



Fuente: adaptada del Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Óxidos Encuentro, Capítulo Descripción del Proyecto, [www.sea.gob.cl](http://www.sea.gob.cl)

**FIGURA 4. Esquema del proceso de chancado**

Los chancadores son equipos eléctricos de variadas dimensiones que trituran o fragmentan el mineral en seco mediante movimientos vibratorios. Existen distintos tipos como giratorios, de mandíbula, bolas y conos; normalmente son de una aleación especial de acero de alta resistencia. Indistintamente estos equipos se alimentan de mineral por la parte superior, las tolvas o buzones de alimentación corresponden a las estructuras que reciben el mineral y alimentan el chancador en forma continua, siendo la parrilla de clasificación parte de la tolva, generalmente de rieles fijos. Normalmente el mineral chancado se descarga por la parte inferior del equipo chancador.

Una planta de chancado se compone además de los elementos destinados al transporte o trasferencia del mineral de una sección a otra de la planta, que comúnmente se realiza mediante correas transportadoras.

La capacidad de procesamiento de una planta de chancado varía entre decenas a miles de toneladas diarias.

El mineral chancado normalmente se transporta a otra unidad de beneficio.

El emplazamiento de este tipo de proyecto está determinado, entre otros, por la ubicación de la concesión minera, características del terreno, ubicación de la o las minas que proveen de mineral o de la planta de procesamiento del mineral chancado. También una planta de chancado puede instalarse dentro de una mina subterránea. Asimismo, la primera etapa de chancado (chancador primario) puede realizarse en un equipo móvil o semi móvil y ubicarse en un punto cercano al de la extracción del mineral.

En la DIA o EIA se debe incluir una descripción breve del proyecto de chancado de minerales que se trate.

6.

## 6.3 Parte y obras

### § Lista de partes y obras

Las principales partes y obras de un proyecto de chancado de minerales son las siguientes:

#### Partes y obras temporales

- Caminos de accesos temporales
- Instalación de apoyo a las actividades de la fase de construcción
- Instalación para el manejo del agua servida
- Instalación para la producción de áridos
- Instalación para la producción de hormigón

- Instalación para el manejo y eliminación de residuos de la construcción

#### Partes y obras permanentes

- Caminos de accesos permanentes
- Instalación de apoyo a las actividades de la fase de operación
- Instalación para el manejo del agua servida
- Unidad de acopio del mineral

- Unidad de chancado del mineral
- Obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie, si corresponde
- Obras para el manejo y disposición del agua de contacto, si corresponde
- Partes del transporte de mineral no chancado
- Partes del transporte de mineral chancado

Las partes y obras listadas, que también se identifican en las secciones 2.4.2 y 4.3 de esta Guía, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores allí señalados.

#### **§ Descripción de partes y obras específicas a este tipo de proyecto**

##### Unidad de chancado del mineral

La unidad de chancado del mineral debe describir indicando lo siguiente:

- Ubicación georreferenciada.
- Diagrama de representación del conjunto de partes que comprenden esta unidad;
- Rampas de acceso:
  - dimensiones de largo y ancho (m),
  - materialidad.
- Tolvas o buzones de alimentación de mineral:
  - dimensiones alto, ancho y largo (m),
  - capacidad de procesamiento m<sup>3</sup>/unidad tiempo,

- materialidad de las estructuras (fierro, hormigón, otros).

##### — Chancadores:

- número de chancadores, respecto de cada uno se debe indicar lo siguiente:
- tipo (giratorio, de mandíbula, de conos),
- capacidad (m<sup>3</sup>),
- dimensiones: alto, ancho y largo (m),
- estructuras soportantes de los chancadores: materialidad y dimensiones.

##### — Elementos de la transferencia de mineral, indicando las características de:

- medio de transporte: correas transportadoras o camiones,
- elementos para la descarga del mineral,
- elementos para la circulación del mineral por chancadores,
- elementos para la carga del mineral chancado.

##### — Elementos o equipos para la supresión o abatimiento de polvo, tales como precipitador electroestático, filtro de manga, sistema de aspersión de agua u otros; en consistencia con lo que se indique en la sección 'Emisiones' de la DIA o EIA.

- Obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie, si corresponde; las que deben describirse según los ítems y descriptores señalados para estas obras en la sección 2.4.2.h de esta Guía.

## 6.4 Fase de construcción

### 6.4.1 Actividades

#### § Lista de actividades

Las actividades principales de la fase de construcción de un proyecto de chancado de minerales son las siguientes:

- Acondicionamiento del terreno
- Construcción y uso de caminos de accesos y cierre de caminos temporales
- Construcción, habilitación, uso y cierre de la instalación de apoyo a la fase de construcción
- Construcción de la instalación de apoyo a la fase de operación
- Construcción o habilitación y uso de la instalación para el manejo del agua servida y cierre en el caso que sea de uso temporal
- Tránsito y funcionamiento de vehículos y maquinarias al interior del emplazamiento del proyecto
- Transporte de insumos, residuos y mano de obra fuera del área de emplazamiento del proyecto
- Habilitación, uso y cierre de la instalación para la producción de áridos
- Habilitación, uso y cierre de la instalación para la producción de hormigón
- Habilitación, uso y cierre de la instalación para el manejo y eliminación de residuos de la construcción
- Construcción y habilitación de las partes y obras asociadas a las unidades de acopio, chancado y transporte del mineral

Las actividades listadas, que también se identifican en las secciones 2.5.3 de esta Guía se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores allí señalados.

#### § Descripción de actividades específicas a este tipo de proyecto

Construcción y habilitación de las partes y obras asociadas a las unidades de acopio, chancado y transporte del mineral.

Se deben describir las actividades de construcción y habilitación de todas las partes que comprende la unidad de acopio de mineral; unidad de chancado del mineral incluyendo rampas, tolvas o buzones, chancadores, elementos de trasferencia de mineral; partes del transporte de mineral desde la o las unidades de acopio a la unidad de chancado y desde ésta a otras unidades de beneficio y las obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie y de contacto cuando corresponda. Lo anterior se debe describir indicando lo siguiente:

- Las acciones de acondicionamiento del terreno se deben describir en la actividad “Acondicionamiento del terreno” de la DIA o EIA, y según los ítems y descriptores que se señalan en la sección 2.5.3.a de esta Guía, en lo que corresponda.
- Las acciones principales que se realizarán para habilitar cada unidad, tales como montaje de equipos, prueba de equipos u otras.

## 6.4.2 Suministros básicos o insumos

Es necesario estimar los suministros básicos o insumos considerando todas las actividades de la fase de construcción. En general, para esta fase un proyecto de chancado de minerales, se requieren los siguientes:

- Agua.
- Energía eléctrica.
- Sustancias peligrosas.
- Áridos.
- Hormigón.
- Equipos y maquinarias.

Estos suministros básicos o insumos se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.5.4 de esta Guía.

Otros insumos relevantes para la fase de construcción deben identificarse señalando:

- nombre del insumo;
- cantidad requerida;
- destino: asociarlo a la o las actividades en que se utilizará.

## 6.4.3 Emisiones

En general, las emisiones de la fase de construcción de un proyecto de chancado de minerales son las siguientes:

- Emisiones a la atmósfera de material particulado y gases.

- Emisiones líquidas de agua servida y otras emisiones líquidas.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Otras.

Estas emisiones se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.6 de esta Guía.

## 6.4.4 Residuos

En general, durante la fase de construcción de un proyecto de chancado de minerales se generan residuos peligrosos y no peligrosos, los que deben estimarse considerando todas las actividades de la fase y describirse de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.7 de esta Guía.

## 6.4.5 Contingencias

Se deben describir las contingencias de la fase de construcción de un proyecto de chancado de minerales considerando aquellas como las indicadas en la sección 2.5.8 de esta Guía, sin perjuicio que se consideren otras contingencias propias de este tipo de proyecto. Respecto de cada contingencia se deben identificar las acciones o medidas para evitar que éstas se produzcan y las acciones o medidas a implementar en el caso que se produzcan. Tales medidas deben ser abordadas en los respectivos planes de prevención de contingencias y emergencias.

## 6.5 Fase de Operación

### 6.5.1 Actividades

#### § Lista de actividades

Las principales actividades de la fase de operación de un proyecto de chancado de minerales son las siguientes:

- Uso de la instalación de apoyo a la fase de operación
- Mantención de caminos de accesos
- Manejo del mineral acopiado no chancado
- Chancado del mineral
- Manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie
- Manejo y disposición del agua de contacto
- Transporte del mineral desde la o las unidades de acopio al chancador primario
- Transporte del mineral chancado a otras unidades de proceso o beneficio del mineral
- Transporte de insumos, residuos, mano de obra y productos fuera del área deemplazamiento del proyecto

Las actividades listadas, que también se identifican en la sección 2.5.3 y 4.5.1 de esta Guía, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores allí señalados.

#### § Descripción de actividades específicas a este tipo de proyecto

Chancado del mineral

Se debe describir la actividad de chancado del mineral indicando lo siguiente:

- método de alimentación del chancador, indicando tasa de ingreso de mineral (t/h);
- proceso y circuito de chancado de mineral, incluyendo su transferencia de una sección a otra;
- método de descarga y carguío de mineral chancado;
- acciones para el control y abatimiento de polvo.

### 6.5.2 Suministros básicos o insumos

Es necesario estimar los suministros básicos o insumos considerando todas las actividades de la fase de operación. En general, para esta fase un proyecto de chancado de minerales, se requieren los siguientes:

- Agua.
- Energía eléctrica.
- Sustancias peligrosas.
- Equipos y maquinarias.

Estos suministros básicos o insumos se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.5.4 de esta Guía.

Otros insumos relevantes para la fase de operación deben identificarse señalando:

- nombre del insumo;
- cantidad requerida;
- destino: asociarlo a la o las actividades en que se utilizará.

### 6.5.3 Emisiones

Las emisiones a la atmósfera de material particulado, gases y olores; emisiones de agua servida y otras emisiones líquidas; ruido; vibraciones y otras emisiones; generadas en la fase de operación del proyecto, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores presentados en la sección 2.5.6 de esta Guía.

Sin perjuicio de lo anterior, se deben describir las siguientes emisiones propias de la fase de operación de un proyecto de chancado de minerales:

- Emisiones atmosféricas generadas en las actividades de carguío, chancado, acopio y transporte del mineral y en el tránsito de vehículos y maquinarias.
- Material particulado, ruido y vibraciones generados en el chancado del mineral.

### 6.5.4 Residuos

Se deben describir los residuos de la fase de operación del proyecto de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.5.7 de esta Guía. Sin perjuicio de lo anterior, se deben considerar los residuos propios de la fase de operación de un proyecto de chancado de minerales como los residuos generados por el recambio de equipos y piezas.

### 6.5.5 Contingencias

Las contingencias de la fase de operación de un proyecto de chancado de minerales se deben describir considerando aquellas como las indicadas en la sección 2.5.8 de esta Guía; sin perjuicio que se consideren otras contingencias propias de este tipo de proyecto, a las que se deben asociar sus respectivas medidas de prevención y control de emergencia.

A modo ilustrativo y referencial, una contingencia puede ser producida por un evento natural de precipitaciones de agua o nieve más intensas que lo normal, cuya medida de prevención es la habilitación de una obra para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie en sectores de mayor altitud que el de la ubicación de las partes y obras del proyecto como el chancador primario y la unidad de acopio de mineral. Considérese que en otros casos la obra para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie puede contemplarse para el funcionamiento u operación normal del proyecto, en consideración a la presencia de un flujo de escorrentía alto en forma habitual o normal.

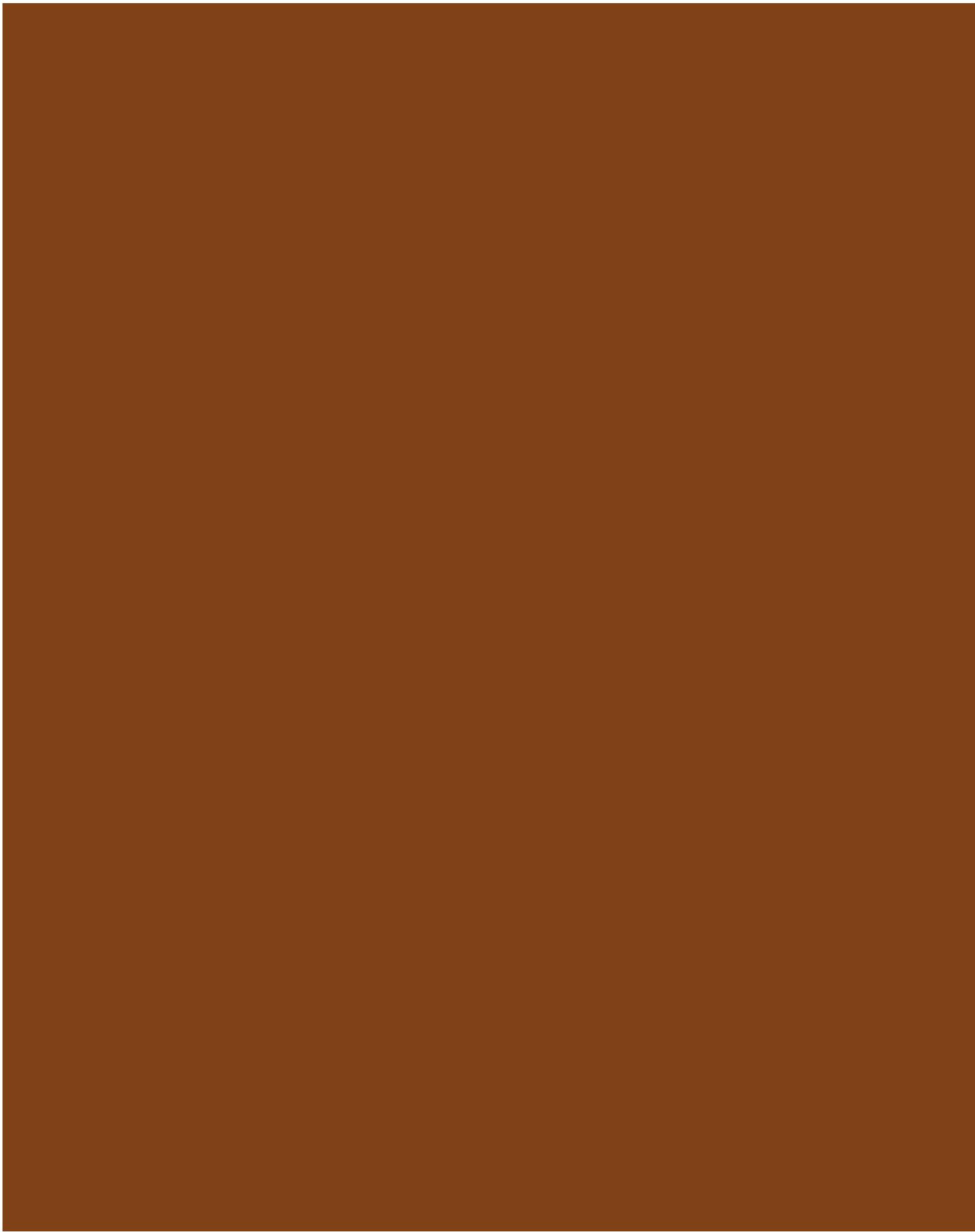
Las contingencias y las acciones o medidas deben ser abordadas en los respectivos planes de prevención de contingencias y emergencias.

## 6.5.6 Productos

De un proyecto de chancado de mineral se obtiene mineral reducido de tamaño apto para ser utilizado en procesos de beneficio de mineral. Se debe indicar la cantidad de mineral chancado en t/día.

## 6.6 Fase cierre

La descripción de la fase de cierre se debe realizar según lo señalado en la sección 2.7 de esta Guía, en lo que corresponda.





## 7. CONCENTRACIÓN DE MINERALES DE COBRE MEDIANTE MÉTODO DE FLOTACIÓN

## 7.1 Objetivo

El objetivo de un proyecto de concentración de minerales mediante flotación es el procesamiento de minerales sulfurados de cobre para la obtención de concentrado de cobre. Dependiendo del tipo de mineral de cobre, en ocasiones, del proceso también se obtiene concentrado de otros minerales como el molibdeno.

## 7.2 Descripción breve

Luego del chancado, proceso presentado en el capítulo 6 de esta Guía, se considera una etapa de molienda húmeda; al mineral previamente chancado se le agrega agua y se somete a una molienda que reduce las partículas de minerales a un tamaño que permita la liberación de la especie de interés en partículas individuales; en el caso de cobre se consigue la liberación de calcopirita, calcosina, bornita y otras. Luego, la pulpa, comprendida por mineral y agua, se somete al proceso de flotación; mediante la adición de algunos reactivos específicos y agitación se concentran las partículas de interés obteniéndose

el concentrado, el que luego es espesado y filtrado para disminuir su contenido de humedad.

En Chile en algunos procesos las partículas de minerales alcanzan su liberación entre los 150 y 300 micrones (flotación primaria). Este proceso se realiza en molinos con cilindros de acero que giran y que en su interior contienen, además del mineral y agua, bolas o barras de aceros. El impacto que se genera entre el acero y el mineral, y a su vez del mineral entre sí, se produce la molienda.



Fuente: archivo fotográfico del Consejo Minero AG

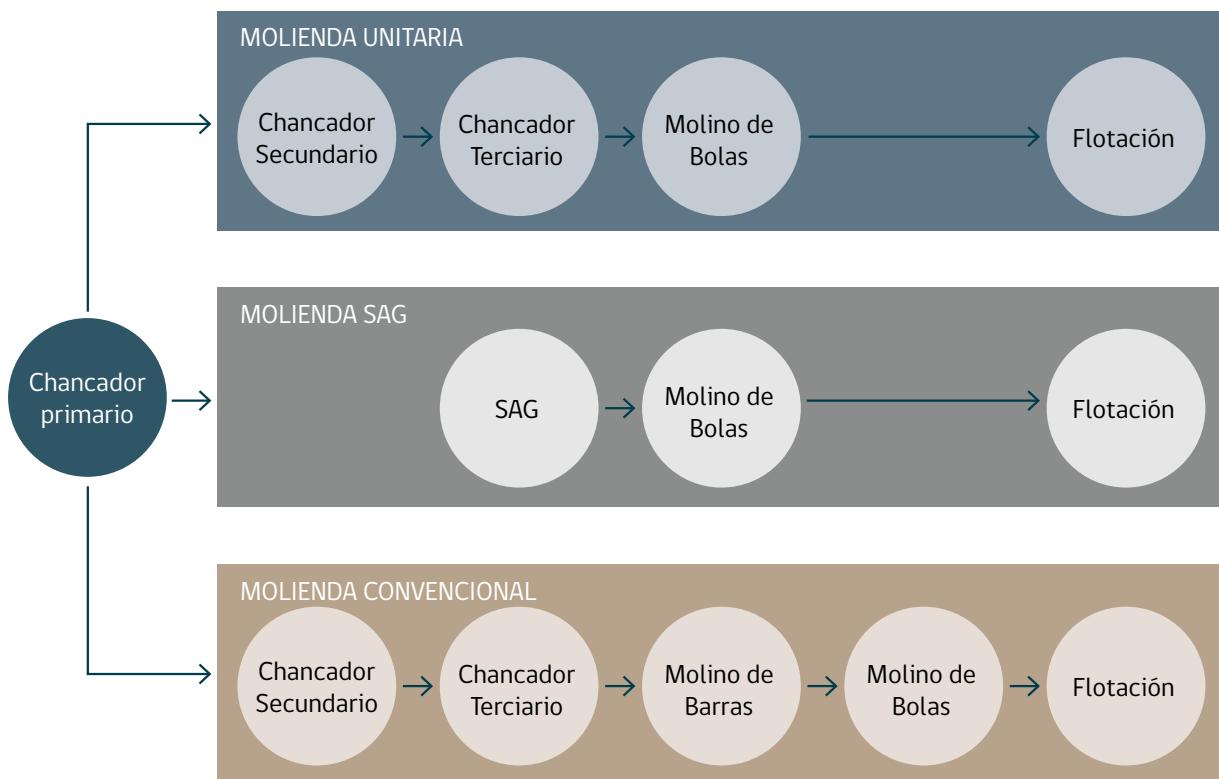
**FOTOGRAFÍA 2. Molino SAG Proyecto Minero La Candelaria Región de Atacama**

➤ 7.

Los molinos más comunes son los de bolas, de barras y semiautógenos (SAG). En estos últimos el diámetro es mayor que el largo, con el propósito de aprovechar la fuerza de impacto de la caída del mineral mientras gira, lo que contribuye a su molienda, por lo que ocupa menos cantidad de bolas de acero que los molinos de bolas convencionales. En la gran minería,

en general, se ocupa una combinación de molinos SAG y molinos de bolas.

A continuación, en la FIGURA 5. se muestran circuitos típicos de reducción de tamaño del mineral para luego realizar la flotación.



Fuente: Consejo Minero y KOAM, 2013

**FIGURA 5. Circuitos de Comminución**

Una vez conseguida la liberación de las partículas mediante la molienda, la pulpa se envía a las celdas de flotación, donde, a través de un proceso físico-químico de tensión superficial que separa los minerales sulfurados de otras especies que componen el mineral, se produce la flotación del mineral de interés.

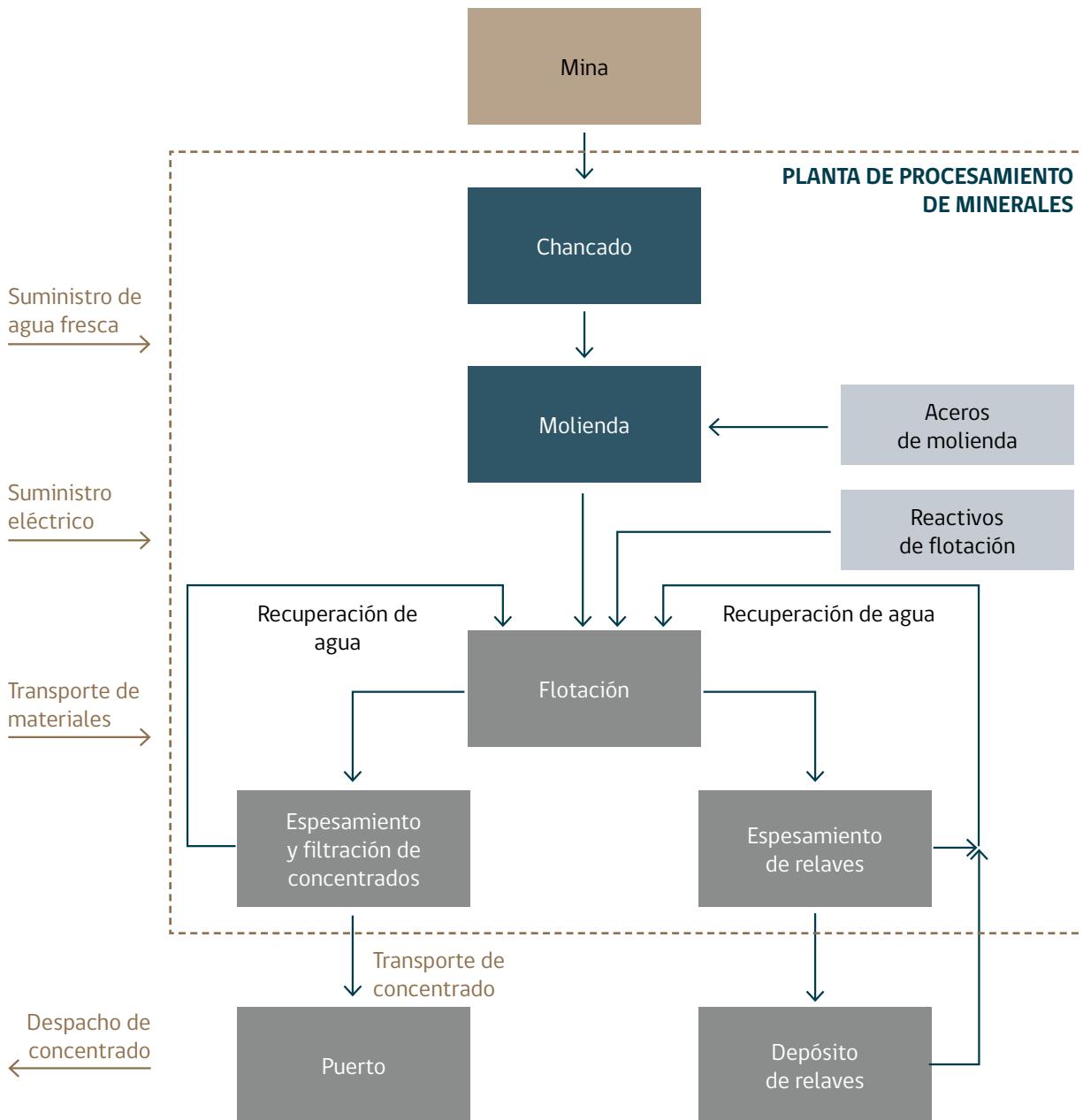
En estas celdas se burbujea aire desde el interior y se agita con un aspa rotatoria para mantener la mezcla de pulpa en constante movimiento, lo que facilita y mejora el contacto de las partículas de mineral dispersas en la pulpa con los reactivos espumantes, colectores, depresores y otros aditivos modificadores de pH; el agua y el aire. En esta etapa, el mineral se adhiere superficialmente a las burbujas de aire previamente insufladas, lo que determina la separación del mineral de interés. La adhesión del mineral a estas burbujas de aire depende de las propiedades de cada especie mineral; propiedades hidrofílicas –afinidad con el agua– y aerofílicas –afinidad con el aire–. Los reactivos depresantes dotan a las partículas sin valor de condiciones hidrófugas –que repelen el agua– para que permanezcan en la pulpa y no se adhieran a las burbujas. En esta etapa las partículas chocan con las burbujas, los sulfuros se adhieren y son arrastradas mientras que la ganga sedimenta.

La pulpa de mineral de cobre se somete varias veces a este proceso de flotación, en general no menos de tres veces, obteniéndose un concentrado de mineral, que en el caso del cobre, en general, contiene alrededor de un 30 % de cobre fino.

Luego se realiza el espesamiento del concentrado que cumple la función de incrementar el porcentaje de sólidos y recuperar el agua para ser reutilizada. El espesamiento consiste en un proceso de sedimentación inducida que se realiza en cilindros verticales, de poca altura en relación a su diámetro, los cuales tienen un motor en su centro que acciona unas paletas que circulan a baja velocidad y las que por su forma hacen que las partículas bajen hacia su centro inferior y el agua rebalse. Luego se realiza el filtrado. El contenido de humedad se reduce a valores próximos al 9 %, obteniéndose un concentrado apto para ser enviado a otro proceso como la fundición.

El residuo del proceso de flotación se conoce como relave, en el Capítulo 8 de esta Guía se presenta el transporte, acondicionamiento y disposición de relaves.

En la FIGURA 6. se muestra un diagrama del proceso de flotación.



Fuente: Compañía Minera Carmen de Andacollo, 2006

**FIGURA 6. Diagrama del proceso de flotación del Proyecto Hipógeno**

En general el emplazamiento de este tipo de proyecto está determinado por la ubicación de la o las minas que proveen el mineral a ser chancado.

En la DIA o EIA se debe incluir una descripción breve del proyecto de concentración de minerales de cobre mediante flotación que se trate.

## 7.3 Partes y obras

### § Lista de partes y obras

Las principales partes y obras de un proyecto concentración de minerales mediante flotación son las siguientes:

#### Partes y obras temporales

- Caminos de accesos temporales
- Instalación de apoyo a las actividades de la fase de construcción
- Instalación para el manejo del agua servida
- Instalación para la producción de áridos
- Instalación para la producción de hormigón
- Instalación para el manejo y eliminación de residuos de la construcción

#### Partes y obras permanentes

- Caminos de accesos permanentes
- Instalación de apoyo a las actividades de fase de operación
- Instalación u obra para el manejo del agua servida
- Partes del transporte del mineral chancado
- Unidad de acopio de mineral chancado
- Edificio o galpón
- Unidad de molienda
- Unidad de almacenamiento de reactivos
- Unidad de flotación
- Unidad de espesamiento del concentrado
- Unidad de filtración del concentrado
- Partes del sistema de circulación del agua
- Partes del transporte de concentrado de mineral

- Partes del transporte y acondicionamiento de relaves
- Obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie

La descripción de las partes y obras listadas, que también se identifican en las secciones 2.4.2 y 4.3 de esta Guía, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores que allí se señalan. Las partes del transporte de relaves se presentan en el capítulo 8 de esta Guía, Proyecto de Disposición de Relaves.

### § Descripción de partes y obras específicas a este tipo de proyecto

#### a. Edificio o galpón

Corresponde a la obra civil, normalmente un galpón de grandes dimensiones, que alberga las distintas unidades específicas del procesamiento del mineral, el que se debe describir según lo siguiente:

- ubicación georreferenciada;
- superficie ( $m^2$ );
- materialidad y dimensiones de la plataforma de piso, techo y paredes, si corresponde;
- diagrama de las unidades que comprende esta instalación.

#### b. Unidad de molienda

La unidad de molienda corresponde a las obras civiles y equipos requeridos para realizar la molienda del mineral, la que se debe describir indicando lo siguiente:

- superficie ( $m^2$ ),
- plano de ubicación de los equipos y molinos,

- tipo, dimensión y capacidad de los equipos y molinos,
- capacidad de producción de mineral molido, (t/h, t/día),
- diagrama del circuito de la molienda.

#### c. Unidad de almacenamiento de reactivos

En la unidad de almacenamiento y manejo de reactivos se almacenan los distintos reactivos que se utilizan en el proceso de flotación, incluyendo la cal, unidad que debe describirse de acuerdo a lo siguiente:

- ubicación georreferenciada,
- superficie ( $m^2$ ),
- capacidad de almacenamiento de cada reactivo.

#### d. Unidad de flotación

La unidad de flotación comprende las celdas o tanques donde la pulpa se agita y aírea para producir las burbujas que contienen el concentrado, la que se debe describir indicando lo siguiente:

- superficie ( $m^2$ );
- plano de ubicación de las celdas o tanques, indicando respecto de cada una sus dimensiones;
- diagrama del circuito de flotación;
- diagrama del circuito alimentador de cal y lechada de cal;
- capacidad de producción de concentrado (t/h, t/día).

#### e. Unidad de espesamiento del concentrado

La unidad de espesamiento del concentrado comprende las obras civiles y equipos destinados a retirar gran parte del agua contenida en la pulpa, mediante un proceso de sedimentación inducida, la que se debe describir indicando lo siguiente:

- superficie ( $m^2$ ),
- plano de ubicación de los espesadores,
- n° de espesadores, dimensiones y función de cada uno,
- capacidad de producción de concentrado espesado (t/h, t/día),
- capacidad de producción de relave (t/h, t/día).

#### f. Unidad de filtración del concentrado

La unidad de filtrado comprende las obras civiles y equipos destinados a filtrar y obtener un concentrado de mineral de igual o menor a 9% de humedad, la que se debe describir indicando lo siguiente:

- plano de ubicación de filtros,
- diagrama del circuito,
- capacidad de producción de concentrado filtrado (t/h, t/día).

#### g. Partes del sistema de circulación del agua

El sistema de circulación de agua comprende partes, obras y equipos destinados a la circulación del agua industrial o de proceso, incluyendo su recirculación, las que se deben describir indicando lo siguiente:

- capacidad del sistema,
- estanque o unidad de almacenamiento de agua fresca, indicando su ubicación y capacidad ( $m^3$ ),
- puntos de entrada o adición de agua en la planta,
- punto de salida o descarga del agua de descarte,
- diagrama del circuito de circulación de agua, incluyendo la recuperación y recirculación de agua,

Debe tenerse presente que la cantidad de agua y fuente de abastecimiento debe identificarse en la sección "Suministros básicos o insumos" de la DIA o EIA, de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.4 de esta Guía.

## 7.4 Fase de construcción

### 7.4.1 Actividades

#### § Lista de actividades

Las actividades principales de la fase de construcción de un proyecto de concentración de minerales mediante flotación son las siguientes:

- Acondicionamiento del terreno
- Construcción y uso de caminos de accesos y cierre de caminos temporales
- Construcción, habilitación, uso y cierre de la instalación de apoyo a la fase de construcción
- Construcción de la instalación de apoyo a la fase de operación
- Construcción y uso de la instalación para el manejo del agua servida y cierre en el caso que sea de uso temporal
- Tránsito y funcionamiento de vehículos y maquinarias al interior del emplazamiento del proyecto
- Transporte de insumos, residuos y mano de obra fuera del área de emplazamiento del proyecto
- Habilitación, uso y cierre de la instalación para la producción de áridos
- Habilitación, uso y cierre de la instalación para la producción de hormigón
- Habilitación, uso y cierre de la instalación para el manejo y eliminación de residuos de la construcción
- Construcción y habilitación de la unidad de acopio de mineral chancado
- Construcción y habilitación de las partes o unidades específicas de la concentración de minerales mediante flotación

Las actividades listadas, que también se identifican en la sección 2.5.3 de esta Guía, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores allí señalados.

#### § Descripción de actividades específicas a este tipo de proyecto

Construcción y habilitación de las unidades específicas de la concentración de minerales mediante flotación

Se deben describir las actividades de construcción y habilitación de todas las partes o unidades específicas que comprende la concentración de minerales, incluyendo el edificio o galpón, las unidades de molienda, almacenamiento de reactivos, flotación, espesamiento y filtración del concentrado, sistema de circulación de agua y partes del transporte de concentrado de mineral. Es necesario referirse a lo siguiente:

- Las acciones de acondicionamiento del terreno se deben describir en la actividad “Acondicionamiento del terreno” de la DIA o EIA, y según los ítems y descriptores que se señalan en la sección 2.5.3.a de esta Guía, en lo que corresponda.
- Las acciones principales que se realizarán para habilitar cada unidad, tales como construcción de fundaciones y edificios, montaje y prueba de equipos situados en el interior del galpón o edificio y fuera de éste.

#### 7.4.2 Suministros básicos o insumos

Es necesario estimar los suministros básicos o insumos considerando todas las actividades de la fase de construcción. En general, para esta fase un proyecto de concentración de minerales mediante flotación, se requieren los siguientes:

- Agua.
- Energía eléctrica.
- Sustancias peligrosas.
- Áridos.
- Hormigón.
- Equipos y maquinarias.

Estos suministros básicos o insumos se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.5.4 de esta Guía.

Otros insumos relevantes para la fase de construcción deben identificarse señalando:

- nombre del insumo,
- cantidad requerida,
- destino: asociarlo a la o las actividades en que se utilizará.

#### 7.4.3 Emisiones

En general, las emisiones de la fase de construcción de un proyecto de concentración de minerales mediante flotación son los siguientes:

- Emisiones a la atmósfera de material particulado y gases.

- Emisiones líquidas de agua servida y otras emisiones líquidas.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Otras.

Estas emisiones se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.6 de esta Guía.

#### 7.4.4 Residuos

En general, durante la fase de construcción de un proyecto de concentración de minerales de cobre se generan residuos peligrosos y no peligrosos; los que deben estimarse considerando todas las actividades de la fase y describirse de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.7 de esta Guía.

#### 7.4.5 Contingencias

Se deben describir las contingencias de la fase de construcción de un proyecto de concentración de minerales de cobre mediante flotación considerando contingencias como las indicadas en la sección 2.5.8 de esta Guía; sin perjuicio que se consideren otras contingencias propias de este tipo de proyecto. Respecto de cada una se deben identificar las acciones o medidas para evitar que éstas se produzcan y las acciones o medidas a implementar en el caso que se produzcan. Tales medidas deben ser abordadas en los respectivos planes de prevención de contingencias y emergencias.

## 7.5 Fase de operación

### 7.5.1 Actividades

#### § Lista de actividades

Las principales actividades de la fase de operación de un proyecto de concentración de minerales de cobre mediante flotación son los siguientes:

- Uso de la instalación de apoyo a la fase de operación
- Mantención de caminos de accesos
- Transporte de mineral chancado
- Producción de concentrado de mineral
- Transporte de concentrado de mineral
- Transporte de insumos, residuos, mano de obra y productos fuera del área de emplazamiento del proyecto

La descripción de las actividades listadas, que también se identifican en las secciones 2.5.3 y 4.5.1 de esta Guía, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores allí señalados.

#### § Descripción de actividades específicas a este tipo de proyecto

- Producción de concentrado de minerales

Se debe describir el tratamiento o proceso de la producción de concentrado de mineral indicando lo siguiente:

- nombre del mineral a procesar;
- tasa de mineral a procesar (t/año, t/mes o t/día);
- acondicionamiento de la pulpa mineral incluyendo dosificación de reactivos y diagrama del proceso de dosificación;
- diagrama del proceso de flotación;

- método de espesamiento del concentrado;
- método de filtrado del concentrado,
- tasa de producción de concentrado de mineral (t/mes o t/año),
- tasa de producción de relave (t/mes o t/año),
- relación consumo de agua y concentrado de mineral.

### 7.5.2 Suministros básicos o insumos

Es necesario estimar los suministros básicos o insumos considerando todas las actividades de la fase de operación. En general, para esta fase un proyecto de concentración de minerales mediante flotación, se requieren los siguientes:

- Agua.
- Energía eléctrica.
- Sustancias peligrosas.
- Equipos y maquinarias

Estos suministros básicos o insumos se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.5.4 de esta Guía.

Este tipo de proyecto requiere para su proceso sustancias, como sustancias espumantes, floculantes, colectoras y modificadoras de pH. Se deben identificar estos tipos de sustancias e indicar aquellas que son sustancias peligrosas.

Otros insumos relevantes para la fase de operación deben identificarse señalando:

- nombre del insumo;
- cantidad requerida;
- destino: asociarlo a la o las actividades en que se utilizará.

### 7.5.3 Emisiones

Las emisiones generadas en la fase de operación del proyecto, como emisiones de material particulado, gases, olores; agua servida; ruido; vibraciones y otras emisiones, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores presentados en la sección de 2.5.6 de esta Guía.

Sin perjuicio de lo anterior, se deben describir las emisiones propias de la fase de operación de un proyecto de concentración de minerales mediante flotación tales como el agua residual del filtrado del concentrado.

### 7.5.4 Residuos

Se deben describir los residuos de la fase de operación del proyecto de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.5.7 de esta Guía.

Sin perjuicio de lo anterior, se deben considerar los residuos propios de la fase de operación de un proyecto de concentración de minerales

mediante flotación como los relaves; el transporte y disposición de relaves se presenta en el Capítulo 8 de esta Guía.

### 7.5.5 Contingencias

Las contingencias de la fase de operación de un proyecto de concentración de minerales de cobre mediante flotación se deben describir considerando contingencias como las indicados en la sección 2.5.8 de esta Guía; sin perjuicio que se consideran otras contingencias propias de este tipo de proyecto. A modo ilustrativo y referencial en la [TABLA 3.](#) se señalan algunas contingencias y ejemplos de sus respectivas medidas de prevención; además, se deben identificar las medidas de control de emergencia.

Las contingencias y las acciones o medidas deben ser abordadas en los respectivos planes de prevención de contingencias y de emergencias.

### 7.5.6 Productos

De este tipo de proyecto se obtiene como producto concentrado de mineral de cobre y en ocasiones, concentrado de algún mineral secundario, por ejemplo molibdeno. Se debe indicar el o los tipos de concentrados producidos, su cantidad (t/mes) y calidad expresada como el porcentaje de mineral objetivo en el concentrado (% g/t).

## 7.6 Fase de cierre

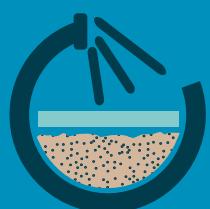
La descripción de la fase de cierre se debe realizar según lo señalado en la sección 2.7 de esta Guía.

**TABLA 3. Contingencias de la fase de operación de un proyecto de concentración de minerales de cobre mediante método de flotación y medidas de prevención y control asociadas**

CONTINGENCIA	ACCIONES O MEDIDAS DE PREVENCIÓN	ACCIONES O MEDIDAS DE CONTROL DE LA EMERGENCIA
Derrame de sólidos y líquidos en el galpón.	Construir y habilitar un foso de recolección de derrames, indicando su capacidad ( $m^3$ ), dimensiones y profundidad.	El titular debe identificar las acciones o medidas de control de la emergencia respectiva.
Derrame de fluidos líquidos en la unidad de molienda.	Construir y habilitar una piscina de almacenamiento de fluidos líquidos derramados, indicando su capacidad ( $m^3$ ). Habilitar ductos para conducir fluidos derramados, indicando su capacidad (l/s).	El titular debe identificar las acciones o medidas de control de la emergencia respectiva.
Derrame de agua en el sistema de circulación del agua de proceso.	Construir y habilitar una piscina de almacenamiento de agua de derrames, indicando su capacidad ( $m^3$ ) y dimensiones. Construir y habilitar ductos para conducir el agua de derrames, indicando su capacidad.	El titular debe identificar las acciones o medidas de control de la emergencia respectiva.

Fuente: elaboración propia





## 8. TRANSPORTE, ACONDICIONAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RELAVES

## 8.1 Objetivo

El objetivo de un proyecto de este tipo es el manejo, transporte y disposición final de los relaves generados en el procesamiento de minerales.

## 8.2 Descripción breve

Los relaves o residuos generados en el procesamiento de minerales realizado mediante flotación o lixiviación en tanques o reactores, se transportan y depositan en un sitio habilitado a estos fines.

Es posible que exista más de un origen del relave que se destina a un depósito. En la práctica la condición inversa no se presenta.

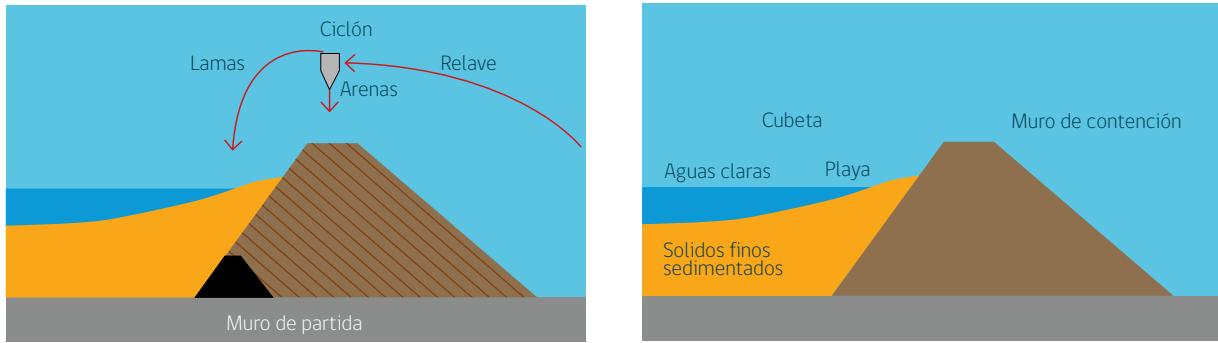
En general, las opciones para la disposición de los relaves son las siguientes (Sernageomin, 2007):

- a. Embalse de relaves: considera un muro perimetral con talud interno construido de material de empréstito generando una cubeta de depósito donde se descarga el relave completo.
- b. Tranque de relaves: el relave se trata separando la fracción gruesa (arenas) de la fracción fina (lamas) mediante hidrociclos, utilizándose las arenas en la construcción del muro perimetral y descargando las lamas en la cubeta.

- c. Depósito de relaves acondicionados: al relave se le extrae la mayor cantidad de agua, obteniéndose un material equivalente a suelo húmedo el cual puede ser depositado sin necesidad de un muro perimetral para su contención. Para este propósito existen distintos métodos de tratamiento tales como espesamiento de relaves, filtración de relaves y la alternativa más reciente es la preparación de pasta de relaves.

El acondicionamiento de relaves puede realizarse en el emplazamiento donde se generan o en el emplazamiento del depósito de relaves.

Para mantener la estabilidad del muro se controla la calidad y cantidad de las arenas, ángulos de talud y altura del muro. En general se recupera el agua clara de la laguna mediante bombeo o sifón y el flujo del agua de drenes ubicados bajo el muro se canaliza y también se recupera (*Sernageomin et al, 2003*).



Fuente: Sernageomin et al. 2003

**FIGURA 7. Partes de un depósito de relaves**

En la DIA o EIA se debe incluir una descripción breve del proyecto de transporte, acondicionamiento y disposición de relaves que se trate.

Debe tenerse presente que a este tipo de proyecto le es aplicable el PAS establecido en el artículo 135 del Reglamento del SEIA, permiso para construcción y operación de depósitos de relaves; así como también podría ser aplicable el PAS establecido en el artículo 139 del Reglamento del SEIA, permiso

para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de residuos industriales o mineros. Por lo tanto, en el capítulo de legislación ambiental aplicable de la DIA o EIA, se deben presentar los contenidos técnicos y formales para acreditar el cumplimiento de los requisitos de otorgamiento, de acuerdo a lo establecido en dichos artículos.

## 8.3 Parte y obras

### § Lista de partes y obras

Las principales partes y obras de un proyecto de transporte, acondicionamiento y disposición de relaves son las siguientes:

Partes y obras temporales:

- Caminos de accesos temporales
- Instalación de apoyo a las actividades de la fase de construcción
- Instalación para el manejo del agua servida
- Instalación para la producción de áridos
- Instalación para la producción de hormigón
- Instalación para el manejo y eliminación de residuos de la construcción

Partes y obras permanentes

- Caminos de accesos permanentes
- Instalación de apoyo a las actividades de la fase de operación
- Instalación u obra para el manejo del agua servida
- Obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie
- Partes del transporte de relaves o relaveducto
- Unidad de acondicionamiento de relaves
- Depósito o cubeta
- Obras de desvío de cursos superficiales de agua
- Obras para la captación, conducción y disposición de aguas claras
- Obras para el manejo de drenajes y filtraciones

La descripción de las partes y obras listadas, que también se identifican en la sección 2.4.2 de esta Guía, se deben describir de acuerdo a lo allí señalado.

### § Descripción de partes y obras específicas a este tipo de proyecto

#### a. Partes del transporte de relaves o relaveducto

Esta parte corresponde al ducto y demás elementos destinados al transporte del relave desde su unidad de origen hasta el depósito de relaves, pudiendo existir puntos intermedios como la unidad de acondicionamiento de relaves. Esta parte se debe describir considerando lo siguiente:

- Capacidad nominal de transporte ( $m^3/h$ )
- Tipo de relaveducto, indicando según corresponda:
  - ducto cerrado o abierto,
  - ducto enterrado o en superficie,
  - diámetro del ducto o canal.
- Trazado:
  - ubicación georreferenciada, especificando lugar de origen y destino,
  - longitud (m),
  - elementos para la difusión de energía.

Es necesario indicar si el relaveducto comprende atravesos de cauces. De ser así, para cada atraveso se debe señalar lo siguiente:

- Nombre y georreferenciación del estero, corriente o curso de agua;
- Identificación de las obras de arte tipo y si éstas se ubican o no en el cauce;
- Características técnicas del cruce o atraveso: alto, ancho, largo, entre otras;
- Capacidad de conducción de la obra de cruce o atraveso, justificado de acuerdo a la escorrentía

- de superficie del punto de emplazamiento de la obra;
- Consideraciones de diseño y seguridad del cruce o atravesio.

Tratándose de un acueducto, al relaveducto le puede aplicar el permiso para la construcción de ciertas obras hidráulicas, PAS establecido en el artículo 155 del Reglamento del SEIA. Si le es aplicable, en el capítulo de legislación ambiental aplicable de la DIA o EIA, se deben presentar los contenidos técnicos y formales para acreditar el cumplimiento de los requisitos de otorgamiento, de acuerdo a lo establecido en dicho artículo. Al respecto, es necesario considerar lo dispuesto en la respectiva Guía PAS (SEA, 2014e).

En el caso que el relaveducto considere atravesos de cauces, si las obras consideran la modificación del cauce, se requiere el PAS establecido en el artículo 156 del Reglamento del SEIA. Por otra parte, si las obras contemplan la regularización o defensa de cauce natural, se requiere el PAS establecido en el artículo 157 del Reglamento del SEIA. Por lo tanto, en el capítulo de legislación ambiental aplicable de la DIA o EIA se deben presentar los contenidos técnicos y formales para acreditar el cumplimiento de los requisitos de otorgamiento de los permisos que correspondan, de acuerdo a lo establecido en los artículos citados. Al respecto, es necesario considerar lo dispuesto en las respectivas Guía PAS (SEA, 2014c; SEA, 2014d).

#### b. Unidad de acondicionamiento de relaves

Normalmente los relaves se acondicionan previo a su depósito en la cubeta, cuya unidad de acondicionamiento se debe describir indicando lo siguiente:

- ubicación georreferenciada y cota (msnm),
- tipo de acondicionamiento:
  - lamas y arenas,
  - relaves en pasta,
  - relaves espesados o filtrados,
- elementos y equipos tales como hidrociclones, espesadores, filtros u otros, indicando la capacidad de producción de relaves acondicionados de cada uno.

#### c. Depósito o cubeta

La cubeta es la parte u obra destinada a almacenar y disponer los relaves, la que se debe describir de acuerdo a lo siguiente:

- Identificación del tipo de depósito: tanque de relaves, embalse de relaves, depósito de relaves espesados, depósito de relaves filtrados o depósito de relaves en pasta.
- Ubicación georreferenciada, incluyendo su representación cartográfica. En el caso de emplazamiento subterráneo indicar la altura sobre el nivel del mar (msnm).
- Capacidad del depósito: indicar la capacidad de almacenamiento ( $t, m^3$ ) de acuerdo al tipo de relaves que se contempla disponer:
  - lamas y arenas en forma separada,
  - relaves en pasta,
  - relaves espesados,
  - relaves filtrados.
- Dimensiones de la cubeta: superficie, largo y ancho.
- Vertederos de emergencia<sup>31</sup>: caudal nominal o de diseño.

<sup>31</sup> El vertedero de emergencia se utiliza para contener rebalses de fluidos desde la cubeta originados por eventos hidrometeorológicos extremos, siendo una obra destinada al control de emergencias.

- Elementos de impermeabilización de la cubeta, tales como aplicación de material arcilloso u otros.
- Muros del depósito
  - Identificación del tipo de muro:
    - de empréstito en el caso de embalse de relaves,
    - muro de arena en el caso de tranque,
    - muro de contención en el caso de depósito de relaves espesados o en pasta,
    - muro secundario: de cola o lateral.

Respecto de cada uno se debe indicar lo siguiente:

- ubicación georreferenciada,
- altura máxima de coronamiento,
- cota de coronamiento,
- ancho coronamiento,
- ángulos de talud aguas arriba y abajo,
- material del muro,
- elementos de impermeabilización,
- forma de construcción: eje central o aguas abajo.

Según el contenido de sólidos del relave, se debe evaluar si es aplicable el permiso para la construcción de ciertas obras hidráulicas, PAS establecido en el artículo 155 del Reglamento del SEIA, para ello es necesario considerar lo dispuesto en la Guía Permiso para la Construcción de Ciertas Obras Hidráulicas (SEA 2014e). De ser así, en el capítulo de legislación ambiental aplicable de la DIA o EIA, se deben presentar los contenidos técnicos y formales para acreditar el cumplimiento de los requisitos de otorgamiento, de acuerdo a lo establecido en dicho artículo.

- d. **Obras de desvío de cursos superficiales de agua**
- Identificación del o los cursos de agua,
- Perfiles longitudinal y transversal del cauce en el área del entorno de la obra,
- Ubicación georreferenciada de las obras, funciones, características constructivas y dimensiones básicas.

Debe tenerse presente que en el caso que las obras de desvío de un curso superficial de agua considere la modificación de su cauce, se requiere el PAS establecido en el artículo 156 del Reglamento del SEIA. Además, si las obras contemplan la regularización o defensa de cauce natural, se requiere el PAS establecido en el artículo 157 del Reglamento del SEIA. Por lo tanto, en el capítulo de legislación ambiental aplicable de la DIA o EIA se deben presentar los contenidos técnicos y formales para acreditar el cumplimiento de los requisitos de otorgamiento de estos permisos, de acuerdo a lo establecido en los artículos citados. Al respecto, es necesario considerar lo dispuesto en las respectivas Guía PAS (SEA, 2014c; SEA, 2014d).

#### e. **Obras para la captación, conducción y disposición de aguas claras**

- Unidad de captación de aguas claras:
  - ubicación georreferenciada y cota (msnm),
  - mecanismo (bomba u otro),
  - capacidad (l/seg).
- Unidad de conducción de aguas claras a destino:
  - tipo (cañería u otro),
  - trazado georreferenciado del circuito.
- Disposición de aguas claras:
  - Identificación de la parte, obra u proceso de

- destino de las aguas claras.
- Ubicación georreferenciada del lugar de destino de las aguas claras.
- f. Obras para el manejo de drenajes y filtraciones
- Muro cortafuga
    - ubicación georreferenciada y cota (msnm),
    - dimensiones.
  - Zanjas o canaletas
    - ubicación georreferenciada y cota (msnm),
    - longitud (m),
    - dimensiones: ancho, profundidad (m),
    - materialidad,
    - capacidad (l/s).
- Piscinas colectoras
    - ubicación georreferenciada y cota (msnm),
    - dimensiones: superficie ( $m^2$ ) y profundidad (m),
    - capacidad (volumen de fluido a contener),
    - condiciones de impermeabilización.
  - Pozos de monitoreo
    - N° total de pozos, respecto de c/u indicar:
    - ubicación georreferenciada, cota (msnm) y características hidrogeológicas del lugar de emplazamiento,
    - profundidad de los pozos y de la zona habilitada para el muestreo (m).

## 8.4 Fase de construcción

### 8.4.1 Actividades

#### § Lista de actividades

Las actividades principales de la fase de construcción de un proyecto de depósito de relaves son las siguientes:

- Acondicionamiento del terreno
- Construcción y uso de caminos de accesos y cierre de caminos temporales
- Construcción, habilitación, uso y cierre de la instalación de apoyo a la fase de construcción

- Construcción de la instalación de apoyo a las actividades de la fase de operación
- Construcción y uso de la instalación para el manejo del agua servida y cierre en el caso que sea de uso temporal
- Tránsito y funcionamiento de vehículos y maquinarias al interior del emplazamiento del proyecto
- Transporte de insumos, residuos y mano de obra fuera del área de emplazamiento del proyecto

- Habilitación, uso y cierre de la instalación para la producción de áridos
- Habilitación, uso y cierre de la instalación para la producción de hormigón
- Habilitación, uso y cierre de la instalación para el manejo y eliminación de residuos de la construcción
- Construcción de las partes u obras del transporte de relaves o relaveducto
- Construcción y habilitación de las partes o unidades del depósito de relaves

Las actividades listadas, que también han sido identificadas en la sección 2.5.3 de esta Guía, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores allí señalados.

#### **§ Descripción de actividades específicas a este tipo de proyecto**

Se deben describir las actividades de construcción y habilitación de todas las partes y obras que comprende el proyecto, como la de manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie, del transporte de relaves, de acondicionamiento de relaves, de la cubeta incluyendo muros del depósito, de drenaje y filtraciones, de manejo de agua claras y de desvío de cursos superficiales de agua.

Las acciones de acondicionamiento del terreno se deben describir en la actividad "Acondicionamiento del terreno" de la DIA o EIA, y según los ítems y descriptores que se señalan en la sección 2.5.3.a de esta Guía, en lo que corresponda.

Junto a la descripción de las acciones de construcción y habilitación se deben indicar las medidas asociadas al control de emisiones, manejo de residuos y sustancias peligrosas.

#### **8.4.2 Suministros básicos o insumos**

Es necesario estimar los suministros básicos o insumos considerando todas las actividades de la fase de construcción. En general, para esta fase un proyecto de transporte, acondicionamiento y disposición de relaves, se requieren los siguientes:

- Agua.
- Energía eléctrica.
- Sustancias peligrosas.
- Áridos.
- Hormigón.
- Equipos y maquinarias.

Estos suministros básicos o insumos se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.5.4 de esta Guía.

Otros insumos relevantes para la fase de construcción deben identificarse señalando:

- nombre del insumo,
- cantidad requerida,
- destino: asociarlo a la o las actividades en que se utilizará.

#### **8.4.3 Emisiones**

En general, las emisiones de la fase de construcción de un proyecto de disposición de relaves son los siguientes:

- Emisiones a la atmósfera de material particulado y gases.
- Emisiones líquidas de agua servida y otras emisiones líquidas.
- Ruido.

- Vibraciones.
- Otras.

Estas emisiones se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.6 de esta Guía.

#### 8.4.4 Residuos

En general, durante la fase de construcción de un proyecto de disposición de relaves se generan residuos peligrosos y no peligrosos, los que deben estimarse considerando todas las actividades de la fase y describirse de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.7 de esta Guía.

#### 8.4.5 Contingencias

Se deben describir las contingencias de la fase de construcción de un proyecto de transporte, acondicionamiento y disposición de relaves considerando contingencias como las indicadas en la sección 2.5.8 de esta Guía; sin perjuicio que se consideran otras contingencias propias de este tipo de proyecto. Respecto de cada contingencia se deben identificar las acciones o medidas para evitar que éstas se produzcan y las acciones o medidas a implementar en el caso que se produzcan. Tales medidas deben ser abordadas en los respectivos planes de prevención de contingencias y emergencias.

### 8.5 Fase de operación

#### 8.5.1 Actividades

##### § Lista de actividades

Las principales actividades de la fase de operación de un proyecto de disposición de relaves son las siguientes:

- Uso de la instalación de apoyo a la fase de operación
- Mantención de caminos de accesos
- Transporte de insumos, residuos, mano de obra y productos fuera del área de emplazamiento del proyecto

- Manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie
- Transporte del relave
- Acondicionamiento del relave
- Disposición del relave en la cubeta
- Manejo de aguas claras
- Manejo de drenajes y filtraciones

La descripción de las actividades, que también se listan en la sección 2.5.3 de esta Guía, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores allí señalados.

### § Descripción de actividades específicas a este tipo de proyecto

#### a. Transporte del relave

El transporte del relave se debe describir indicando lo siguiente:

- tasa de transporte ( $m^3/h$ ),
- manejo del sistema de bombeo o gravitacional,
- manejo de las instalaciones difusoras de energía.

#### b. Acondicionamiento del relave

De acuerdo al tipo de acondicionamiento que se trate, se debe indicar la tasa de producción de:

- lamas y arenas (% de humedad,  $m^3$  y t),
- relaves en pasta (% de humedad,  $m^3/mes$  y t/mes),
- relaves espesados o filtrados (% de humedad,  $m^3/mes$  y t/mes).

#### c. Disposición del relave en la cubeta

La disposición de relaves en la cubeta se debe describir indicando lo siguiente:

- Cantidad de relave a depositar por año (período en función de variaciones del tipo de relaves).
- Método de vaciado o vertido del relave en la cubeta.

— Descripción geoquímica del relave a depositar, describiendo las variaciones en el tiempo si las hay, con énfasis en potencial de acidificación y metales pesados.

— Crecimiento del muro de contención: forma y dimensión; pendiente y taludes; calidad y cantidad del material; compactación y estabilidad; permeabilidad y gradiente hidráulica.

— Revancha máxima y mínima (m).

#### d. Manejo de aguas claras

La actividad se debe describir indicando lo siguiente:

- Cantidad de agua a recuperar (l/s).
- Caracterización físico química del agua que se recupera.
- Destino del agua, indicando si se recupera y usa en un proceso productivo o se dispone en un cuerpo receptor, identificando el lugar de destino.
- Distancia de resguardo entre las aguas claras y el muro, si corresponde.

#### e. Manejo de drenajes y filtraciones

La actividad se debe describir indicando lo siguiente:

- Cantidad de agua drenada recuperada (l/s).
- Caracterización físico química del agua que se recupera.
- Destino del agua, indicando si se recupera y usa en un proceso productivo o se dispone en un cuerpo receptor, identificando el lugar de destino.
- Programa de monitoreo de pozos, indicando la frecuencia de la toma de datos.

## 8.5.2 Suministros básicos o insumos

Los suministros básicos o insumos que, en general, se requieren para la fase de operación de un proyecto de disposición de relaves son los siguientes:

- Agua.
- Energía eléctrica.
- Sustancias peligrosas.
- Maquinaria y equipos.

Es necesario estimar los insumos considerando todas las actividades de la fase de operación, los que se deben describir, en lo que corresponda, de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.5.4 de esta Guía. Otros insumos relevantes para la fase de operación deben identificarse señalando:

- nombre del insumo,
- cantidad requerida,
- destino: asociarlo a la o las actividades en que se utilizará.

## 8.5.3 Emisiones

Las emisiones de material particulado, gases y olores; agua servida y otras emisiones líquidas; ruido; vibraciones y otras emisiones, generadas en la fase de operación del proyecto, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores presentados en la sección de 2.5.6 de esta Guía.

Sin perjuicio de lo anterior, se deben describir las emisiones propias de la fase de operación de un proyecto de transporte, acondicionamiento y disposición de relaves tales como:

- emisiones atmosféricas generadas en las actividades de vaciado del relave,
- emisiones atmosféricas de material particulado desde la cubeta,
- emisiones líquidas generadas en el manejo de aguas claras y agua drenada.

## 8.5.4 Residuos

Se deben describir los residuos de la fase de operación del proyecto, de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.5.7 de esta Guía.

## 8.5.5 Contingencias

Las contingencias de la fase de operación de un proyecto de disposición de relaves se deben describir considerando los ítems, descriptores y contingencias indicados en la sección 2.5.8 de esta Guía; sin perjuicio que se consideren otras contingencias propias de este tipo de proyecto. A modo ilustrativo y referencial en la TABLA 4. se señalan algunas contingencias y ejemplos de sus respectivas medidas de prevención y control de emergencia.

Las contingencias y las acciones o medidas deben ser abordadas en los respectivos planes de prevención de contingencias y emergencias.

**TABLA 4. Contingencias de la fase de operación de un proyecto de transporte, acondicionamiento y disposición de relaves y medidas de prevención y control asociadas**

CONTINGENCIA	ACCIONES O MEDIDAS DE PREVENCIÓN	ACCIONES O MEDIDAS DE CONTROL DE LA EMERGENCIA
Derrame de relaves desde el relaveducto.	Instalar y operar un sistema de detección de fugas a lo largo del trazado, monitoreando la presión y flujo de relaves en el ducto.	Extraer el relave derramado en el terreno y disponerlo en la cubeta de disposición de relaves. Monitorear el terreno, suelo y agua afectados por el derrame.
	Inspeccionar el trazado en forma periódica para evaluar la integridad de las obras (indicar forma de inspección: visual, mediante monitoreo con equipos u otros y la periodicidad de la acción).  Inspeccionar el trazado con posterioridad a la ocurrencia de un sismo (grado del sismo) y deslizamiento de tierras (características del deslizamiento).	El titular debe identificar las acciones o medidas de control de la emergencia respectiva.
	Construir y habilitar piscinas de emergencia en determinados puntos del trazado del relaveducto, indicando Nº de piscinas, ubicación georreferenciada y su capacidad ( $m^3$ ).	El titular debe identificar las acciones o medidas de control de la emergencia respectiva.
Filtraciones de agua desde el depósito o cubeta.	El titular debe entregar las acciones o medidas de la contingencia respectiva.	Aumentar el caudal de bombeo de los pozos de monitoreo (obras para el manejo de drenajes y filtraciones) en el área donde ocurra la contingencia.  En el caso que la medida anterior no produzca resultados satisfactorios, construir pozos adicionales y bombearlos.
Riesgo de rebase de aguas claras desde la cubeta.	Construir y habilitar una o más piscinas de emergencia, cuyas características a indicar son:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• ubicación georreferenciada y cota (msnm),</li> <li>• dimensiones: superficie (<math>m^2</math>) y profundidad (m),</li> <li>• capacidad o volumen de aguas claras a contener.</li> </ul>	Bombar y reutilizar las aguas que están a un nivel de riesgo de rebase.

CONTINGENCIA	ACCIONES O MEDIDAS DE PREVENCIÓN	ACCIONES O MEDIDAS DE CONTROL DE LA EMERGENCIA
Filtraciones de agua desde piscinas colectoras.	Mantener las condiciones de impermeabilización de las piscinas colectoras.	Reparar la impermeabilización de las piscinas colectoras.
Licuación del suelo del depósito o cubeta.	El titular debe entregar las acciones o medidas de la contingencia respectiva.	El titular debe identificar las acciones o medidas de control de la emergencia respectiva.
Ascenso del agua por encima del nivel freático en el muro de contención.	Monitorear el nivel freático en el muro.	El titular debe identificar las acciones o medidas de control de la emergencia respectiva.

Fuente: elaboración propia

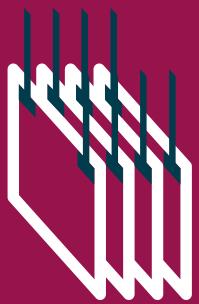
### 8.5.6 Productos

De este tipo de proyecto se obtiene la disposición final de residuos mineros de relaves. Se debe indicar la tasa de disposición de relaves (t/mes) y la cantidad máxima de relaves a disponer durante la vida útil del proyecto (t, m<sup>3</sup>).

### 8.6 Fase de cierre

La descripción de la fase de cierre se debe realizar según lo señalado en la sección 2.7 de esta Guía.





## 9. LIXIVIACIÓN Y RECUPERACIÓN DE COBRE

## 9.1 Objetivo

El objetivo de un proyecto de lixiviación y recuperación de cobre es la producción de cátodos de cobre.

## 9.2 Descripción breve

La hidrometalurgia es un proceso acuoso en el que mediante mecanismos físicos - químicos se disuelven y posteriormente se extraen los metales de los minerales que lo contienen, principalmente óxidos y sulfuros secundarios.

El mineral previamente chancado se procesa según las siguientes etapas secuenciales: a) disolución: aglomeración y lixiviación; b) recuperación: extracción por solvente y electro obtención, las que se describen a continuación:

### a. Etapa de disolución

La etapa de disolución corresponde a la lixiviación del mineral que permite disolver el cobre contenido en los minerales oxidados aplicándoles una solución de ácido sulfúrico y agua y, en el caso de los sulfuros secundarios se realiza una lixiviación bacterial. Esta etapa de disolución comprende los procesos de aglomeración y lixiviación que se describen a continuación.

- Aglomeración

El proceso de aglomeración tiene como objetivo preparar el material mineralizado para la lixiviación de manera de asegurar un buen coeficiente de permeabilidad de la solución lixiviante en el mineral

a lixiviar. La aglomeración se aplica al mineral previamente chancado, consistente en agregar agua y sustancias adherentes como el ácido sulfúrico. Gracias a la acción de estos elementos y al movimiento rotatorio del tambor aglomerador, las partículas finas se adhieren a las de mayor tamaño, obteniéndose un material apto para efectuar la lixiviación.

- Lixiviación
  - Lixiviación en pilas

El mineral aglomerado se transporta mediante correas o camiones a un terreno impermeabilizado con geomembranas donde se deposita con palas cargadores o mediante un apilador (*stacker*) y esparcidor (*spreader*), conformando pilas.

Las dimensiones de las pilas dependen de la disponibilidad de espacio y de las metas productivas, para mantener estable la altura de la pila se consideran aspectos como la calidad del mineral y su humedad.

Cada pila se riega con una solución de agua y ácido sulfúrico mediante goteo o aspersores; en el caso de la biolixiviación la solución comprende además microrganismos, los que se agregan y de

desarrollan naturalmente en la pila. El riego se efectúa durante un período de 50 a 90 días hasta obtener una solución ácida de cobre diluido (PLS, *Pregnant Leaching Solution*). Esta solución es conducida a estanques donde se eliminan impurezas; posteriormente se envían al proceso de extracción por solventes.

Existen las siguientes dos opciones para la disposición en pilas:

- Pilas dinámicas: una vez alcanzado los niveles de recuperación metalúrgica establecidos, el mineral lixiviado o ripio se remueve con pala, rotopala o cargadores frontales y mediante correas o camiones se transporta hacia un botadero de ripios. En algunos casos, cuando las condiciones técnicas y económicas lo permiten, el ripio nuevamente se lixivia, proceso denominado lixiviación secundaria; método que posee la ventaja de reutilizar en un nuevo período de lixiviación la impermeabilización del terreno (geomembrana), el material base de la pila que va sobre la geomembrana y el sistema de captación de soluciones.

Los ripios procedentes de las pilas de lixiviación dinámicas se transportan y disponen en un botadero de ripios lixiviados. La elección del emplazamiento del botadero se realiza en función de criterios técnicos, económicos y ambientales, tales como ubicación del área de pilas de lixiviación, tipo de suelo y subsuelo, hidrología, hidrogeología y meteorología del área.

- Pilas estáticas: en este caso, una vez que termina la lixiviación del mineral, este se deja en el mismo lugar, la pila se carga con nuevo mineral para lixiviarlo, hasta una altura que la estabilidad de la pila permita. Finalmente, este lugar se convierte en un botadero de ripios de lixiviación.

### – Lixiviación en ROM

También el mineral se puede lixiviar mediante el método de lixiviación en ROM (*Run Of Mine*), el cual se aplica a minerales de baja ley de corte. En este caso el mineral proveniente de la mina se deposita sobre un terreno impermeabilizado y se acopia hasta alcanzar alturas de estabilidad aceptables. El método requiere poco capital de inversión y operación, aunque la recuperación de metales es baja y lenta ya que demora años. Mayoritariamente este método se ha aplicado en áreas cercanas a la mina y de topografía favorable con pendientes de valles y quebradas apropiadas para recuperar y recolectar las soluciones de mineral.

## b. Etapa de recuperación del metal

La etapa de recuperación del metal comprende la extracción por solvente y la electro-obtención, procesos que se describen a continuación.

### • Extracción por solvente

Las soluciones de mineral derivadas de la lixiviación (PLS) se transportan a la unidad de extracción por solventes (*solvent extraction*, más conocida por su sigla SX) cuya función es purificar y concentrar la solución de cobre proveniente de la lixiviación.

El proceso de extracción por solvente se basa en la reacción reversible de intercambio iónico que tiene lugar entre dos fases inmiscibles: la fase orgánica que corresponde al reactivo extractante disuelto en un diluyente orgánico, y la fase acuosa que corresponde a la solución. La solución de lixiviación o fase acuosa se pone en contacto con el reactivo orgánico o fase orgánica mezclándose fuertemente por agitación.

La solución rica en iones de cobre se mezcla con una solución que contiene un agente orgánico (orgánico descargado), la que se agita ocasionando que el

orgánico descargado reaccione con la solución rica en cobre, obteniendo un orgánico cargado y una solución pobre o refino, que es reutilizada en la lixiviación.

El orgánico cargado se envía a re-extracción, donde se trata con una solución altamente ácida llamada "electrolito pobre" que proviene de la actividad de electro obtención; en esta etapa los iones de cobre migran a la solución pobre, generando una solución rica en iones de cobre, conocida como "electrolito de avance", obteniéndose el orgánico descargado que se reutiliza en la etapa de extracción.

- Electro-obtención

La precipitación por reducción electrolítica, comúnmente conocida como electro-obtención o electro-depositación (electro winning más conocida por su sigla EW), es uno de los procedimientos actuales más sencillos para recuperar, en forma pura y selectiva, metales que se encuentren en solución. Básicamente este proceso consiste en la recuperación del metal desde una solución de lixiviación debidamente acondicionada (solución electrolito), mediante un proceso de electrólisis que permite que el cobre se deposite en un cátodo.

La solución electrolito se lleva a tanques que tienen en su interior placas metálicas, correspondientes alternadamente a un ánodo y un cátodo. Los ánodos son placas de plomo que hacen las veces de polo positivo y por éstos se introduce la corriente eléctrica y los cátodos son placas de acero inoxidable

que corresponden al polo negativo, por donde sale la corriente. Todas las placas están conectadas por un circuito que circula corriente eléctrica continua de muy baja intensidad. El cobre en solución es atraído por el polo negativo representado por los cátodos, por lo que migra hacia éstos, adhiriéndose partícula por partícula en su superficie, obteniéndose cátodos de cobre en un periodo de alrededor de 7 días. Las impurezas quedan disueltas en el electrolito, precipitando como barro anódico o residuo.

La generación de neblina ácida es un problema presente en el proceso de electro obtención, en términos simples, la reacción que se produce en las celdas electrolíticas genera oxígeno que forma burbujas que arrastran micro gotas de ácido sulfúrico hacia el ambiente formándose la neblina ácida. Estas emanaciones son ante todo perjudiciales para la salud de las personas, pero también tienen efectos en los costos de las compañías, al ser muy corrosivas. Esto último obliga a mantener un constante monitoreo del estado de los electrodos, las estructuras, el puente grúa, los cables eléctricos y equipos en general.

En la DIA o EIA se debe incluir una descripción breve del proyecto de lixiviación y recuperación de cobre que se trate.



Fuente: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com)

## 9.3 Partes y obras

### § Lista de partes y obras

Las principales partes y obras de un proyecto de lixiviación y recuperación de cobre son las siguientes:

#### Partes y obras temporales

- Caminos de accesos temporales
- Instalación de apoyo a las actividades de la fase de construcción
- Instalación para el manejo del agua servida
- Instalación para la producción de áridos
- Instalación para la producción de hormigón
- Instalación para el manejo y eliminación de residuos de la construcción

#### Partes y obras permanentes

- Caminos de acceso permanentes
- Instalación de apoyo a las actividades de la fase de operación
- Instalación para el manejo del agua servida
- Unidad de acopio de mineral chancado
- Partes del transporte de mineral desde unidad de chancado o unidad de acopio de mineral chancado hacia la unidad de aglomeración
- Unidad de aglomeración
- Unidad de lixiviación
- Unidad de extracción por solvente
- Unidad de electro-obtención
- Partes del transporte de ripios lixiviados
- Botadero o depósito de ripios lixiviados

La descripción de las partes y obras listadas, que también se identifican en las secciones 2.4.2 y 4.3 de esta Guía, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores allí señalados.

### § Descripción de partes y obras específicas a este tipo de proyecto

#### a. Unidad de aglomeración

La unidad de aglomeración del mineral chancado se debe describir según lo siguiente:

- ubicación georreferenciada;
- partes del almacenamiento de mineral;
- partes del almacenamiento de sustancias adherentes, incluyendo el ácido sulfúrico;
- tanques aglomeradores: N° máximo y capacidad de cada uno;
- partes de la descarga de mineral en los aglomeradores;
- partes de la descarga de soluciones en los aglomeradores;
- partes del transporte del mineral aglomerado a la unidad de lixiviación;
- obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie, de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.4.2.h de esta Guía;
- obras para el manejo y disposición del agua de contacto, de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.4.2.i de esta Guía.

### b. Unidad de lixiviación en pilas

La unidad de lixiviación en pilas se debe describir según lo siguiente:

- ubicación georreferenciada y representación cartográfica;
- superficie ( $m^2$ );
- elementos de impermeabilización del terreno;
- capacidad total de mineral a lixiviar (t);
- geometría de las pilas: alto, ancho, largo y pendientes de lados;
- tipo de método: pilas estáticas o dinámicas;
- obras del riego tales como riego por goteo, aspersores u otro;
- obras del transporte de soluciones;
- piscinas de almacenamiento de soluciones, describiendo cada una según lo siguiente:
  - ubicación georreferenciada,
  - dimensiones: largo, ancho y profundidad (m),
  - capacidad de almacenamiento ( $m^3$ ),
  - elementos de impermeabilización basal y taludes;
- obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie, las que se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.4.2.h de esta Guía;
- obras para el manejo y disposición del agua de contacto, las que se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.4.2.i de esta Guía.

### c. Unidad de extracción por solvente

La unidad de extracción por solvente se debe describir según lo siguiente:

- ubicación georreferenciada;
- superficie ( $m^2$ , ha);
- bodega para el almacenamiento de solventes orgánicos (extractantes): capacidad (t);
- tanques mezclador y decantador de soluciones: N°, capacidad ( $m^3$ ), características de resistencia, aislamiento del exterior e impermeabilidad;
- tanques de almacenamiento de solución cargada (electro rico): N° y capacidad ( $m^3$ ) de c/u;
- tanques de almacenamiento de solución de refino: N° y capacidad ( $m^3$ ) de c/u;
- obras y ductos del transporte de soluciones;
- filtros y centrífugas;
- partes u obras del manejo de borras.

### d. Unidad de electro-obtención

La unidad de electro obtención se debe describir según lo siguiente:

- ubicación georreferenciada;
- superficie ( $m^2$ , ha);
- tipo de material de la base o suelo;
- tanques de almacenamiento de soluciones (solución cargada, electrolito descargado y otras): capacidad e impermeabilización;
- obras y ductos para el transporte de soluciones;
- celdas de electro obtención: capacidad, impermeabilización;
- sistema eléctrico de alimentación de corriente: capacidad;
- partes de la extracción de gases: capacidad y ubicación de extractores de aire;
- partes del almacenamiento de cátodos.

e. Botadero o depósito de ripios lixiviados

El botadero de ripios lixiviados se debe describir según lo siguiente:

- ubicación georreferenciada y representación cartográfica;
- superficie ( $m^2$ );
- capacidad máxima ( $m^3$ , t);
- dimensiones: N° de módulos (pisos) y su respectiva altura (m);
- ancho de bermas (m);
- ángulo de reposo del material y ángulo promedio final del talud;
- elementos de impermeabilización de la base del botadero;
- elementos de recolección y disposición del drenaje de fluidos lixiviados;
- obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie, las que se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.4.2.h de esta Guía;
- obras para el manejo y disposición del agua de contacto, las que se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.4.2.i de esta Guía;
- pozos de monitoreo: ubicación georreferenciada, cota (msnm), características hidrogeológicas del lugar de emplazamiento y profundidad de los pozos y de la zona habilitada para el muestreo (m);
- características del cierre perimetral.

## 9.4 Fase de construcción

### 9.4.1 Actividades

#### § Lista de actividades

Las actividades principales de la fase de construcción de un proyecto de lixiviación y recuperación de cobre son las siguientes:

- Acondicionamiento del terreno
- Construcción y uso de caminos de accesos y cierre de caminos temporales
- Construcción, habilitación, uso y cierre de la instalación de apoyo a la fase de construcción
- Construcción de la instalación de apoyo a las actividades de la fase de operación

- Construcción y uso de la instalación para el manejo del agua servida y cierre cuando sea de uso temporal
- Tránsito y funcionamiento de vehículos y maquinarias al interior del emplazamiento del proyecto
- Transporte de insumos, residuos y mano de obra fuera del área de emplazamiento del proyecto
- Habilitación, uso y cierre de la instalación para la producción de áridos

- Habilitación, uso y cierre de la instalación para la producción de hormigón
- Habilitación, uso y cierre de la instalación para el manejo y eliminación de residuos de la construcción
- Construcción o habilitación de la unidad de acopio de mineral chancado
- Construcción de las unidades de aglomeración
- Habilitación de la unidad de lixiviación en pilas
- Construcción de la unidad de extracción por solvente
- Construcción de la unidad de electro obtención
- Habilitación del botadero de ripios lixiviados

Las actividades listadas, que también han sido identificadas en la sección 2.5.3 de esta Guía, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores allí señalados.

## § Descripción de actividades específicas a este tipo de proyecto

### a. Construcción de las unidades de aglomeración, extracción por solvente y electro obtención

Las actividades de construcción y habilitación de las unidades de aglomeración, extracción por solvente y electro obtención se deben describir de acuerdo a lo siguiente:

- Las acciones de acondicionamiento del terreno se deben describir en la actividad “Acondicionamiento del terreno” de la DIA o EIA, y según los ítems y descriptores que se señalan en la sección 2.5.3.a de esta Guía, en lo que corresponda.
- Montaje de equipos, prueba de equipos y demás acciones principales que se realizarán para habilitar cada unidad.

- Medidas de manejo ambiental asociadas al control de emisiones, manejo de residuos y sustancias peligrosas.

### b. Construcción y habilitación de la unidad de lixiviación en pilas

Las actividades de construcción y habilitación de la cancha o unidad de lixiviación en pilas se deben describir de acuerdo a lo siguiente:

- Las acciones de acondicionamiento del terreno se deben describir en la actividad “Acondicionamiento del terreno” de la DIA o EIA, y según los ítems y descriptores que se señalan en la sección 2.5.3.a de esta Guía, en lo que corresponda. En particular se debe indicar el método de impermeabilización del terreno o plataforma base de las pilas.
- Las acciones principales para habilitar el riego de solución lixiviante; las obras para la recolección, almacenamiento y transporte de la solución enriquecida y para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie; considerando los respectivos montajes y pruebas de equipos.
- Medidas de manejo ambiental asociadas al control de emisiones, manejo de residuos y sustancias peligrosas.

### c. Habilitación del botadero de ripios lixiviados

Se deben describir las acciones de habilitación del botadero de ripios lixiviados, considerando los elementos de impermeabilización del terreno, de recolección y disposición del drenaje de fluidos lixiviados, construcción de pozos de monitoreo, obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía y contacto.

Las acciones de acondicionamiento del terreno se deben describir en la actividad “Acondicionamiento

del terreno" de la DIA o EIA, y según los ítems y descriptores que se señalan en la sección 2.5.3.a de esta Guía, en lo que corresponda.

#### 9.4.2 Suministros básicos o insumos

Es necesario estimar los suministros básicos o insumos considerando todas las actividades de la fase de construcción. En general, para un proyecto de lixiviación y recuperación de cobre, se requieren los siguientes:

- Agua.
- Energía eléctrica.
- Sustancias peligrosas.
- Hormigón.
- Equipos y maquinarias.

Estos suministros básicos o insumos se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.5.4 de esta Guía.

Otros insumos relevantes para la fase de operación deben identificarse señalando:

- nombre del insumo,
- cantidad requerida,
- destino: asociarlo a la o las actividades en que se utilizará.

#### 9.4.3 Emisiones

En general, las emisiones de la fase de construcción de un proyecto de lixiviación y recuperación de cobre son los siguientes:

- Emisiones a la atmósfera: material particulado y gases.

- Emisiones líquidas: agua servida y otras emisiones líquidas.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Otras.

Es necesario estimar las emisiones considerando todas las actividades de la fase de construcción, las que se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.6 de esta Guía.

#### 9.4.4 Residuos

En general, durante la fase de construcción de un proyecto de lixiviación y recuperación de cobre se generan residuos peligrosos y no peligrosos, los que deben estimarse considerando todas las actividades de la fase y describirse de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.7 de esta Guía.

#### 9.4.5 Contingencias

Se deben describir las contingencias de la fase de construcción de un proyecto de lixiviación y recuperación de cobre, considerando contingencias como las indicadas en la sección 2.5.8 de esta Guía; sin perjuicio que se consideran otras contingencias propias de este tipo de proyecto. Respecto de cada contingencia se deben identificar las acciones o medidas para evitar que éstas se produzcan y las acciones o medidas a implementar en el caso que se produzcan. Tales medidas deben ser abordadas en los respectivos planes de prevención de contingencias y emergencias.

## 9.5 Fase de operación

### 9.5.1 Actividades

#### § Lista de actividades

Las principales actividades de la fase de operación de un proyecto de lixiviación y recuperación de cobre son las siguientes:

- Uso de la instalación de apoyo a las actividades de la fase de operación
- Mantención de caminos de accesos
- Transporte de insumos, residuos, mano de obra y productos fuera del área de emplazamiento del proyecto
- Producción de mineral aglomerado
- Lixiviación de minerales en pilas
- Recolección, transporte y disposición de ripios lixiviados
- Recuperación del metal mediante extracción por solvente
- Electro obtención de cátodos de cobre

La descripción de las actividades listadas, que también se identifican en la sección 2.5.3 de esta Guía, se deben describir de acuerdo a lo allí señalado.

#### § Descripción de actividades específicas a este tipo de proyecto

##### a. Producción de mineral aglomerado

La producción de mineral aglomerado se debe describir de acuerdo a lo siguiente:

- tasa de uso de ácido sulfúrico;
- tasa de uso de agua, en consistencia con lo que se indique en la sección Suministros Básicos o Insumos de la DIA o EIA;

- método de preparación y aplicación de solución;
- tasa de producción de mineral aglomerado (t/día);
- método de transporte del mineral aglomerado desde esta unidad a la unidad de lixiviación.

#### b. Lixiviación de minerales

El proceso de lixiviación y producción de solución enriquecida se debe describir de acuerdo a lo siguiente:

- transporte y carga de mineral en pilas de lixiviación;
- método de preparación de solución lixiviante y riego de pilas;
- método para asegurar la estabilidad de las pilas, incluyendo control de taludes,
- tiempo de permanencia de pilas de lixiviación o ciclo de lixiviación (días);
- método de cosecha y tasa de producción de solución enriquecida ( $m^3/h$ );
- manejo de soluciones en piscinas de almacenamiento;
- diagrama del circuito de soluciones;
- acciones para evitar el deterioro de la base impermeable de las pilas, por ejemplo, control de la impermeabilización de la base de las pilas o habilitación de un sistema de detección de fugas;
- manejo y disposición del agua de contacto, de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.3.l de esta Guía;

- manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie, si corresponde; de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.3.k de esta Guía.

**c. Recolección, transporte y disposición de ripios lixiviados**

El manejo de los ripios lixiviados se debe describir indicando lo siguiente:

- método de carga y retiro de ripios lixiviados en la unidad de lixiviación;
- transporte de ripios lixiviados al botadero de ripios;
- método de disposición de ripios en el botadero, incluyendo tasa de disposición (t/mes);
- manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie en el botadero, de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.3.k de esta Guía;
- manejo y disposición del agua de contacto en el botadero, de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.3.l de esta Guía.

**d. Recuperación del metal mediante extracción por solvente**

La recuperación del metal mediante extracción por solvente se debe describir de indicando lo siguiente:

- secuencia de operaciones unitarias representadas en un diagrama;
- ciclo de la operación indicando tiempos de contacto y decantación;
- manejo y tratamiento de borras y sólidos generados en la filtración, centrifugación u otros.

**e. Electro-obtención de cobre**

La obtención de cátodos de cobre mediante electro-obtención se debe describir indicando lo siguiente:

- secuencia de operaciones unitarias representadas en un diagrama;
- operación en las celdas de electro obtención desde la aplicación de corriente hasta la cosecha de cátodos:
  - ciclo y tiempos de las acciones unitarias,
  - temperatura de operación,
  - acciones de control de impurezas, manejo y adición de reactivos,
  - manejo de neblina ácida;
- método de cosecha de cátodos y tasa de producción (t/mes);
- método de lavado y despegue de cátodos cosechados;
- acopio, manejo y despacho de cátodos.
- manejo de emisiones de gas y otros, en consistencia con lo que se indique en la sección de Emisiones Atmosféricas de la DIA o EIA

## 9.5.2 Suministros básicos o insumos

Los suministros básicos o insumos que, en general, se requieren para la fase de operación de un proyecto de lixiviación y recuperación de cobre son los siguientes:

- Agua.
- Energía eléctrica.
- Sustancias peligrosas, incluyendo el ácido sulfúrico para la aglomeración y lixiviación.

- Equipos y maquinarias tales como pala cargadora, apilador (*stacker*) y esparcidor (*spreader*).

Es necesario estimar los insumos considerando todas las actividades de la fase de operación, los que se deben describir, en lo que corresponda, de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.5.4 de esta Guía.

En las distintas etapas del proceso de lixiviación y recuperación de metales se utilizan sustancias tales como las siguientes:

- agentes lixiviante,
- extractantes,
- diluyentes,
- inhibidores de neblina ácida o (ácido sulfúrico),
- afinador de granos.

Se deben identificar las sustancias que se utilizarán y, en el caso que estas sean peligrosas, debe ser señalado y describirlas de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.4.c de esta Guía.

Otros insumos relevantes para la fase de operación deben identificarse señalando:

- nombre del insumo,
- cantidad requerida,
- destino: asociarlo a la o las actividades en que se utilizará.

### 9.5.3 Emisiones

Las emisiones a la atmósfera de material particulado, gases y olores; emisiones líquidas de agua servida y otras; ruido; vibraciones y otras emisiones; generadas en la fase de operación del proyecto, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores presentados en la sección de 2.5.6 de esta Guía.

Sin perjuicio de lo anterior, se deben describir las emisiones atmosféricas de neblina ácida.

### 9.5.4 Residuos

Los residuos de la fase de operación del proyecto se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.5.7 de esta Guía.

Sin perjuicio de lo anterior, se deben considerar los residuos propios de la fase de operación de este tipo de proyecto, tales como ripios lixiviados y barros anódicos.

### 9.5.5 Contingencias

Se deben describir las contingencias de la fase de operación del proyecto de lixiviación y recuperación del metal cobre según los ítems, descriptores y contingencias señalados en la sección 2.5.8 de esta Guía; sin perjuicio perjuicio que se consideran otras contingencias propias de este tipo de proyecto. A modo ilustrativo y referencial en la TABLA 5. se señalan algunas contingencias y ejemplos de sus respectivas medidas de prevención y control de emergencia.

Las contingencias y acciones o medidas deben ser abordadas en los respectivos planes de prevención de contingencias y emergencias.

**TABLA 5. Contingencias de la fase de operación de un proyecto de lixiviación y recuperación de cobre y medidas de prevención y control asociadas**

CONTINGENCIA	ACCIONES O MEDIDAS DE PREVENCIÓN	ACCIONES O MEDIDAS DE CONTROL DE LA EMERGENCIA
Derrames en la unidad de aglomeración.	Construir y habilitar canaletas para la contención de derrame.	Cerrar inmediatamente las válvulas manuales de suministro de agua y ácido.
Rotura o daño de la impermeabilización del terreno de la unidad de lixiviación provocando infiltración de solución lixiviada.	Construir y habilitar pozos o calicatas para detectar fugas, ubicados en el contorno inferior del emplazamiento de las pilas de lixiviación.  Monitorear estos pozos para detectar fugas y filtraciones y dar una alerta temprana.	Reparar inmediatamente la impermeabilización.  Evaluar la infiltración.  Retirar del subsuelo el material contaminado con lixiviados.
Derrame de soluciones en la unidad de extracción por solvente.	Construir canaletas y sistemas de colección de soluciones.	El titular debe identificar las acciones o medidas de control de la emergencia respectiva.
Derrame de soluciones en la unidad de extracción.	Chequear periódicamente, precisando frecuencia, los niveles de los estanques de solución cargada.	El titular debe identificar las acciones o medidas de control de la emergencia respectiva.
Derrame de soluciones en la unidad de electro obtención.	Diseñar la capacidad y dimensiones de las obras considerando el manejo de derrames.	El titular debe identificar las acciones o medidas de control de la emergencia respectiva.
Desprendimiento o deslizamiento de ripios en el botadero.	Inspeccionar permanente o periódicamente las obras y registrar la estabilidad física del botadero.	Evaluar los efectos del desprendimiento.

Fuente: elaboración propia

### 9.5.6 Productos

De este tipo de proyecto se obtienen cátodos de cobre. Se debe indicar la tasa de producción (t/tiempo).

## 9.6 Fase de cierre

La descripción de la fase de cierre se debe realizar según lo señalado en la sección 2.7 de esta Guía.

Con relación al desmantelamiento y retiro de estructuras y medidas para asegurar la estabilidad de la infraestructura u obras que permanezcan; en particular se debe hacer referencia a las siguientes partes y obras:

- unidad de aglomeración,
- unidad de pilas de lixiviación,
- unidad de extracción por solvente y electro obtención,
- botadero de ripios lixiviados.





**10.**  
**LIXIVIACIÓN Y**  
**RECUPERACIÓN**  
**DE ORO-PLATA**

## 10.1 Objetivo

El objetivo de un proyecto de lixiviación y recuperación de oro-plata es obtener metal doré.

## 10.2 Descripción breve

La extracción de minerales de oro-plata desde su yacimiento se realiza a cielo abierto o método subterráneo (ver capítulos 4 y 5 de esta Guía). Posteriormente se realiza el chancado, cuyo objetivo es reducir el tamaño del mineral (ver capítulo 6 de esta Guía). Luego, comúnmente el mineral se lixivia, ya sea en pilas o tanques, y después se llevan a cabo los procesos de recuperación del oro-plata y finalmente la fundición para obtener metal doré, procesos que se describen a continuación.

### a. Proceso de lixiviación

La lixiviación se realiza por medio de la aplicación de soluciones cianuradas al mineral mediante el riego en pilas o por agitación en tanques.

En general las soluciones cianuradas residuales o pobres en minerales, resultante del proceso de lixiviación y recuperación de metales de oro-plata, se reutilizan principalmente para recuperar y reciclar reactivos y recuperar metales como subproducto.

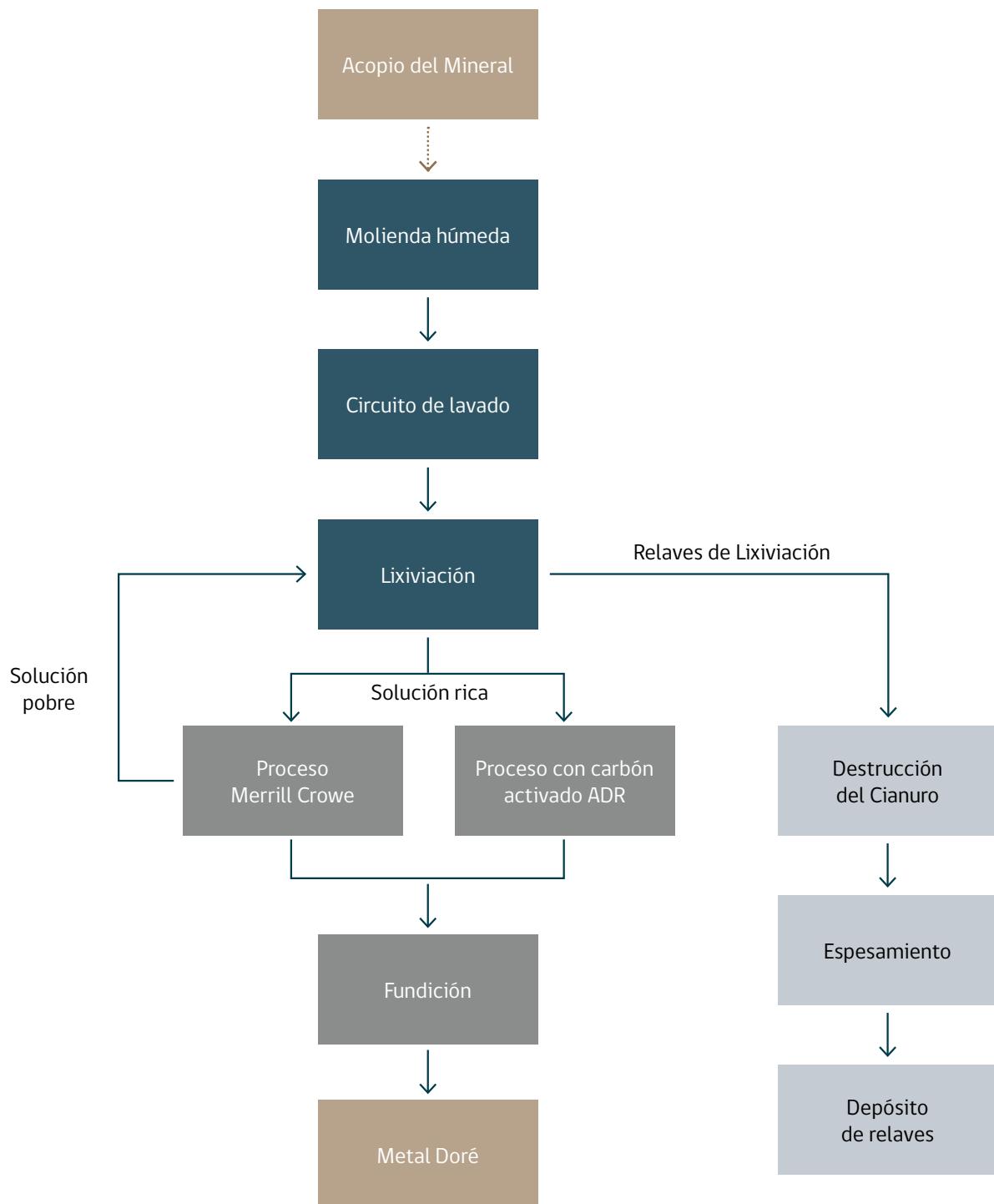
#### a. 1. Lixiviación por agitación en tanques

La lixiviación por agitación en tanques se aplica a minerales de leyes altas, que justifican la molienda, o bien a concentrados o calcinas de tostación, que por sus menores volúmenes permiten justificar el gasto de una agitación, a cambio de una mayor recuperación y de un menor tiempo de proceso.

En la lixiviación por agitación en tanques previamente el mineral se acondiciona mediante un proceso de molienda húmeda que reduce el tamaño de partículas, se humecta con solución cianurada y agrega cal para controlar el pH. En el tanque agitador el mineral acondicionado entra en contacto con la solución cianurada, se le agrega oxígeno mediante un compresor o soplador y se agita aireándose de manera de disolver el oro-plata, obteniéndose la pulpa de lixiviación.

El proceso de separación del sólido/líquido de la pulpa de lixiviación también se denomina CCD (*counter current decantation*). La pulpa de lixiviación se lleva a espesadores donde el sólido es separado del líquido por decantación en contracorriente, se aplican sucesivos lavados de la pulpa y filtración de la misma. Se obtiene una solución rica que pasa al siguiente proceso y una pulpa agotada como residuo o relave. El relave se acondiciona y trata para destruir el cianuro remanente, luego se transporta y deposita en un depósito de relaves (Ver capítulo 8 de esta Guía).

En la FIGURA 8. se presenta un esquema del proceso de obtención de oro-plata considerando la preparación del mineral, la lixiviación por agitación y su proceso posterior.



Fuente: Consejo Minero y KOAM, 2013

**FIGURA 8. Proceso de obtención de oro-plata mediante lixiviación en tanques**

### a. 2. Lixiviación en pilas

Previo a la lixiviación en pilas se realiza el proceso de aglomeración similar al descrito para la lixiviación de minerales de cobre, obteniéndose un mineral aglomerado apto para efectuar la lixiviación. En este caso los aglomerantes son cemento y cal y como agente de humedecimiento una solución de cianuro.

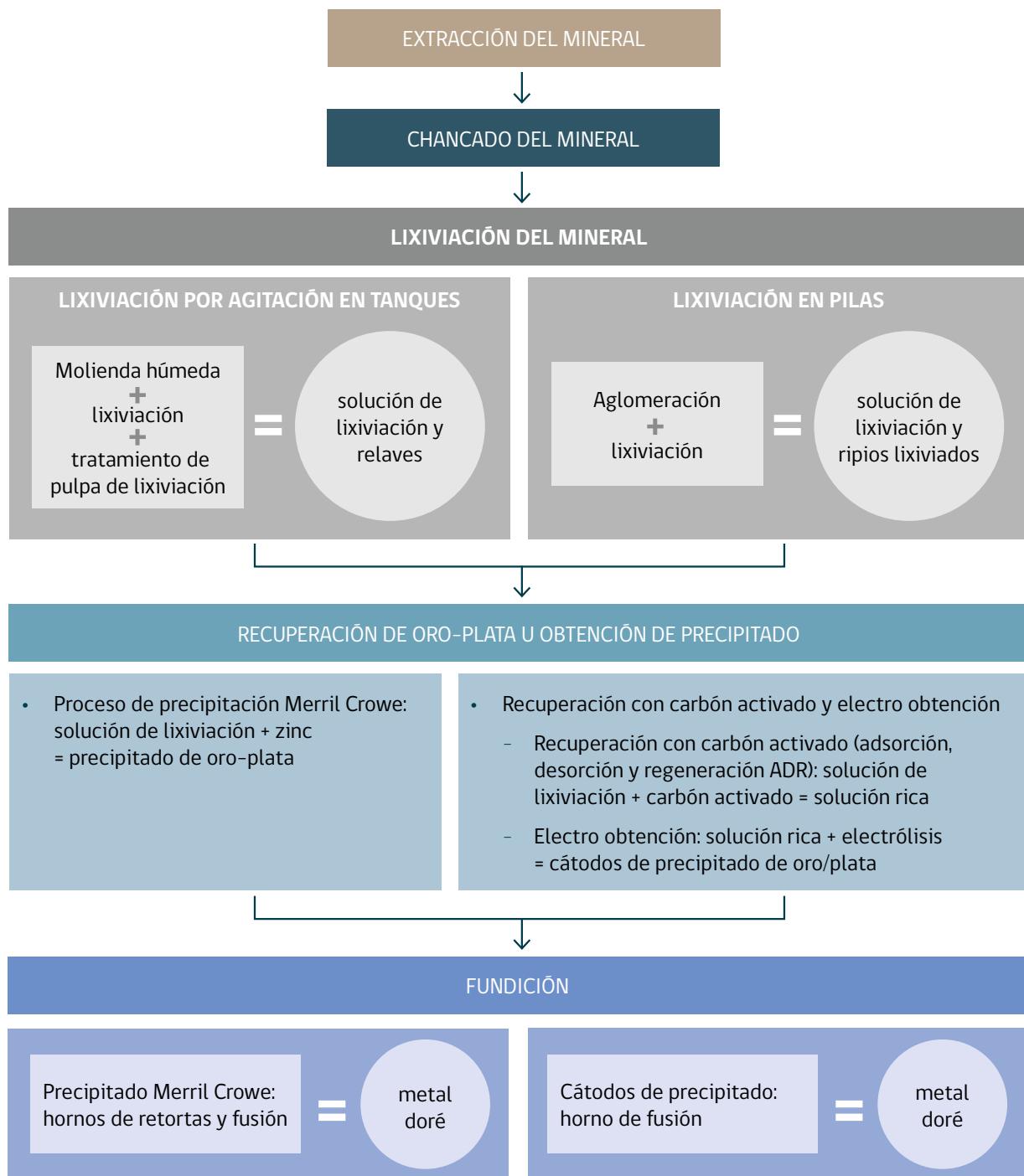
La lixiviación en pilas se realiza en un sitio que se habilita impermeabilizando el terreno para impedir la percolación de las soluciones en el suelo. A la solución cianurada se le agrega oxígeno previo a aplicarse el riego del mineral en las pilas.

La solución de lixiviación es conducida por canaletas y ductos hasta piscinas de almacenamiento temporal y posteriormente se envía al proceso de recuperación de metales.

La lixiviación puede realizarse en pilas estáticas o dinámicas. En el caso de pilas estáticas al mineral lixiviado se le aplica un tratamiento de estabilización física y química y se mantiene en el lugar. En el caso de pilas dinámicas el mineral se transporta y deposita en un lugar acondicionado denominado botadero de ripios lixiviados (Ver capítulo 9 de esta Guía).

### b. Recuperación del oro-plata después de la lixiviación

Los procesos más comunes para recuperar metales de oro-plata a partir de la lixiviación se sintetizan en la [FIGURA 9](#).



Fuente: elaboración propia

FIGURA 9. Síntesis del proceso de lixiviación, recuperación y obtención de metal doré

### b. 1. Proceso de precipitación Merril Crowe

En el proceso Merril Crowe la solución de lixiviación rica en oro-plata se limpia mediante filtros, se pasa por una torre de vacío donde se extrae el oxígeno y luego se pone en contacto con zinc para precipitar el metal. Mediante filtros se realiza la separación del sólido y líquido colectándose el precipitado.

### b. 2. Recuperación con carbón activado y electro obtención

- Recuperación con carbón activado

A continuación, se sintetiza el proceso de recuperación de oro-plata con carbón activado:

Proceso de adsorción del oro al carbón activado: el carbón activado se usa para la adsorción del complejo cianuro-oro, el carbón tiene la propiedad de absorber los metales, proceso que se puede realizar en diferentes circuitos:

- carbón en el lixiviado (CIL): el carbón se agrega a los tanques de soluciones de lixiviación inmediatamente después de la etapa de lixiviación del mineral.
- carbón en columna (CIC): la solución de lixiviación proveniente de las pilas se pasa en contracorriente a través de torres o columnas que contienen el carbón y donde el carbón activado adsorbe los metales.

Desorción del oro del carbón activado o elución: luego del proceso de adsorción con carbón activado, el oro-plata es extraído del carbón agregando a la mezcla una solución alcalina de sulfato de sodio o una solución cianurada caliente, logrando mediante este proceso desprender los metales del carbón y obtener una solución rica en oro-plata.

Regeneración: el carbón activado utilizado se recupera acondiciona y reutiliza.

Cabe indicar que en la literatura se reporta el proceso CIP (*carbon in pulp*) considerado un avance tecnológico, donde la pulpa de lixiviación se pasa en contracorriente en tanques espesadores que contienen carbón.

Del proceso descrito se obtiene una solución rica en oro-plata apta para realizar la electro obtención.

- Electro obtención de oro-plata

En el proceso de electro obtención, también denominado electrólisis, la solución resultante de la desorción del oro del carbón activado se dispone en celdas usando como electrolito dicha solución. Se usa un ánodo inerte de acero y un cátodo compuesto de un conductor inserto con lana de acero colocada en un contenedor apropiado. Se aplica diferencial de corriente eléctrica de modo que el oro-plata migra y precipita en los cátodos.

### c. Fundición

El precipitado de oro-plata obtenido mediante el proceso Merril Crowe se seca y luego se calcina en hornos de retortas para separar y eliminar el contenido de mercurio (Hg). La calcina proveniente de las retortas es mezclada con ceniza de soda, bórax y otros. Esta mezcla se lleva a los hornos de fusión (aprox. 1.200 °C) donde se utiliza petróleo y oxígeno, cuya colada resultante se vierte a un circuito de cascada donde se solidifica en barras de metal doré.

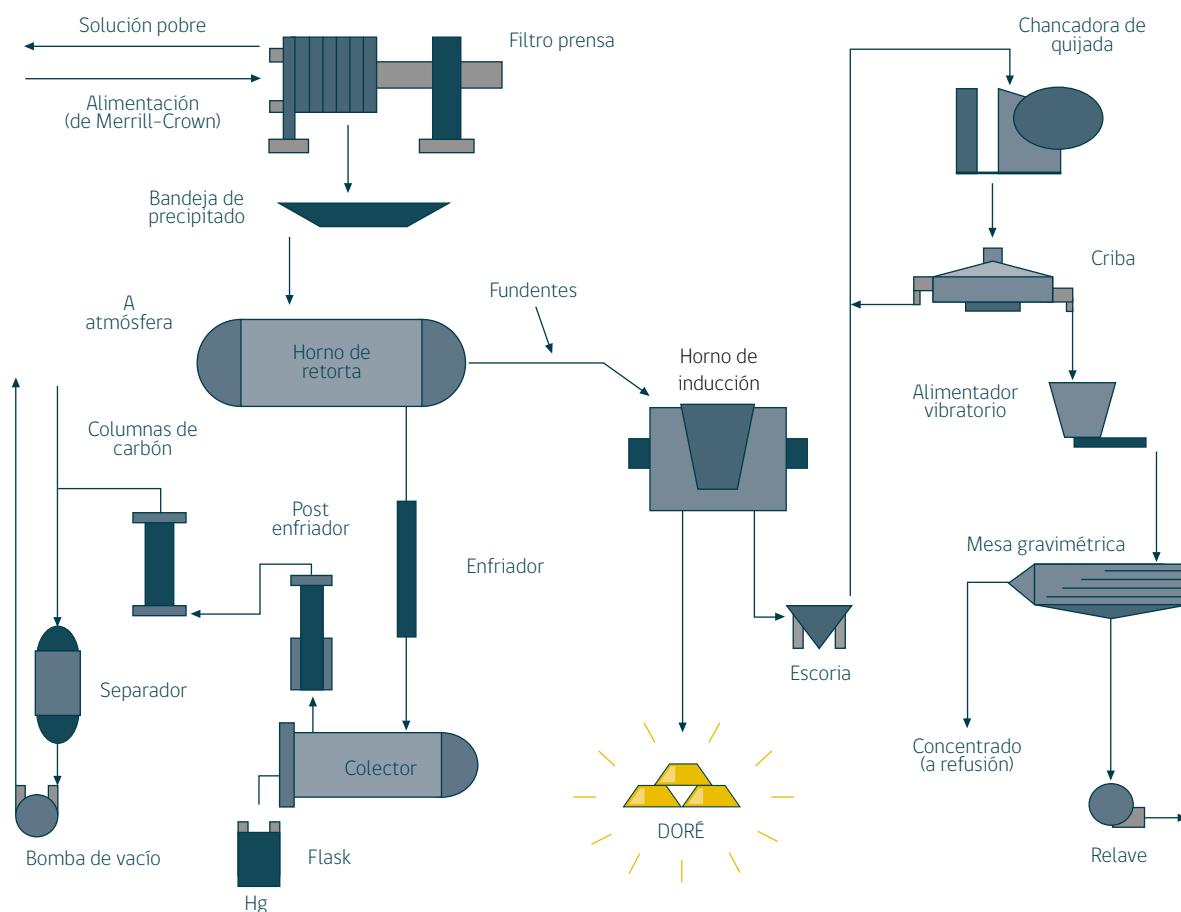
Por su parte, el precipitado de cátodos de oro-plata proveniente del proceso de electro obtención se lleva a hornos de fusión.

Previos a su descarga al medio ambiente los gases de combustión se tratan, el polvo se colecta y los gases salientes del colector de polvo se pasan por filtros de carbón y luego por una ducha de agua. La escoria proveniente del horno se almacena y trata.

Las barras de metal doré o bullión son de distinto

tamaño y peso (15 a 200 kg) con contenidos aproximados con 70% de oro, 20% de plata y 10% de impurezas u otras proporciones similares.

En la FIGURA 10. se presenta el diagrama de flujo para obtener metal doré proveniente del proceso Merril Crowe.



Fuente: Candela E., 2015

FIGURA 10. Diagrama de flujo para obtener metal doré proveniente del proceso Merril Crowe

La reseña presentada comprende los procesos principales y más comunes para la lixiviación y recuperación del oro-plata y no necesariamente el conjunto de especificidades que un proyecto en particular puede considerar. Por ejemplo, un proyecto que contemple la recuperación con carbón activado o proceso ADR, podría también incluir una planta SART (*Sulphidization, Acidification, Recycling, and Thickening*) para producir cobre sulfurado con

el fin de controlar las concentraciones de cobre en el sistema y estabilizar el consumo de cianuro. También existen procesos específicos que utilizan concentrados residuales para recuperar metales como subproducto.

En todo caso la DIA o EIA debe incluir una descripción breve del proyecto o actividad que se trate.

## 10.3 Partes y obras

### § Lista de partes y obras

Las principales partes y obras de un proyecto de lixiviación de oro-plata son las siguientes:

#### Partes y obras temporales

- Caminos de accesos temporales
- Instalación de apoyo a las actividades de la fase de construcción
- Instalación para el manejo del agua servida
- Instalación para la producción de áridos
- Instalación para la producción de hormigón
- Instalación para el manejo y eliminación de residuos de la construcción

#### Partes y obras permanentes

- Caminos de accesos permanentes
- Instalación de apoyo a las actividades de la fase de operación
- Instalación para el manejo del agua servida
- Unidad de acopio de mineral chancado

- Partes del transporte de mineral chancado hacia la unidad de aglomeración del mineral
- Unidad de aglomeración del mineral
- Unidad de lixiviación en pilas
- Unidad de lixiviación en tanques
- Partes y obras del transporte y disposición de ripios lixiviados (Ver capítulo 9 de esta Guía)
- Partes y obras del acondicionamiento, transporte y disposición de relaves (ver capítulo 8 de esta Guía)
- Unidad de precipitación Merrill Crowe
- Unidad de recuperación con carbón activado
- Unidad de electro obtención
- Unidad de fundición

La descripción de las partes y obras listadas, que también se identifican en las secciones 2.4.2, 4.3, 8.3 y 9.3 de esta Guía, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores allí señalados.

## § Descripción de partes y obras específicas a este tipo de proyecto

### a. Unidad de aglomeración del mineral

Esta instalación se debe describir se acuerdo a lo siguiente:

- ubicación georreferenciada;
- partes del almacenamiento de mineral;
- partes de la molienda de mineral, si corresponde;
- partes del almacenamiento de sustancias o soluciones adherentes, incluyendo el cianuro;
- tanques aglomeradores: N° máximo y capacidad de cada uno;
- partes de la descarga del mineral en los aglomeradores;
- partes del transporte del mineral aglomerado a la unidad de lixiviación;
- obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie, si corresponde; las que deben describirse de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.4.2.h de esta Guía.

### b. Unidades de lixiviación

#### b. 1. Unidad de lixiviación en pilas

La unidad de lixiviación en pilas se debe describir de acuerdo a lo siguiente:

- ubicación georreferenciada;
- superficie ( $m^2$ );
- obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie, si corresponde; las que deben describirse de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.4.2.h de esta Guía;
- obras para el manejo y disposición del agua de

contacto, las que deben describirse de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.4.2.i de esta Guía;

- elementos de impermeabilización del terreno;
- capacidad total de mineral a lixiviar (t);
- geometría de las pilas: alto, ancho, largo y pendientes de lados;
- tipo de método: pilas estáticas o dinámicas;
- obras del riego por goteo, aspersores u otro sistema;
- partes o bodegas para el almacenamiento y manejo de sustancias, incluyendo el cianuro;
- obras del transporte de soluciones;
- piscinas de almacenamiento de soluciones, describiendo cada una según lo siguiente:
  - ubicación georreferenciada,
  - dimensiones: largo, ancho y profundidad (m),
  - capacidad de almacenamiento ( $m^3$ ),
  - elementos de impermeabilización basal y taludes;
- diagrama del circuito de soluciones.

#### b. 2. Unidad de lixiviación en tanques

La unidad de lixiviación en tanques se debe describir según lo siguiente:

- ubicación georreferenciada;
- superficie ( $m^2$ );
- galpón o edificio: alto, ancho y largo (m);
- tipo de material de la base o suelo de los tanques;
- capacidad y características de los tanques de lixiviación;
- partes o bodegas para el almacenamiento y manejo de sustancias, incluyendo el cianuro;

- obras y ductos para el transporte de soluciones;
- piscinas de almacenamiento de soluciones de lixiviación, describiendo cada una según lo siguiente:
  - ubicación georreferenciada,
  - dimensiones: largo, ancho y profundidad (m),
  - capacidad de almacenamiento ( $m^3$ ),
  - elementos de impermeabilización basal y taludes;
- diagrama del circuito de soluciones;
- capacidad y características de los tanques de decantación, lavado y filtración de la pulpa de lixiviación;
- obras y ductos para el almacenamiento y transporte de pulpa lixiviada.

### c. Unidades de recuperación de metales

#### c. 1. Unidad de precipitación Merril Crowe

La unidad del proceso Merril Crowe se debe describir según lo siguiente:

- ubicación georreferenciada;
- superficie ( $m^2$ );
- tipo de material de la base o suelo;
- equipos principales;
- instalación o bodega de almacenamiento de sustancias;
- elementos para la conducción de soluciones, diagrama de flujos.

#### c. 2. Unidad de recuperación con carbón activado

La unidad de adsorción con carbón activado se debe describir según lo siguiente:

- ubicación georreferenciada;
- superficie ( $m^2$ );
- tipo de material de la base o suelo;
- equipos principales;
- partes o bodega de almacenamiento de sustancias;
- elementos o ductos para el transporte de soluciones.

#### c. 3. Unidad de electro-obtención

La unidad de electro-obtención se debe describir según lo siguiente:

- ubicación georreferenciada;
- superficie ( $m^2$ );
- tipo de material de la base o suelo;
- tanques de almacenamiento de soluciones: capacidad e impermeabilización;
- obras y ductos para el transporte de soluciones;
- celdas de electro-obtención: capacidad, impermeabilización;
- sistema eléctrico de alimentación de corriente: capacidad;
- sistema de extracción de gases: capacidad y ubicación de extractores;
- partes del almacenamiento de cátodos.

#### d. Unidad de fundición

La unidad de fundición se debe describir según lo siguiente:

- ubicación georreferenciada;
- superficie ( $m^2$ );
- tipo de material de la base o suelo;

- obra para el almacenamiento de sustancias;
- obra para la evacuación/tratamiento de gases;
- características del horno de retorta;
- características del horno de fusión;
- elementos para el tratamiento de material particulado (polvo) y gases.

## 10.4 Fase de construcción

### 10.4.1 Actividades

#### § Lista de actividades

A continuación, se señalan las actividades principales de la fase de construcción de un proyecto de lixiviación y recuperación de oro-plata.

- Acondicionamiento del terreno
- Construcción y uso de caminos de accesos y cierre de caminos temporales
- Construcción, habilitación, uso y cierre de la instalación de apoyo a las actividades de la fase de construcción
- Construcción de la instalación de apoyo a las actividades de la fase de operación
- Construcción y uso de la instalación para el manejo del agua servida y cierre en el caso que sea de uso temporal
- Tránsito y funcionamiento de vehículos y maquinarias al interior del emplazamiento del proyecto

- Transporte de insumos, residuos y mano de obra fuera del área de emplazamiento del proyecto
- Habilitación, uso y cierre de la instalación para la producción de áridos
- Habilitación, uso y cierre de la instalación para la producción de hormigón
- Habilitación, uso y cierre de la instalación para el manejo y eliminación de residuos de la construcción
- Construcción y habilitación de la unidad de acopio de mineral chancado
- Construcción de la unidad de aglomeración
- Construcción o habilitación de las unidades de lixiviación en pilas o tanques
- Construcción o habilitación de las partes y obras asociadas a la recuperación de oro-plata
- Construcción o habilitación de las partes y obras de la fundición

- Construcción o habilitación del depósito o botadero de ripios lixiviados
- Construcción de las partes u obras del transporte de relaves
- Construcción y habilitación de las partes o unidades del depósito de relaves

Las actividades listadas, que también han sido identificadas en las secciones 2.5.3, 8.4.1 y 9.4.1 de esta Guía, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores allí señalados.

#### **§ Descripción de actividades específicas a este tipo de proyecto**

Se deben describir las acciones de construcción y habilitación de las distintas partes del proyecto tales como las unidades de aglomeración del mineral, lixiviación, recuperación de metales y fundición, considerando lo siguiente:

- Las acciones de acondicionamiento del terreno se deben describir en la actividad “Acondicionamiento del terreno” de la DIA o EIA, y según los ítems y descriptores que se señalan en la sección 2.5.3.a de esta Guía, en lo que corresponda.
- El montaje y prueba de equipos y demás acciones principales que se realizarán para habilitar cada unidad.
- Las medidas de manejo ambiental asociadas al control de emisiones, manejo de residuos y sustancias peligrosas.

#### **10.4.2 Suministros básicos o insumos**

Es necesario estimar los suministros básicos o insumos considerando todas las actividades de la fase de construcción. En general, para esta fase un proyecto de lixiviación y recuperación de oro-plata, se requieren los siguientes:

- Agua.
- Energía eléctrica.
- Sustancias peligrosas.
- Áridos.
- Hormigón.
- Equipos y maquinarias.

Estos suministros básicos o insumos considerando se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.5.4 de esta Guía.

Otros insumos relevantes para la fase de operación deben identificarse señalando:

- nombre del insumo,
- cantidad requerida,
- destino: asociarlo a la o las actividades en que se utilizará.

### 10.4.3 Emisiones

En general, las emisiones de la fase de construcción de un proyecto de lixiviación y recuperación de oro-plata son los siguientes:

- Emisiones a la atmósfera: material particulado y gases.
- Emisiones líquidas: agua servida y otras emisiones líquidas.
- Ruido.
- Vibraciones.

Es necesario estimar las emisiones considerando todas las actividades de la fase de construcción, las que se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.6 de esta Guía.

### 10.4.4 Residuos

En general, durante la fase de construcción de un proyecto de lixiviación de oro-plata se generan residuos peligrosos y no peligrosos, los que deben estimarse considerando todas las actividades de la fase de construcción y describirse de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.7 de esta Guía.

### 10.4.5 Contingencias

Se deben identificar las contingencias de la fase de construcción de un proyecto de lixiviación y recuperación de oro-plata, considerando contingencias tales como las indicadas en la sección 2.5.8 de esta Guía; sin perjuicio que se consideran otras contingencias propias de este tipo de proyecto. Respecto de cada contingencia se deben identificar las acciones o medidas para evitar que éstas se produzcan y las acciones o medidas a implementar en el caso que se produzcan. Tales medidas deben ser abordadas en los respectivos planes de prevención de contingencias y emergencias.

## 10.5 Fase de operación

### 10.5.1 Actividades

#### § Lista de actividades

A continuación se listan las principales actividades de la fase de operación de un proyecto de lixiviación y recuperación de oro-plata.

- Uso de la instalación de apoyo a la fase de operación
- Mantención de caminos de accesos
- Transporte de insumos, residuos, mano de obra y productos fuera del área de emplazamiento del proyecto

Dependiendo del proceso que se trate, las principales actividades asociadas a la lixiviación y recuperación de metales son las siguientes:

Lixiviación de minerales

- Lixiviación en tanques
- Lixiviación en pilas

Recuperación de metales

- Producción de precipitado de oro-plata según proceso Merril Crowe
- Producción de solución rica y electro obtención de oro-plata
- Fundición
- Producción de metal doré



Las actividades listadas, que también han sido identificadas en las secciones 2.5.3, 8.5.1 y 9.5.1 de esta Guía, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores allí señalados.

## § Descripción de actividades específicas a este tipo de proyecto

### a. Lixiviación de minerales

#### a. 1. Lixiviación en tanques

Se deben describir las acciones que comprende la lixiviación por agitación en tanques considerando lo siguiente:

- transporte y molienda húmeda del mineral;
- tasa de uso de cianuro;
- método de preparación y aplicación de solución cianurada;
- diagrama del circuito de soluciones;
- diagrama del circuito de pulpa;
- manejo o inhibición de emisiones de gas cianhídrico, tal como la adición de cal y mantención de pH básico, en consistencia con lo que se indique en la sección Emisiones Atmosféricas de la DIA o EIA;
- tasa de producción de pulpa;
- método de separación del sólido y líquido de la pulpa de lixiviación;
- tasa de producción de solución rica;
- tasa de producción de pulpa agotada o relave.

El acondicionamiento o tratamiento, transporte y disposición de relaves deben describirse, en lo que corresponda, de acuerdo a lo señalado en la sección 8.5.1 del capítulo 8 de esta Guía.

### a. 2. Lixiviación en pilas

Se debe describir el proceso de lixiviación de minerales en pilas de acuerdo a lo siguiente:

- método de aglomeración del mineral, incluyendo tasa de uso de aglomerantes;
- transporte y carga de mineral en pilas de lixiviación;
- métodos de preparación de solución cianurada y riego de pilas;
- método para asegurar la estabilidad de las pilas, incluyendo control de taludes;
- tiempo de permanencia de pilas de lixiviación o ciclo de lixiviación (días);
- método de cosecha y tasa de producción de solución rica ( $m^3/h$ );
- manejo de soluciones en piscinas de almacenamiento;
- diagrama del circuito de soluciones;
- acciones para evitar el deterioro de la base impermeable de las pilas, por ejemplo, control de la impermeabilización de la base de las pilas o habilitación de un sistema de detección de fugas;
- manejo y disposición del agua de contacto, de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.3.l de esta Guía;
- manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie, si corresponde; de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.3.l de esta Guía;

La recolección, transporte y disposición de ripios de lixiviación se deben describir, en lo que corresponda, de acuerdo a lo señalado en la sección 9.5.1 del capítulo 9 de esta Guía.

### b. Recuperación de metales

#### b. 1. Producción de precipitado de oro-plata según proceso Merril Crowe

Se deben describir las acciones para la producción de precipitado de acuerdo a lo siguiente:

- método de separación del sólido y líquido de la pulpa de lixiviación;
- método de obtención de precipitado;
- acciones de captación y tratamiento de gases, en consistencia con lo que se indique en la sección de Emisiones Atmosféricas de la DIA o EIA;
- manejo y destino de soluciones barren o residuales;
- tasa de producción de precipitado (t/mes).

#### b. 2. Producción de solución rica según proceso ADR y electro obtención de oro-plata

Se deben describir las acciones asociadas a la recuperación de metales y proceso de electro obtención de oro-plata de acuerdo a lo siguiente:

- método de adsorción del oro al carbón activado;
- método de desorción del oro del carbón;
- secuencia de operaciones unitarias representadas en un diagrama;
- operación en las celdas de electro obtención desde la aplicación de corriente hasta la cosecha de cátodos:
  - ciclo y tiempos de las acciones unitarias,
  - temperatura de operación,
  - acciones de control de impurezas, manejo y adición de reactivos;
- método de cosecha y tasa de producción de

cátodos;

- método de lavado de cátodos cosechados;
- manejo de barros anódicos;
- manejo de emisiones de gas cianhídrico y otros, en consistencia con lo que se indique en la sección de Emisiones Atmosféricas de la DIA o EIA.

#### c. Producción de metal doré

Se deben describir las acciones para la producción de metal doré de acuerdo a lo siguiente:

- método de secado y calcinación del precipitado en hornos de retorta,
- método de acondicionamiento con fundentes,
- fusión de metales,
- tratamiento de gases de combustión, en consistencia con lo que se indique en la sección Emisiones Atmosféricas de la DIA o EIA,
- tratamiento de escorias,
- tasa de producción de metal doré.

### 10.5.2 Suministros básicos o insumos

Es necesario estimar los suministros básicos o insumos considerando todas las actividades de la fase de operación. En general, para esta fase un proyecto de lixiviación y recuperación de oro-plata, se requieren los siguientes:

- Agua.
- Energía eléctrica.
- Sustancias peligrosas.
- Equipos y maquinarias, tales como pala cargadora, apilador (*stacker*) y esparcidor (*spreader*).

En las distintas etapas del proceso de lixiviación y recuperación de metales se utilizan sustancias

tales como las siguientes:

- cianuro de sodio;
- litargirio ( $\text{OPb}$ );
- nitrato de plomo;
- zinc metálico;
- sulfato de sodio;
- fundentes tales como bórax, sílice, nitrato de sodio ( $\text{Na}_2\text{NO}_3$ ), carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), fluoruro de calcio ( $\text{CaF}_2$ ).

Se deben identificar las sustancias que se utilizarán y en el caso que estas sean peligrosas debe ser señalado y describirlas de acuerdo a los ítems y descriptores señalados en la sección 2.5.4.c de esta Guía.

Otros insumos relevantes para la fase de operación deben identificarse señalando:

- nombre del insumo,
- cantidad requerida,
- destino: asociarlo a la o las actividades en que se utilizará.

### 10.5.3 Emisiones

Las emisiones a la atmósfera de material particulado, gases y olores; emisiones líquidas de agua servida y otras; ruido vibraciones y otras emisiones; generadas en la fase de operación del proyecto, se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores presentados en la sección de 2.5.6 de esta Guía.

Se deben describir los sistemas de abatimiento o supresión de material particulado (polvo) generado en actividades tales como tránsito de vehículos,

chancado y molienda del mineral. Asimismo, se deben describir las emisiones atmosféricas generadas en la unidad de fundición y los respectivos sistemas de abatimiento, tales como el enfriador de gases y paso por columna de carbón en hornos de retorta para abatir emisiones de mercurio.

También se deben describir las emisiones líquidas de soluciones residuales cianuradas y en el caso que no se contemplen, es necesario presentar un balance de masa para el cianuro.

### 10.5.4 Residuos

Los residuos de la fase de operación del proyecto se deben describir de acuerdo a los ítems y descriptores indicados en la sección 2.5.7 de esta Guía.

Sin perjuicio de lo anterior, se deben considerar los residuos propios de este tipo de proyecto, tales como ripios lixiviados, relaves y barros anódicos.

### 10.5.5 Contingencias

Se deben describir las contingencias de la fase de operación del proyecto de lixiviación y recuperación de oro-plata según los ítems, descriptores y contingencias señalados en la sección 2.5.8 de esta Guía; sin perjuicio que se consideran otras contingencias propias de este tipo de proyecto. A modo ilustrativo y referencial, en la TABLA 7. se señalan algunos ejemplos de contingencias y sus respectivas medidas de prevención y control de emergencia.

**TABLA 7. Contingencias de la fase de operación de un proyecto de lixiviación y recuperación de oro-plata y medidas de prevención y control asociadas**

CONTINGENCIA	ACCIONES O MEDIDAS DE PREVENCIÓN	ACCIONES O MEDIDAS DE CONTROL DE LA EMERGENCIA
Infiltración de soluciones cianuradas en el suelo en la unidad de lixiviación en pilas	Controlar la impermeabilización basal de las pilas. Habilitar calicatas o pozos de control.	Paralizar el proceso hasta identificar donde se produce la filtración. Reparar la filtración.
Desprendimiento de material en pilas de lixiviación	El titular debe identificar las acciones o medidas de prevención de la contingencia respectiva.	El titular debe identificar las acciones o medidas de control de la emergencia respectiva.
Filtraciones o derrames de soluciones cianuradas desde piscinas de almacenamiento durante el proceso de lixiviación	Mantener las condiciones de impermeabilización basal y de taludes de las piscinas de almacenamiento. Construir canaletas para contener y conducir derrames	Colectar soluciones derramadas e incorporarlas al proceso minero.
Desprendimiento de ripios en el botadero	Habilitar un pretil de seguridad o contención de material.	El titular debe identificar las acciones o medidas de control de la emergencia respectiva.
Derrame de soluciones mineralizadas en la unidad de Merril Crowe	El titular debe identificar las acciones o medidas de prevención de la contingencia respectiva.	El titular debe identificar las acciones o medidas de control de la emergencia respectiva.
Derrame de soluciones mineralizadas en la unidad de absorción con carbón activado	El titular debe identificar las acciones o medidas de prevención de la contingencia respectiva.	El titular debe identificar las acciones o medidas de control de la emergencia respectiva.

Fuente: elaboración propia

### 10.5.6 Productos

Se debe indicar la tasa de producción de metal doré como producto del proyecto de lixiviación y recuperación de oro-plata.

## 10.6 Fase de cierre

La descripción de la fase de cierre se debe realizar según lo señalado en la sección 2.7 de esta Guía.

Con relación al desmantelamiento y retiro de estructuras y medidas para asegurar la estabilidad de la infraestructura u obras que permanezcan; en particular se debe hacer referencia a las siguientes partes y obras:

- unidades de la lixiviación en pilas o tanques, según corresponda;
- unidades de recuperación y obtención de metales;
- unidades de tratamiento de soluciones residuales cianuradas;
- depósito de relaves o botadero de ripios de lixiviación; según corresponda.



# ANEXOS

## ANEXO 1

### Glosario

CAPÍTULO DE LA GUÍA	CONCEPTO	DEFINICIÓN	FUENTE
3. 4. 5.	Agua hallada o aguas del minero	Aguas subterráneas que alumbran o afloran con ocasión del ejercicio de los derechos de exploración, explotación y/o beneficio minero, entre otros, a consecuencia de la ejecución de actividades como la construcción de piques, galerías o tronaduras, en los terrenos en que se encuentra autorizado el concesionario minero para ejercer tales derechos.	Definición propia a partir de la siguiente jurisprudencia administrativa y judicial: dictamen de la Contraloría General de la República N° 21.923, de 14 de agosto de 1989; fallo de la Corte Suprema Rol N° 6997-2012, de 12 de noviembre de 2013 y fallo de la Corte Suprema Rol N° 5826-2009, de 28 de octubre de 2011.
8.	Aguas claras	Aguas libres, en gran medida, de partículas en suspensión que se ubican en un sector de la cubeta de los depósitos de relaves mineros, (...), una vez decantados naturalmente los sólidos finos de la pulpa de relaves.	Ministerio de Minería (2007)
3. 4. 5.	Agua de contacto	Agua proveniente de escorrentías superficiales y/o subterráneas de origen natural, que no siendo utilizadas en un proceso, actividad o servicio, entran en contacto con estos o con las materias primas, insumos o residuos de los mismos.	Comisión Nacional del Medio Ambiente (2010)
1.	Área de influencia	El área o espacio geográfico, cuyos atributos, elementos naturales o socioculturales deben ser considerados con la finalidad de definir si el proyecto o actividad genera o presenta alguno de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley, o bien para justificar la inexistencia de dichos efectos, características o circunstancias.	letra j) art. 2 del Reglamento del SEIA
9.	Barro anódico	Componentes del ánodo que no se disuelven y se depositan en el fondo de las celdas electrolíticas. El barro anódico está formado por metales tales como oro, plata, selenio, platino y paladio, por lo que constituye un subproducto valorizado.	Codelco. 2015c
5.	Beneficio	Tratamiento del mineral para concentrarlo o para obtener el metal.	Definición propia

CAPÍTULO DE LA GUÍA	CONCEPTO	DEFINICIÓN	FUENTE
9.	Borra	Emulsión estable de aspecto gelatinoso compuesta de acuoso, orgánico y de una pequeña cantidad de sólidos finos (sean externos, por ejemplo arcillas traídas por la fase acuosa desde la lixiviación, o bien precipitados en el propio circuito de SX, por ejemplo, hidróxidos, jarositas u otros productos del cambio de pH en las soluciones).	Navarro P. et al. (s/año)
4.5.	Botadero de estériles	Lugar especialmente destinado a disponer el material estéril proveniente de una mina a rajo abierto.	Definición propia
3.	Botadero de marinas	Lugar especialmente destinado a disponer el material estéril proveniente y resultante de labores mineras subterráneas.	Definición propia
8.	Botadero de ripios	Lugar especialmente destinado a disponer los ripios de lixiviación o material residual luego de haber lixiviado el mineral.	Definición propia
4.	Brecha	Masa rocosa consistente constituida por fragmentos de rocas de diferentes formas y tamaños.	Real Academia Española (2012)
2.9.	Cátodo de cobre	Placa de cobre de alta pureza, 99,9 % de cobre, que se obtiene del proceso de electro refinación y de electro obtención.	Codelco (2015c)
7.	Concentración	Proceso de aumento de la ley de un mineral sin producir una transformación química. La concentración genera un material que contiene las especies principales a recuperar, llamado concentrado y el material de descarte.	Ministerio de Minería (2007)
7.	Comminución	Proceso de reducción de tamaño del mineral, que se inicia con el chancado y termina con la molienda para el caso de los sulfuros que se procesan vía flotación.	Codelco (2015c)
2.	Corriente intermitente	Corriente que fluye sólo en respuesta directa a la precipitación o al flujo de un manantial intermitente.	OMM/UNESCO (2012). Término
8.	Cubeta	Zona del depósito de relaves en la cual se acumularán -según el proceso de sedimentación- los sólidos de grano más finos de los relaves, en el caso de los tanques de relaves, o la totalidad de los relaves, en los otros sistemas de depositación.	Ministerio de Minería (2007)

CAPÍTULO DE LA GUÍA	CONCEPTO	DEFINICIÓN	FUENTE
4. 5.	Cuerpo mineralizado	Concentración de material valioso que puede ser extraído y vendido con un provecho.	Enami (2015)
	Chancado	Proceso mediante el cual se disminuye el tamaño de las rocas mineralizadas triturándolas en chancadoras y molinos hasta llegar a tamaños de menos de ½ pulgada.	Codelco (2015c)
8.	Depósito de relave	Toda obra estructurada en forma segura para contener los relaves provenientes de una planta de concentración húmeda de especies de minerales. Además, contempla sus obras anexas. Su función principal es la de servir como depósito, generalmente definitivo, de los materiales sólidos proveniente del relave transportado desde la planta, permitiendo así la recuperación, en gran medida, del agua que transporta dichos sólidos.	Ministerio de Minería (2007)
4.	Dique	Intrusión a modo de muro que corta la estratificación, masas ígneas u otras intrusiones más viejas y cuyo espesor es pequeño respecto de su longitud.	Enami (2015)
10.	Doré	Mezcla impura y sin refinar de oro metálico y plata.	Ministerio de Minas y Energía de Colombia (2003)
8.	Dren	Sistema utilizado para deprimir al máximo el nivel freático en el interior del cuerpo del muro de contención. Este sistema, generalmente, se construye en la base del muro.	Ministerio de Minería (2007)
8.	Embalse de relaves	Depósito de relaves donde el muro de contención está construido con material de empréstito y se encuentra impermeabilizado en el coronamiento y en su talud interno. La impermeabilización puede estar realizada con un material natural de baja permeabilidad o de material sintético como geomembrana de alta densidad. También se llaman embalses de relaves aquellos depósitos ubicados en alguna depresión del terreno en que no se requiere la construcción de un muro de contención.	
2. 3. 4.	Escorrentía	Parte de la precipitación que fluye por la superficie del terreno hacia un curso de agua (escorrentía de superficie) o en el interior del suelo (escorrentía subterránea o flujo hipodérmico).	OMM/UNESCO (2012). Término equivalente N° 1261

CAPÍTULO DE LA GUÍA	CONCEPTO	DEFINICIÓN	FUENTE
4.5.	Estéril	Mineral extraído de una mina que está fuera de la ley de corte, es decir, que posea menor o nula cantidad del mineral que se está explotando.	Definición propia
2.	Exploraciones	Conjunto de obras y acciones conducentes al descubrimiento, caracterización, delimitación y estimación del potencial de una concentración de sustancias minerales, que eventualmente pudieren dar origen a un proyecto de desarrollo minero, que consideren menos plataformas que las indicadas en el inciso anterior, según las regiones respectivas.	Letra i.2 del artículo 3 del Reglamento del SEIA
2.3.4.5.	Explosivo	Toda sustancia o mezcla de sustancias químicas, sólidas o líquidas, que por la liberación rápida de energía produce o puede producir, dentro de un cierto radio, un aumento de presión y generación de calor, llama y ruido. Del mismo modo, se considerarán como tales, aquellos elementos que sean cargados con explosivos como bombas, granadas, minas, misiles, cohetes o cartuchos.	Ministerio de Defensa Nacional (2007)
2.	Faena minera	Conjunto de instalaciones y lugares de trabajo de la industria extractiva minera, tales como minas, plantas de tratamiento, fundiciones, baterías, equipamiento, ductos, oleoductos y gasoductos de hidrocarburos, maestranzas, talleres, casas de fuerza, puertos de embarque de productos mineros, campamentos, bodegas, lugares de acopios, pilas de lixiviación, depósitos de residuos masivos mineros, depósitos de relaves, de estériles, ripios de lixiviación y, en general, la totalidad de las labores, instalaciones y servicios de apoyo e infraestructura que existen respecto a una mina o establecimiento de beneficio para asegurar el funcionamiento de las operaciones mineras.	Ley N° 20.551

CAPÍTULO DE LA GUÍA	CONCEPTO	DEFINICIÓN	FUENTE
2.	Faena minera	Para los efectos de esta ley se considerará industria extractiva minera el conjunto de actividades relacionadas con la exploración, prospección, extracción, explotación, procesamiento, transporte, acopio, transformación, disposición de sustancias minerales, sus productos y subproductos; las sustancias fósiles y depósitos de hidrocarburos líquidos o gaseosos, en las condiciones específicas que se señalan en el Título XII. La industria extractiva minera incluirá el conjunto de obras destinadas a abrir, habilitar, desarrollar, instalar y adosar permanentemente, en su caso, las excavaciones, construcciones, túneles, obras civiles y maquinarias que tengan estrecha relación con las actividades antes señaladas.	
2. 3. 4.	Fortificación	Los sistemas de fortificación en las minas, como los sistemas de sostentamientos rígidos, flexibles, protectores de roca y sistemas mixtos, son usados con el fin de dar sostentamiento a las excavaciones y otorgar estabilidad durante la operación y vida útil de ellas, no obstante, existen sistemas que sin ser una fortificación previenen algún accidente como es el caso de la acuñadura.	Sernageomin (2010a)
2.	Flotación	Procedimiento que permite concentrar el cobre de la pulpa de material mineralizado que viene del proceso de molienda. En las celdas de flotación se hace burbujear oxígeno desde el fondo de manera que las partículas de cobre presentes en la pulpa se adhieren a las burbujas de aire y así suben con ellas y se acumulan en una espuma. La espuma rebasa hacia canaletas que bordean las celdas y que lo llevan al proceso de decantación.	Codelco (2015c)
2.	Ganga	Minerales sin valor económico y que acompañan a los que contienen los elementos metálicos que se recuperan en el proceso industrial. Son los minerales, generalmente silicatos, que forman la roca y su alteración (cuarzo, feldespatos, micas, arcillas, etc.), los que ocupan entre el 90 y 95% del volumen total de la roca.	Codelco (2015c)
4.	Galería o túnel	Labor minera subterránea horizontal.	Codelco (2015 a)

CAPÍTULO DE LA GUÍA	CONCEPTO	DEFINICIÓN	FUENTE
8.	Geomembrana	Lámina de polietileno de alta densidad que se utiliza para impermeabilizar.	Definición propia
4.	Lastre	Ley más baja que puede tener un cuerpo mineralizado para ser extraído con beneficio económico. Todo el material que tiene un contenido de metal sobre la ley de corte se clasifica como mineral y es enviado a la planta para ser procesado, en tanto que el resto tiene un contenido de metal más bajo, se considera como estéril o lastre y se envía a botaderos.	Codelco (2015c)
8.	Ley de corte	Ley más baja que puede tener un cuerpo mineralizado para ser extraído con beneficio económico. Todo el material que tiene un contenido de metal sobre la ley de corte se clasifica como mineral y es enviado a la planta para ser procesado, en tanto que el resto tiene un contenido de metal más bajo, se considera como estéril o lastre y se envía a botaderos.	Codelco (2015c)
3.	Ley de mineral	Es la concentración de oro, plata, cobre, estaño, etc., presente en las rocas y en el material mineralizado de un yacimiento.	Codelco (2015c)
2. 9. 10.	Lixiviación	Proceso hidrometalúrgico mediante el cual se provoca la disolución de un elemento desde el mineral que lo contiene para ser recuperado en etapas posteriores mediante electrolisis. Este proceso se aplica a las rocas que contienen minerales oxidados, ya que éstos son fácilmente atacables por los ácidos.	Codelco (2015c)
2. 4. 5.	Macizo rocoso	Gran masa de roca que compone la corteza terrestre.	Definición propia
4.	Manto	Capa de material que se extiende sobre una superficie.	Real Academia Española (2012)
Todos	Materia	Realidad primaria de la que están hechas las cosas. Perteneciente o relativo a la materia.	Real Academia Española (2012)
Todos	Material	Mineral o estéril.	Definición propia
2. 5.	Mina	Lugar donde se explota mineral, sobre la base de pozos, perforaciones, galerías o cielo abierto.	Definición propia

CAPÍTULO DE LA GUÍA	CONCEPTO	DEFINICIÓN	FUENTE
2.7.	Minerales sulfurados	Especies minerales sulfuradas que no han sufrido alteración alguna en un yacimiento.	Enami (2015)
8.	Muro de contención o prisma resistente	Zona periférica del depósito de relaves estructurada artificialmente, que complementa el perímetro natural para conformar la zona de la cubeta.	Ministerio de Minería (2007)
8.	Muro de pie	El que se construye, generalmente de material de empréstito, en el extremo de aguas abajo del muro de contención. Tiene por objeto dar un límite físico al depósito de relaves y evitar el derrame de material fuera de la traza del prisma resistente.	Ministerio de Minería (2007)
8.	Muro de partida o muro inicial	Muro construido con material grueso de empréstito al inicio del depósito de relaves. En los sistemas constructivos del muro resistente de aguas abajo y eje central, las arenas se vacían hacia aguas abajo del muro inicial y las lamas hacia aguas arriba. La altura del muro de partida queda determinada por el avance en altura del prisma de arenas, en relación al avance en altura del nivel de lamas. El muro inicial debe permitir mantener una revancha mínima a lo largo del período de operación del tranque.	Sernageomin (2007)
8.	Muro de cola	Se suele construir para limitar el depósito por el extremo de aguas arriba. Puede construirse de tierra o por alguno de los sistemas de construcción empleados para el muro resistente.	Sernageomin (2007)
4.	Pique	Labor minera subterránea vertical.	Codelco (2015a)
3.	Plataforma de sondaje	Área superficial donde se emplaza el equipo de perforación de pozos, el pozo, la zanja o piscina de lodos y las unidades de apoyo asociadas.	Definición propia
9.	PLS	Solución proveniente de la lixiviación de minerales que contiene el metal disuelto ( <i>Pregnant Liquour Storage</i> ).	Definición propia
4.	Portal de túnel	Corresponde a las obras civiles necesarias para fortificar la entrada de un túnel.	Definición propia

CAPÍTULO DE LA GUÍA	CONCEPTO	DEFINICIÓN	FUENTE
2.	Prospecciones	Conjunto de obras y acciones a desarrollarse con posterioridad a las exploración minera, conducente a minimizar las incertidumbres geológicas, asociadas a las concentraciones de sustancias minerales de un proyecto de desarrollo minero, necesarias para la caracterización requerida y con el fin de establecer los planes mineros en los cuales se base la explotación programada de un yacimiento, que consideren cuarenta (40) a más plataformas, incluyendo sus respectivos sondajes, tratándose de las Regiones de Arica y Parinacota a la de Región Coquimbo, o veinte (20) o más plataformas, incluyendo sus respectivos sondajes, tratándose de las Regiones de Valparaíso a la Región de Magallanes y Antártica Chilena, incluida la Región Metropolitana de Santiago.	Letra i.2 del artículo 3 del Reglamento del SEIA
5.	Rajo	Área donde se ubica el yacimiento que se explota a cielo abierto.	Definición propia
4.	Rampa	Labor minera subterránea inclinada	Codelco (2015a)
4. 5. 6.	Rampa de acceso	Superficie inclinada para trabajar o caminar que se utiliza para tener acceso a un cierto punto a otro, y se construye de la tierra o de los materiales estructurales tales como el acero o madera.	LibraryMine (2015)
6.	Reactivos	Reactivos espumantes: tienen el objetivo de producir burbujas resistentes.  Reactivos colectores: tiene como objetivo impregnar las partículas de sulfuros de cobre y de molibdeno para que se separen del agua (efecto hidrófobo) y se peguen a las burbujas.  Reactivos depresantes: destinados a provocar el efecto inverso al de los reactivos colectores para evitar la recolección de otros minerales como la pirita, que es un sulfuro que no tiene cobre.	Codelco (2015 b)

CAPÍTULO DE LA GUÍA	CONCEPTO	DEFINICIÓN	FUENTE
7.8.	Relave	Suspensión de sólidos en líquidos, formando una pulpa, que se generan y desechan en las plantas de concentración húmeda de especies minerales que han experimentado una o varias etapas en circuito de molienda fina. El vocablo se aplica también a la fracción sólida de la pulpa que se ha descrito precedentemente.	Ministerio de Minería (2007)
8.	Relaves en pasta	Depósito de relaves que presenta una situación intermedia entre el relave espesado y el relave filtrado, corresponde a una mezcla de relaves sólidos y agua -entre 10 y 25% de agua- que contiene partículas finas, menores de 20 ?, en una concentración en peso superior al 15%, muy similar a una pulpa de alta densidad. Su depositación se efectúa en forma similar al relave filtrado, sin necesidad de compactación, poseyendo consistencia coloidal.	Ministerio de Minería (2007)
8.	Relaves espesados	Depósito de relaves donde, antes de ser depositados, son sometidos a un proceso de sedimentación mediante espesadores, eliminándole una parte importante del agua que contienen. El depósito de relaves espesados deberá ser construido de tal forma que se impida que el relave fluya a otras áreas distintas a las del emplazamiento determinado y contar con un sistema de piscinas de recuperación del agua remanente.	Ministerio de Minería (2007)
8.	Relaves filtrados	Depósito de relaves donde, antes de ser depositados, son sometidos a un proceso de filtración, mediante equipos especiales de filtros, donde se asegure que la humedad sea menor a un 20%. Deberá asegurarse que el relave así depositado no fluya a otras áreas distintas a las del emplazamiento determinado.	Ministerio de Minería (2007)
Todos	Residuos de la construcción	Residuos generados en la construcción, transformación, reparación y/o demolición de obras civiles. Incluyen aquellos generados en la preparación y excavación de terrenos para obras civiles.	Definición propia

CAPÍTULO DE LA GUÍA	CONCEPTO	DEFINICIÓN	FUENTE
8.	Revancha	Es la diferencia de cota entre la línea de coronamiento y la superficie inmediatamente vecina de la fracción aguas adentro del tranque, generalmente lamosa o de arena muy fina. Se denomina como revancha mínima al desnivel entre el coronamiento del prisma resistente y el punto más alto de las lamas; y se denomina revancha máxima al desnivel entre el coronamiento y la superficie de la poza de decantación.	Sernageomin (2007)
9.	Ripio	Material que queda como residuo del mineral una vez que todo el cobre ha sido lixiviado, el cual es desechado en áreas especiales o botaderos de ripios.	Codelco (2015c)
4.	Roca de caja	Roca adyacente a la mineralización, define las zonas mineralizadas.	Codelco (2015c)
4.	Roca mineralizada	Roca que contiene cierta cantidad de elemento mineral útil.	Definición propia
3.	Sondaje	Perforación de pequeño diámetro y gran longitud que se efectúa para alcanzar zonas inaccesibles desde la superficie o laboreos mineros. Los sondajes permiten obtener muestras de dichas zonas a profundidades de hasta 1.200 m, para ser estudiadas y analizadas por los geólogos.	Codelco (2015c)
Letra i.2 del art. 3 del Reglamento del SEIA	Sustancias minerales	Sustancia sólida inorgánica, formada por uno o más elementos químicos definidos, que se organizan ordenadamente en una estructura interna.	Codelco (2015c)
4.	Tiros en abanico	Perforaciones realizadas en la roca desde un punto en un solo plano, donde se va variando el ángulo de la misma y se coloca el explosivo para realizar una tronadura.	Definición propia
8.	Tranque de relaves	Depósito de relaves donde el muro de contención es construido con la fracción más gruesa del relave (arenas).	Ministerio de Minería (2007)
3. 4.	Túnel	Excavación en roca, con dos entradas desde superficie y de geometría y pendiente tal que permite el libre tránsito de personas o maquinarias.	Enami (2015)

CAPÍTULO DE LA GUÍA	CONCEPTO	DEFINICIÓN	FUENTE
3. 4.	Túnel	Excavación en roca, con dos entradas desde superficie y de geometría y pendiente tal que permite el libre tránsito de personas o maquinarias.	Enami (2015)
4.	Veta	Masa tubular de material mineral, depositada en fisuras, grietas o hendiduras de un cuerpo rocoso y de composición distinta a la sustancia que está incrustada.	Codelco (2015c)
2. 3. 4. 5.	Yacimiento	Masa de roca localizada en la corteza terrestre que contiene uno o varios minerales en cantidad suficiente como para ser extraídos con beneficio económico.	Codelco (2015c)

## ANEXO 2

### Permisos ambientales sectoriales citados en la guía

ART. REGLAMENTO SEIA	NOMBRE DEL PAS	SECCIÓN DE LA GUÍA
125	Permiso para la ejecución de labores mineras en sitios donde se han alumbrado aguas subterráneas en terrenos particulares o en aquellos lugares cuya explotación pueda afectar un caudal o la calidad natural del agua	3.4.1.d. Construcción de las obras, manejo y disposición del agua hallada
135	Permiso para construcción y operación de depósitos de relaves	8.2 Breve reseña de la tipología Transporte, Acondicionamiento y Disposición de Relaves
136	Permiso para establecer un botadero de estériles o acumulación de mineral	3.3.e Unidad acopio muestras de material
		3.3.i Botadero de estériles
		4.3.e Unidades de acopio del mineral en superficie
137	Permiso para la aprobación del plan de cierre de una faena minera	2.7 Fase de cierre de proyectos de desarrollo minero
138	Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de desagües, aguas servidas de cualquier naturaleza	2.4.2.c Instalación para el manejo del agua servida
139	Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de residuos industriales o mineros	2.4.2.i Obras para el manejo y disposición del agua de contacto
		2.5.6.b.2 Otras emisiones líquidas
		8.2 Breve reseña de la tipología Transporte, Acondicionamiento y Disposición de Relaves
140	Permiso para la construcción, (...) tratamiento de basuras y desperdicios de cualquier clase o para la instalación de todo lugar destinado a la acumulación, (...) disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase	2.4.2.b Instalación de apoyo a las actividades de la fase de construcción y operación
		2.4.2.g Instalación para el manejo y eliminación de residuos de la construcción
142	Permiso para todo sitio destinado al almacenamiento de residuos peligrosos	2.4.2.b Instalación de apoyo a las actividades de la fase de construcción y operación
143	Permiso para el transporte e instalaciones necesarias para la operación del sistema de transporte de residuos peligrosos	2.5.7.a Residuos peligrosos

ART. REGLAMENTO SEIA	NOMBRE DEL PAS	SECCIÓN DE LA GUÍA
148	Permiso para Corta de Bosque Nativo	2.5.3.a Acondicionamiento de terreno: corta de flora y vegetación
149	Permiso para la Corta de Plantaciones en Terrenos de Aptitud Preferentemente Forestal	2.5.3.a Acondicionamiento de terreno: corta de flora y vegetación
150	Permiso para la Intervención de Especies Vegetales Nativas Clasificadas de Conformidad con el Artículo 37 de la Ley Nº 19.300, que Formen Parte de un Bosque Nativo, o Alteración de su Hábitat	2.5.3.a Acondicionamiento de terreno: corta de flora y vegetación
151	Permiso para la Corta, Destrucción o Descepado de Formaciones Xerofíticas	2.5.3.a Acondicionamiento de terreno: corta de flora y vegetación
154	Permiso para realizar exploraciones en terrenos públicos o privados de zonas que alimenten vegas o bofedales en las Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y de Antofagasta	1.3.1 Alcance (de la Guía)
155	Permiso para la construcción de ciertas obras hidráulicas	8.3.a Relaveducto 8.3.c Depósito o cubeta
156	Permiso para efectuar modificaciones de cauce	2.4.2.a Caminos de accesos temporales y permanentes
		3.3.i. Botadero de estériles
		8.3.a Partes del transporte de relaves o relaveducto
		8.3.d Obras de desvío de cursos superficiales de agua
157	Permiso para efectuar obras de regularización o defensa del cauces naturales	2.4.2.a Caminos de accesos temporales y permanentes
		8.3.a Partes del transporte de relaves o relaveducto
		8.3.d Obras de desvío de cursos superficiales de agua
159	Permiso para extracción de ripio y arena en cauces de ríos y esteros	2.4.2.e Instalación para la producción de hormigón
160	Permiso para subdividir, urbanizar o construir fuera de los límites urbanos	1.3.1. Alcance (de la Guía)

## ANEXO 3

### Bibliografia

#### Bibliografía citada

- Álvarez R. 2005. Aplicación de Sistemas Pasivos para el Tratamiento de Soluciones Residuales de Procesos de Cianuración en Minería de Oro. Tesis Doctoral. Universidad de Oviedo.
- British Standards Institution. 2009. BS 5228-2, Code of Practice for Noise and Vibration Control on Construction and Open Sites: Parte 2: Vibration.
- Candela E. 2015. Optimización en la Fundición de Precipitados de Oro y Plata. Monografías.com.
- Codelco. 2015 a. Extracción Subterránea: del Macizo Roco a la Roca Mineralizada. [www.codelcoeduca.cl](http://www.codelcoeduca.cl).
- Codelco. 2015 b. Concentración: de la Roca al Mineral de Cobre. [www.codelcoeduca.cl](http://www.codelcoeduca.cl).
- Codelco. 2015c. Diccionario Minero. [www.codelcoeduca.cl](http://www.codelcoeduca.cl).
- Compañía Minera Carmen de Andacollo. 2006. Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Hipógeno. [www.sea.gob.cl](http://www.sea.gob.cl).
- Comisión Nacional del Medio Ambiente. 2010. Resolución N°135, de 17 de febrero de 2010, Aprueba Anteproyecto de Revisión Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales.
- Consejo Minero y KOAM 2013. Guía para la Descripción de Proyectos Mineros en el SEIA.
- Empresa Nacional de Minería ENAMI. 2015. Glosario y Términos. [www.enami.cl](http://www.enami.cl).
- Fundación Chile. 2015. Guía Metodológica para la Estabilidad Química de Faenas e Instalaciones Mineras.
- Hanson, C., Tower, D., y Meister, L. (2006), Transit Noise and Vibration Impact Assessment. Department of Transportation, Federal Transit Administration. Final Report.
- Ley 20.551, Regula el Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras.
- LibraryMine. 2015. Diccionario Técnico de Mineros y Petroleros. [www.infomine.com/dictionary](http://www.infomine.com/dictionary).

- López C. 2003. Manual de Perforación y Voladura de Rocas. Instituto Tecnológico Geominero de España.
- Morales M. 2009. Caracterización Geotécnica y Determinación de Ángulos de Talud en Yacimiento Franke. Memoria para Optar al Título de Ingeniero Civil de Minas, Universidad de Chile.
- Ministerio de Defensa Nacional. 2007. Reglamento Complementario de la Ley N° 17.798, sobre Control de Armas y Elementos Similares, Decreto Supremo N° 83 de 2007.
- Ministerio de Minas y Energía de Colombia. 2003. Glosario Técnico Minero.
- Ministerio de Minería. 2007. Reglamento para la Aprobación de Proyectos de Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Depósitos de Relaves, Decreto Supremo N° 248 de 2007.
- Ministerio del Medio Ambiente. 2016. Ley N° 20920, Establece Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje.
- Ministerio de Salud. 2015. Decreto Supremo N° 43, Reglamento de Almacenamiento de Sustancias Peligrosas.
- Navarro P., Jara S. y Castillo J. (s/año). Problemas en la Separación de Fases en Extracción por Solvente en Cobre. Facultad de Ingeniería, Universidad de Santiago de Chile.
- Organización Mundial Meteorológica/Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OMM/UNESCO). 2012. Glosario Hidrológico Internacional, WMO/OMM/BMO N° 385, Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial, Suiza.
- Real Academia Española. 2012. Diccionario de la lengua española, 22<sup>a</sup> edición.
- Servicio de Evaluación Ambiental. 2012. Guía para la Evaluación de Impacto Ambiental de la Fase de Construcción de Proyectos.
- Servicio de Evaluación Ambiental. 2014a. Guía Permiso para Corta de Bosque Nativo.
- Servicio de Evaluación Ambiental. 2014b. Guía Permiso para la Corta de Plantaciones en Terrenos de Aptitud Preferentemente Forestal.
- Servicio de Evaluación Ambiental. 2014c Guía Permiso para Efectuar Modificaciones de Cauce.

- Servicio de Evaluación Ambiental. 2014d. Guía Permiso Obras de Regularización o Defensa de Cauces Naturales.
- Servicio de Evaluación Ambiental 2014e. Guía Permiso para la Construcción de Ciertas Obras Hidráulicas.
- Servicio Nacional de Geología y Minería, Sociedad Nacional de Minería e Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales. 2003. Guía de Buenas Prácticas Ambientales para la Pequeña Minería: Construcción y Operación de Tranques de Relave.
- Servicio Nacional de Geología y Minería. 2007. Guía Técnica de Operación y Control de Depósitos de Relaves.
- Servicio Nacional de Geología y Minería. 2010a. Guía Metodológica de Seguridad para Sistemas de Fortificación y Acuñadura.

## Bibliografía relacionada

- Cortéz R. (sin información año). Procesos Hidrometalúrgicos.
- Logsdon M., Hagelstein K. y Mudder T. 2001. El Manejo del Cianuro en la Extracción de Oro. Consejo Internacional de Metales y Medio Ambiente.
- Penailillo S. 2009. Desarrollo de un Proyecto Minero. Barrick.
- Qiminet 2013. El Carbón Activado en la Minería de Oro.
- Servicio Nacional de Geología y Minería, Sociedad Nacional de Minería e Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales. 2003. Guía de Buenas Prácticas Ambientales para la Pequeña Minería: Construcción y Operación de Tranques de Relave.
- Servicio Nacional de Geología y Minería. 2007. Guía Técnica de Operación y Control de Depósitos de Relaves.
- Servicio Nacional de Geología y Minería (sin año). Guía N° 6 de Operación para la Pequeña Minería, Manejo de Mineral y Residuos Mineros.
- Servicio Nacional de Geología y Minería. 2010. Guía Metodológica de Seguridad para Presentación de Proyectos de Plantas de Lixiviación de Minerales No Cupríferos.
- Tecpromin S.A. 2015. Proceso ADR Adsorción Desorción Recuperación. [www.tecpromin.cl](http://www.tecpromin.cl).

## ANEXO 4

### Lista de partes, obras y actividades según tipos de proyectos

**TABLA A. Partes y obras temporales y permanentes según tipos de proyectos de desarrollo minero**

PARTES Y OBRAS	CAP. 3	CAP. 4	CAP. 5	CAP. 6	CAP. 7	CAP. 8	CAP. 9	CAP. 10
<b>Partes y obras temporales</b>								
Caminos de accesos temporales	X	X	X	X	X	X	X	X
Instalación de apoyo a las actividades de la fase de construcción	X	X	X	X	X	X	X	X
Instalación para el manejo del agua servida	X	X	X	X	X	X	X	X
Instalación para la producción de áridos	-	X	X	X	X	X	X	X
Instalación para la producción de hormigón	-	X	X	X	X	X	X	X
Instalación para el manejo y eliminación de residuos de la construcción	-	X	X	X	X	X	X	X
Polvorín o almacén de explosivos	-	-	X	-	-	-	-	-
<b>Partes y obras permanentes</b>								
Caminos de accesos permanentes	X	X	X	X	X	X	X	X
Instalación de apoyo a las actividades de la fase de operación	X	X	X	X	X	X	X	X
Instalación u obra para el manejo del agua servida	X	X	X	X	X	X	X	X
Polvorín o almacén de explosivos	X	X	X	-	-	-	-	-
Obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie	X	X	X	0	X	X	0	0
Obras para el manejo y disposición del agua de contacto	X	X	X	X	-	-	0	0
Obras para el manejo y disposición del agua hallada	X	X	X	-	-	-	-	-
Unidad de acopio de muestras de: material, mineral, mineral chancado	X	X	X	X	X	-	X	X
Partes del transporte de: mineral en superficie, mineral, mineral chancado, concentrado de mineral	-	X	X	X	X	-	X	X
Botadero de: estériles o marinas, ripios lixiviados	X	X	X	-	-	-	X	X
Partes del transporte de: estériles, relaves, ripios lixiviados	X	X	X	-	-	X	X	X
Plataformas de sondaje	X	-	-	-	-	-	-	-
Pozos de sondaje	X	-	-	-	-	-	-	-

PARTES Y OBRAS	CAP. 3	CAP. 4	CAP. 5	CAP. 6	CAP. 7	CAP. 8	CAP. 9	CAP. 10
Zanjas o piscinas de lodos	X	-	-	-	-	-	-	-
Portales de túneles y piques	X	X	-	-	-	-	-	-
Partes y obras de la ventilación de: túneles, mina	X	X	-	-	-	-	-	-
Niveles subterráneos y rampas de acceso	-	X	-	-	-	-	-	-
Rajo	-	-	X	-	-	-	-	-
Unidad de chancado del mineral	-	-	-	X	-	-	-	-
Edificio o galpón	-	-	-	-	X	-	-	-
Unidad de molienda	-	-	-	-	X	-	-	X
Unidad de almacenamiento y manejo de reactivos	-	-	-	-	X	-	-	-
Unidad de flotación	-	-	-	-	X	-	-	-
Unidad de espesamiento del concentrado	-	-	-	-	X	-	-	-
Unidad de filtración del concentrado	-	-	-	-	X	-	-	-
Partes del sistema de circulación de agua	-	-	-	-	X	-	-	-
Unidad de acondicionamiento de relaves	-	-	-	-	-	X	-	-
Depósito o cubeta	-	-	-	-	-	X	-	-
Obras de desvío de cursos superficiales de agua	-	-	-	-	-	X	-	-
Obras para el manejo de drenajes y filtraciones	-	-	-	-	-	X	-	-
Obras para el manejo de aguas claras	-	-	-	-	-	X	-	-
Unidad de aglomeración del mineral	-	-	-	-	-	-	X	X
Unidad de lixiviación (lixiviación en pilas y tanques)	-	-	-	-	-	-	X	X
Unidades de recuperación de metales (cobre: extracción por solvente y electro obtención) (oro-plata: precipitación Merrill Crowe; recuperación con carbón activado y electro obtención)	-	-	-	-	-	-	X	X
Unidad de fundición	-	-	-	-	-	-	-	X

Fuente: elaboración propia

#### LEYENDA:

**X:** Parte, obra o actividad presente en el tipo de proyecto respectivo

**-:** Parte, obra o actividad no presente en el tipo de proyecto respectivo

**O:** Parte, obra o actividad presente en el tipo de proyecto respectivo, incluida en otra parte, obra o actividad del mismo tipo de proyecto

**Cap. 3:** Prospección minera

**Cap. 4:** Explotación de yacimiento mediante método subterráneo

**Cap. 5:** Explotación de yacimiento mediante método a cielo abierto

**Cap. 6:** Chancado de minerales

**Cap. 7:** Concentración de minerales de cobre mediante método de flotación

**Cap. 8:** Transporte, acondicionamiento y disposición de relaves

**Cap. 9:** Lixiviación y recuperación de cobre

**Cap. 10:** Lixiviación y recuperación de oro-plata

**TABLA B. Actividades de la fase de construcción y de operación según tipos de proyectos de desarrollo minero**

ACTIVIDADES	CAP. 3	CAP. 4	CAP. 5	CAP. 6	CAP. 7	CAP. 8	CAP. 9	CAP. 10
Construcción y habilitación de partes y obras subterráneas	-	X	-	-	-	-	-	-
Remoción de sobrecarga del rajo	-	-	X	-	-	-	-	-
Habilitación del botadero de: estériles, ripios	X	X	X	-	-	-	X	X
Construcción de las unidades de recuperación de metales (cobre:extracción por solvente, electro obtención) (oro-plata: precipitación Merrill Crowe; recuperación con carbón activado y electro obtención)	-	-	-	-	-	-	X	X
Habilitación de la unidad de pilas de lixiviación	-	-	-	-	-	-	X	X
Transporte y disposición de estériles	-	-	X	-	-	-	-	-
Construcción de las partes u obras del transporte de relaves o relaveducto	-	-	-	-	-	X	-	X
Construcción y habilitación de las partes o unidades del depósito de relaves	-	-	-	-	-	X	-	X
Construcción o habilitación de las partes y obras de la fundición	-	-	-	-	-	-	-	X
<b>Actividades de la fase de operación</b>								
Uso de la instalación de apoyo a las actividades de la fase de operación	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantención de caminos de accesos	X	X	X	X	X	X	X	X
Transporte de insumos, residuos, mano de obra y productos fuera del área de emplazamiento del proyecto	X	X	X	X	X	X	X	X
Manejo de explosivos almacenados	X	X	X	-	-	-	-	-
Manejo de muestras de: material, mineral acopiado	X	X	X	X	-	-	-	-
Manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie	X	X	X	X	-	X	O	O
Manejo y disposición del agua hallada	X	X	X	-	-	-	-	-
Manejo y disposición del agua de contacto	X	X	X	X	-	-	O	O
Perforación de pozos	X	-	-	-	-	-	-	-
Acondicionamiento de fluidos de perforación	X	-	-	-	-	-	-	-
Manejo del lodo de perforación de pozos	X	-	-	-	-	-	-	-
Extracción de (muestras) material	X	X	X	-	-	-	-	-
Transporte en superficie de: material, mineral, mineral chancado, concentrado de mineral	X	X	X	X	X	-	O	O
Transporte y disposición de estériles	X	X	X	-	-	-	-	-
Chancado del mineral	-	-	-	X	-	-	-	-

ACTIVIDADES	CAP. 3	CAP. 4	CAP. 5	CAP. 6	CAP. 7	CAP. 8	CAP. 9	CAP. 10
Producción de concentrado de mineral	-	-	-	-	X	-	-	-
Transporte del relave	-	-	-	-	-	X	-	O
Acondicionamiento del relave	-	-	-	-	-	X	-	O
Disposición de relaves en el depósito o cubeta	-	-	-	-	-	X	-	O
Recuperación y disposición (manejo) de aguas claras	-	-	-	-	-	X	-	-
Manejo del agua drenada de la cubeta y pies de muros (manejo drenajes y filtraciones)	-	-	-	-	-	X	-	-
Producción de mineral aglomerado	-	-	-	-	-	-	X	X
Lixiviación de minerales en pilas	-	-	-	-	-	-	X	X
Recolección, transporte y disposición de ripios lixiviados	-	-	-	-	-	-	X	X
Lixiviación en tanques	-	-	-	-	-	-	-	X
Recuperación de metales (cobre: extracción por solvente, electro obtención) (oro-plata: precipitado Merril Crowe; producción de solución rica y elect obtención)	-	-	-	-	-	-	X	X
Producción de metal doré	-	-	-	-	-	-	-	X

Fuente: elaboración propia

#### LEYENDA:

**X:** Parte, obra o actividad presente en el tipo de proyecto respectivo

**-:** Parte, obra o actividad no presente en el tipo de proyecto respectivo

**O:** Parte, obra o actividad presente en el tipo de proyecto respectivo, incluida en otra parte, obra o actividad del mismo tipo de proyecto

**Cap. 3:** Prospección minera

**Cap. 4:** Explotación de yacimiento mediante método subterráneo

**Cap. 5:** Explotación de yacimiento mediante método a cielo abierto

**Cap. 6:** Chancado de minerales

**Cap. 7:** Concentración de minerales de cobre mediante método de flotación

**Cap. 8:** Transporte, acondicionamiento y disposición de relaves

**Cap. 9:** Lixiviación y recuperación de cobre

**Cap. 10:** Lixiviación y recuperación de oro-plata

