



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES

Guía Técnica

para la Realización de Estudios Ambientales
para Extracción de Materiales Pétreos

Dirección General de Evaluación y Cumplimiento
5 de marzo de 2019

Contenido

1.	Introducción	2
2.	Objetivo de la Guía	3
3.	Recomendaciones para el uso de la Guía	3
4.	Generalidades.....	4
4.1	Extracciones a cielo abierto (canteras).....	5
4.2	Principales Impactos ambientales que causan las operaciones mineras	5
4.3	Fases de la Actividad Minera	6
5.	Información que se deben presentar para la evaluación de solicitud del Permiso Ambiental para la extracción de materiales pétreos.....	7
5.1	Descripción del proyecto propuesto.....	7
5.1.1	Localización	7
5.1.2	Fases y dimensiones.	8
5.1.3	Fase de Exploración	8
5.1.4	Fase de Explotación.....	8
5.1.5	Fase de Producción.	10
5.1.6	Fase de Transportación.....	11
5.2	Descripción, caracterización y cuantificación del medio ambiente actual (Línea Base), de los componentes físicos, biológicos y socioeconómicos, del sitio y área de influencia.....	12
5.2.1	Medio físico.	13
	Geología	13
	Geomorfología	13
	Agua superficial y Subterránea	14
	Clima	15
	Calidad del aire.....	15
	Ruido y vibración.....	16
5.2.2	Entorno Biótico.....	16
	Flora.....	16
	Fauna	17
	Áreas protegidas	18
5.2.3	Del medio socio económico.	18
	Demografía.	18
	Descripción de los sistemas de vida y costumbres.....	18
6.	Plan de Cierre de una Cantera.	19
6.1	Tipo de cierre de una cantera.....	20
6.1.1	Cierre Temporal	20
6.1.2	Cierre Progresivo.....	21
6.1.3	Cierre final o definitivo.	21
6.2	Aspectos que debe contener un plan de cierre.....	21
7.	Bibliografía	22

I. Introducción

Realizar una actividad, obra o proyecto conlleva inevitablemente impactar de alguna manera el medio ambiente del lugar donde la pretendemos ejecutar. En dependencia de la magnitud de lo que desarrollemos, así serán los impactos que causemos.

Cada país tiene el derecho soberano a desarrollarse y aumentar su calidad de vida, pero también tiene la obligación de proteger al máximo los recursos naturales que posee, lograr un equilibrio entre ambas acciones constituye el principal reto a cumplir.

La Ley del Medio Ambiente establece los principios de la Política Nacional del Medio Ambiente, entre los que se encuentran los siguientes:

- Todos los habitantes tienen derecho a un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Es obligación del Estado tutelar, promover y defender este derecho de forma activa y sistemática, como requisito para asegurar la armonía entre los seres humanos y la naturaleza.
- El desarrollo económico y social debe ser compatible y equilibrado con el medio ambiente, tomando en consideración el interés social señalado en el Art. 117 de la Constitución.
- Se deberá asegurar el uso sostenible, la disponibilidad y calidad de los recursos naturales, como base de un desarrollo sustentable y así mejorar la calidad de vida de la población.

Para implementar la Política Nacional del Medio Ambiente se establecen varios instrumentos, entre el que se encuentra la evaluación ambientalii y dentro de ella el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

El EIA se define como el proceso o conjunto de procedimientos, que permite al Estado, en base a un Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), estimar los efectos y consecuencias que la ejecución de una determinada obra, actividad o proyecto pueden causar sobre el ambiente, asegurar la ejecución y seguimiento de las medidas que puedan prevenir, eliminar, corregir, atender, compensar o potenciar, según sea el caso, dichos impactosiii.

Como se puede ver el EsIA es una herramienta técnica que forma parte del EIA y permite conocer de ante mano y a partir de una línea base, los impactos (positivos y negativos) que pueda causar una actividad, obra o proyecto durante las diferentes fases de su vida (construcción, operación y cierre), así como estimar las medidas de mitigación, corrección o compensatorias que se deben adoptar para ejecutar la actividad, obra o proyecto de la manera más amigable al medio ambiente.

Un EsIA bien elaborado en donde se describa debidamente la actividad, obra o proyecto que se pretende ejecutar, las características del lugar donde se van a ejecutar (línea base), los impactos que pueda causar (positivos y negativos) y las medidas de corrección, mitigación o compensatorias, significa una disminución en los tiempos de tramitación del Permiso Ambiental y por supuesto una disminución en los costos de elaboración de lo que pretendamos hacer.

Por esta razón el Ministerio de Medio Ambiente y Recurso naturales se ha dado a la tarea y de ir conformando una serie de documentos que ayuden a todas las personas interesadas en la elaboración de un EsIA con el que se lograra un documento que contenga la información exacta que necesita la autoridad ambiental para evaluar correctamente una actividad, obra o proyecto.

Dentro de estos documentos se encuentra la presente Guía Técnica para la realización de estudios ambientales para la extracción de materiales.

Este documento se ha realizado de manera genérica y contiene todos los aspectos generales a considerar para la realización de un EsIA para la actividad de extracción de materiales pétreos; no obstante, podrá ser acondicionada a la situación particular de cada proyecto.

2. Objetivo de la Guía

La presente guía tiene como objetivos los siguientes:

1. Detallar la información precisa que se necesita para desarrollar un EsIA para la extracción de materiales pétreos como parte del proceso de EIA, en correspondencia con los TDR aprobados al efecto.
2. Acortar los plazos de tramitación de la solicitud de un Permiso Ambiental, al evitar que se ejecuten observaciones por falta de información.
3. Realizar una correcta evaluación ambiental de la actividad, obra o proyecto que se presenten.

3. Recomendaciones para el uso de la Guía

A la hora de utilizar la presente guía se tiene que tener en cuenta que la misma constituye un documento orientativo que no pretende en ningún momento eliminar o simplificar partes en la tramitación del proceso de EIA y mucho menos suplir o modificar la legislación ambiental vigente.

Esta guía detalla la información básica que se debe presentar para la evaluación de un proyecto destinado a la extracción de materiales pétreos en una determinada área. No obstante, en dependencia del tipo de actividad, obra o proyecto que se pretenda ejecutar, el desarrollador del EsIA podrá profundizar en algunos de los datos solicitados o incluso aportar algunos nuevos con el fin de que se logre una mejor evaluación del proyecto que se presente. En la guía se hace referencia a otros documentos (legales y técnicos) de consulta que pueden ayudar a una mejor comprensión del tema y un mejor desarrollo del mismo en el EsIA.

4. Generalidades

La actividad de extracción de materiales pétreos puede tener un impacto significativo sobre el medio ambiente, en especial sobre el suelo, su cobertura forestal, las aguas y la biodiversidad^{iv}.

La mayoría de los materiales empleados por la sociedad moderna han sido obtenidos o necesitan productos mineros para su fabricación. Puede decirse que, si un material no procede de una planta, entonces es que se obtiene de la tierra. Incluso las otras actividades del sector primario (agricultura, pesca y silvicultura) no podrían llevarse a cabo sin herramientas y máquinas fabricadas con los productos de las minas. Por ello la minería es la industria más elemental de la civilización humana.

Un mineral puede definirse como una sustancia de origen natural con una composición química definida y unas propiedades predecibles y constantes^v.

Cuando un mineral se encuentra en una concentración anormalmente elevada se convierte en un recurso mineral y llega a convertirse en un yacimiento cuando existe un depósito o una concentración elevada de una o más sustancias minerales^{vi} y si se puede extraer mediante la tecnología del momento con un costo que permita una rentabilidad razonable de la inversión en la mina. Generalmente, se dice que un yacimiento es **explotable cuando la inversión para la explotación es inferior al beneficio obtenido por la comercialización del mineral**.

De un yacimiento mineral se pueden extraer una gran variedad de materiales entre los que se encuentran:

1. Metales: incluyen los metales preciosos (el oro, la plata y los metales del grupo del platino), los metales siderúrgicos (hierro, níquel, cobalto, titanio, vanadio y cromo), los metales básicos (cobre, plomo, estaño y cinc), los metales ligeros (magnesio y aluminio), los metales nucleares (uranio, radio y torio) y los metales especiales, como el litio, el germanio, el galio o el arsénico. **En la República de El Salvador está prohibida la minería metálica^{vii}, así como el uso de químicos tóxicos, como cianuro, mercurio y otros, en cualquier proceso de minería metálica^{viii}.**
2. Materiales de construcción: incluyen la arena, la grava, los áridos, las arcillas para ladrillos, la caliza y los esquistos para la fabricación de cemento. En este grupo también se incluyen la pizarra para tejados y las piedras pulidas, como el granito, el travertino o el mármol.

3. Combustibles: incluyen el carbón, el lignito, la turba, el petróleo y el gas (aunque generalmente estos últimos no se consideran productos mineros).

Los métodos de extracción, según la Categorización de Actividades, Obras o Proyectos 2017, se dividen en:

1. Canteras y extracciones a cielo abierto (en este grupo se incluye la gran mayoría en El Salvador).
2. Extracciones en cauces (pétreos y arena).
3. Extracciones en playas, lagos y lagunas.
4. Sitios de disposición final de material pétreo.

4.1 Extracciones a cielo abierto (canteras).

Constituye la forma más común de explotación en la minería no metálica. Se utiliza principalmente para extraer minerales industriales y materiales de construcción. De manera general, casi todo el material que se obtiene en una cantera se transforma en algún producto, por lo que se origina menos cantidad de material de desecho (material estéril) que en otro tipo de método minero.

Este tipo de explotación puede abarcar grandes extensiones de terreno. Además del área destinada a la cantera, se debe incorporar los sitios que se destinen para depositar (temporal o permanentemente) los materiales estériles.

4.2 Principales Impactos ambientales que causan las operaciones de extracción de materiales pétreos

La actividad de extracción de materiales pétreos suele causar los siguientes impactos ambientales:

1. Recurso hídrico: Puede producir un cambio representativo en la calidad (*contaminación*) y disponibilidad (*consumo indiscriminado*) de los recursos hídricos en la zona donde se ejecuta el proyecto, alteraciones en la dinámica fluvial, alteraciones en el régimen hidrogeológico, variaciones del pH, etc.
2. Suelos: Puede producir deforestación, erosión, pérdida de suelo fértil, pérdida de sus propiedades físicas, pérdida de sus propiedades químicas, pérdida de la estructura edáfica por compactación, mezcla de horizontes, deposición de partículas, modificación del relieve, impacto visual, alteración de la dinámica de los procesos de ladera (*desestabilización*) por sobrecargas y/o excavaciones y alteraciones en el nivel freático, subsidencia por huecos, subsidencia por depresión en el nivel freático entre otros.
3. Afectación en la calidad del aire: El polvo por las actividades extractivas, durante la voladura y arranque de material, o durante los procesos de carga y transporte y en la remoción eólica de material fino en escombreras y balsas abandonadas. Por otra parte los

gases emitidos en la combustión de la maquinaria que se utiliza para la extracción, transporte y procesamiento del material extraído.

4. Ruido y Vibración: Se incluyen los motores de vehículos, carga y descarga de rocas, voladuras, generación de energía, entre otras fuentes relacionadas con la construcción y actividades de la cantera. Las vibraciones pueden estar asociadas con muchos tipos de equipos usados en las operaciones mineras pero las voladuras son consideradas como la fuente principal.
5. Vida silvestre: Los impactos en la vida silvestre parten principalmente de la perturbación, remoción y redistribución de superficie de terreno. Entre los principales impactos se encuentran: remoción de la capa vegetal, reducción de las especies vegetales, especialmente los árboles (*tala de árboles y arbustos*), pérdida del hábitad, fraccionamiento del hábitad, etc.
6. Impactos sociales: Puede manifestarse a través de desplazamientos humanos y reubicación de poblaciones, pérdida de los medios de subsistencia, cambios en la tradición local, la salud, en la cultura y el paisaje, Destrucción de monumentos arqueológicos e históricos. etc.

4.3 Fases de la actividad de extracción de materiales pétreos

De acuerdo a lo establecido en la Ley de Minería la actividad de extracción de materiales pétreos cuenta con las fases siguientes:

1. Exploración: Consiste en el reconocimiento, prospección y evaluación de yacimientos minerales por métodos geológicos, geoquímicos, geofísicos, mediante la realización de excavaciones de pozos, túneles, trincheras; perforaciones y cualquier otro método de investigación geológica que permita establecer el valor económico del yacimiento y sus características.
2. Explotación: Comprende las obras y trabajos de superficie o subterráneos destinados a la preparación y desarrollo del área que comprende el depósito mineral, así como los encaminados a desprender y extraer los productos minerales existentes en el mismo.
3. Procesamiento: Son los procedimientos técnicos destinados a separar, concentrar, beneficiar y/o transformar los minerales, con el fin de elevar la ley o porcentaje de determinadas sustancias minerales.
4. Comercialización: Se refiere a la compra venta de minerales o la celebración de otros contratos que tengan por objeto la negociación de cualquier producto mineral (materia prima, producto intermedio) resultante de la actividad minera.

5. Información que se deben presentar para la evaluación de solicitud del Permiso Ambiental para la extracción de materiales pétreos

Tomando como base los Términos de Referencia Generales para Elaboración de Estudio de Impacto Ambiental establecidos por el MARN, la información que se debe presentar en un EsIA relacionado con la extracción de materiales pétreos es la siguiente:

5.1 Descripción del proyecto propuesto

Tiene como propósito que se conozca (en detalle), las características del proyecto de extracción de materiales pétreo (ya sea en un macizo rocoso o en el cauce de un río), identificando los aspectos ambientales más relevantes en relación a las actividades del proyecto (en su versión final, es decir, con las alternativas seleccionadas) y en especial las relacionadas con su desempeño ambiental.

En este acápite se debe describir los aspectos siguientes:

5.1.1 Localización

1. Localización georreferenciada (en sistema CAD o GIS) del proyecto. Incluyendo: kilómetros, metros, carreteras, calle, o avenida, cantón(es), caseríos, municipio(os) y departamento (según documentos legales de tenencia de la tierra).
2. Delimitación de la superficie total del terreno y del área a ocupar por el proyecto (m²).
3. Indicar las áreas de influencia directa e indirecta de la actividad, obra o proyecto (de acuerdo a los diferentes tipos de impacto que puedan causar).
4. Indicar los colindantes del terreno y las actividades a las que se dedican, a los efectos de determinar la interacción que el proyecto tendrá con su entorno y viceversa, así como localizar actividades que no sean compatibles con el uso del proyecto.
5. Descripción de las vías de acceso al área:
 - a. Para las vías de acceso existentes: tipo, estado actual, propuestas de mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento (si corresponde).
 - b. Para las nuevas vías: Descripción, longitud y especificaciones técnicas generales, volumen estimado de remoción de la vegetación y descapote, nivelación, volumen estimado de cortes y rellenos, bancos de préstamo (si corresponde, se debe detallar ubicación y tamaño, operación, controles de sedimentación y erosión y plan de cierre), si es necesario conformación y estabilización de taludes.

5.1.2 Fases y dimensiones.

1. Describir si el proyecto corresponde a una actividad, obra o proyecto nuevo o una ampliación, modificación, sustitución, o rehabilitación de la infraestructura existente.
2. Describir las fases en las que está dividido el proyecto (exploración, explotación, procesamiento, cierre).
3. Tipo de material o mineral a extraer.

5.1.3 Fase de Exploración

1. Descripción de los métodos a emplear (sondeos, pozos, calicatas, etc.)
2. Etapas.
3. Tiempo de ejecución.
4. Características de las maquinarias y tecnologías a emplear, describiendo además tipo y cantidad combustibles que utiliza y posibles desechos que puedan producir (señalar número y tipo).
5. Resumen de los resultados obtenidos de las labores de investigación (reservas probadas, reservas explotables, potenciales a explotar, cota mínima de explotación, características físicas químicas del mineral, cuantificación del material estéril y relación estéril/material, etc.)
6. Requerimiento de personal, indicando la demanda de mano de obra calificada y no calificada para trabajos temporales y permanentes, lugares estimados de procedencia de los trabajadores que se haya previsto contratar

5.1.4 Fase de Explotación

1. Tiempo de ejecución.
2. Obras y actividades necesarias para realizar la adecuación del área de explotación.
3. Descripción (sobre planos topográficos) detallada del plan minero (delimitación de las zonas de producción, método y metodología(s) que se utilizarán para realizar la extracción del mineral, etc.)
4. Cuantificación de los datos de explotación (volumen total de movimiento de materiales (mineral, material estéril, capa vegetal), relación material estéril- mineral, volumen de producción proyectada, etc.).

5. Plan de manejo del material estéril, ubicación de áreas de almacenamiento o escombreras (temporales o definitivas) y propuestas de reutilización (dentro o fuera del área del proyecto).
6. Características de las maquinarias y tecnologías a emplear, describiendo además tipo y cantidad combustibles que utiliza y posibles desechos que puedan producir (señalar número y tipo).
7. Protocolo de Movilización (si procede) de las maquinarias y las tecnologías a emplear en el que se incluyan: rutas de movilización, las frecuencias de movilización, horario y plan de contingencias ante emergencias, etc.
8. Diseño, características y ubicación física de plantel de obras y campamentos, tanques de almacenamiento de combustible, planta eléctrica, bodega, almacenes, bombas, talleres, etc.
9. Determinar los servicios que resultan necesarios:
 - a. Abastecimiento de agua potable. Describiendo especialmente: tipo de fuente (superficial o subterránea), nombre, ubicación (georreferenciado), uso actual (antes de la instalación del proyecto y volumen de agua requerido).
 - b. Señalar las fuentes de abastecimiento y demanda de energía eléctrica. (consumo energético (KW/hora). Si se dispone de fuente propia de energía, se describirá el sistema y la capacidad de generación.
 - c. Manejo y disposición de aguas residuales (aguas negras y grises) de tipo ordinario y especial (Detallar los sistemas de tratamiento y disposición final que se pretende desarrollar (si procede) y las opciones de manejo, reciclaje y aprovechamiento de estos desechos).
 - d. Manejo y disposición de desechos sólidos comunes (Detallar volumen, sistemas de tratamiento y disposición final que se pretende desarrollar (si procede) y las opciones de manejo, reciclaje y aprovechamiento de estos desechos).
10. Detallar las fuentes de emisiones de gases a la atmósfera y las acciones de control que se proponen:
 - a. Fijas: provienen de la quema de combustibles en las instalaciones generadoras de energía, las operaciones de procesamiento del mineral, etc.
 - b. Móviles: Proviene principalmente de los vehículos pesados usados en las operaciones de excavación, de transporte de personal, que transportan materiales necesarios para los procesos de extracción o los materiales procesados.
 - c. Fugitivas: Son aquellas emisiones que razonablemente no se pueden conducir a través de una chimenea, conducto de ventilación y otras aperturas funcionalmente equivalentes. Dentro de estas fuentes encontramos, polvo proveniente de las voladuras, actividades de construcción y caminos asociados con el proyecto de extracción; depósitos de material estéril y escombros, etc.

11. Detallar las fuentes de emisiones de ruido y vibraciones y las acciones de control que se proponen:
 - a. Ruido: motores de vehículos, carga y descarga de rocas, voladuras, generación de energía, entre otras fuentes relacionadas con la construcción y actividades de la cantera^{xvi}.
 - b. Las vibraciones pueden estar asociadas con muchos tipos de equipos usados en las operaciones de extracción, pero las voladuras son consideradas como la fuente principal^{xvii}.
12. Especificar si es necesario la utilización de explosivos. De ser positiva la respuesta se debe explicar:
 - a. Tipo y clase de explosivos y accesorios.
 - b. Potencia.
 - c. Proyecciones de fragmentación
 - d. Sismicidad.
 - e. Tipo de almacenamiento y transporte.
 - f. Ubicación de los lugares de almacenaje
 - g. Estimación de las vibraciones que se prevén.
13. Requerimiento de personal, indicando la demanda de mano de obra calificada y no calificada para trabajos temporales y permanentes y lugares estimados de procedencia de los trabajadores que se haya previsto contratar.
14. Estabilidad de taludes: Para la conformación de taludes, deberá consultar la “Guía para la Elaboración de Estudios Geotécnicos y Estabilidad de Taludes”.

5.1.5 Fase de Producción.

1. Tipo de proceso productivo (húmedo, seco).
2. Descripción de la tecnología que se pretende utilizar para obtener el producto final esperado.
3. Descripción de las características de los lugares de almacenamiento del material sin procesar (área destinada, volumen de almacenamiento, tiempo de almacenamiento, si es al aire libre, o bajo techo, etc.).
4. Características de las maquinarias y tecnologías a emplear.
5. Indicar tipo de combustibles, cantidades requeridas, capacidad y forma de almacenamiento, las fuentes de suministro y formas de distribución (si procede)
6. Determinar los servicios que resultan necesarios:
 - a. Abastecimiento de agua potable: Describiendo especialmente: tipo de fuente (superficial o subterránea), nombre, ubicación (georreferenciado), volumen de agua requerido, uso actual (antes de la instalación del proyecto).

- b. Señalar las fuentes de abastecimiento y demanda de energía eléctrica. (consumo energético (KW/hora). Si se dispone de fuente propia de energía, se describirá el sistema y la capacidad de generación.
 - c. Manejo y disposición de aguas residuales (aguas negras y grises) de tipo ordinario y especial (Detallar volumen, sistemas de tratamiento y disposición final que se pretende desarrollar (si procede) y las opciones de manejo, reciclaje y aprovechamiento de estos desechos)
 - d. Manejo y disposición de desechos sólidos comunes (Detallar volumen, sistemas de tratamiento y disposición final que se pretende desarrollar (si procede) y las opciones de manejo, reciclaje y aprovechamiento de estos desechos).
7. Detallar las fuentes (fijas y móviles y fugitivas) de emisiones de ruido y de gases a la atmósfera y las acciones de control que se proponen.
 8. Descripción de las características de los lugares de almacenamiento del material procesado (área destinada, volumen de almacenamiento, tiempo de almacenamiento, si es al aire libre, o bajo techo, etc.).
 9. Plan de manejo del material estéril, ubicación de áreas de almacenamiento o escombreras (temporal o definitivo) y propuestas de reutilización (dentro o fuera del área del proyecto).
 10. Requerimiento de personal, indicando la demanda de mano de obra calificada y no calificada para trabajos temporales y permanentes, lugares estimados de procedencia de los trabajadores que se haya previsto contratar

5.1.6 Fase de Transportación.

1. Características de las maquinarias y tecnologías a emplear (señalar número y tipo).
2. Protocolo de Movilización (si procede) de las maquinarias y las tecnologías a emplear en el que se incluyan: rutas de movilización de la maquinaria y el equipo a utilizar, incluyendo un mapa con las rutas y las frecuencias de movilización horario, plan de contingencias.
3. Indicar tipo de combustibles, cantidades requeridas, capacidad y forma de almacenamiento, las fuentes de suministro y formas de distribución (si procede).
4. Detallar las fuentes (fijas y móviles) de emisiones de ruido y de gases a la atmósfera y las acciones de control que se proponen.

5.2 Descripción, caracterización y cuantificación del medio ambiente actual (Línea Base), de los componentes físicos, biológicos y socioeconómicos, del sitio y área de influencia.

Esta sección constituye la parte medular del estudio de impacto ambiental, mediante la cual se espera obtener:

1. La situación actual (sin el proyecto) del lugar en que se pretende desarrollar la actividad, obra o proyecto.
2. La identificación de los impactos generados por las actividades de extracción de materiales pétreos sobre los componentes ambientales cuya caracterización consta en la línea de base levantada.
3. La valoración de los impactos identificados previamente, considerando sus características (naturaleza, magnitud, extensión, duración, reversibilidad, etc.).
4. La jerarquización de los impactos que permita priorizarlos e identificar las medidas para su prevención, mitigación, corrección y compensación. Estas medidas deberán constar en los respectivos programas del Plan de Manejo Ambiental.

El estudio debe comprender:

1. Del medio Físico
 - a. Geología y suelos.
 - b. Geomorfología.
 - c. Agua superficial y Subterránea
 - d. Clima.
 - e. Calidad del aire.
 - f. Ruido y vibración
2. Del medio biótico
 - a. Flora
 - b. Fauna
 - c. Áreas protegidas.
3. Del medio socio económico.
 - a. Condiciones Socio-económicas
 - b. Recursos Socio-económicos (incluyendo turismo)
 - c. Infraestructura social
 - d. Recursos culturales e históricos

El periodo de recolección de datos de línea base para los recursos de agua, aire, clima, y ecosistemas (flora, fauna, vida silvestre, etc.) debe ser lo suficientemente significativo para determinar los impactos de largo plazo.

5.2.1 Medio físico.

Geología

Comprender la geología del lugar donde se pretende desarrollar una actividad de extracción, no solo es importante para el desarrollo del yacimiento sino también para comprender el Entorno Ambiental para la EIA^{xviii}.

La geología regional debe presentarse en un mapa topográfico sobre el cual se debe ubicar el plan de la cantera, para proveer el contexto geológico de las actividades^{xix}.

Como mínimo debe describirse los aspectos siguientes:

1. Perfiles de las formaciones geológicas y litografía.
2. Características físico químicas del material a extraer.
3. Profundidad y espesor del yacimiento.
4. Características geotécnicas (*clasificando las aéreas con actividad morfodinámica, reptación, subsidencia, remoción de masa, deslizamiento y taludes inestables*).
5. Características sismológicas del área.

La información necesaria para realizar este tipo de estudio se puede obtener de a partir de:

1. Estudios geológicos publicados.
2. Análisis de fotografías aéreas o imágenes satelitales disponibles.
3. Estudios geológicos de exploración.
4. Registros históricos y publicaciones de eventos sísmicos
5. Trabajo de campo. Respecto a este punto se debe describir:
 - a. Metodología de trabajo utilizada.
 - b. Las comprobaciones y levantamiento de información en el campo, especificando los puntos de muestreo de suelo, los parámetros considerados (*medidos in-situ y ensayos de laboratorio*),
 - c. La técnica de muestreo, conservación y transporte de muestras,
 - d. Laboratorio elegido y las técnicas analíticas e instrumentales utilizadas (*en los ensayos de laboratorio*).

Geomorfología

1. Análisis de las formas de relieve y tipos de suelos en las áreas seleccionadas para la explotación, incluyendo aquellas destinadas a campamentos, caminos, escombreras, desechos y represas.

2. Descripción de altitudes, desniveles, accesibilidad natural, pendientes, que permita orientar los accesos, frentes de explotación, ancho, altura y número de bancos, ubicación de las instalaciones, etc. (*Presentar mapas de pendientes, con rangos: 0 a 15%, 15-30%, 30%-60% y mayor de 60%*)
3. Descripción de la presencia de riesgos geodinámicos (*deslizamientos, derrumbes, entre otros*).
4. Características del suelo. Detallándose:
 - a. Tipo de suelo.
 - b. Uso actual.
 - c. Perfil.
 - d. Capacidad de infiltración.
 - e. Composición química, física, química.
 - f. Espesor de la capa orgánica y la capa estéril.
 - g. Características agrícolas (grado de fertilidad, *ddisponibilidad y adecuación de los suelos para ser utilizados durante la restauración y rehabilitación y la re vegetación*).
 - h. Procesos de erosión presentes.
 - i. grado de erosión actual de los suelos.
 - j. Propiedades geomecánicas.

La información necesaria para realizar este tipo de estudio se puede obtener de a partir de:

1. Estudios previos publicados y/o mapas publicados (*mapas topográficos, geomorfológicos, mapas morfo-pedológicos de la zona, asegurándose que la escala de los mismos sean coherentes con la superficie del área de estudio*).
2. Análisis de fotografías aéreas o imágenes satelitales disponibles.
3. Estudios geológicos de exploración.
4. Registros históricos y publicaciones de eventos sísmicos
5. Trabajo de campo. Respecto a este punto se debe describir:
 - a. Metodología de campo utilizada para determinar las unidades y características morfológicas de la zona.
 - b. Las comprobaciones y levantamiento de información en el campo, especificando los puntos de muestreo de suelo, los parámetros considerados (medidos in-situ y ensayos de laboratorio),
 - c. La técnica de muestreo, conservación y transporte de muestras,
 - d. Laboratorio elegido y las técnicas analíticas e instrumentales utilizadas (*en los ensayos de laboratorio*).

Agua superficial y Subterránea

Los estudios que corresponde a este acápite deben ser desarrollados a partir de las guías establecidas al efecto.

A pesar que este tipo de estudio se debe realizar para cualquier tipo de extracción de material pétreo, su importancia aumenta para aquellas actividades de extracción que se pretenda desarrollar cerca de los márgenes de ríos, lagunas, presas, etc.

Clima

Para realizar el estudio de clima se deben identificar la(s) estación(es) meteorológicas más cercanas al proyecto, indicando la ubicación espacial de la estación meteorológica considerada representativa de la zona del proyecto.

Si la ubicación de las estaciones más cercanas no es representativa debido a condiciones orográficas y otros factores, se emplearán métodos de extrapolación, justificando en todo caso el uso de los resultados obtenidos.

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

Los datos necesarios son:

1. Temperatura, describiéndose los meses de mayor y menor temperatura.
2. Presión atmosférica.
3. Dirección y velocidad (*mensuales y anuales*) de los vientos dominantes.
4. Precipitación: media, mensual y anual. Tormentas ordinarias y extraordinarias y tiempo de retorno.
5. Humedad relativa: máxima, media y mínimas (*por mes*).
6. Valores medios de insolación, evaporación y evapotranspiración.

Calidad del aire.

El monitoreo de la calidad del aire se debe realizar, tanto viento arriba como viento abajo de la operación de extracción del material.

Debe tenerse en cuenta que la medición por muestra efectiva deberá definirse en correspondencia con lo establecido en el anexo A de la NSO 13.11.01:01 Calidad de Aire, Inmisiones Atmosféricas^{xx}.

Los períodos de medición por muestra efectiva deberán corresponder al periodo de medición mínimo por parámetro establecidos en la Tabla 1 de la mencionada Norma^{xxi}.

En el estudio se debe identificar:

1. Identificar la cuenca atmosférica.
2. Las fuentes de contaminación del aire (*fija o móvil*) que existen en la zona del estudio.
3. Plan de muestreo establecido.
4. Describir la ubicación exacta de las estaciones de monitoreo y muestreo del aire, así como los equipos y procedimiento de muestreo utilizado.
5. Identificar receptores sensibles.
6. Estándares ambientales utilizados para la evaluación de las emisiones y la elaboración de los modelos de dispersión utilizados.
7. Describir las tendencias históricas de calidad de aire.
8. Describir la calidad del aire en la zona propuesta para el proyecto y/o en la cuenca atmosférica.
9. Parámetros medidos. Como mínimo se debe incluir: Material particulado (*PM10 y PM 2.5*), Monóxido de carbono (*CO*), Óxido de nitrógeno (*NOx*), Plomo (*Pb*), Cadmio (*Cd*), Dióxido de azufre (*SO2*).

Ruido y vibración

Evaluar los niveles de presión sonora y vibraciones (*en horarios diurnos y nocturnos*) considerando:

1. Las fuentes de generación de ruido y vibraciones existentes (*fijas, móviles, naturales o artificiales*) en la zona.
2. La ubicación cartográfica de los asentamientos poblacionales, las viviendas y la infraestructura social.

5.2.2 Entorno Biótico.

Flora

Como parte del estudio de la flora se debe detallar la metodología utilizada en el trabajo de campo, los procedimientos aplicados para la toma de datos y muestreos, justificando el número y localización de transectos, cuadrantes, parcelas u otros procedimientos empleados para el estudio.

Para esta fase se priorizará la utilización metodologías que brinden una información más detallada y comparable de las características y la diversidad de la vegetación de la zona. (*Por ejemplo el establecimiento de una o varias parcelas, transectos cortos, u otras metodologías, de acuerdo a las características del área*)

Se elaborará un diagnóstico de la flora, que permita conocer:

1. Inventario, identificación y distribución de las especies características de la región (*nombre común, con énfasis en la nomenclatura local y científico, clasificación taxonómica actualizada (grupo, familia, género y especies), grado de endemismo, diversidad, abundancia, índice de valor de importancia, usos del recurso y estado de conservación actual*).
2. Localización de especies nativas, amenazadas o en peligro de extinción.
3. Presencia de ecosistemas frágiles o de alta vulnerabilidad.

Se deberá respaldar la información que se presenta con:

1. Mapa de sensibilidad.
2. Mapa de ubicación de los estudios y sitios de muestreo.
3. Mapa de cobertura vegetal actualizado. indicando las áreas que serán afectadas y cómo quedarán después de la ejecución del proyecto

Fauna

Se debe describir la metodología empleada para identificar cada una de las especies detectadas en la zona de estudio. Los datos obtenidos de ser complementadas con información museológica y bibliográfica secundaria que pueda existir.

La información a presentar es la siguiente:

1. Identificación (*nombre común y científico*), inventario y distribución de la fauna terrestre, acuática, aérea y marina presentes en la región.
2. Estado de conservación actual de las especies.
3. Áreas de importancia para cría, reproducción y alimentación.
4. Localización de especies nativas, amenazadas o en peligro de extinción.
5. Asociación del hábitat de la fauna con determinados ecosistemas.
6. Migraciones y ruta de tránsito.

Cuando el área de estudio abarque una zona acuática, se debe tratar que los inventarios de peces y mamíferos acuáticos se realicen en los mismos sitios donde se efectúe las caracterizaciones de macro invertebrados acuáticos y fisicoquímica de los cuerpos de agua.

Para esto se implementará una metodología más estricta de muestreo que permita tener un diagnóstico detallado de las características biológicas de los cuerpos de agua y de las interacciones tróficas en dichos cuerpos.

Se deberá respaldar la información de campo obtenida, con un mapa de ubicación de los estudios y sitios de muestreo.

Áreas protegidas

Describir las zonas de retiro o distancia existente entre el proyecto de extracción con relación a:

1. Áreas naturales protegidas: categorías de manejo y límites georreferenciados.
2. Áreas de alta sensibilidad ambiental y sus limitaciones con respecto al proyecto.

5.2.3 Del medio socio económico.

Demografía.

1. Establecer la población total que existe en el área de estudio.
2. Distribución.
3. Densidad.
4. Tendencia de crecimiento de la población.
5. Caracterización de la estructura familiar (*tipo, tamaño*) y tendencia de crecimiento.

Descripción de los sistemas de vida y costumbres.

1. Actividades económicas (*industriales, turísticas, de transporte, de servicios, entre otras*).
2. Salud.
3. Economía.
4. Infraestructura.
5. Servicios y equipamiento.
6. Valores culturales, de paisaje natural y sitios históricos (*paleontológicos y prehispánicos*).

Describir, además

1. Áreas donde pueden generarse contingencias sobre la población y/o el medio ambiente, en ocasión de la ocurrencia de fenómenos naturales.

2. El desarrollo de actividades humanas, que puedan implicar en la ejecución o modificación del proyecto y/o de la combinación de ellos.

6. Plan de Cierre de una Cantera.

De por si la vida útil de una cantera está limitada en el tiempo. La ocurrencia de varios factores (*técnicos, ambientales, sociales o económicos*) que pueden coincidir en el tiempo o que se encadenen unos con otros en redes causa-efecto, pueden dar como consecuencia el cierre temporal o definitivo de una cantera.

Entre las principales causas del cierre de una cantera pueden estar^{xxii}:

1. Agotamiento de las reservas conocidas.
2. Baja en la demanda/precios de minerales explotados o de sus productos.
3. Mal manejo financiero de la empresa.
4. Problemas geotécnicos / hidrológicos graves.
5. Conflictos laborales prolongados.
6. Cambios en la legislación.
7. Restricciones vinculadas al ambiente y otras materias.

Cuando ocurre este fenómeno, lo más usual es que se abandone la cantera sin que se realice un mínimo gasto de recursos para la estabilización o rehabilitación del área afectada. Esta forma de actuar está dada (*la mayoría de los casos*) porque el titular del proyecto no considera el cierre de la cantera como una parte íntegra del proceso de producción.

El cierre no programado, ni ejecutado responsablemente de una cantera puede desencadenar efectos negativos que inciden considerablemente en el deterioro en el ambiente físico, biológico y humano de su área de influencia. Entre estos efectos se pueden describir^{xxiii}:

1. Desplome de labores superficiales y subterráneas.
2. Erosión de los depósitos de desechos sólidos mineros.
3. Perturbación del drenaje superficial y subterráneo.
4. Contaminación del suelo y la cubierta vegetal

5. Contaminación del agua y la atmósfera (*material particulado*).

6. Incremento de procesos erosivos y de remoción en masa.

En cuanto al ser humano, experimenta el efecto de todos los factores anteriores, más aquellos de carácter socio-económico y cultural. La pérdida de la actividad de extracción (*que por otra parte, pudo haber afectado el desarrollo de otras actividades económicas previas a su implantación*) puede destruir no solamente el sustento económico sino también la base de valores sociales y familiares de la comunidad afectada^{xxiv}.

El plan de cierre de una cantera debe tener como objetivo principal prevenir, mitigar revertir (*en los casos que las condiciones lo permitan*) los impactos negativos que provoca este tipo de actividad, de tal forma que el legado neto del proyecto sea positivo, enmarcado en la prevalencia del interés general, los derechos colectivos y del ambiente, cumpliendo objetivos ambientales y sociales específicos.

El Plan de cierre debe considerarse desde las primeras etapas de evaluación de la posible explotación de un yacimiento y se debe ir ejecutando paralelamente a la explotación, de manera que al llegar al final de la vida útil del proyecto las acciones de cierre que se tengan que realizar sean las mínimas.

La fase de cierre incluye la implementación de medidas tales como el desmantelamiento de las instalaciones, estabilización física, química y rehabilitación de los suelos afectados en el proceso de extracción y la revegetación de las áreas intervenidas^{xxv}.

El Plan de Cierre debe ser elaborado durante la etapa de planeamiento (*Plan de cierre Inicial*) y debe formar parte del EsIA que se presente con el fin de que sea estudiado y aprobado por la Autoridad Ambiental.

Una vez aprobado este plan se debe ir actualizando periódicamente de acuerdo al desarrollo de las operaciones y las actividades que se ejecuten en la cantera hasta llegar a su actualización completa (*Plan de cierre final*).

6.1 Tipo de cierre de una cantera.

6.1.1 Cierre Temporal

Puede ocurrir por problemas económicos u operacionales. Cuando esto ocurre el cierre se debe hacer de una manera planificada, teniendo siempre como primicia que (*una vez que cesen las circunstancias que lo originaron*) las operaciones se reiniciarán.

Durante este tipo de cierre, el plan que se realice debe considerar el cuidado y mantenimiento de todas las instalaciones, maquinarias y equipos, tomando en cuenta el potencial para

operaciones futuras en el sitio. Además, se deben tomar en consideración los impactos sociales del cierre temporal y las medidas implementadas para mitigar estos impactos.

Si las circunstancias adversas continúan en un tiempo prolongado se debe considerar revisar e implementar el Plan de Cierre definitivo

6.1.2 Cierre Progresivo.

Ocurre durante la etapa de operación de la cantera, cuando producto de las mismas actividades de desarrollo de la cantera una parte o un componente de la misma es sometido a acciones de cierre (*desmantelamiento, revegetación, etc.*).

Este tipo de plan se diseña para ir cumpliendo paulatinamente los objetivos ambientales y sociales que se han trazado en el Plan de Cierre definitivo.

6.1.3 Cierre final o definitivo.

Se ejecuta con el objetivo de cumplir las acciones ambientales y sociales necesarias para dar por terminada de manera definitiva las actividades de extracción.

Se produce casi siempre como resultado del agotamiento de los recursos mineros o por razones económicas que impidan la continuidad de las actividades mineras.

Este plan comprende el desarrollo de los diseños de ingeniería requeridos para el desmantelamiento, demolición, estabilización física y geoquímica, recontorneo del terreno, revegetación, rehabilitación de hábitats acuáticos, reconversión laboral, provisiones para servicios esenciales a la comunidad, propiedad y acceso a tierras, etc.

El proceso de cierre definitivo de una cantera es un proceso que normalmente toma su tiempo (*desde unos pocos a varios años*). El cierre final de la cantera es seguido por un programa de mantenimiento y monitoreo post-cierre, que es desarrollado para mantener la estabilidad y seguridad de un emplazamiento minero cerrado y sobre todo para medir la efectividad del cierre.

6.2 Aspectos que debe contener un plan de cierre.

Un plan de cierre (*cualquiera de los mencionados*) debe contener los aspectos siguientes:

1. Introducción: Tiene la finalidad presentar los objetivos del cierre, los criterios que serán tomados en cuenta para el diseño de las actividades de cierre y las opciones más recomendadas para ejecutar esta fase.

2. Componentes del Cierre: Se debe describir cada uno de los componentes de la cantera que son objeto de las acciones de cierre (*Cantera, Instalaciones de Procesamiento, Instalaciones de Manejo de Residuos, Instalaciones de Manejo de Agua, etc.*).
3. Actividades de Cierre: debe comprender todos los escenarios de cierre posibles (*temporal, progresivo o definitivo*). Se deben describir las acciones de:
 - a. Investigación y preparación del cierre durante la operación de la cantera.
 - b. Desmantelamiento, demolición o recuperación de los activos de la cantera.
 - c. Estabilización física.
 - d. Estabilización geoquímica,
 - e. Establecimiento del Terreno.
 - f. Revegetación.
 - g. Rehabilitación de habitats acuáticos.
 - h. Programas sociales.
 - i. Cualquier otra que se considere necesaria.
4. Condiciones actuales del sitio del proyecto: Esta sección tiene como fin proporcionar una descripción de las condiciones ambientales y sociales (*medio físico, biológico y socio económico*) existentes antes de que se realice el cierre. Se debe hacer mención a los cambios que han sufrido los componentes ambientales y sociales durante la vida útil de la cantera.
5. Actividades de Cierre: en esta sección se deben describir todas las acciones que se realizarán en el cierre de la cantera. Se debe además identificar el personal responsable de su cumplimiento.
6. Mantenimiento y Monitoreo Post-Cierre: Se incluyen las acciones o medidas de mantenimiento (*Mantenimiento post-cierre, mantenimiento físico, mantenimiento geoquímico, mantenimiento biológico, etc.*) y monitoreo (*estabilidad física, estabilidad geoquímica, monitoreo biológico, monitoreo social, etc.*) que se deben cumplir para comprobar la efectividad de las medidas o actividades de cierre ejecutadas. Al igual que la anterior debe estar claramente identificado los responsables de su cumplimiento
7. Cronograma y presupuesto para el cierre: Constituye una de las secciones más importante. Aquí se debe establecer de manera clara y precisa las etapas y el tiempo (*estimado*) de ejecución de cada una de las acciones de cierre, de mantenimiento y monitoreo el costo de ejecución y el presupuesto con que se cuenta.

7. Bibliografía

ADVISORY COMMITTEE ON WATER INFORMATION (ACWI), 2009. A National Framework for Ground-Water Monitoring in the United States, Advisory Committee on Water Information, USA.

ALVAREZ JORGE, ALVAREZ CARLOS E. Y CASANOVA ANTONIO. 2015. Elementos Básicos para el Trabajo del Inspector Ambiental Estatal, CITMA-ORASEN-PNUD, La Habana, Cuba.

AUGE M. 2005. Perforaciones hidrogeológicas. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires. República Argentina.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA - Perú. (2013). R.J. N° 250-2013-ANA. Términos de Referencia Comunes al Contenido Hídrico para la elaboración de los Estudios Ambientales. Lima, Región de Lima, Perú.

BARACKMAN, M., RUSSEAU, M. L. 2004. Groundwater Sampling. Environmental Monitoring and Characterization. Tucson: Elsevier Inc. Atlanta. USA.

BARCELONA, M.J.; GIBB, J.P.; HELFRICH, J.A. y GARSKE, E.E. 1985. Practical guide for groundwater sampling. Illinois State Water Survey Contract Report 374.USA.

BRISEÑO-RUIZ J., HERRERA-ZAMARRÓN G, JÚNEZ-FERREIRA H. 2011 Método para el Diseño Óptimo de Redes de Monitoreo de los Niveles del Agua Subterránea. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, Estados Unidos Mexicanos.

CAMPBELL, M.D. y LEHR, J.M. 1973. Water well technology. McGraw Hill, New York. USA.

CONESA FERNÁNDEZ.-VITORA, V., 1995. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ed. Mundi Prensa, Madrid, España.

DIARIO OFICIAL República de El Salvador. 1995. Ley de Minería, San Salvador. República de El Salvador.

DIARIO OFICIAL República de El Salvador. 1998. Ley de Medio Ambiente (artículo 2), San Salvador. República de El Salvador.

DIARIO OFICIAL República de El Salvador. 2003. Reglamento de la Ley Minera y sus Reformas, San Salvador. República de El Salvador.

DIARIO OFICIAL República de El Salvador. 2009. NSO 13.07.01:08. Agua, Agua Potable. (Segunda actualización). San Salvador, República de El Salvador.

DIARIO OFICIAL República de El Salvador. 2017. Ley de Prohibición De La Minería Metálica, San Salvador. República de El Salvador.

ESTEVAN BOLEA, M.T., 1980. Las evaluaciones de impacto ambiental. Centro Internacional de Ciencias Ambientales. Madrid, España.

FOURIE, A., TIBBETT, M. Y WIERTZ, J... 2007. Mine Closure. Proceedings of the Second International Seminar on Mine Closure. Santiago de Chile. Chile.

HACKETT, G. 1987/1988. Drilling and constructing monitoring wells with hollow-stem augers. Ground Water Monitoring Review. USA.

HIGUERAS P OYARZUN R. 2008. Curso de Minería y Medio Ambiente. Consultado en <http://www.uclm.es/users/higueras/mam/>.

JAVIER LILLO. 2010. Impactos de la minería en el medio natural. Universidad Rey Juan Carlos. Madrid. España.

JEFATURA DE INGENIEROS DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y ECOSISITEMAS. 2010. Guía para el manejo ambiental de obras. Bogotá DC. Colombia.

KNÖDEL, K., LANGE, G., VOIGT, H.-J. 2007. Environmental Geology: Handbook of Field Methods and Case Studies. SPRINGER Berlin, República Federal de Alemania.

LOFTIS, J.C.; HARRIS, J. y MONTGOMERY, R.H. 1987. Detecting changes in groundwater quality at regulated facilities. Ground Water Monitoring. USA.

MARTÍN MATEO, R., 2001. Revista de Derecho Ambiental. Apartado de Correos 4.234, 30080 Murcia, España. (www.accesosis.es./negociudad/rda/index.htm).

McCRAVY. K.B. 1988. Contractors optimistic about monitoring business. Ground Water Monitoring Review. USA.

MIJAILOV, L., 1985, Hidrogeología. Editorial Mir. Moscú, URSS.

MINEO Consortium. 2000. Review of potential environmental and social impact of mining. <http://www2.brgm.fr/mineo/UserNeed/IMPACTS.pdf>.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. 2006. Guía para la elaboración de planes de cierre de minas. Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros. Lima. Perú.

OYARZÚN J. 2008. Planes de Cierre Mineros – Curso Resumido. Departamento de Ingeniería de Minas de la Universidad de La Serena. La Serena, Región de Coquimbo, Chile

OYARZÚN J. y OTROS. 2006. Curso Sobre Factores Clave en Evaluación Ambiental de Proyectos Mineros. Universidad de La Serena. La Serena, Región de Coquimbo, Chile

PARKER, J.M.; PERKINS, M.A. y FOSTER, S.S.D. 1983. Groundwater quality stratification - its relevance to sampling strategy. Proc. UNESCO-TNO Int. Symp. MIIGS. Noordwijkerhout, Netherlands.

PETTYJOHN, W.A.; DUNLAP, W.J.; COSBY, R. y KEELY, J.W. 1981. Sampling groundwater for organic contaminants. Ground Water. USA.

PICKENS, J.F.; CHERRY, J.A.; GRISAK, G.E.; MERRITT, W.F. y RISTO, B.A. 1978. A multi-level device for groundwater sampling and piezometric monitoring. Ground Water.USA.

SCALF, M.R.; MacNABB, J.R.; DUNLOP, W.J.; CORBY, R.L.; FRYBERGER, J. 1981. Manual of ground water sampling procedures. NWWA-EPA Series. Oklahoma. USA.

SEMARNAT. 2002. Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental MINERO. Modalidad: particular. Ciudad de México DF. México.

STÖLBEN, F., & EITNER, V. 2004. Standardized Methods for Sampling by Drilling and Excavation and for Groundwater Measurements. SPRINGER Berlin, República Federal de Alemania.

USEPA, USAID, CCAD. 2011 Guía de Revisión Técnica de EIA: Minería No Metálica y Metálica. Programa de Cooperación Ambiental CAFTA-DR para Fortalecer la Revisión de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

VALENCIA MARIO. 2010. La perforación de pozos de agua. Aguas subterráneas Ltda.

YOUNG, C.P. y BAXTER, K.M. 1985. Overview of methods *for groundwater investigations Groundwater Quality*.

ⁱ DIARIO OFICIAL República de El Salvador. 1998. *Ley de Medio Ambiente (artículo 2)*, San Salvador. República de El Salvador

ⁱⁱ DIARIO OFICIAL República de El Salvador. 1998. *Ley de Medio Ambiente (artículo 11)* San Salvador. República de El Salvador.

ⁱⁱⁱ DIARIO OFICIAL República de El Salvador. 1998. *Ley de Medio Ambiente (artículo 5)* San Salvador, República de El Salvador.

^{iv} ALVAREZ JORGE, ALVAREZ CARLOS E. Y CASANOVA ANTONIO. 2015. *Elementos Básicos para el Trabajo del Inspector Ambiental Estatal, CITMA-ORASEN-PNUD*, La Habana, Cuba.

^v *Ídem a 4*

^{vi} DIARIO OFICIAL República de El Salvador. 2003. *Reglamento de la Ley Minera y sus Reformas (artículo 2)*, San Salvador. República de El Salvador.

^{vii} DIARIO OFICIAL República de El Salvador. 2017. *Ley de Prohibición De La Minería Metálica (artículo 1)*, San Salvador. República de El Salvador.

^{viii} DIARIO OFICIAL República de El Salvador. 2017. *Ley De Prohibición De La Minería Metálica (artículo 2)*, San Salvador. República de El Salvador.

^{ix} MINEO Consortium. 2000. *Review of potential environmental and social impact of mining*. <http://www2.brgm.fr/mineo/UserNeed/IMPACTS.pdf>

^x DIARIO OFICIAL República de El Salvador. 1995. *Ley de Minería (artículo 12)*, San Salvador. República de El Salvador.

^{xi} *Ídem a 6*

^{xii} *Ídem a 6*

^{xiii} *Ídem a 6*

^{xiv} *Ídem a 6*

^{xv} Agencia para la Protección Ambiental de los EEUU (EPA), *Título 40 del Código Federal de Regulaciones, Sección 70.2*
<http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2009-title40-vol15/xml/CFR-2009-title40-vol15-part70.xml>

^{xvi} Alianza Mundial de Derecho Ambiental (ELAW). 2010. *Guía para Evaluar EIAs de Proyectos Mineros*. USA.

^{xvii} *Ídem a 17.*

^{xviii} USEPA, USAID, CCAD. 2011 *Guía de Revisión Técnica de EIA: Minería No Metálica y Metálica*. Programa de Cooperación Ambiental CAFTA-DR para Fortalecer la Revisión de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

^{xix} *Ídem a 19*

^{xx} DIARIO OFICIAL República de El Salvador. *NSO 13.11.01:01 Calidad de Aire, Inmisiones Atmosféricas (Anexo A)* San Salvador. República de El Salvador.

^{xxi} DIARIO OFICIAL República de El Salvador. *NSO 13.11.01:01 Calidad de Aire, Inmisiones Atmosféricas (Tabla 1)* San Salvador. República de El Salvador.

^{xxii} FOURIE. A., TIBBETT. M. Y WIERTZ, J.. 2007. *Mine Closure. Proceedings of the Second International Seminar on Mine Closure*. Santiago de Chile. Chile.

^{xxiii} OYARZÚN J. 2008. *Planes de Cierre Mineros – Curso Resumido*. Departamento de Ingeniería de Minas de la Universidad de La Serena. Chile.

^{xxiv} *Ídem a 24.*

^{xxv} *Ídem a 24.*



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES

www.marn.gob.sv | medioambiente@marn.gob.sv

