

# Guía sobre medio ambiente, salud y seguridad para la extracción de materiales de construcción

## Introducción

Las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad son documentos de referencia técnica que contienen ejemplos generales y específicos de la práctica internacional recomendada para la industria en cuestión<sup>1</sup>. Cuando uno o más miembros del Grupo del Banco Mundial participan en un proyecto, estas Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad se aplican con arreglo a los requisitos de sus respectivas políticas y normas. Las presentes Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para este sector de la industria deben usarse junto con el documento que contiene las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**, en el que se ofrece orientación a los usuarios respecto de cuestiones generales sobre la materia que pueden aplicarse potencialmente a todos los sectores industriales. Los proyectos más complejos podrían requerir el uso de múltiples guías para distintos sectores de la industria. Para una lista completa de guías sobre los distintos sectores de la industria, visitar:

<http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>

Las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad contienen los niveles y los indicadores de desempeño que generalmente pueden lograrse en instalaciones nuevas, con la tecnología

existente y a costos razonables. En lo que respecta a la posibilidad de aplicar estas guías a instalaciones ya existentes, podría ser necesario establecer metas específicas del lugar así como un calendario adecuado para alcanzarlas. La aplicación de las guías debe adaptarse a los peligros y riesgos establecidos para cada proyecto sobre la base de los resultados de una evaluación ambiental en la que se tengan en cuenta las variables específicas del emplazamiento, tales como las circunstancias del país receptor, la capacidad de asimilación del medio ambiente y otros factores relativos al proyecto. La decisión de aplicar recomendaciones técnicas específicas debe basarse en la opinión profesional de personas idóneas y con experiencia. En los casos en que el país receptor tenga reglamentaciones diferentes a los niveles e indicadores presentados en las guías, los proyectos deben alcanzar los que sean más rigurosos. Cuando, en vista de las circunstancias específicas de cada proyecto, se considere necesario aplicar medidas o niveles menos exigentes que aquellos proporcionados por estas Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad, será necesario aportar una justificación exhaustiva y detallada de las alternativas propuestas como parte de la evaluación ambiental en un sector concreto. Esta justificación debería demostrar que los niveles de desempeño escogidos garantizan la protección de la salud y el medio ambiente.

## Aplicabilidad

El presente documento contiene información relevante para las actividades de extracción de materiales de construcción tales como áridos, caliza, pizarra, arena, gravilla, arcilla, yeso, feldespato, arenas de sílice y cuarcitas, así como la extracción de rocas ornamentales. El documento se refiere a los proyectos

<sup>1</sup> Definida como el ejercicio de la aptitud profesional, la diligencia, la prudencia y la previsión que podrían esperarse razonablemente de profesionales idóneos y con experiencia que realizan el mismo tipo de actividades en circunstancias iguales o semejantes en el ámbito mundial. Las circunstancias que los profesionales idóneos y con experiencia pueden encontrar al evaluar el amplio espectro de técnicas de prevención y control de la contaminación a disposición de un proyecto pueden incluir, sin que la mención sea limitativa, diversos grados de degradación ambiental y de capacidad de asimilación del medio ambiente, así como diversos niveles de factibilidad financiera y técnica.

y actividades extractivas autónomos relacionados con la construcción, las obras públicas y los proyectos de producción de cemento. A pesar de que las guías destacan los grandes y complejos sistemas de extracción, los conceptos también pueden aplicarse a las pequeñas operaciones. Este documento está dividido en las siguientes secciones:

Sección 1.0: Manejo e impactos específicos de la industria

Sección 2.0: Indicadores y seguimiento del desempeño

Sección 3.0: Referencias y fuentes adicionales

Anexo A: Descripción general de las actividades de la industria

## 1.0 Manejo e impactos específicos de la industria

La siguiente sección contiene una síntesis de las cuestiones relativas al medio ambiente, la salud y la seguridad asociadas a la extracción de materiales de construcción durante las fases de operación, construcción y desmantelamiento, así como recomendaciones para su manejo. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** ofrecen recomendaciones adicionales para el manejo de las cuestiones de este tipo que son comunes a la mayoría de los grandes proyectos.

### 1.1 Medio ambiente

Las cuestiones ambientales durante las fases de operación, construcción y desmantelamiento de las plantas dedicadas a la extracción de materiales de construcción incluyen principalmente:

- Emisiones al aire
- Ruido y vibraciones
- Agua
- Residuos
- Transformación del suelo

## Emisiones al aire

### *Material particulado*

Se generan materiales particulados (MP) durante todas las fases de explotación y procesamiento a partir de fuentes fugitivas (por ejemplo, trabajos con pala, escarificado, perforación, voladuras, transporte, trituración, molienda, tamizado y almacenamiento). Las principales fuentes de emisiones de MP incluyen la trituración-molienda, la perforación, las voladuras y el transporte. El impacto de las emisiones de MP dependerá de su tamaño (por ejemplo, cuando el diámetro es inferior a los 2,5 micrones), sus principales componentes (por ejemplo, sílice, silicatos, carbonatos), así como de las impurezas y restos presentes en la roca (por ejemplo, asbesto).

En cuanto a las emisiones de polvo, las técnicas recomendadas para prevenir y controlar la contaminación deben tener en cuenta su toxicidad para el medio ambiente y el hombre, e incluyen las siguientes:

- La roturación del terreno, la eliminación del manto vegetal y de los materiales sobrantes, la ubicación de pistas de acceso, escombreras y montones, y las voladuras se planificarán teniendo en cuenta los factores meteorológicos (por ejemplo, precipitaciones, temperatura, dirección y velocidad del viento) y el emplazamiento de receptores sensibles;
- Un diseño sencillo y lineal para las operaciones de manejo de materiales reducirá la necesidad de diseñar e instalar múltiples puntos de transferencia (por ejemplo, las plantas de procesamiento deberían situarse preferentemente en una zona de canteras);
- Las emisiones de polvo procedentes de las actividades de perforación se controlarán en origen mediante extractores, colectores y filtros de polvo, adoptándose cuando sea

posible las técnicas de perforación y procesamiento húmedo;

- Las emisiones de polvo provocadas por los equipos de procesamiento (por ejemplo, trituradoras, molinos, tamices) se controlarán como corresponde mediante colectores de polvo, el procesamiento húmedo o la pulverización de agua. Las aplicaciones de control de polvo tendrán en cuenta el uso final del material extraído (por ejemplo, se optará por el procesamiento húmedo cuando los materiales húmedos o un elevado contenido en agua no afecten negativamente a su uso final);
- Se adoptarán procedimientos para limitar la altura de caída libre de los materiales;
- Se optará por el uso de cintas transportadoras móviles y fijas antes que por el transporte de los materiales en camiones por carreteras internas (se recomiendan cintas transportadoras cerradas de goma en combinación con dispositivos de limpieza para los materiales generadores de polvo);
- Se compactarán, nivelarán y mantendrán periódicamente las carreteras de uso interno;
- Se estudiará la posibilidad de establecer un límite de velocidad para los camiones;
- Se implementará la pulverización de agua y tratamiento superficial (por ejemplo, elementos higroscópicos tales como el cloruro de calcio y los agentes aglutinantes naturales-químicos del suelo) de las pistas y montones expuestos empleando un sistema de riego por aspersión o un "cañón de agua-niebla";
- Las superficies expuestas de los materiales almacenados deben disponer de vegetación.

### *Otros contaminantes del aire*

Los vehículos y otras fuentes de combustión instaladas en la cantera emiten subproductos de combustión. Las **Guías**

**generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** describen las medidas de prevención y control de la contaminación para hacer frente a estos impactos.

Los gases tóxicos y no tóxicos son subproductos frecuentemente generados por las voladuras, con independencia de los materiales explosivos empleados. Durante las explosiones se generan emisiones de NO<sub>2</sub>, CO y NO.

Se recomiendan las siguientes técnicas de prevención y control de la contaminación:

- Alternativas a las voladuras, tales como los martillos hidráulicos y otros métodos mecánicos;
- Cuando sea necesario llevar a cabo las voladuras, se planificarán previamente las mismas (disposición, diámetro, profundidad y dirección de los taladros de perforación);
- Se garantizará la adecuada quema de los explosivos, normalmente compuestos por una mezcla de nitrato-fuelóleo, minimizando el exceso de agua y evitando la mezcla incorrecta o incompleta de ingredientes explosivos.

## **Ruido y vibraciones**

### *Ruido*

Todas las actividades extractivas entrañan emisiones de ruido, incluida la extracción de materiales de construcción y rocas ornamentales. Todas las fases de explotación y procesamiento generan ruido (por ejemplo, trabajos con pala, escarificado, perforación, voladuras, corte con soplete, transporte, trituración, molienda, clasificación y almacenamiento). Las principales fuentes de ruido están relacionadas con la perforación, fragmentación, trituración y manejo-desplazamiento, cribado y

transporte. El corte con soplete<sup>2</sup> durante la extracción de rocas ornamentales constituye una fuente específica de ruido en caso de adoptarse.

Las técnicas recomendadas para la minimización y el control de las emisiones de ruido incluyen:

- Reducir el ruido procedente de las plataformas de perforación mediante el empleo de la perforación direccional o hidráulica;
- Implementar cerramientos y revestimientos en las plantas de procesamiento;
- Instalar barreras acústicas y/o de contención de ruido adecuadas, con cerramientos y cortinas dispuestas en torno a los equipos emisores de ruido (por ejemplo, trituradoras, molinos y tamices);
- Utilizar superficies forradas de caucho o a prueba de ruidos en los equipos de procesamiento (por ejemplo, tamices, vertederas, puntos de transferencia y cubos);
- Emplear cintas transportadoras de caucho;
- Instalar barreras naturales en los lindes de las instalaciones (por ejemplo, cortinas vegetales o bermas para el suelo);
- Optimizar el encaminamiento del tráfico interno, sobre todo para minimizar la marcha atrás de los vehículos (reduciendo el ruido producido por las alarmas de marcha atrás) y para maximizar las distancias a los receptores sensibles más próximos;
- Estudiar la posibilidad de utilizar máquinas de propulsión eléctrica;
- Estudiar la posibilidad de establecer un límite de velocidad para los camiones;
- Evitar el corte con soplete;
- Construir bermas para el control visual y acústico.

<sup>2</sup> El corte con soplete se utiliza principalmente en zonas de difícil acceso en las cuales resulta complicado instalar maquinaria de perforación mecánica.

### *Vibraciones*

Las emisiones más notables de vibraciones se asocian normalmente con las voladuras, mientras que otras emisiones menores se vinculan normalmente al uso de martillos neumáticos. En el caso de las emisiones relacionadas con las voladuras (por ejemplo, vibraciones, exceso de presión, proyección de rocas), se recomiendan las siguientes técnicas de control y minimización:

- Emplear planes específicos de detonación; procedimientos de carga y la tasa de voladuras; detonadores retardados, de micro retardo o electrónicos; y ensayos específicos de voladura in situ (el uso de sistemas de iniciación del banco con detonadores de milésimas de segundo aumenta la fragmentación y reduce las vibraciones del terreno);
- Elaborar un diseño para las voladuras que incluya un sondeo de las superficies de detonación para evitar un exceso de confinamiento de las cargas y un sondeo de perforación para comprobar la desviación y los consiguientes recálculos para las voladuras;
- Controlar las vibraciones del terreno y el exceso de presión con las adecuadas mallas de perforación (por ejemplo, malla frente a longitud y diámetro del orificio, orientación del ángulo de las voladuras) y la correspondiente carga y proceso de cierre de los barrenos para limitar las posibilidades de que se produzcan proyecciones de rocas y corrientes de aire;
- Utilizar martillos hidráulicos y otros métodos mecánicos para mejorar la fragmentación de la roca y minimizar los riesgos de proyección de rocas en lugar de recurrir a voladuras secundarias (voladura con petardos);
- Recurrir al escarificado mecánico para evitar o minimizar el uso de explosivos;
- Otras fuentes de vibración son las machacadoras primarias y los equipos de tamizado de las plantas. Un

diseño adecuado de las bases de estas instalaciones debería limitar bastante las vibraciones.

## Agua

### *Consumo*

Las actividades de corte con hilo diamantado, las plantas de lavado de áridos y las operaciones extractivas de rocas ornamentales suelen consumir un volumen considerable de recursos hídricos. Además de las recomendaciones relacionadas con la conservación de agua en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**, las necesidades de agua deben limitarse mediante su recirculación y reutilización, implementando sistemas de circuito cerrado desde los estanques de sedimentación hasta el proceso extractivo. Cuando el uso del agua sea considerable, especialmente en regiones áridas o semiáridas, se llevará a cabo una evaluación sobre la disponibilidad de recursos hídricos e impactos.

### *Hidrología*

El régimen hidrológico de las aguas superficiales puede verse alterado a causa de los flujos desviados, la toma de agua y cambios en los patrones de drenaje. Las técnicas para prevenir, minimizar y controlar los impactos provocados por las actividades extractivas en el régimen hidrológico incluyen:

- La tasa máxima de escorrentía de aguas pluviales no debería exceder la tasa máxima original para un aguacero nominal concreto;
- La reintroducción de aguas tratadas y sustraídas en los cursos de agua para mantener el flujo ecológico;
- Se autorizará la infiltración superficial de aguas tratadas en los acuíferos. Como alternativa, puede llevarse a cabo la reinyección de aguas tratadas en los acuíferos mediante pozos de inyección o galerías de infiltración siempre que

pueda impedirse la contaminación de las aguas subterráneas;

- Las actividades de dragado de lagos se diseñarán e implementarán de modo que se minimice el descenso del nivel del agua y teniendo especialmente en cuenta los posibles impactos en el flujo y la disponibilidad de recursos de las aguas superficiales y subterráneas, incluidos los posibles impactos ecológicos;
- Siempre que sea coherente con el plan posterior al cierre, la profundidad del agua de los lagos dragados debe bastar para garantizar el establecimiento de un ecosistema acuático estable.

### *Vertido de aguas residuales*

El drenaje del pozo de cantera, el corte con hilo diamantado y la escorrentía de aguas superficiales pueden generar vertidos de aguas residuales con un elevado contenido en sólidos en suspensión<sup>3</sup>. Para prevenir o minimizar los sedimentos en suspensión presentes en las aguas de vertido, se recomiendan las siguientes medidas:

- El diseño e instalación de estanques de sedimentación, colectores de lodos y lagunas que garanticen un tiempo de retención hidráulica adecuado. Las lagunas se sellarán con los materiales imperecederos necesarios y se implementarán adecuados programas de mantenimiento para las lagunas de sedimentación, incluyendo la estabilización de taludes, la limpieza/mantenimiento de conductos y la eliminación de materiales sedimentados;
- El reciclaje de aguas de procesamiento / corte por electroerosión;
- La construcción de una red de drenaje dedicada;
- El aumento de la sedimentación mediante el uso de agentes floculantes o métodos mecánicos, especialmente

en aquellos lugares en que la limitación de espacio impida o restrinja el uso de lagunas;

- La instalación de filtros de sedimentos en los drenajes del agua, incluyendo fajas y barreras para los lodos y la vegetación.

Cuando se recurre a las voladuras, aumenta el riesgo de residuos de nitrato y amoníaco, especialmente en las aguas subterráneas. Para afrontar este problema, se recurrirá a los procedimientos y diseño adecuado de las voladuras, garantizando la correcta quema de explosivos, descrita más arriba en el apartado titulado "Otros contaminantes del aire".

### *Materiales peligrosos*

La operación y el mantenimiento de los equipos de extracción de materiales de construcción implican el uso, almacenamiento y transferencia de distintas cantidades de combustibles y lubricantes que deberán manejarse de acuerdo con las recomendaciones aplicables descritas en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

### *Drenaje ácido*

El drenaje ácido, también conocido como Drenaje Ácido de Mina o de Roca (DAM o DAR), puede producirse cuando los minerales que contienen sulfuro o azufre elemental se exponen a los efectos atmosféricos del oxígeno y el agua. Aunque este fenómeno se asocia normalmente con las actividades de extracción de metales, la posibilidad de que se produzca durante la excavación y/o exposición de rocas mineralizadas debe tenerse en cuenta como parte de las actividades de extracción de materiales de construcción. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad para el sector**

**minero** proporcionan información adicional sobre el manejo del drenaje ácido.

## **Residuos**

### *Residuos sólidos*

Las rocas residuales y los residuos procedentes del desmonte son los principales residuos inertes generados durante las actividades extractivas. Pueden generarse residuos peligrosos a partir de las impurezas y restos presentes en las rocas agotadas explotadas (residuales) (por ejemplo, el asbesto o metales pesados o minerales que pueden causar una escorrenría ácida).

Los métodos recomendados para prevenir y controlar los residuos incluyen:

- El diseño y la planificación operativos deben incluir procedimientos dirigidos a reducir la producción de residuos (por ejemplo, mezclar roca de alta calidad con otra de baja calidad);
- La tierra vegetal, la cubierta y los materiales de baja calidad se eliminarán adecuadamente, almacenándose cerca del emplazamiento y preservándose para su rehabilitación;
- Se elaborarán y adoptarán los planes de manejo de residuos peligrosos y no peligrosos durante la fase de diseño y planificación. Durante la fase de diseño deberán tenerse en cuenta los impactos asociados con las propiedades químicas y/o físicas específicas de los materiales extraídos, y los impactos derivados de las impurezas en la roca residual se controlarán y mitigarán cubriendo los vertidos de residuos con suelo no contaminado.

El manejo de los demás residuos generados durante las operaciones de extracción en el emplazamiento (por ejemplo, los

<sup>3</sup> La extracción hidráulica en tierra se utilizará solamente en un circuito cerrado y sin descargas de efluentes.

residuos oleosos y suelos contaminados recuperados en los vertidos de lubricantes o combustible, los fragmentos de metal, los materiales de demolición) se describe en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

## Transformación del suelo

Las actividades de excavación en los emplazamientos dedicados a la extracción de materiales de construcción provocan a menudo cambios significativos en la topografía y el suelo para facilitar las actividades extractivas, lo que a menudo supone limpiar la vegetación existente. Las técnicas para minimizar los impactos de transformación del suelo incluyen:

- La elección de métodos extractivos apropiados de impacto reducido (por ejemplo, la excavación, la explotación de canteras y el dragado) de modo que la línea de nivel del terreno final facilite la restauración de hábitat y el uso final del suelo;
- El establecimiento de zonas de aislamiento limítrofes con las áreas de extracción teniendo en cuenta las características de los hábitat naturales y el tipo de actividades extractivas llevadas a cabo;
- Reducir el consumo de superficie de tierra y, por lo tanto, la pérdida de suelo, dando preferencia a la extracción de los depósitos más nutridos (éstos se explotarán tanto como sea posible y razonable);
- Se recurrirá siempre que sea necesario a las técnicas de translocación y reubicación de la vegetación. La cubierta vegetal (como las especies locales, la tierra vegetal, la cubierta y los fangos aptos para un crecimiento sostenido) se retirarán por medio de operaciones específicas y segregarán para utilizar posteriormente durante la rehabilitación del terreno, y los materiales empleados en el mismo se almacenarán y protegerán de la erosión provocada por el viento y el agua y de la contaminación;

- Durante la extracción, se preservarán y protegerán los nichos ecológicos en la medida de lo posible;
- Las canteras de menor tamaño y duración<sup>4</sup> se rehabilitarán inmediatamente, mientras que aquellas de mayor envergadura y una vida útil superior a los 3–5 años se someterán a una rehabilitación continuada;
- Gestionar el posterior desarrollo del terreno por medio de sondeos rutinarios de la topografía y el suelo;
- Durante su rehabilitación, el suelo afectado se nivelará y escarificará adecuadamente antes de volver a aplicar las capas de suelo, promoviendo el rebrote vegetal allí donde sea necesario (el grosor combinado de la tierra vegetal y la capa de crecimiento no debe ser inferior al grosor predominante en las zonas inalteradas);
- El suelo afectado debe rehabilitarse para usos aceptables con base en los planes locales o regionales de uso del suelo. Los terrenos que no vayan a restaurarse para uso específico de la comunidad deben sembrarse y repoblarse con especies vegetales autóctonas;
- Se eliminarán los pozos de reconocimiento, carreteras temporales (internas y de acceso), edificios, instalaciones y estructuras que no resulten de utilidad, rehabilitándose los terrenos de forma adecuada. Se restablecerá la tasa de escorrentía original de los sistemas hidrológicos.

Una vez dragado el terreno, se estudiarán las oportunidades de crear hábitat ecológicamente valiosos (por ejemplo, pequeños lagos y estanques con líneas de contorno complejas y zonas de aguas poco profundas tras el dragado) o zonas para la sucesión natural.

<sup>4</sup> Como son las zanjas de préstamo.

## 1.2 Higiene y seguridad ocupacional

Los riesgos para la higiene y seguridad ocupacional surgidos durante la fase operativa de los proyectos de extracción de materiales de construcción incluyen principalmente:

- Riesgos para el aparato respiratorio
- Ruido
- Riesgos físicos

Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** describen el manejo de la exposición a otros riesgos de origen físico y químico.

### Riesgos para el aparato respiratorio

La exposición en el trabajo al polvo y a los finos se asocia con todas las fases de la extracción (por ejemplo, trabajos con pala, escarificado, perforación, voladuras, corte con soplete, transporte, trituración, molienda, cribado y operaciones de almacenamiento). Durante las actividades de extracción de materiales de construcción se considera especialmente relevante la exposición al polvo molesto (partículas no clasificadas, conocidas como PNOC) y al cuarzo molido. Los trabajadores expuestos durante períodos prolongados a polvos finos (por ejemplo, PNOC) pueden contraer neumoconiosis benigna, enfisema, bronquitis y fibrosis. La exposición a largo plazo al cuarzo molido puede provocar silicosis. Además de las medidas de prevención y control del polvo descritas en la sección 1.1 del presente documento, se recomienda adoptar las siguientes medidas:

- Equipar las excavadoras, camiones basculantes, niveladoras, perforadoras sobre carro y otros equipos automatizados que requieran un operador con cabinas con aire acondicionadas a prueba de polvo y sonido;
- Emplear los equipos de protección personal de la respiración (por ejemplo, máscaras, respiradores) que se

describen en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

### Ruido

Los trabajadores pueden estar expuestos a niveles excesivos de ruido durante las actividades extractivas (por ejemplo, trabajos con pala, escarificado, perforación, voladuras, corte con soplete, transporte, trituración y molienda entre otras). En las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se proporciona orientación sobre el control del ruido.

### Riesgos físicos

Pueden producirse lesiones físicas durante las operaciones de extracción de materiales de construcción y las actividades de mantenimiento (por ejemplo, resbalones, tropiezos y caídas, deslizamiento de piedras, choques con máquinas en movimiento como cargadores frontales, perforadoras, trituradoras y cintas transportadoras). Algunas de las medidas de prevención y control recomendadas consisten en:

- La implementación de capacitación específica para el personal sobre la gestión de la seguridad en el lugar de trabajo;
- La implementación de programas de seguimiento geológico-geotécnico;
- Una evaluación exacta del lugar de trabajo mediante la remoción de roca de las superficies en contacto con los trabajadores para evitar la caída accidental de rocas y/o el desprendimiento de tierras, especialmente después de efectuarse las voladuras;
- La adopción de barreras naturales, parapetos temporales o señalizaciones específicas de peligro en las plataformas de abrasión y otras zonas de la cantera donde se realizan actividades a una altura superior a los 2 m del suelo;
- El mantenimiento de pistas, carreteras y vías peatonales, proporcionando suficiente drenaje de aguas y evitando las

superficies resbaladizas mediante el uso de superficies aptas para todo tipo de condiciones climáticas, como la gravilla.

### *Uso y seguridad de máquinas / equipos*

Los riesgos relacionados con las rocas ornamentales y otras operaciones extractivas incluyen la exposición a las vibraciones procedentes de los equipos portátiles de perforación; las lesiones en manos / brazos provocadas por las herramientas empleadas frecuentemente para partir/dividir bloques (por ejemplo, martillos y cinceles); la proyección de rocas desprendidas durante la voladura con petardos (es decir, la voladura secundaria de roca que no ha sido adecuadamente fragmentada durante la voladura primaria, y destinada a reducir el volumen de los bloques de piedra de baja calidad que deben eliminarse / descartarse); y las lesiones del cuello relacionadas con la rotura del hilo diamantado durante las operaciones de corte.

Algunas de las medidas de prevención y control de los peligros relacionados con el uso de maquinaria /equipos son las siguientes:

- Utilizar taladradoras fijas o perforadoras sobre carro adecuadas, evitando recurrir a equipos de perforación portátiles o manuales;
- Utilizar gatos hidráulicos y cojines durante la separación o el desplazamiento de bloques;
- Utilizar martillos hidráulicos para evitar las voladuras secundarias;
- Utilizar máquinas de corte por electroerosión y dispositivos de control remoto debidamente protegidos.

### *Explosivos*

Durante las operaciones de voladura, las explosiones accidentales pueden plantear riesgos de seguridad en el trabajo. Algunas de las medidas de prevención y control de los peligros de explosión relacionados son las siguientes:

- Adoptar un calendario de voladuras coherente que minimice los cambios en los tiempos de detonación;
- Desplegar dispositivos (por ejemplo, señales audibles y destellos) y procedimientos de alarma antes de cada detonación para alertar a todos los trabajadores y terceros que puedan encontrarse en los alrededores (por ejemplo, las comunidades locales). Los procedimientos de alarma incluirán la restricción del tráfico en las carreteras y vías locales;
- Capacitar de forma específica al personal en el manejo de explosivos y en gestión de seguridad;
- Implementar procedimientos de permisos para detonación entre todos los trabajadores que estén en contacto con explosivos (por ejemplo, durante la manipulación, transporte, almacenamiento, carga, detonación y destrucción de explosivos no utilizados o sobrantes);
- El personal cualificado comprobará la existencia de averías y sustancias explosivas sin detonar en las zonas donde se lleven a cabo las voladuras después de las mismas y antes de reanudar el trabajo.

## **1.3 Higiene y seguridad en la comunidad**

Las Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad describen las cuestiones relacionadas con la higiene y la seguridad en la comunidad durante las fases de construcción, operación y desmantelamiento son comunes a la mayoría de los sectores de la industria. Las cuestiones relacionadas con la higiene y la seguridad en la comunidad

propias de los proyectos de extracción de materiales de construcción incluyen principalmente:

- Inestabilidad del suelo
- Agua
- Seguridad de los explosivos
- Desmantelamiento

Los posibles riesgos para la higiene y la seguridad en la comunidad incluyen el acceso no controlado a las zonas de construcción, la exposición a las enfermedades transmitidas por el agua, vinculadas con la falta de higiene y relacionadas con el agua procedente de los embalses de agua y la exposición al mayor tráfico de vehículos de transporte de materiales. En las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se incluyen orientaciones sobre la prevención y el control de este tipo de riesgos.

### **Inestabilidad del suelo**

En las zonas de vertidos a gran escala de materiales de residuo, estanques de agua o tierras agotadas pueden producirse desprendimientos o derrumbamientos de tierra que podrían provocar incidentes catastróficos en las zonas pobladas circundantes. Las medidas de prevención dirigidas a minimizar los riesgos para la comunidad deberían incluir:

- Programas de control geológico y geotécnico para zonas de gran tamaño, especialmente dirigidos a la estabilidad a largo plazo del suelo;
- Seguimiento geotécnico de pendientes, vertederos y drenaje del agua, a ser posible mediante sistemas de seguimiento por control remoto.

### **Agua**

Los proyectos de extracción de materiales de construcción pueden alterar notablemente el régimen de las aguas

superficiales y subterráneas utilizadas por las comunidades locales para el suministro de agua potable, la cría de peces y otros materiales comestibles, el riego, el abastecimiento de agua para el ganado y el suministro de pequeñas empresas e industrias. La salud y el bienestar de las comunidades pueden verse afectados por cambios en la calidad del agua como consecuencia de las descargas procedentes de las actividades de drenaje, descargas de aguas pluviales, la reducida disponibilidad del agua provocada por el desvío de la misma y la disminución del suministro de aguas subterráneas debido al drenaje. Con frecuencia resulta difícil predecir estos efectos, que pueden variar en el tiempo a medida que las instalaciones de extracción expanden sus operaciones.

Los operadores de las plantas de extracción de materiales de construcción deben comprender la naturaleza y el alcance del uso comunitario de los recursos hídricos y los posibles impactos que el drenaje y otras actividades de trasvase del agua pueden tener sobre su calidad y disponibilidad.

### **Seguridad de los explosivos**

Las voladuras pueden ser la causa de explosiones accidentales y afectar a las zonas pobladas circundantes. Además de las medidas de prevención y control descritas en la sección 1.2 del presente documento, se recomienda adoptar las siguientes medidas:

- Debe prestarse especial atención a todas las fases de manejo de explosivos para evitar su sustracción / uso indebido;
- Las voladuras se realizarán de acuerdo con un cronograma coherente. Cuando se produzcan cambios en el calendario de voladuras, las comunidades más cercanas deberán ser informadas inmediatamente de los mismos;
- Se elaborarán planes de concienciación y preparación de emergencia de la comunidad, incluido el control de acceso

de terceros a la zona donde se lleven a cabo las voladuras;

- Las vibraciones provocadas por las voladuras pueden tener impacto en la comunidad. El seguimiento (por ejemplo, sondeos de los edificios, la infraestructura y las estructuras previos a la construcción, incluyendo la toma de fotografías y la grabación de vídeo) garantizará la correcta identificación y manejo de los posibles daños a las viviendas ocasionados por las actividades del proyecto.

Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** describen los impactos sobre la higiene y la seguridad en la comunidad originados por las emisiones de polvo a la atmósfera; el acceso no autorizado a lugares peligrosos; la exposición a enfermedades transmitidas por el agua, vinculadas con la falta de higiene o relacionadas con el agua; y la exposición a un mayor tráfico local.

## **Desmantelamiento**

La rehabilitación de las zonas de extracción y las actividades de cierre deben tenerse en cuenta desde las fases iniciales de planificación y diseño. Los patrocinadores deben elaborar un plan de rehabilitación y cierre que incorpore factores tales como el proceso de producción y el ciclo de vida de los emplazamientos, aunque en todos ellos se llevará a cabo algún tipo de rehabilitación gradual durante las operaciones. Aunque pueden modificarse los planes según sea necesario durante las fases de construcción y operación, éstos deben incluir provisiones sobre la suspensión temporal de las actividades y el cierre prematuro y permanente del lugar, además de cumplir con los siguientes objetivos:

### *Integridad física*

Se garantizará la estabilidad de todas las estructuras para impedir que éstas planteen un riesgo para la higiene y seguridad públicas como resultado de un fallo o deterioro físico.

Las estructuras deben seguir desempeñando la función para la que fueron diseñadas. No deberían erosionarse ni desplazarse de su ubicación original en caso de acontecimientos extremos o fuerzas perturbadoras permanentes;

Se impedirá el acceso al público de forma permanente y efectiva a peligros físicos tales como carreteras, canteras y otras zonas abiertas desprotegidas hasta que el terreno pueda adaptarse a un nuevo uso del suelo basado en las condiciones alteradas del mismo o a usos alternativos por parte de las comunidades locales y otras industrias de carreteras, edificios y otras estructuras.

### *Integridad química*

Las aguas superficiales y subterráneas deben protegerse frente a los impactos ambientales adversos originados por las actividades de excavación y procesamiento. La filtración de sustancias químicas en el entorno no debería amenazar la higiene y la seguridad públicas ni exceder los objetivos de calidad del agua en los sistemas aguas abajo de aguas superficiales y subterráneas.

### *Integridad ecológica del hábitat*

Si bien la integridad ecológica del hábitat está parcialmente determinada por los factores mencionados anteriormente (por ejemplo, aspectos físicos tales como la estabilidad de las pendientes) y por factores químicos (por ejemplo, los contaminantes metálicos), también debe prestarse atención a la sustitución por un hábitat que sea beneficioso para su futuro uso ecológico.

## 2.0 Indicadores y seguimiento del desempeño

### 2.1 Medio ambiente

#### Guías sobre emisiones y efluentes

Las operaciones de extracción de materiales de construcción no suelen generar fuentes puntuales de efluentes y emisiones, siendo posiblemente la única excepción el drenaje de efluentes que puedan contener sólidos en suspensión. La implementación de estrategias de prevención y control de los sólidos en suspensión totales (SST) deben perseguir concentraciones de 50 miligramos por litro (mg/l) en el punto de descarga. Los flujos de aguas pluviales se manejarán de acuerdo con las recomendaciones para el manejo de aguas fluviales descritas en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

El objetivo de los controles sobre las descargas de drenaje y la escorrentía de aguas pluviales será la prevención de los impactos sobre la calidad del aire ambiente descritos en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**. La fuente principal de emisiones al aire es el polvo fugitivo procedente de las excavaciones de tierras, el manejo de materiales y las actividades de transporte. El objetivo debería ser prevenir y controlar estas emisiones, tal y como indican las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen orientaciones sobre las emisiones asociadas con actividades de producción de energía eléctrica y vapor generadas por una fuente de combustión con capacidad igual o inferior a 50 megavatios térmicos, mientras que las guías sobre MASS para energía térmica contienen disposiciones sobre las emisiones generadas por una fuente de energía más grande.

#### Seguimiento ambiental

Se llevarán a cabo programas de seguimiento ambiental para este sector en todas aquellas actividades identificadas por su potencial impacto significativo en el medio ambiente, durante las operaciones normales y en condiciones alteradas. Las actividades de seguimiento ambiental deben concentrarse en la aplicación de prácticas de gestión dirigidas a evitar las fuentes de dichos impactos.

La frecuencia del seguimiento debería permitir obtener datos representativos sobre los parámetros objeto del seguimiento. El seguimiento deberá recaer en individuos capacitados, quienes deberán aplicar los procedimientos de seguimiento y registro y utilizar un equipo adecuadamente calibrado y mantenido. Los datos de seguimiento se analizarán y revisarán con regularidad, y se compararán con las normas vigentes para así adoptar las medidas correctivas necesarias. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen orientaciones adicionales sobre los métodos de muestreo y análisis de emisiones y efluentes.

## 2.2 Higiene y seguridad ocupacional

#### Guía sobre higiene y seguridad ocupacional

Para evaluar el desempeño en materia de higiene y seguridad en el trabajo deben utilizarse las guías sobre exposición que se publican en el ámbito internacional, entre ellas: guías sobre la concentración máxima admisible de exposición profesional (TLV®) y los índices biológicos de exposición (BEIs®) publicados por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)<sup>5</sup>, la Guía de bolsillo sobre riesgos químicos publicada por el Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo de los Estados Unidos (NIOSH)<sup>6</sup>, los límites permisibles de exposición publicados por la

<sup>5</sup> Disponibles en: <http://www.acgih.org/TLV/> y <http://www.acgih.org/store/>

Administración de Seguridad e Higiene en el Trabajo de los Estados Unidos (OSHA)<sup>7</sup>, los valores límite indicativos de exposición profesional publicados por los Estados miembros de la Unión Europea<sup>8</sup> u otras fuentes similares.

adicionales sobre los programas de seguimiento de la higiene y la seguridad en el trabajo.

### Tasas de accidentes y letalidad

Deben adoptarse medidas para reducir a cero el número de accidentes entre los trabajadores del proyecto (ya sean empleados directos o personal subcontratado), especialmente los accidentes que pueden causar la pérdida de horas de trabajo, diversos niveles de discapacidad e incluso la muerte. Como punto de referencia para evaluar las tasas del proyecto puede utilizarse el desempeño de instalaciones en este sector en países desarrollados, que se obtiene consultando las fuentes publicadas (por ejemplo, a través de la Oficina de Estadísticas Laborales de los Estados Unidos y el Comité Ejecutivo de Salud y Seguridad del Reino Unido)<sup>9</sup>.

### Seguimiento de la higiene y la seguridad ocupacional

Es preciso realizar un seguimiento de los riesgos que pueden correr los trabajadores en el entorno laboral del proyecto concreto. Las actividades de seguimiento deben ser diseñadas y realizadas por profesionales acreditados<sup>10</sup> como parte de un programa de seguimiento de la higiene y la seguridad en el trabajo. En las instalaciones, además, debe llevarse un registro de los accidentes y enfermedades laborales, así como de los sucesos y accidentes peligrosos. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen orientaciones

<sup>6</sup> Disponible en: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>

<sup>7</sup> Disponibles en:  
[http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=STANDARDS&p\\_id=9992](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992)

<sup>8</sup> Disponibles en: [http://europe.osha.eu.int/good\\_practice/risks/ds/oel/](http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/)

<sup>9</sup> Disponibles en: <http://www.bls.gov/iif/> y <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>.

<sup>10</sup> Los profesionales acreditados pueden incluir a higienistas industriales certificados, higienistas ocupacionales diplomados o profesionales de la seguridad certificados o su equivalente.

### 3.0 Referencias y fuentes adicionales

Agencia Ambiental del Reino Unido. 2003. Monitoring of Particulate Matter in Ambient Air Around Waste Facilities: Technical Guidance Document (Monitoring) M17. Bristol: Environment Agency (Agencia Ambiental). Disponible en: <http://publications.environment-agency.gov.uk>

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA). Code of Federal Regulation Title 40 – Protection of Environment. Parte 436. Mineral Mining and Processing Point Source Category. 40 Code of Federal Regulations, Parte 436, Washington, DC: US EPA. Disponible en: [http://www.access.gpo.gov/nara/cfr/waisidx\\_03/40cfr436\\_03.html](http://www.access.gpo.gov/nara/cfr/waisidx_03/40cfr436_03.html)

British Standards Institution (BSI). 1969. Methods for the Measurement of Air Pollution. Deposit Gauges. British Standard (BS) 1747-1:1969. Londres: BSI. <http://www.bsi-global.com/>

Brodtkom, F. 2002. Guía de buenas practicas medioambientales en la industria extractiva europea. Madrid: Dirección General de Política Energética y Minas, Ministerio de Economía. Versión en ingles disponible en: [http://ec.europa.eu/enterprise/steel/non-energy-extractive-industry/good\\_env\\_practice\\_eu\\_extractive\\_industry.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/steel/non-energy-extractive-industry/good_env_practice_eu_extractive_industry.htm)

BSI. 1990. Evaluation and Measurement for Vibration in Buildings. Part 1: Guide for Measurement of Vibrations and Evaluation of Their Effects on Buildings. BS7385: Part 1:1990. Londres: BSI. <http://www.bsi-global.com/>

BSI. 1999. Occupational Health and Safety Assessment Series (OSHAS). OHSAS 18001: 1999. Occupational health and safety management systems. Specification. Londres: BSI. Disponible en: <http://www.bsi-global.com/en/Standards-and-Publications/Industry-Sectors/Health-and-Safety/H-S-Products/OHSAS-180011999/>

Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH). 2005. Threshold Limit Values (TLV) for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices. Cincinnati, OH: ACGIH. Disponible en: <http://www.acgih.org/TLV/>

Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente (en la actualidad Departamento de Sostenibilidad y Medio Ambiente, y Departamento de Industrias Primarias), Estado de Victoria, Australia. 2001. Environmental Guidelines. Ground Vibration and Airblast Limits for Blasting in Mines and Quarries. Blasting Limit Guidelines v.1.2. Victoria: Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Disponible en: <http://www.dpi.vic.gov.au/dpi/>

Departamento Sudafricano de Recursos Hídricos y Bosques (DWAF). 2002. Prevention and Management of Water Pollution from Small Scale Mining Practices. Best Practice Guideline 2.1a. Pretoria: DWAF. Disponible en: <http://www.dwaf.gov.za/>

Departamento de Trabajo de Estados Unidos. Administración de Seguridad y Salud de Minas (MSHA). [www.msha.gov/](http://www.msha.gov/)

Departamento de Trabajo de Estados Unidos. Administración de Seguridad y Salud de Minas (MSHA). 30 Code of Federal Regulations Partes 48, 56, 58, 62, y 715. Washington, DC: Departamento de Trabajo de Estados Unidos. Disponible en: <http://www.msha.gov/30CFR/0.0.HTM>

Gobierno de Escocia. 2000. Planning Advice Note (PAN) 50 Anexo D: Controlling the Environmental Effects of Surface Mineral Workings. Anexo D: The Control of Blasting at Surface Mineral Workings. Edinburgo: Gobierno de Escocia. Disponible en: <http://www.scotland.gov.uk/Publications/2000/02/pan50-annex-d>

Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional de Estados Unidos (NIOSH). Disponible en: [www.cdc.gov/niosh/mining/](http://www.cdc.gov/niosh/mining/)

Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional de Estados Unidos (NIOSH). 2005. Pocket Guide to Chemical Hazards. Publication No. 2005-149, Septiembre de 2005. Washington, DC: NIOSH. Disponible en: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>

Ireland Environmental Protection Agency (EPA). 2003. Environmental Management in the Extractive Industry (Non-Scheduled Minerals). 2000-MS-11-M1, Draft, Noviembre. Dublin: EPA. Disponible en: <http://www.epa.ie/NewsCentre/ReportsPublications/Guidance/>

Mineral Industry Research Organization (MIRO). Goodquarry. University of Leeds. [www.goodquarry.com](http://www.goodquarry.com)

Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU). 2002. First General Administrative Regulation Pertaining the Federal Immission Control Act (Technical Instructions on Air Quality Control – TA Luft). Berlin: BMU. Disponible en: [http://www.bmu.de/english/air\\_pollution\\_control/ta\\_luft/doc/36958.php](http://www.bmu.de/english/air_pollution_control/ta_luft/doc/36958.php)

National Stone, Sand and Gravel Association (NSSGA). 2006. National Pollution Discharge Elimination System Permitting. Mineral Mining and Processing Facilities Sector. Alexandria, VA: NSSGA. Disponible en: <http://www.nssga.org/environment/npdes.cfm>

Nova Scotia Environment and Labour, Environmental and Natural Areas Management. 2002. Pit and Quarry Guidelines. Guide to Preparing an EA Registration Document for Pit and Quarry Developments in Nova Scotia (incluida la revisión de mayo de 1999). Disponible en: <http://www.gov.ns.ca/enla/ea/docs/EAGuidePitQuarry.pdf>

Oficina del Viceprimer Ministro (ODPM) del Reino Unido. 2005a. Minerals Policy Statement 2, Controlling and Mitigating the Environmental Effects of Mineral Working. Wetherby: ODPM Publications.

Oficina del Viceprimer Ministro del Reino Unido. 2005b. Minerals Policy Statement 2, Controlling and Mitigating the Environmental Effects of Mineral Extraction in England. Anexo 1, Dust. Wetherby: ODPM Publications.

Oficina del Viceprimer Ministro del Reino Unido. 2005c. Minerals Policy Statement 2, Controlling and Mitigating the Environmental Effects of Mineral Extraction in England. Anexo 2. Noise. Wetherby: ODPM Publications.

Organización Internacional del Trabajo (OIT). 1991. Seguridad y salud en minas a cielo abierto. Ginebra: OIT. Disponible en: <http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cops/spanish/download/s920175.pdf>

Organización Mundial de la Salud (OMS). 1999. Guías para el ruido urbano. Eds. B. Berglund, T. Lindvall, D.H. Schwela. Ginebra: OMS. Disponible en: [http://www.ruidos.org/Documentos/guia\\_oms\\_ruido\\_1.html](http://www.ruidos.org/Documentos/guia_oms_ruido_1.html)

Piovano, G. 1994. Esplosivi e Abbattimento – Vibrazioni, vol. 1. Turin: Associazione Georisorse e Ambiente.

Siskind, D.E., M.S. Stagg, J.W. Kopp y C.H. Dowding. 1980. Structure Response and Damage Produced by Ground Vibration from Surface Mine Blasting. Oficina de Minas de Estados Unidos (USBM) Report of Investigations RI 8507. Pittsburgh, PA: USBM.

Siskind, D.E., V.J. Stachura, M.S. Stagg y J.W. Kopp. 1980. Structure Response and Damage Produced by Airblast from Surface Mining. Report of Investigations RI 8485. Pittsburgh, PA: USBM.



## Anexo A: Descripción general de las actividades de la industria

### Extracción de materiales de construcción

Las actividades extractivas de materiales de construcción (por ejemplo, la caliza, la arcilla, el yeso y el feldespato) implican normalmente la extracción de piedra y exploración minera, el transporte y almacenamiento en el emplazamiento de las materias primas, la trituración, molturación, molienda y entrega a los usuarios finales (entre los que se incluyen plantas de cemento, otras fábricas y la industria de la construcción). En el caso de los áridos (por ejemplo, grava y arena), el material extraído suele dividirse por tamaño, almacenarse y enviarse directamente al consumidor (por ejemplo, las plantas de hormigonado).

Para minimizar los costos de transporte, las explotaciones de caliza, arena y grava se ubicarán cerca de las plantas de procesamiento y mercados finales. Dado su valor relativamente mayor y menor disponibilidad, otros materiales como el feldespato, las arenas de cuarzo, la arcilla y el yeso, pueden extraerse de forma económica incluso estando más alejados de las instalaciones intermedias de procesamiento y / o mercados finales. Cuando una explotación se encuentra en la orilla de un río o en sus proximidades y el transporte puede realizarse mediante embarcaciones, los materiales podrán transportarse a grandes distancias.

Las actividades de construcción asociadas con la extracción de materiales de construcción suelen incluir la eliminación de tierras vegetales, terrenos de recubrimiento, árboles y vegetación. Los montones formados con estos materiales se almacenan en zonas estables, protegidos y supervisados para utilizar durante las actividades de rehabilitación. Otras labores previas a las actividades de explotación incluyen el diseño y la construcción de drenajes y zanjas para el agua, carreteras internas y de acceso, bermas y preparativos para el uso de explosivos. La planificación inicial durante esta fase garantizará

que la pendiente de la cantera sea adecuada para las fases de operación y rehabilitación.

Las actividades características de la fase operativa incluyen la excavación con métodos mecánicos tales como los trabajos con pala, el escarificado, el dragado y / o la perforación y las voladuras, además del transporte, trituración, molienda, molturación y almacenamiento de materiales.

Durante las fases de construcción y operación es necesario el manejo y seguimiento de las perforaciones y las voladuras, incluida la necesaria minimización de los impactos provocados por el polvo, el ruido, las vibraciones y las proyecciones de rocas. Durante la fase operativa se lleva a cabo la planificación continuada y la implementación de la rehabilitación del terreno.

Las actividades asociadas con el cierre y restablecimiento / rehabilitación del emplazamiento incluyen la demolición de las estructuras de edificios, la retirada de las instalaciones auxiliares superficiales y subterráneas y el cierre y rehabilitación definitivos de las carreteras internas y vías de acceso. Suelen llevarse a cabo la estabilización de pendientes y el restablecimiento de la superficie original del terreno, además de la reposición de la tierra vegetal y la repoblación vegetal, que incluye la siembra de mezclas de semillas comerciales y/o preferentemente especies autóctonas. Se aprovecharán las oportunidades para crear hábitats ecológicamente valiosos. Será preciso restaurar la red hidrológica local. El dragado o la excavación por debajo de la capa freática local suele reponerse, lo que supone la creación de estanques de agua.

### Extracción de rocas ornamentales

La extracción de rocas ornamentales implica el uso de explosivos y / o el corte con hilo diamantado, el transporte y almacenamiento de los bloques enteros en el emplazamiento, la

clasificación, el corte y envío a los consumidores para uso directo, o bien para su corte y pulido. La mayor parte de las cuestiones relevantes para las fases de diseño, construcción, funcionamiento y desmantelamiento en la industria de extracción de materiales de construcción son aplicables a la extracción de rocas ornamentales. Las operaciones básicas son la extracción con medios mecánicos (por ejemplo, corte y serrado con hilo diamantado) o mediante la perforación y detonación (por ejemplo, voladura controlada y voladura amortiguada), la separación de bloques, la clasificación, el desplazamiento de bloques mediante aparatos elevadores y el transporte de bloques.