



# EXPLOTACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

CANTERAS Y  
MATERIAL DE ARRASTRE



MinMinas  
Ministerio de Minas y Energía

**PROSPERIDAD  
PARA TODOS**

**MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA**

**AMYLKAR ACOSTA MEDINA**  
MINISTRO DE MINAS Y ENERGÍA

**MERY HELEN OCHOA MIRA**  
SUPERVISORA CONTRATO GGC No. 81 DE 2013

**MARCELA RODRÍGUEZ OTÁLORA**  
COMUNICACIONES Y PRENSA

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE  
COLOMBIA U.P.T.C.**

**GUSTAVO ORLANDO ÁLVAREZ ÁLVAREZ**  
RECTOR

**LUIS ALEJANDRO FONSECA**  
DECANO FACULTAD SEDE SECCIONAL SOGAMOSO

**MARÍA DEL CARMEN**  
DIRECTORA DEL IRME

**TOBÍAS CHÁVEZ CUADROS**  
COORDINADOR CONTRATO GGC No. 81 DE 2013

**CORRECCIÓN TÉCNICA Y PEDAGOGÍA**  
JORGE ARTURO MARTÍNEZ

**PARTICIPANTES ELABORACIÓN CARTILLA**

**ELABORACIÓN Y DISEÑO DE LA CARTILLA**  
LUIS JARVER CEDEÑO

**CORRECCIÓN METODOLOGÍA Y PEDAGOGÍA**  
LUIS FRANCISCO RINCÓN BASTIDAS

**CORRECCIÓN DE ESTILO**  
ANA FABIOLA ROJAS R.

**ILUSTRACIONES**  
RAFAEL BAYONA LÓPEZ "BALO"

**COLABORADOR**  
CESAR LÓPEZ CASTRO

**IMPRESIÓN**  
GRAFIMPRESOS

**EXPLOTACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**  
PRIMERA EDICIÓN DICIEMBRE DE 2013

# Contenido

<b>PRESENTACIÓN</b> .....	4
<b>CAPÍTULO 1</b>	
1. IMPORTANCIA DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN .....	5
1.1. CLASIFICACIÓN DE LOS MINERALES .....	6
1.2. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE CANTERAS .....	7
1.3. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE ARRASTRE DEL LECHO DE RÍOS .....	7
1.4. APLICACIONES DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN .....	8
1.4.1. Infraestructura de vías, zonas peatonales y puentes .....	8
1.4.2. Piedras, bloques de concreto para presas y puentes .....	9
1.4.3. Materia prima para productos de la construcción para edificios y adoquines .....	10
1.4.4. Minerales industriales .....	10
1.4.5. Bases, sub-base y aglomerados asfálticos .....	11
1.5. CRECIMIENTO EN LA EXPLOTACIÓN DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN .....	11
<b>CAPÍTULO 2</b>	
2. NORMATIVIDAD MINERO AMBIENTAL .....	12
2.1. MARCO LEGAL MINERO .....	12
2.1.1. Contrato de concesión minera .....	13
2.1.2. Registro minero .....	13
2.1.3. Duración de una concesión .....	14
2.1.4. Como hacer una minería segura .....	14
<b>CAPÍTULO 3</b>	
3. ETAPAS DE LA MINERÍA .....	15
3.1. ETAPAS Y FASES DE UN PROYECTO GEOLÓGICO MINERO .....	15
3.1.1. Etapa de prospección .....	17
3.1.2. Etapa trabajos de exploración .....	17
3.1.3. Etapa de construcción y montaje .....	17
3.1.4. Etapa de obras y trabajos de explotación .....	18
3.1.5. Etapa de cierre y abandono .....	18
3.1.6. Fases de un proyecto geológico minero .....	19
<b>CAPÍTULO 4</b>	
4. CONDICIONES NATURALES Y DESCRIPCIÓN DE RESERVAS .....	21
4.1. AMBIENTES SEDIMENTARIOS .....	22
4.1.1. Tipos de ambientes sedimentarios .....	22
4.2. GÉNESIS DE LOS DEPÓSITOS DE MATERIAL DE ARRASTRE .....	24
4.2.1. Erosión .....	24
4.2.2. Transporte .....	25
4.2.3. Deposition .....	25
4.3. GEOLOGÍA .....	26
4.4. RESERVAS .....	26
4.4.1. Clasificación de reservas .....	27
4.4.2. Cálculo de los recursos .....	28

<b>CAPÍTULO 5</b>	
5. CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN .....	29
5.1. NORMATIVIDAD .....	30
5.2. TIPO DE ENSAYOS .....	32
<b>CAPÍTULO 6</b>	
6. MÉTODOS EXTRACTIVOS .....	34
6.1. DIQUES TRANSVERSALES O DÁRSENAS .....	34
6.2. BANCOS O TERRAZAS .....	35
6.3. CANTERAS .....	36
6.4. DRAGADO .....	37
<b>CAPÍTULO 7</b>	
7. OPERACIONES MINERAS .....	39
7.1. PREPARACIÓN .....	39
7.2. ARRANQUE .....	40
7.3. CARGUE .....	40
7.4. TRANSPORTE .....	41
7.5. ACOPIO .....	41
7.6. ÁREAS DE DISPOSICIÓN DE MATERIAL ESTÉRIL O BOTADEROS .....	41
7.7. BENEFICIO Y TRANSFORMACIÓN .....	42
7.7.1. Operaciones auxiliares .....	42
<b>CAPÍTULO 8</b>	
8. BENEFICIO Y TRANSFORMACIÓN .....	43
8.1. PROCESOS DE BENEFICIO .....	43
8.1.1. Lavado .....	43
8.1.2. Trituración .....	44
8.1.3. Molienda .....	44
8.1.4. Homogenización .....	44
8.1.5. Clasificación .....	45
8.2. OPERACIONES AUXILIARES .....	46
<b>CAPÍTULO 9</b>	
9. COMERCIALIZACIÓN .....	47
9.1. PRODUCCIÓN DE MATERIALES .....	47
9.2. EMPRESAS CONSUMIDORAS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN .....	48
9.3. PRECIOS DE VENTA DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN .....	48
9.4. BENEFICIO DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN .....	49
9.5. USOS DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN .....	50
9.6. TRANSPORTE DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y ALMACENAMIENTO .....	51
9.7. PERSPECTIVAS DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN A FUTURO .....	51
<b>CAPÍTULO 10</b>	
10. SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL .....	52
10.1. COMITÉ PARITARIO DE SALUD OCUPACIONAL .....	52
10.2. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL .....	53
10.3. MEDICINA PREVENTIVA Y DEL TRABAJO .....	54
10.4. LOS RIESGOS DE LA MINERÍA .....	54
10.5. MARCO LEGAL EN SEGURIDAD .....	55
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	56

## PRESENTACIÓN

La elaboración de la cartilla sobre materiales de construcción (canteras y materiales de arrastre), se hace dentro del marco del Contrato Interadministrativo GGC N° 81 de 2013, celebrado entre el Ministerio de Minas y Energía y la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - U.P.T.C, con el objeto de implementar un programa de formación complementaria dentro de la política de seguridad minera. La metodología y enfoque pedagógico es el constructivismo para lograr un aprendizaje significativo de los mineros y la aplicación en la explotación de materiales de construcción.

El documento presentado está conformado por diez capítulos que se nombran a continuación: **1. IMPORTANCIA DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN:** muestra la utilización del material en diferentes campos de la construcción e industria. **2. NORMATIVIDAD MINERO AMBIENTAL:** describe en general las normas que hay que cumplir y la responsabilidad que debe tener todo titular minero para con el Estado. **3. ETAPAS DE LA MINERÍA:** narra de forma clara los periodos que tiene un proyecto minero desde la consecución del título minero hasta la terminación de una explotación con el plan de cierre y abandono. **4. CONDICIONES NATURALES Y DESCRIPCIÓN DE RESERVAS:** enseña la forma como se presentan los depósitos de mineral y materiales de construcción en la naturaleza, como se cuantifican y se dividen

las reservas. **5. CARACTERIZACIÓN:** permite conocer la característica físico química del material para su posterior utilización según el campo de aplicación. **6. MÉTODOS EXTRACTIVOS:** hace una explicación sobre los métodos más importantes que se deben tener en cuenta al realizar una explotación a cielo abierto, bien sea para canteras o material de arrastre. **7. OPERACIONES MINERAS:** muestra los pasos y procesos a seguir en toda actividad minera para el desarrollo de una explotación. **8. BENEFICIO Y EQUIPO:** denota la importancia de realizar un proceso de beneficio a los materiales de construcción teniendo en cuenta los equipos a utilizar para mejorar la calidad y generar un mayor valor agregado al producto. **9. COMERCIALIZACIÓN:** describe uno de los temas más importantes, donde antes de realizar una explotación es necesario asegurar una línea de mercado que facilite la sostenibilidad y protección de la empresa a futuro. **10. SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL:** este tema es útil para toda empresa minera dado que el recurso humano es el que genera con su trabajo la producción y sostenibilidad de una empresa; se debe mirar con mucha atención el cumplimiento de la empresa como del trabajador de todas las normas y requisitos en materia de seguridad y salud ocupacional. La temática descrita se hizo teniendo en cuenta un enfoque para los titulares mineros, trabajadores y empresarios la aplicación de este conocimiento básico al ejecutar una explotación de materiales de construcción.

## 1. IMPORTANCIA DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

### OBJETIVO

Conocer y valorar la importancia de los materiales de construcción de acuerdo a sus características y usos en las diferentes industrias.

### ACTIVIDAD PREVIA

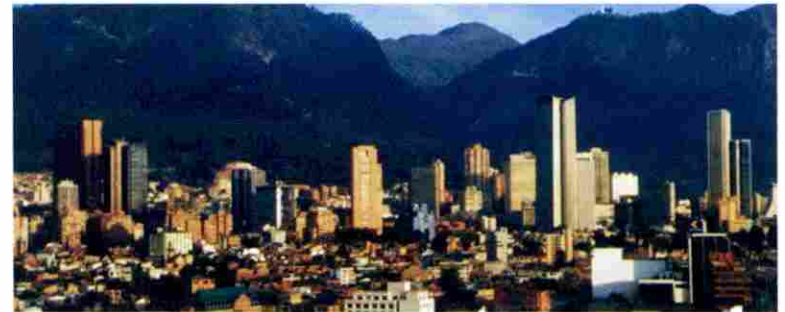
### ¿POR QUÉ SON IMPORTANTES LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN?

Desde sus comienzos el hombre ha modificado su entorno para adaptarlo a sus necesidades, para ello ha hecho uso de todo tipo de materiales naturales que con el paso del tiempo y con el desarrollo de la tecnología, ha ido transformando en distintos productos. Entre los materiales de construcción más conocidos en Colombia tenemos los siguientes: **arena, arcilla, grava de río, caliza y algunas puzolanas** que se han utilizado en la construcción de pueblos y grandes ciudades.



Calles en piedra. Támara, Casanare  
Fuente: Luis Jarver C.

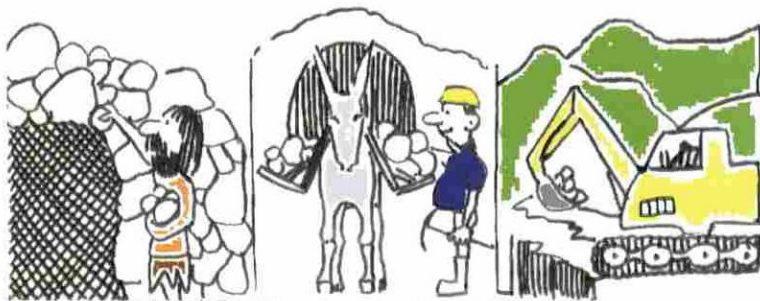
Los primeros materiales de construcción utilizados por el hombre fueron el barro, la piedra y las fibras vegetales como madera o paja, éstos probablemente fueron los ladrillos de barro o adobe que se remontan a los 13.000 años a. de C mientras que los primeros ladrillos cocidos datan de 4.000 años a. de C.



Construcciones de edificios, Bogotá D.C.  
Fuente: Colombia.travel

Los materiales de construcción tanto de cantera como de arrastre del lecho de ríos, juegan un papel muy importante en la industria de la construcción en Colombia pues son materia prima en la producción de morteros y concretos, bases, sub bases, rellenos en vías de todos los niveles de tráfico, así como agregados para asfalto y en general en todo tipo de obra civil.

En Colombia la explotación de materiales de construcción es reciente y generaba un impacto ambiental y social por estar muy cerca a los pueblos.



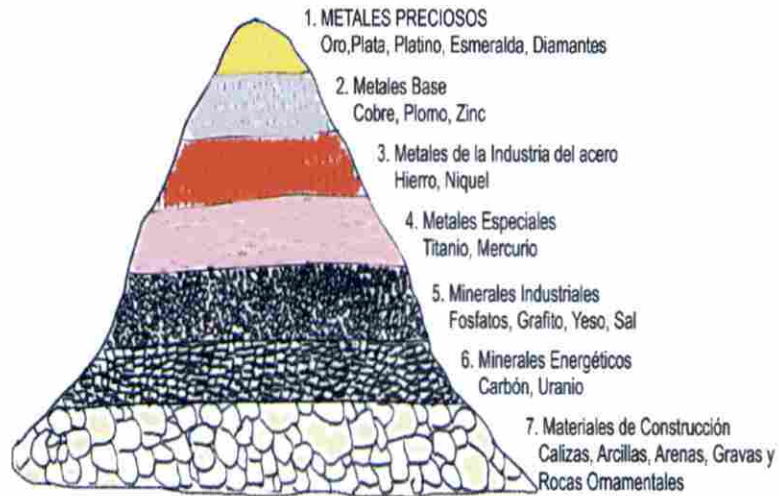
La minería en Colombia a través de la historia

Durante los primeros años del siglo XX otros minerales inician a ganar importancia en la actividad minera en Colombia. Para 1910, con la llegada de las primeras máquinas de vapor, se empieza a explotar carbón en pequeñas cantidades destinado básicamente a la industria manufacturera y al funcionamiento de las locomotoras. **En los primeros años de la década de 1930 surgen algunas explotaciones de materiales de construcción como calizas, yesos, arcillas y gravas, empleados en la naciente industria de la construcción.** Así mismo, empezaron a explotarse en mayor medida otros minerales que son insumo en la producción de fertilizantes, vidrio y plásticos.

## 1.1. CLASIFICACIÓN DE LOS MINERALES

**Según el Código de Minas Ley 685 de 2001, Artículo 11.** Materiales de Construcción. Para todos los efectos legales se consideran materiales de construcción, los productos pétreos explotados en minas y canteras, usados generalmente en la industria de la construcción como agregados en la fabricación de piezas de concreto, morteros, pavimentos, obras de tierra y otros productos similares. También para los mismos efectos, son materiales de construcción los de arrastre tales como arenas, gravas y las piedras yacentes en el cauce y orillas de las corrientes de agua, vegas de inundación y otros terrenos aluviales.

El otorgamiento, vigencia y ejercicio del derecho a explorar y explotar los materiales de construcción del cual trata este artículo, se regula íntegramente por este Código y son de la competencia exclusiva de la autoridad minera.

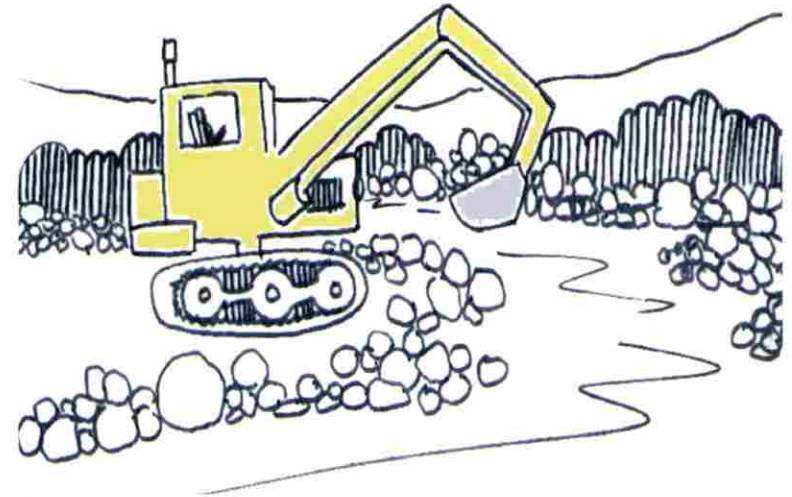


### Clasificación de los minerales en Colombia

Fuente: INGEOMINAS, Publicación Número 29 de 2007

## 1.2. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE CANTERAS

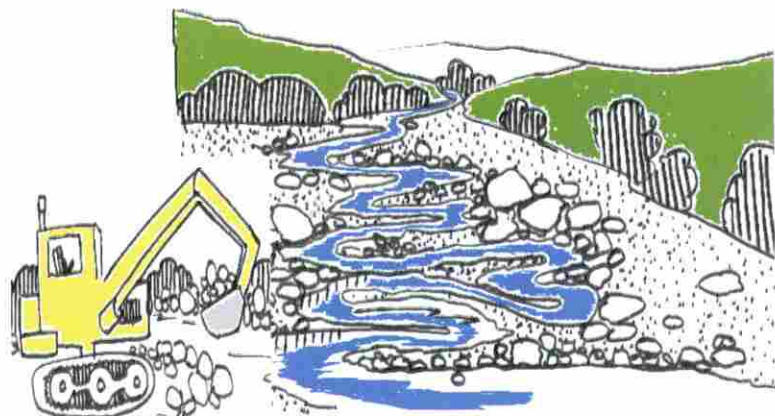
En Colombia el material de construcción de cantera es explotado principalmente en las zonas de cordillera como las del altiplano cundiboyacense, los santanderes, los departamentos de Valle del Cauca y Nariño, así como de Antioquia, Huila, Caldas, Quindío, allí se explotan calizas, areniscas, shertz y conglomerados. Por lo general se requiere utilizar perforación y voladura para el arranque del mineral; equipo pesado para la reducción de sobre tamaños y cargue por lo que esta actividad se constituye en una fuente importante de empleo en las regiones y provee la materia prima al sector de la construcción.



Materiales de construcción de cantera

## 1.3. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE ARRASTRE DEL LECHO DE RÍOS

En Colombia estos materiales predominan en las zonas planas de los departamentos de Casanare, Meta, Arauca, Vichada, Guainía, Amazonas, Putumayo y los de la región Caribe. Normalmente se realizan excavaciones en forma de piscinas que se denominan dársenas, se construyen perpendicularmente con la línea de dirección del cauce del río y en época de invierno se llenan de rocas y sedimentos que arrastran las crecientes.



### Materiales de construcción de arrastre

Los materiales de construcción son utilizados en grandes cantidades por lo que deben provenir de yacimientos minerales abundantes y baratos. Entre los más comunes están la arena, la arcilla y la piedra. Su explotación por lo general es a cielo abierto y su proceso requiere de la utilización de equipo pesado, tanto para la explotación como para el cargue y transporte, por lo que genera un importante número de empleos directos e indirectos.

Los materiales de arrastre como resultado del proceso de selección natural que sufre el material pétreo al ser transportado por las corrientes de agua, constituyen un insumo fundamental en la industria cementera por sus buenas características físicas y químicas.

Las arenas y gravas se utilizan como **agregados pétreos para morteros y hormigones, balastro o recebo para vías y pavimentos, también son elementos correctores de algunas propiedades mecánicas de los suelos y se utilizan como drenajes y filtrantes en obras de ingeniería civil.**

### 1.4. APLICACIONES DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

El sector productor de materiales de construcción está compuesto por arcillas, calizas para la fabricación de cemento, piedras, gravas y arenas. Este tipo de materiales se emplea en diferentes obras y su demanda es de nivel mundial, nacional, regional y local en áreas como las que se denotan a continuación:

#### 1.4.1. Infraestructura de vías, zonas peatonales y puentes

Se utiliza el material para construcción de vías especialmente para base y sub bases, para la granulometría y especificaciones técnicas de acuerdo con las normas establecidas por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y las Normas Técnicas Colombianas (NTC), asimismo, para la fabricación de concretos de alta resistencia como los requeridos en la construcción de puentes se emplean gravillas y arenas.





**Viaducto carretera del Cusiana**

Fuente: Luis Jarver C.



**Puerto de Barranquilla, Atlántico**

Fuente: [radareconomicointernacional.blogspot.com](http://radareconomicointernacional.blogspot.com)



**Bloques. Puerto de navegación**

Fuente: VIPRESA

#### 1.4.2. Piedras, bloques de concreto para presas y puentes

Los materiales de construcción como las arenas y gravas son importantes en la fabricación de bloques y placas vibro compactadas que al mezclarlas con cemento originan un material de alta resistencia, disponible para ser utilizado en la construcción de presas y puentes. Los bloques y piedras se colocan en los puentes con el fin de formar muros o rompe olas de protección para las plataformas.

### 1.4.3. Materia prima para productos de la construcción para edificios y adoquines

Los materiales como las arenas y gravillas de buena calidad son muy utilizados tanto para la fabricación de concretos de alta resistencia destinados a la construcción de edificios, como para la elaboración de adoquines en concreto para pisos de tipo pesado que se construyen en los parques y plazoletas.



**Edificio en construcción, Medellín Antioquia**  
Fuente: Luis Jarver C.

### 1.4.4. Minerales industriales

La piedra caliza además de servir como material de construcción se puede utilizar como material industrial para la fabricación de cemento y cal, un material que es de gran interés económico.



**Plaza Mayor Medellín, Antioquia**  
Fuente: Luis Jarver C.



**Fabricación de cemento**  
Fuente: Holcim Colombia S.A.

#### 1.4.5. Bases, sub bases y aglomerados asfálticos

La construcción de la infraestructura vial en Colombia requiere de un potencial de agregados de materiales de bases y sub bases para la conformación de las vías. Este potencial debe estar acorde con las especificaciones técnicas y normas establecidas por el INVIAS, que permite mantener la calidad y durabilidad de las carreteras.



Pavimentación carretera del Cusiana

Fuente: Luis Jarver C.

#### 1.5. CRECIMIENTO EN LA EXPLOTACIÓN DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

La economía colombiana viene creciendo en cada uno de los sectores, sin embargo, uno de los que más se ha reactivado es la

construcción especialmente de edificios y viviendas en las grandes ciudades como Bogotá, Cali, Medellín, Barranquilla. Además, las grandes obras de infraestructura vial como carreteras, viaductos, puentes, túneles y obras de geotecnia, vienen utilizando grandes cantidades de materiales de construcción.

#### RECUERDE QUE:

Los materiales de construcción son importantes en los diferentes sectores de la industria porque contribuyen al crecimiento de los pueblos, ciudades, vías, aeropuertos y demás áreas que tienen que ver con la infraestructura. La importancia de tales materiales se debe a su utilización en lo siguiente:

1. Infraestructura de vías, zonas peatonales y puentes.
2. Piedras, bloques de concreto para presas y puertos.
3. Materia prima de productos de la construcción para edificios y adoquines.
4. Minerales industriales.
5. Bases, sub bases y aglomerados asfálticos

## 2. NORMATIVIDAD MINERO AMBIENTAL

### OBJETIVO

Identificar la normatividad minero ambiental que exige el Estado colombiano para realizar una explotación legal de materiales de construcción y demás recursos minerales por parte de los titulares mineros.

### ACTIVIDAD PREVIA

#### ¿QUÉ ASPECTOS SE DEBEN TENER EN CUENTA PARA CUMPLIR CON LA NORMATIVIDAD MINERO AMBIENTAL?

La normativa de minería bajo tierra y a cielo abierto se fundamenta en el cumplimiento de las normas técnicas que regulan la realización de las actividades de explotación minera.

#### 2.1. MARCO LEGAL MINERO AMBIENTAL

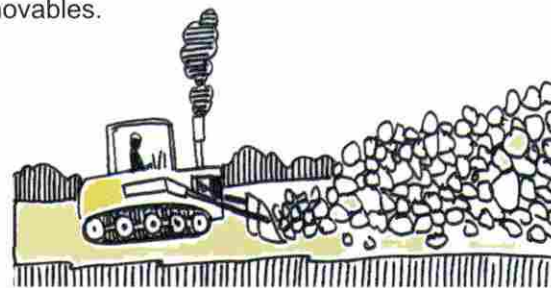
La actividad minera en Colombia está regida por la normatividad minera y ambiental, la cual debe cumplir con cada uno de los marcos dados a continuación:

MARCO LEGAL MINERO AMBIENTAL	
MINERO	AMBIENTAL
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>LEY 685 DE 2001</b></li> <li>• Normas Reglamentarias y Complementarias. como (Leyes, Decreto Ley, Decretos y Resoluciones). Resolución 428 de 2013. Términos de Referencia para el PTO; El Período de Explotación se inicia con el cumplimiento del Artículo 84 del Código de Minas y Resolución anterior.</li> <li>• Decreto 2222 de 1993 de Higiene y Seguridad en labores mineras a cielo abierto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>LEY 99 DE 1993</b></li> <li>• Normas Reglamentarias y Complementarias. Como (Leyes, Decreto Ley, Decretos y Resoluciones).</li> <li>• Decreto 2820 de 2010. Otorgamiento de la Licencia Ambiental.</li> <li>• Permisos Ambientales</li> </ul>

Fuente: Guía Minero Ambiental, Ministerio de Minas y Energía y Ministerio de Medio Ambiente. (Impreso en INGEOMINAS)

La actividad minera del país está regulada por el Código de Minas Ley 685 de 2001, cuyos objetivos son los siguientes:

- Fomentar la exploración técnica y la explotación de recursos mineros estatales y privados.
- Estimular las actividades de exploración y explotación minera con el fin de satisfacer los requerimientos de la demanda interna y externa de las mismas.
- Incentivar el aprovechamiento racional de los recursos mineros de manera que armonice con los principios y normas de explotación de los recursos naturales no renovables.



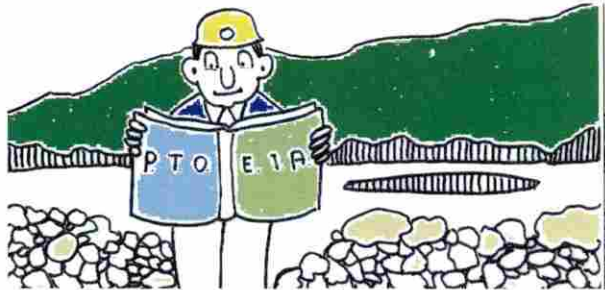
Explotación de los recursos minerales legalmente

- Promover tanto el aprovechamiento de los recursos mineros dentro del concepto integral de desarrollo sostenible, como el fortalecimiento económico y social del país.

El Código "regula las relaciones jurídicas del Estado con los particulares y las de estos entre sí, por causa de los trabajos y obras de la industria minera en sus fases de prospección, exploración, construcción y montaje, explotación, beneficio, transformación, transporte y promoción de minerales que se encuentren en el suelo o subsuelo, ya sea de propiedad nacional o propiedad privada".

El Artículo 84 del Código de Minas habla sobre el Programa de Trabajos y Obras (**PTO**) que define los estudios de minería con sus elementos y documentos, y mediante la Resolución 428 de junio 26 de 2013 emitida por la Agencia Nacional de Minería (**ANM**), se adopta los términos de referencia y las guías minero ambientales para dichos estudios.

Una vez se tiene el contrato de concesión para iniciar la explotación minera se debe presentar los siguientes estudios: Estudio de Impacto Ambiental (**EIA**) y el Programa de Trabajos y Obras (**PTO**). Estos son aprobados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible o por las Corporaciones Regionales de acuerdo a la cantidad de material a extraer así como por el Ministerio de Minas y Energía (a través de la **ANM**). Además se debe cumplir con todas las contraprestaciones para con el Estado.

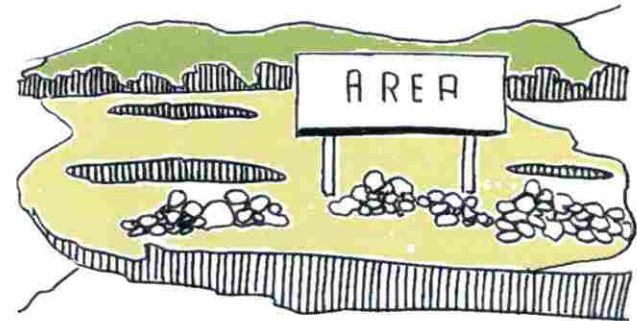


**El titular minero debe cumplir con la ley y estudios para hacer una explotación legal**

**El Decreto 2820 de agosto 5 de 2010** reglamenta el Título VIII de la **Ley 99 de 1993** que habla sobre las **licencias ambientales** que debe tener la ejecución de obras, el establecimiento de industrias o el desarrollo de cualquier actividad que pueda producir deterioro grave a los recursos naturales o al medio ambiente.

### 2.1.1. Contrato de concesión minera

*Es el que se celebra entre el Estado y un particular para efectuar por cuenta y riesgo de éste los estudios, los trabajos y las obras de exploración de minerales de propiedad estatal que puedan encontrarse dentro de una zona determinada. La explotación se realiza en los términos y condiciones establecidos en el Código de Minas.*



**Área de concesión minera para la explotación de materiales de construcción**

### 2.1.2. Registro minero

El Registro Minero Nacional es un medio de autenticidad y publicidad de los actos y contratos estatales y privados cuyo objeto principal es la constitución, conservación, ejercicio y gravamen de los derechos a explorar y explotar minerales emanados de títulos otorgados por el Estado o de títulos de propiedad privada del subsuelo. Solo se podrá constituir, declarar y probar el derecho a explorar y explotar minas de propiedad estatal mediante el contrato de concesión minera, debidamente otorgado e inscrito en el Registro Minero Nacional.

### 2.1.3. Duración de una concesión

El tiempo de duración que establece el Código de Minas para el desarrollo de la actividad minera mediante un **Contrato de Concesión** es de 30 años prorrogable por 30 años más, el cual se describe a continuación:

1. **La Exploración** tiene un período de tres años y puede ser prorrogado a dos años más. No obstante puede ser menor por solicitud del proponente.
2. **La Construcción y Montaje** tiene un período de tres años y prorrogable por un año más.
3. **El Período de Explotación** es de 24 años si no se tiene prórroga de los períodos anteriores y puede ser extendido según el Contrato de Concesión.

El titular de un contrato de concesión debe cumplir para con el Estado y particulares, los siguientes **elementos e instrumentos**:

1. Pago de la Póliza Minero Ambiental según las etapas del Contrato de Concesión en exploración, construcción y montaje, explotación.
2. El Programa de Trabajos y Obras (PTO).
3. El Estudio de Impacto Ambiental (EIA).
4. Licencia Ambiental.
5. Servidumbres mineras.
6. Pago de Canon Superficial según las etapas del contrato.
7. Declaración de Regalías en la etapa de explotación.
8. Demás contraprestaciones, compensaciones, impuestos, entre otras.

### 2.1.4. Como hacer una minería segura

Con la aplicación del Decreto 2222 de 1.993 de higiene y seguridad en labores mineras a cielo abierto.

Para desarrollar una minería eficiente, segura y ambientalmente sostenible es necesario que los Ministerios de Minas y Energía y de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible trabajen coordinadamente pese a su autonomía institucional.

#### EN RESUMEN RECUERDE QUE:

1. Los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) para la explotación de materiales de construcción y demás minerales, se rigen a través de la **Ley 99 de 1993**, resoluciones, decretos reglamentarios.
2. El órgano rector de la gestión pública ambiental y administrativa de los recursos naturales se encuentra en el **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y en las Corporaciones Autónomas Regionales**.
3. **La minería en Colombia se rige por el Código de Minas Ley 685 de 2001.**
4. El Ministerio de Minas y Energía mediante Decreto 4134 de 2011, crea la Agencia Nacional de Minería (ANM) para buscar mayor eficiencia en la administración del recurso minero y para que se encargue de los procesos de titulación, registro, asistencia técnica, fomento, promoción y vigilancia de las obligaciones emanadas de los títulos y solicitudes de áreas mineras.
5. Para la elaboración de los estudios del Programa de Trabajos y Obras (PTO) y los trabajos mínimos exploratorios, la Agencia Nacional Minera emitió la Resolución 0428 de junio 26 de 2013 "por medio de la cual se adoptan los términos de referencia y Guías Minero Ambientales junto con sus anexos".
6. **Las Normas Reglamentarias y Complementarias.** Son aquellas que van reglamentando en el tiempo la actividad minera y ambiental para el cumplimiento de la legislación así: leyes, decreto ley, decretos, resoluciones, entre otras.

### 3. ETAPAS DE LA MINERÍA

#### OBJETIVO

Conocer las etapas y fases mineras que debe seguir un proyecto de explotación minera, bien sea de materiales de construcción o de cualquier mineral.

#### ACTIVIDAD PREVIA

#### ¿QUÉ ETAPAS Y FASES SE DEBEN SEGUIR EN LA EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE EXPLOTACIÓN MINERA?

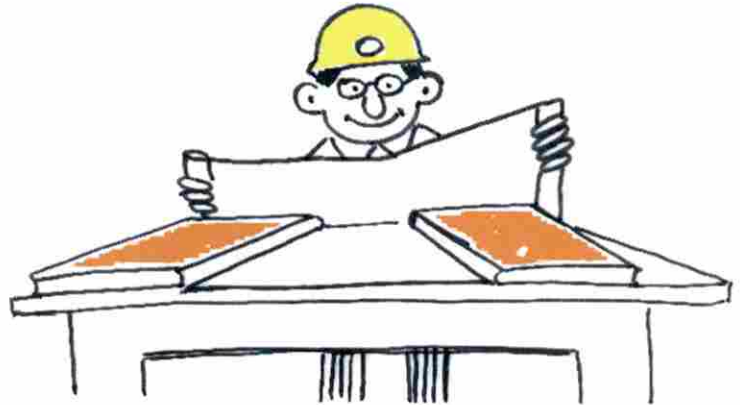
Antes de llegar a desarrollar cualquier explotación minera se hace necesario conocer y cumplir con las etapas de la minería, las cuales enseñan los pasos a seguir para la ejecución de un proyecto de explotación minera.

#### 3.1. ETAPAS Y FASES DE UN PROYECTO GEOLÓGICO MINERO

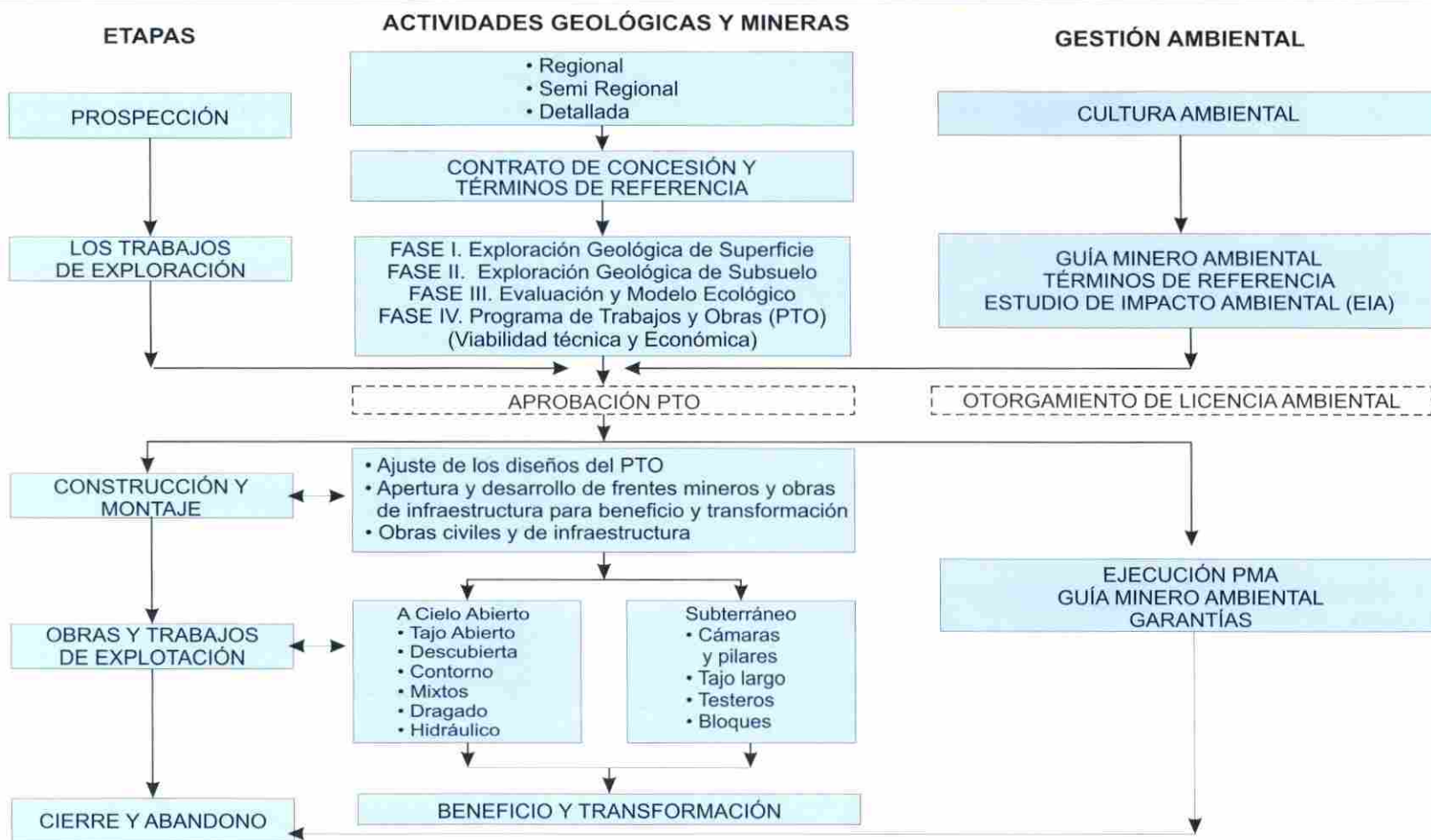
El organigrama, etapas y fases de un proyecto geológico minero muestra la secuencia que debe seguir todo proyecto minero una vez se obtiene el Título Minero (Contrato de Concesión y Registro Minero Nacional), iniciando con la exploración y finalizando con el plan de cierre.

El contenido de los estudios y actividades a desarrollar se hace teniendo en cuenta las guías minero ambientales y los términos de referencia, el Código de Minas Ley 685 de 2001, la Ley 99 de 1993 (Ambiental), y otros decretos reglamentarios y resoluciones. Estas normas permiten formular adecuadamente el Programa de Trabajos y Obras (PTO), y el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) que al final son el instrumento que permite iniciar la explotación de los minerales.

La Resolución 0428 de junio 26 de 2013 adopta los Términos de Referencia y Guías Minero Ambientales junto con sus anexos, éstos son requisitos de aplicación para los estudios.



Planificando como desarrollar un proyecto minero



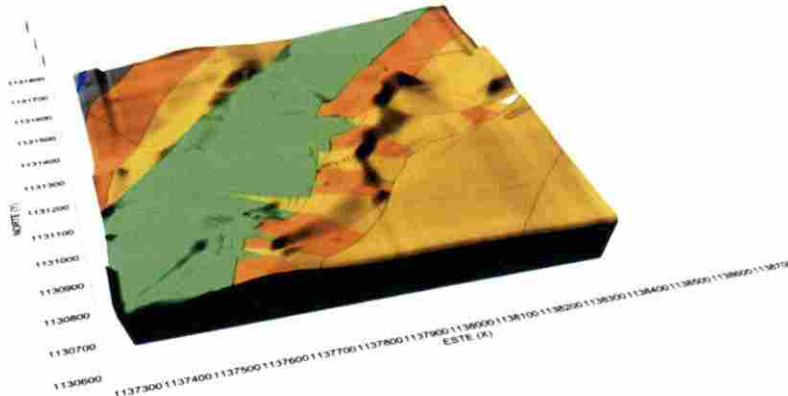
Etapas y fases de un proyecto geológico Minero

Fuente: Guía Minero Ambiental, Ministerio de Minas y Energía y Ministerio de Medio Ambiente. (Impreso en INGEOMINAS)



### 3.1.1. Etapa de prospección

Determina la búsqueda de los yacimientos minerales a través de distintos tipos de mapas, fotografías aéreas, satelitales, antecedentes geológicos, geofísicos y mineros.

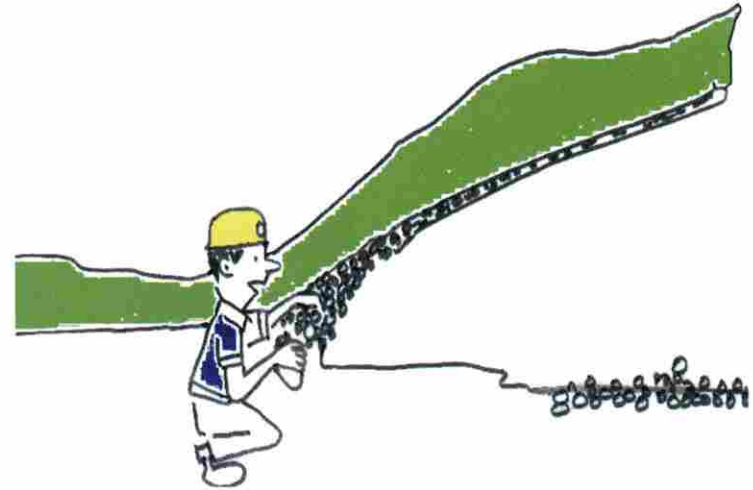


**Bloque diagrama de prospección Geo eléctrica**  
**Fuente:** Estudios\_Luis Jarver C. Tópaga, Boyacá

**Actividad:** se realiza a través de ingenieros geólogos, geólogos y mineros mediante la observación directa en el campo, con la toma y análisis de muestras minerales.

### 3.1.2. Etapa trabajos de exploración

Es el conjunto de actividades que conduce a la evaluación del depósito de mineral en sus tres dimensiones. Esta se caracteriza por aplicar técnicas geológicas y geofísicas.



### Toma de muestras

**Actividad:** la ejecución de actividades para determinar los depósitos, donde se intervienen los trabajos de exploración mediante la construcción de trincheras y apiques, túneles, pozos y perforaciones.

### 3.1.3. Etapa de construcción y montaje

Consiste en la delimitación del área bien sea dentro o fuera del contrato de concesión, donde se van a llevar a cabo los trabajos y obras mineras para la explotación del recurso mineral.



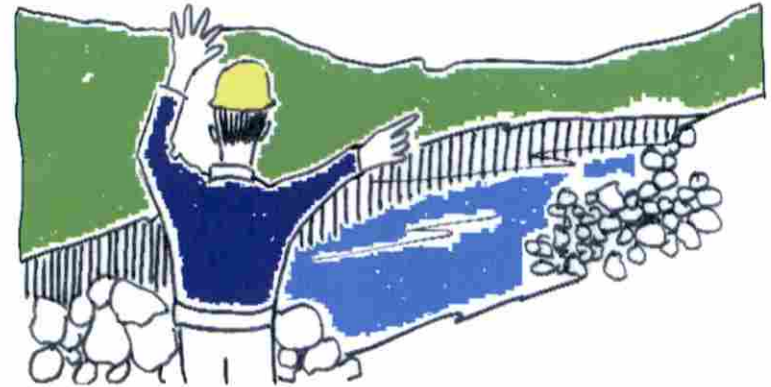
Montaje para producir gravilla

Fuente: Asogravas

**Actividad:** el Programa de Trabajos y Obras (PTO) describe textual y gráficamente en los Planos de la Infraestructura de Construcción y Montaje, la localización de todas las obras importantes y frentes mineros que requiere el proyecto para su ejecución.

### 3.1.4. Etapa de Obras y Trabajos de Explotación

Permite hacer la ejecución inmediata de la explotación del depósito mediante la cual se ha desarrollado el Método de Explotación, y una serie obras y trabajos en el yacimiento.



Un titular minero planificando la etapa de trabajos y obras

**Actividad:** se tienen en cuenta las operaciones mineras para la preparación del yacimiento y para la explotación del recurso de acuerdo con la planeación minera.

### 3.1.5. Etapa de cierre y abandono

Consiste en cerrar temporal o definitivamente la explotación minera cuando el recurso mineral ha llegado al agotamiento o porque el mineral no es de interés económico en el mercado debido a problemas ambientales, políticos, y sociales.

**Actividad:** una vez se termine la explotación del recurso mineral o no se desea seguir con el Contrato de Concesión por los problemas descritos anteriormente, el titular minero debe ejecutar el plan de cierre y abandono que ha sido aprobado en el PTO, teniendo en cuenta todos los lineamientos de Ley.

A. Antes.



B. Después.



Rehabilitación de áreas de explotación en la mina Cerrejón, Guajira, antes y después  
Fuente: Cerrejón

### 3.1.6. Fases de un proyecto geológico minero

De acuerdo con cada una de las fases descritas, deben planearse unas acciones generales y actividades específicas que permitan cumplir el desarrollo de los estudios y así mismo ejercer el control de lo programado. Para esto se hace necesario tener en cuenta lo siguiente:

- Planificación de la fase ¿Qué se va hacer?
- Pre operación ¿Cómo se va hacer?
- Operación de campo ¿Qué se está haciendo?
- Evaluación de resultados y toma de decisión ¿Qué decisión debo tomar?

Otra parte importante que permite cumplir con los estudios del proyecto minero es el área de gestión ambiental con la realización del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), el cual debe desarrollarse mediante la aplicación de los términos de referencia según las Corporaciones Autónomas Regionales donde se encuentre ubicada la concesión minera.

## FASES MINERAS

Definición	
<b>Fase I. Exploración Geológica de Superficie.</b>	Es el conjunto de Actividades que conduce al estudio y caracterización geológica superficial de una zona determinada, y permite establecer los sectores que presentan mejores manifestaciones, o indicios de una sustancia mineralizada.
<b>Fase II. Exploración Geológica del Subsuelo</b>	Esta fase busca delimitar el depósito potencialmente económico, con estimativos más específicos de tamaño y contenido mineral definiendo el verdadero potencial geológico del yacimiento.
<b>Fase III. Evaluación y Modelo Geológico</b>	Los resultados obtenidos en las fases previas, son la base para definir el verdadero potencial del yacimiento, para planear y diseñar el (PTO).
<b>Fase IV. Programa de Trabajos y Obras (PTO)</b>	El Programa de Trabajos y Obras (PTO), Suministra la base Técnica, Logística, Económica y Comercial, para tomar la decisión de invertir y desarrollar un proyecto minero; para el cual el PTO deberá desarrollar: El análisis de Mercado Planeamiento y Diseño de la explotación del mineral Beneficio y Transformación Estudio de la Infraestructura de Transporte, puerto y cargue Evaluación Financiera.

## ETAPAS MINERAS

ETAPAS	ACTIVIDADES
1. PROSPECCIÓN	• BÚSQUEDA DE LOS MINERALES
2. LOS TRABAJOS DE EXPLORACIÓN	• CONSTRUCCIÓN DE APIQUES Y POZOS
3. CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE	• CONSTRUIR INFRAESTRUCTURA MINERA
4. OBRAS Y TRABAJOS DE EXPLOTACIÓN	• EJECUCIÓN DE OPERACIONES MINERAS
5. CIERRE Y ABANDONO	• DEJAR EL ÁREA DE EXPLOTACIÓN EN BUENAS CONDICIONES

## 4. CONDICIONES NATURALES Y DESCRIPCIÓN DE RESERVAS

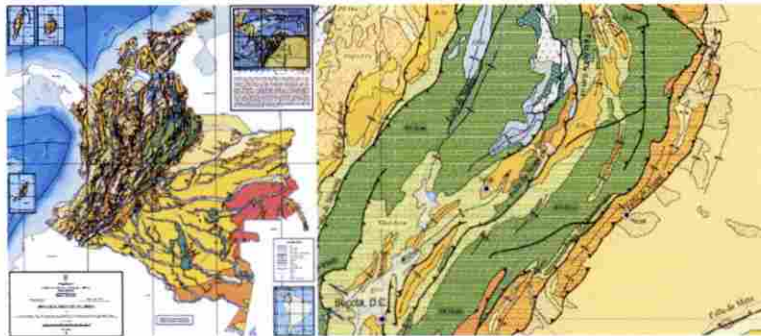
### OBJETIVO

Reconocer los diferentes ambientes naturales donde yacen depositados los materiales de construcción para calcular sus reservas con fines de explotación.

### ACTIVIDAD PREVIA

#### ¿QUÉ CONOCE USTED POR AMBIENTES NATURALES DE DEPOSITACIÓN DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN?

Los ambientes naturales de depositación de los materiales de construcción en canteras y el material de arrastre son muy particulares de cada región, dependen de procesos y ambientes geológicos que fueron creándose en determinados periodos de formación.



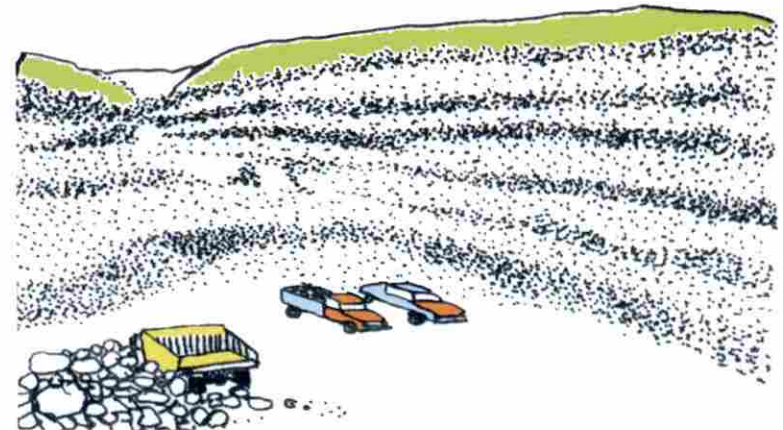
Mapa geológico de Colombia

Fuente: INGEOMINAS (Segunda edición, Año 2007)

Los materiales de construcción han contribuido al desarrollo de la infraestructura de ciudades, de vías, de puentes, de puertos, entre otras, y su explotación se ha venido haciendo en canteras, graveras y se definen de la siguiente manera:

**Canteras.** Se refiere a las explotaciones de rocas industriales, ornamentales y de materiales de construcción. Constituyen el sector más importante en cuanto a número ya que desde la antigüedad el hombre las ha explotado para extracción y abastecimiento de materias primas utilizadas en construcción y obras de infraestructura.

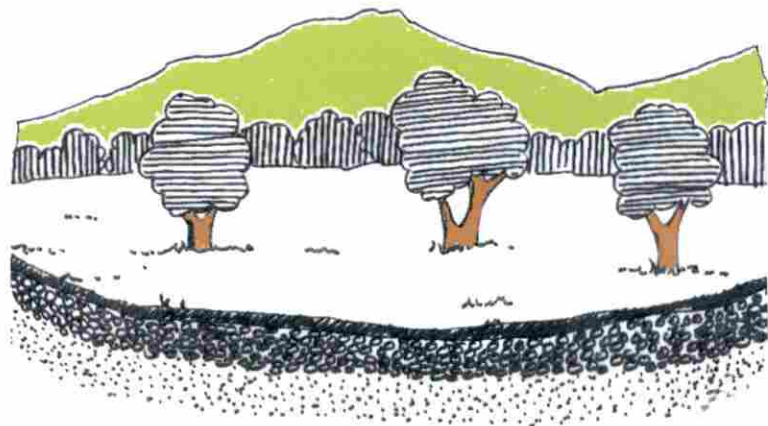
Antiguamente, debido al valor relativamente pequeño que tenían los materiales extraídos, las canteras se situaban cerca a los centros de consumo como pueblos y ciudades, y poseían dimensiones generalmente reducidas, hoy en día la situación es muy diferente.



Cantera de explotación

**Graveras.** Los materiales detríticos, como son las arenas y las gravas, albergados en los depósitos de valle y terrazas de los ríos, son objeto de una explotación intensa debido a la demanda de dichos materiales por el sector de la construcción.

Las arenas y los cantos rodados se encuentran poco cohesionados, por lo que las labores de arranque se efectúan directamente por equipos mecánicos. Las explotaciones suelen llevarse a cabo en un solo banco y con una profundidad inferior a los 20 metros.



Depósito de gravas en un valle

#### 4.1. AMBIENTES SEDIMENTARIOS

Un ambiente de depositación o ambiente sedimentario es simplemente un punto geográfico donde se acumulan los sedimentos. Cada lugar se caracteriza por una combinación

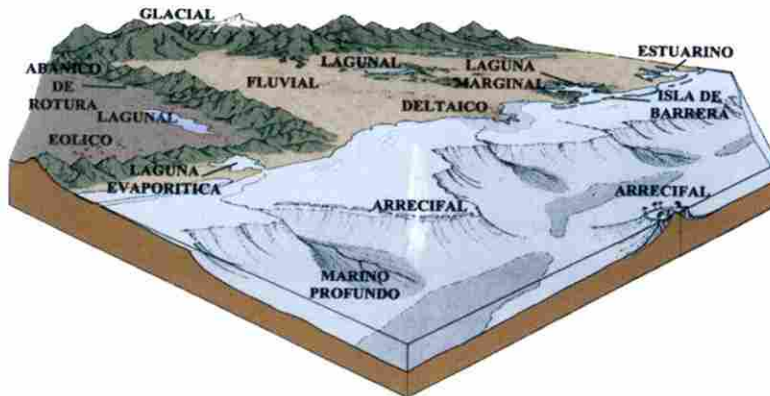
particular de procesos geológicos (procesos sedimentarios) y condiciones ambientales (físicas, químicas y biológicas) que las diferencian de zonas adyacentes.

Algunos sedimentos químicos que precipitan en cuerpos acuáticos son únicamente el producto de su ambiente sedimentario. Es decir, los minerales que los componen se originaron y se depositaron en el mismo lugar. Otros sedimentos se forman lejos del lugar donde se acumulan, así, estos materiales son transportados a grandes distancias de su origen por una combinación de gravedad, agua, viento y hielo.

La situación geográfica y las condiciones ambientales de un ambiente sedimentario determinan, en cualquier momento, la naturaleza de los sedimentos que se acumulan.

##### 4.1.1. Tipos de ambientes sedimentarios

Los ambientes sedimentarios suelen estar localizados en una de las tres categorías: **continental, marina o de transición (línea de costa)**. Cada uno consiste de un área donde el sedimento se acumula y donde los organismos viven y mueren. Por lo tanto, cada uno produce una roca o una agrupación sedimentaria característica que refleja las condiciones predominantes.

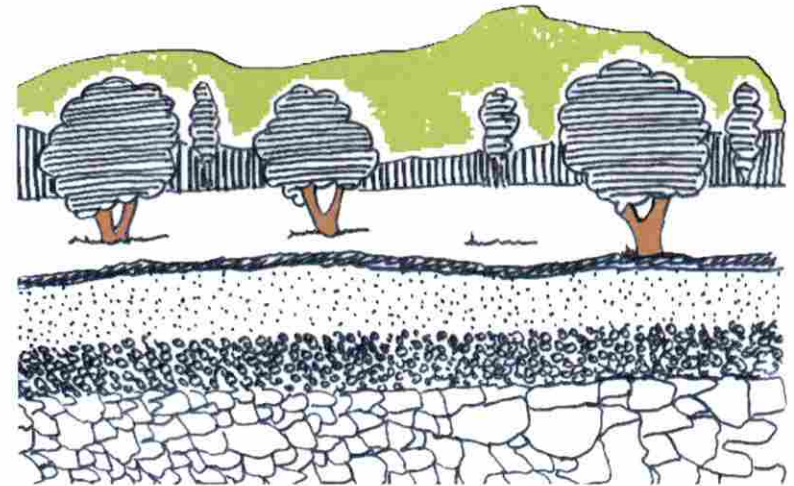


### Ambientes sedimentarios

Fuente: Geología Venezolana

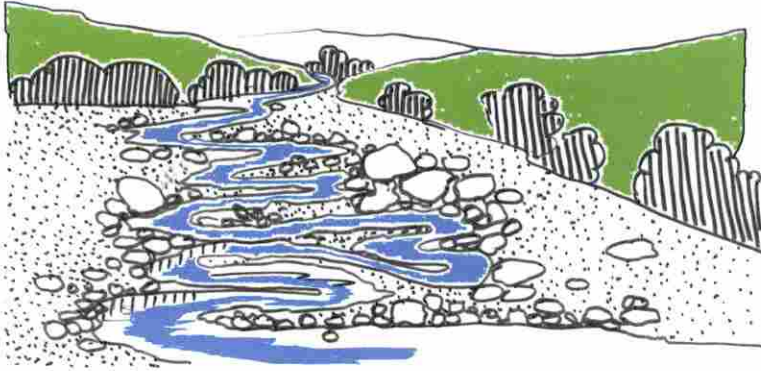
Según Villota (1990) se distinguen tres tipos de ambientes formadores de grava y arena:

- Abanicos aluviales.** Depósitos que presentan normalmente una cohesión elevada y un alto contenido de materiales finos. En sus canales se encuentran depósitos residuales de arena e incluso gravas. Depósitos fundamentalmente utilizables para préstamo y relleno.
- Depósitos de ríos terrazados.** Presentan unas características típicas de un curso continuo de agua con pendientes moderadas, con un lecho de inundación recorrido alternativamente por un complejo sistema de canales fluviales que da lugar a amplios depósitos de arenas y gravas con escasa presencia de finos. Así mismo, las partículas presentan índices de redondez y volúmenes altos.



### Depósitos de ríos terrazados

- Depósitos de ríos meandriformes.** Este tipo de sistemas fluviales puede presentar una evolución del sistema fluvial anterior, en el que predominan las formas sinuosas (curvas) del cauce, vista en planta como amplias y limosas llanuras de inundación. Puntualmente se desarrollan barras arenosas que constituyen buenas acumulaciones para áridos de tipo arena.



Tipo de canal en forma de meandros (curvas)

## 4.2. GÉNESIS DE LOS DEPÓSITOS DE MATERIAL DE ARRASTRE

Los depósitos de material de arrastre son el resultado de la concentración natural por procesos fluviales meteorizantes que desintegran fragmentos y partículas minerales de las rocas del basamento, sometidas posteriormente por las corrientes fluviales a procesos de transporte, abrasión y sedimentación.

En la génesis de los materiales de arrastre se consideran tres fases (erosión, transporte y depositación) que corresponden a una sola actividad singular. Para el desarrollo de los procesos hay que considerar una serie de factores incidentes<sup>1</sup> como son:

- ✓ El gradiente de corriente (pendiente de la superficie del agua) que influye en la velocidad.

<sup>1</sup> Villota, 1999

- ✓ El caudal y su regularidad (entiéndase caudal como agua y sedimentos en m<sup>3</sup>/s).
- ✓ La forma y regularidad de la sección transversal del cauce.
- ✓ La profundidad y amplitud del cauce, área de la sección transversal y perímetro mojado.
- ✓ La dirección o alineamiento del canal.
- ✓ Resistencia de las paredes y el fondo del cauce, su aspereza y rugosidad.
- ✓ La carga de sedimentos que recibe la corriente.
- ✓ La competencia y la capacidad de la corriente.

Según **las fases** se pueden describir de la siguiente forma:

**4.2.1. Erosión.** La erosión fluvial actúa en diferentes direcciones:

- ✓ **Socavamiento lineal en el fondo y en los lados del valle.** Relacionado con el caudal de la corriente, con la inclinación del cauce, con la resistencia de los materiales y con la regularidad de los caudales.
- ✓ **Desprendimientos y desplomes laterales de materiales.** Debido a la acción de las aguas de infiltración se presentan socavamientos de la corriente de agua en la base de las paredes del valle.
- ✓ **Erosión por el agua precipitada en la cabecera de los valles erosionales.** Produce regresión progresiva, alargamiento del valle y reducción en la altura de las divisorias de aguas.



**4.2.2. Transporte.** En este proceso los materiales aluviales son transportados por el agua, achicados, modificados por el choque contra las paredes del cauce y redondeados, siendo sorteados por tamaño, forma y densidad. La carga de sedimentos transportada por las corrientes y sus fuentes se clasifica como:

- ✓ Detritos y solutos proporcionados por los procesos de pendiente (denudación en general).
- ✓ Sedimentos desprendidos del propio lecho del río.
- ✓ Materiales producidos por la erosión y remoción gravitacional de las bancas u orillas del cauce.
- ✓ Depósitos re trabajados de terraza y planos inundables.
- ✓ Detritos producidos por acción glacial.
- ✓ Carga de desechos minerales y orgánicos que el hombre arroja a las corrientes.
- ✓ Los materiales eólicos (arenas, loes, cenizas) que caen directamente sobre las corrientes.

**4.2.3. Deposición.** La deposición de la carga de sedimentos de una corriente tiene lugar por medio del proceso de sedimentación diferencial. Esta se da en función de la carga y las características de los elementos transportados. Primero cesan de rodar los cantos más grandes, luego los más pequeños, seguidos por los guijarros, gravas, arenas gruesas y medias, y finalmente la arena fina, limos que transportados en suspensión precipitan al lecho. El proceso de sorteamiento de material, **según granulometría** trabaja en dos direcciones:

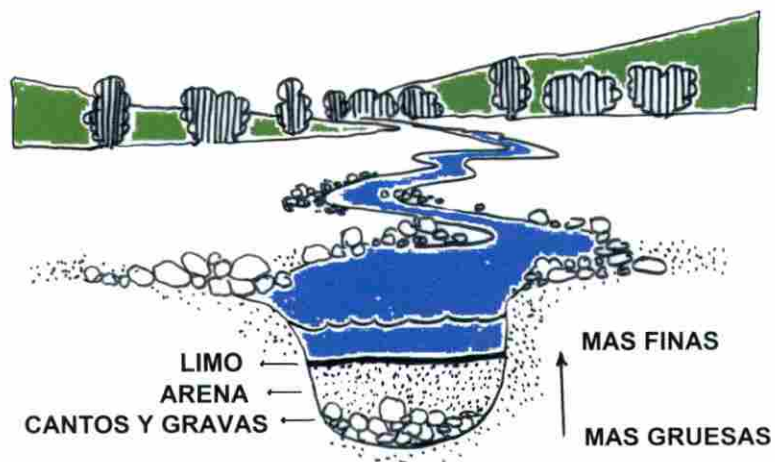
**1. Gradiente textural longitudinal.** Se da cuando un sistema de

agua (diseminado, desbordado) con carga en suspensión está sobre una superficie a nivel con iguales condiciones de clima y material parental. El sistema pierde energía por incremento de la fricción provocando que las partículas se depositen selectivamente en la dirección longitudinal de flujo, que van de las más gruesas a las más finas.



### Deposición en forma longitudinal

**2. Gradiente textura vertical.** Determinado por la decantación (separación) selectiva de partículas en suspensión, dado que cuando la energía de transporte se reduce en un mismo sitio decanta primero las gruesas y luego las más finas. Está relacionada con el tiempo de precipitación que caracteriza a cada fracción.



#### Deposición en forma Vertical

### 4.3. GEOLOGÍA

La geología de cada zona según la región donde se vaya a ejecutar un proyecto de explotación de materiales de construcción, es muy particular dado que las formaciones y ambientes geológicos no son los mismos. Por lo anterior, deben realizarse los estudios correspondientes de geología para determinar las formaciones presentes en cada zona, los tipos de ambiente y las clases de rocas presentes. No obstante, la información recopilada de la región permite la elaboración del plano geológico de la zona a intervenir con su respectiva columna estratigráfica.

### 4.4. RESERVAS

Por estimación de recursos entendemos la determinación de la cantidad de materia prima contenida en un yacimiento o en una de sus partes. La mayoría de los recursos y reservas se calculan en **toneladas métricas**, la de metales preciosos (oro, plata y platino) se calculan en **kilogramos**; los diamantes en **kilates** y las reservas de gas natural, arena, piedras para la construcción, agua subterráneas, se estiman en **metros cúbicos**. Esta cuantificación formal de las materias primas minerales y materiales, estimada por procedimientos empíricos o teóricos se denomina "Inventario Mineral", el cual se expresa en términos de recurso y de reservas; para el caso de las reservas de los materiales de construcción hay que tener en cuenta las propiedades físicas y químicas.

**La cantidad de reservas de un yacimiento, como factor principal que determina la viabilidad económica, posee una gran influencia en la vida útil del yacimiento**, es decir, en la producción anual y en la decisión final de invertir en la explotación minera.

Estos trabajos tienen como objetivo fundamental la mejor estimación de la ley (minerales metálicos) o las propiedades físicas y químicas (materiales de construcción) y el tonelaje de los bloques de un cuerpo mineral, así como determinar los errores probables de la estimación con cierto nivel de precisión. La relevancia de las estimaciones depende de la calidad, de la cantidad, de la distribución espacial de las muestras y del grado de continuidad de la mineralización. En el cálculo de las reservas para materiales de construcción se debe tener en cuenta las propiedades físicas.

**Para definir las reservas de un depósito de mineral o material** se deben tener en cuenta las siguientes variables:

1. Delimitación del yacimiento según el área del Contrato de Concesión.
2. Determinación de la superficie del depósito ( $m^2$ ).
3. Determinación de la potencia o espesor (m).
4. Definición del peso específico del mineral, material ( $Ton/m^3$ ).
5. Determinación de las propiedades físico-mecánicas del material, mineral, macizo rocoso.
6. Otras de las variables a considerar son la topografía del terreno, geología, economía, incluyendo aspectos ambientales, sociales, legales y/o políticos que pueden restringir la explotación de todo o parte del material o del recurso mineral.

En la cuantificación de reservas existen varios métodos aplicables de acuerdo con el tipo de yacimiento, que se nombran a continuación como fuente de información:

1. Método de la media aritmética.
2. Método de los bloques geológicos.
3. Método de los perfiles. **Utilizado en material de arrastre.**

4. Método de los polígonos. **Utilizado en canteras.**
5. Método de los contornos topográficos.
6. Método estadístico.
7. Método de los bloques de explotación. **Utilizado en canteras.**

#### 4.4.1. Clasificación de reservas

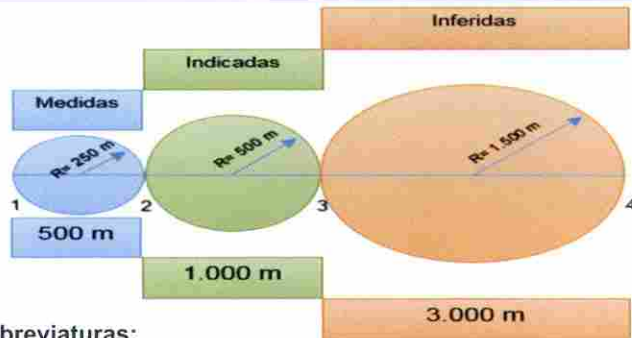
Teniendo en cuenta los grados de certeza geológica, seguridad técnica y seguridad económica, las categorías de los recursos y reservas se definen de la siguiente manera:

**Medidas.** Los puntos de Información distan **hasta 500 m el uno del otro**, lo que equivale a un radio de influencia de hasta 250 m, contados a partir de un punto de información.

**Indicadas.** Los puntos de información distan entre 500 y 1.500 m el uno del otro, lo que equivale a una influencia de hasta 500 m comprendida entre los 250 m y los 750 m, contados a partir de un punto de información.

**Inferidas.** Los puntos de información distan entre 1.500 y 4.500 m el uno del otro, lo cual equivale a un área de influencia de hasta 1.500m, comprendida entre los 750 y los 2.250 m, contados a partir de un punto de información.

### CLASIFICACIÓN DE RESERVAS



**Abreviaturas:**

Puntos de Control = 1,2,3,4  
R = Radio de Influencia

**Fuente: INGEOMINAS**  
Segunda edición. Número 30 de 2010

#### 4.4.2. Cálculo de los recursos

Para cuantificar las reservas y recursos de un mineral o material del área que se pretende explotar, se procede al cálculo de los recursos aplicando la siguiente ecuación:

$$t = \frac{a \cdot e \cdot d}{\text{Cos } \varphi}$$

Donde:

a = área (m<sup>2</sup>).

e = espesor del bloque de mineral (m).

d = peso específico del mineral, material (Ton/m<sup>3</sup>).

φ = Inclinación del Bloque de Mineral.

t = toneladas de mineral o material.

Este procedimiento se aplica para yacimientos en forma de mantos y bancos (carbón, caliza, entre otros). Para material de arrastre se puede aplicar la metodología anterior (cuando el lecho del río es horizontal) y el método de los perfiles.

Antes de desarrollar una explotación de materiales de construcción debe conocerse las condiciones de formación de los depósitos, el origen y el tipo de material a extraer, como la cantidad de recursos presentes.

#### ES IMPORTANTE:

1. Definir el tipo de ambiente a que pertenece el depósito, **si es material de cantera o río**. Cada depósito es particular de cada región y depende de la formación geológica.
2. Según Villota, en los materiales de río se distinguen tres tipos de ambientes que forman gravas y arenas como son:
  - ✓ ABANICOSALUVIALES
  - ✓ DEPÓSITOS DE RÍOS TERRAZADOS
  - ✓ DEPÓSITOS DE RÍOS MEANDRIFORMES
3. Conocer tanto la formación de los depósitos de río o material de arrastre, como las fases de (erosión, transporte y depositación) que dieron origen a los materiales, lo cual permite una buena explotación y utilización en la industria de la construcción.
4. Conocer la cantidad de reservas de un depósito de material de arrastre o de una cantera de explotación, porque permite planificar una buena explotación dependiendo de la cantidad de material o de mineral con el que se cuenta.

## 5. CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

### OBJETIVO

Identificar las características de los materiales de construcción provenientes de las explotaciones de canteras y ríos, para determinar la calidad y aplicación del material en los diferentes sectores de la industria.

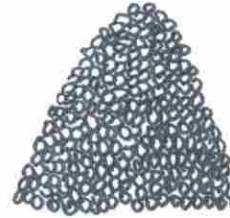
### ACTIVIDAD PREVIA

#### ¿QUÉ CARACTERÍSTICA DEBE TENER EL MATERIAL QUE USTED UTILIZA EN CONSTRUCCIÓN?

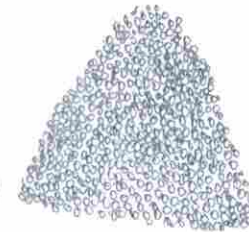
Los materiales deben contar con características generales y también particulares que permitirán elaborar mezclas que den como resultado estructuras y construcciones más adecuadas para cada zona o región del territorio colombiano teniendo en cuenta el clima, los movimientos telúricos y sísmicos, las características del terreno, los suelos y otras de tipo estructural.

Para garantizar una determinada granulometría se hace necesario contar con el almacenamiento del material y aplicar los procedimientos adecuados con la utilización de equipos de explotación, clasificación, trituración, lavado y mezcla de fracciones, que garanticen el suministro de un producto de características uniformes.

### Características de los Materiales de Construcción



Triturado para vías



Triturado para puentes



Triturado para edificios

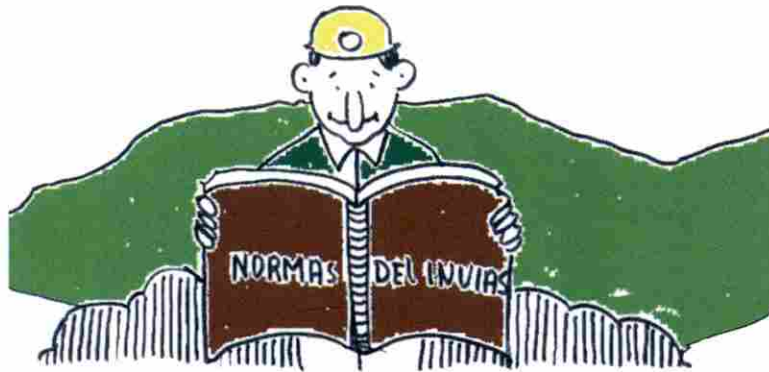
### Materiales Trasformados para su utilización



Productos comercializados por la Central de Triturados  
Fuente: Central de Triturados

## 5.1. NORMATIVIDAD DE VÍAS

De acuerdo al uso de los materiales en la infraestructura de vías, las bases granulares deben cumplir con Normas de control de calidad para materiales de construcción, dadas por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS).



### Aplicación de la norma del INVIAS

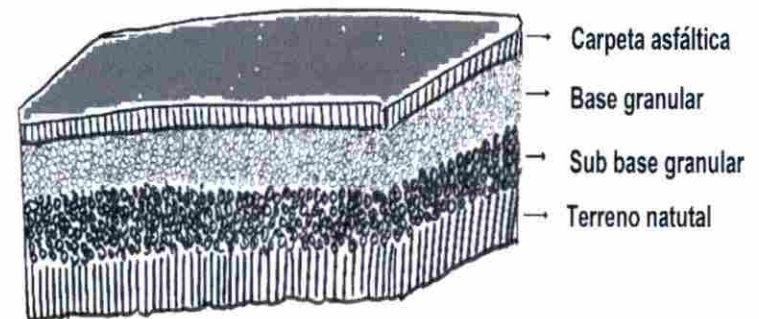
A continuación se muestran los requisitos de calidad que deben cumplir los diferentes materiales para ser utilizados en la construcción, dependiendo de su uso específico requerido:

#### • BASE GRANULAR

1. Granulometría lavada.
2. Límite Atterberg.
3. Índice de alargamiento y aplanamiento INV E 230-07

4. Relación de soporte del suelo en el laboratorio método 1 INVE 148.
5. Sanidad de los agregados frente a la acción de las soluciones de sulfato de sodio o de magnesio INV E 220-07.
6. Proctor modificado método 2.
7. Determinación de los terrones de arcilla y partículas deleznable en los agregados INVE 211-07.
8. Resistencia al desgaste de los agregados de tamaños menores a 37.5 mm por medio de la máquina de los ángeles INVE 218 en seco 500 revoluciones.
9. Equivalente de arena de suelos y agregados finos INV 133-07.
10. Porcentaje de caras fracturadas en los agregados INV E 227-07

Utilización de los materiales según el uso



Materiales para base y sub base granular en vías

- **GRAVILLA PARA CONCRETO Y PAVIMENTO**

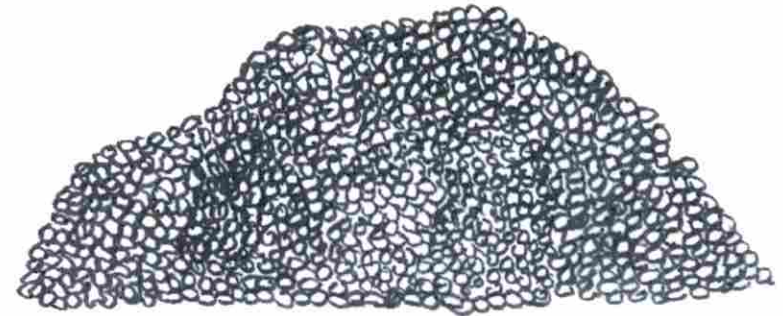
1. Granulometría lavada para concreto hidráulico.
2. Resistencia al desgaste de los agregados de tamaños menores a 37.5 mm por medio de la máquina de los ángeles INV E 218 en seco 500 revoluciones.
3. Índice de alargamiento y aplanamiento de los agregados para carreteras INV E 230-07.
4. Porcentaje de caras fracturadas en los agregados INV E 227-07.
5. Cantidad de fino que pasa el tamiz de 75 un número 200 en los agregados INV E 214-07.
6. Sanidad de los agregados frente a la acción de las soluciones de sulfato de sodio o de magnesio INV E 220-07.
7. Densidad y absorción para concreto hidráulico.

En la construcción de afirmados y sub bases granulares los materiales serán agregados naturales clasificados, pueden venir de la trituración de rocas y gravas o podrán estar constituidos por una mezcla de productos de ambas procedencias. Por lo anterior, será obligatoria la utilización de un agregado que contenga una fracción de productos de trituración mecánica. En ambos casos, las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas y sin materia orgánica u otras sustancias perjudiciales. Sus condiciones de limpieza dependerán del uso que se vaya a dar al

material. El INVIAS clasifica estos materiales de acuerdo con el uso para las vías.

- **LOS CONCRETOS**

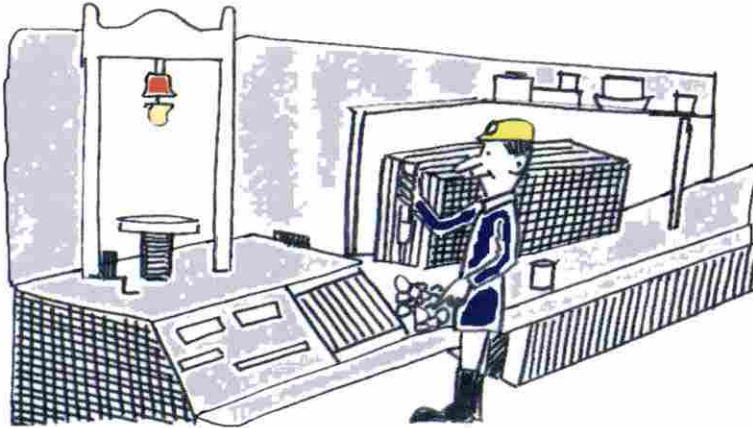
La normatividad por la cual se rige los concretos en **Colombia se hace a través de las Normas Técnicas Colombianas (NTC)**, por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (**ICONTEC**) y por el **INVIAS, relacionadas con los agregados naturales que determinan las especificaciones para el uso de estos materiales en la fabricación de** concreto de cemento Portland.



**Gravilla para concretos**

**Las especificaciones de ICONTEC e INVIAS requeridas para los agregados naturales empleados en la elaboración de concretos en Colombia giran** en función de las especificaciones generales tanto para el **concreto de cemento Portland, capas de carretera, mampostería, como para materiales livianos para concreto ligero.**

## 5.2. TIPOS DE ENSAYOS



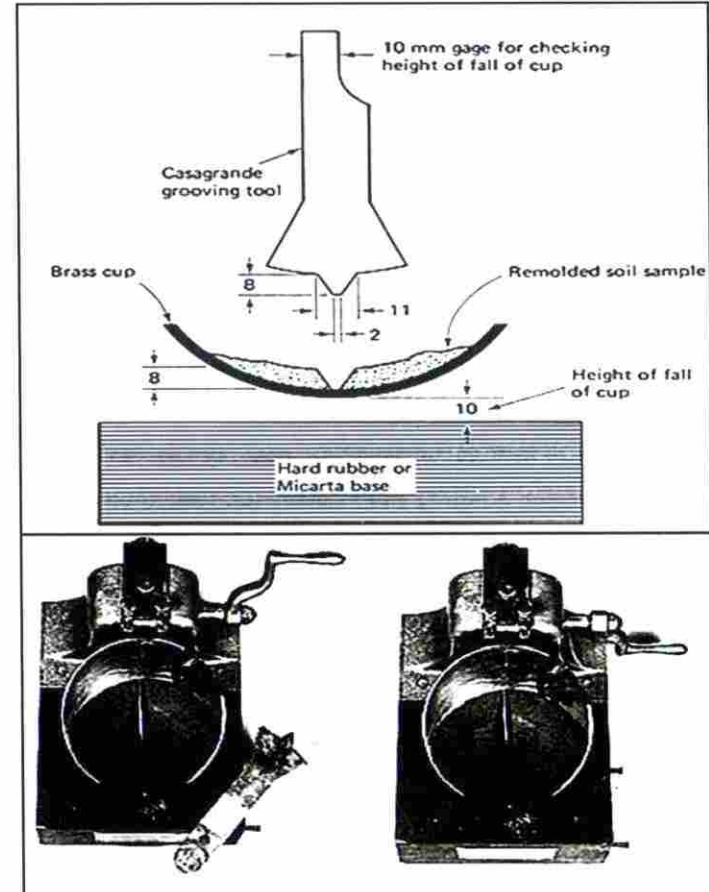
### Laboratorio para hacer la caracterización del material

Los ensayos más importantes que permiten valorar las características, la calidad física y química de los agregados naturales que se encuentran establecidos, son los siguientes:

- **Límites de Atterberg y Análisis granulométrico**

Los límites de Atterberg son una serie de pruebas conducentes a determinar cómo se comportan los suelos dependiendo del contenido de agua que estos contengan, es decir, los cambios en los estados de los suelos según la pérdida gradual de humedad.

En este ensayo se toman una serie de datos para clasificar el tipo de suelo con base en su plasticidad.



Aparato de Casagrande, utilizado para realizar Límites de Atterberg

Fuente: Manual de laboratorio de mecánica suelos, Universidad Nacional de Colombia, seccional Medellín

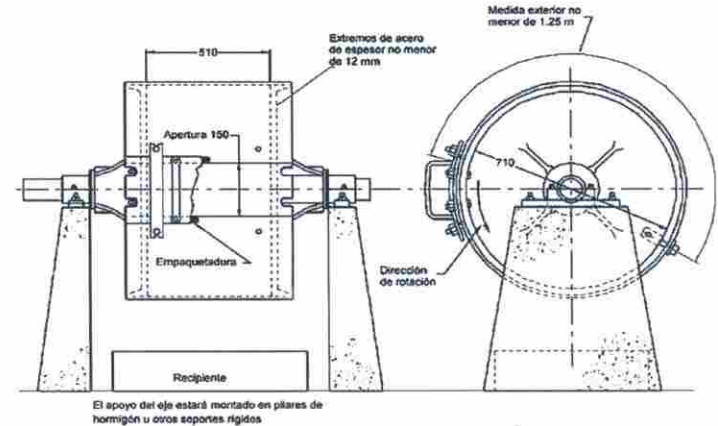


El análisis granulométrico se realiza en suelos gruesos cuya granulometría se obtiene colocando una serie de mallas en orden progresivo vaciando la muestra sobre la primera malla, luego se tapa herméticamente y se coloca en un agitador que sacude la muestra con una rotación horizontal y a la vez se aplican regularmente golpes secos en dirección vertical durante 15 minutos aproximadamente. Luego se retiran las mallas del agitador mecánico, vaciando el contenido de cada tamiz y obteniendo así el peso retenido.

El análisis granulométrico es un ensayo que clasifica el suelo en función del tamaño de grano predominante en su composición, mediante el sistema unificado de clasificación de suelo.

- **Máquina de los ángeles para determinar la dureza del material.**

Para determinar la dureza del material se utiliza un método indirecto cuyo procedimiento se encuentra descrito en las Normas de Ensayo de Materiales para los agregados gruesos, que consiste básicamente en colocar una cantidad específica de agregado dentro de la **Máquina de los Ángeles** como se observa en la figura. Se añade una carga de bolas de acero y se le aplica un número determinado de revoluciones de acuerdo con la norma. Método que se desarrolló para distinguir entre **agregados buenos y malos para pavimentos**, donde las fallas prematuras de éstos se atribuyen a la presencia de agua; también es importante porque con ella **conocemos la durabilidad y la resistencia que tendrá el concreto para la fabricación de losas de estructuras simples** o en estructuras que requieran alta resistencia del concreto.



**Máquina del ensayo de abrasión Los Ángeles**

Fuente: Norma del I.N.V. E - 218 - 07

### RECUERDE QUÉ:

**Una buena caracterización de los materiales permite determinar la calidad y utilización del mismo, en las diferentes áreas de la industria de la construcción.**

1. Existe una normatividad del INVIAS que debe aplicarse para los materiales de construcción según el tipo de vías y el tráfico.
2. Existen Normas Técnicas Colombianas (NTC) y las del INVIAS, las cuales se aplican a los agregados para la fabricación de concretos.
3. Para la utilización de los materiales en las diferentes áreas de la infraestructura de la construcción, es necesario una serie de ensayos que permiten caracterizar el material. Dentro de los ensayos más importantes se tienen:
  - Límites de Atterberg y Análisis granulométrico.
  - Dureza del material.

## 6. MÉTODOS EXTRACTIVOS

### OBJETIVO

Conocer los métodos de explotación aplicables a la minería a cielo abierto, especialmente para materiales de construcción.

### ACTIVIDAD PREVIA

#### ¿QUÉ MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN CONOCE?

Es la forma como se extrae un material de un depósito mediante la aplicación de técnicas de diseño y planeación minera, para lo cual se hace necesario definir un método de explotación de minería a cielo abierto.

Existen aproximadamente diez métodos de explotación para minería a cielo abierto, éstos son utilizados para diferentes tipos de depósitos minerales y materiales de los cuales hay ocho métodos aplicables a los materiales de construcción.

De estos métodos de extracción, los más utilizados en Colombia son cuatro que se definen a continuación:

#### 6.1. DIQUES TRANSVERSALES O DARSENAS

##### Características:

- Son muy utilizados en los materiales de arrastre que se originan

en los lechos de los ríos y rivera, allí se presentan grandes depósitos con buenas acumulaciones de materiales de alta calidad.



#### Métodos de explotación de diques transversales o dársenas

Fuente: Mina El Venado Paso Cusiana, Tauramena, Casanare

- Se obtiene una reducción sustancial en los costos para la extracción de material. Se presenta una mitigación de los impactos ambientales producidos en el lecho y en la rivera del río.



Esta es una explotación por diques transversales o dársenas

- La principal función de los diques transversales es la de mejorar la producción de la mina de forma inmediata y efectiva, en la extracción de material de arrastre previniendo y mitigando los impactos ambientales generados por estas labores.



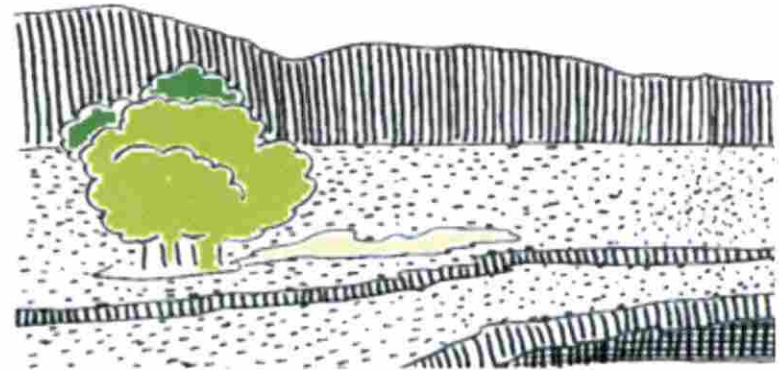
Diseño minero de una explotación por diques transversales o dársenas

Fuente: Mina El Venado Paso Cusiana, Tauramena, Casanare

## 6.2. BANCOS O TERRAZAS

Características:

- Este método consiste en una minería de banqueo con avance en una sola dirección.



Explotación por bancos o terrazas

- Se aplica en yacimientos relativamente horizontales de uno o varios niveles con recubrimientos potentes, además permiten depositar los materiales estériles en el hueco creado.



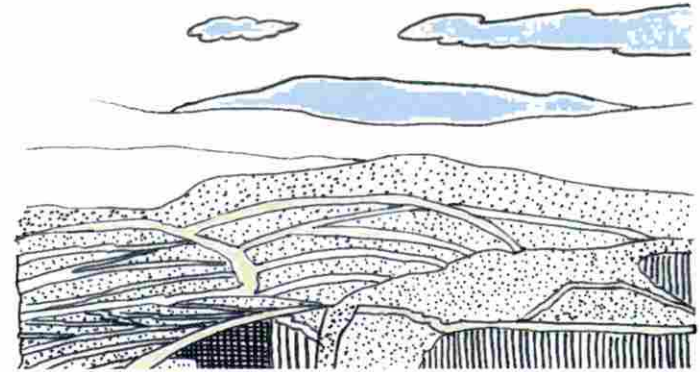
**Explotación por bancos o terrazas**  
**Fuente: Mina Kennecott (Utah, Estados Unidos)**

- Las profundidades que se alcanzan en este método son importantes existiendo una limitación de tipo económico.

### 6.3. CANTERAS

#### Características:

- El método aplicado es el de banqueo con uno o varios niveles y gran número de canteras a media ladera.



**Explotación de canteras**

- Este tipo de explotación se da en canteras donde la extracción no es cuidadosa y resultando grandes alturas de los bancos. Aquí se alcanzan grandes bloques de explotación.



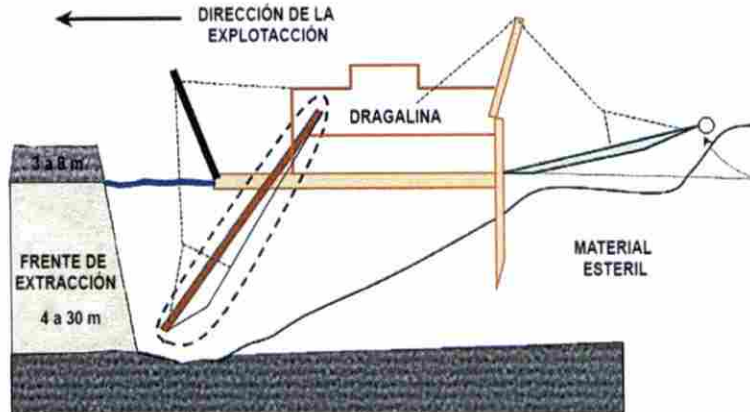
**Método de explotación por canteras**  
**Fuente: Extracciones de caliza en una colina ubicada en las afueras de Thiruvananthapuram, India**

- Estas explotaciones se caracterizan por el gran número de bancos que se abren para arrancar los bloques, se obtienen planos de corte definidos.

#### 6.4. DRAGADO

##### Características:

- La aplicación de este método de explotación es muy conocido en la extracción de oro y materiales de construcción en el lecho de los ríos y las riveras.
- Este método se aplica inundando previamente la zona donde se va a llevar a cabo la explotación del mineral, se utiliza mucho en la minería de oro de aluvial. Es importante resaltar que aquí se obtienen grandes cantidades de material de arrastre como son las gravas y arenas.



##### Método de explotación por dragado

Fuente: Adaptado de Introducción a la Geología y Minería al Carbón para Ingenieros

Existen otros métodos de explotación para minería a cielo abierto que son aplicables a la extracción de materiales de construcción, pero solamente se nombran como información:

- **Tajo Abierto.** Extracción del estéril y material mediante la utilización de perforadoras y explosivos.
- **Minería de Contorno.** Aplicado para depósitos pequeños, requiere de poco personal y tiempo para la preparación de la explotación.
- **Métodos Mixtos o Especiales.** Utilizado en depósitos de fuerte inclinación, éstos presentan gran recubrimiento de material estéril.
- **Graveras.** La extracción del material se hace directamente mediante la utilización de equipos mecánicos como retroexcavadoras, cargadores y volquetas, y la explotación es en un solo banco con profundidades inferiores a los 20 metros.



Método de explotación por graveras  
Fuente: AYTSA (Áridos y Transportes S.A.)

### RECUERDE QUE:

Los métodos más comunes para explotar materiales de construcción de canteras y ríos son:

- **DIQUES TRANSVERSALES O DÁRSENAS**
- **BANCOS O TERRAZAS**
- **CANTERAS**
- **DRAGADO**

La cantera aporta material para la industria de la construcción, cementera e industria química.

## 7. OPERACIONES MINERAS

### OBJETIVO

Identificar las diferentes actividades que se realizan para el desarrollo y la extracción de materiales de construcción y arrastres, para ejecución de un proyecto minero.

### ACTIVIDAD PREVIA

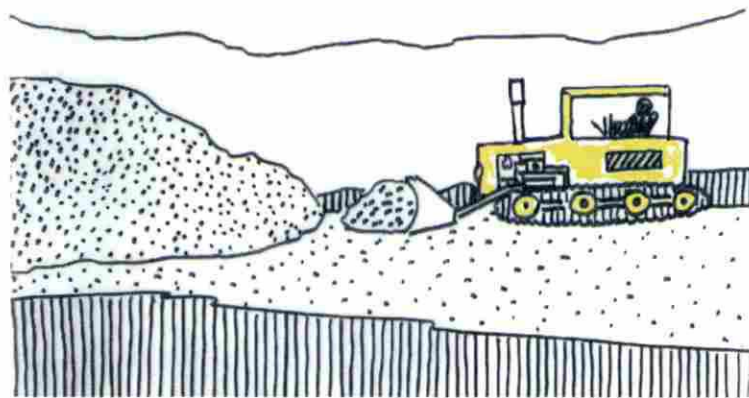
#### ¿QUÉ ACTIVIDADES MINERAS DEBE TENER EN CUENTA EL MINERO DURANTE EL DESARROLLO DE LA EXPLOTACIÓN DE UNA CANTERA?

Las operaciones mineras son un conjunto de actividades que se ejecutan para desarrollar un proyecto minero. Dependen de la magnitud del yacimiento y del alcance de éste en el tiempo, por lo tanto, es importante tener en cuenta estudios que garanticen la viabilidad de la explotación.

Entre las operaciones más importantes en el desarrollo de un proyecto se encuentran:

#### 7.1. PREPARACIÓN

Se realiza limpieza y remoción de la capa vegetal en las áreas de trabajo. Generalmente se utilizan: moto niveladora, moto traillas, Buldócer, entre otros.

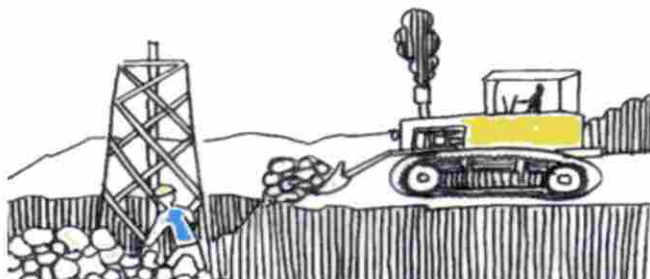


**Mototraillas y Buldócer**

Fuente: Guía de Referencia Rápida de Aplicaciones de Maquinaria, Caterpillar

## 7.2. ARRANQUE

Es la extracción del estéril y del mineral de interés fragmentando a un tamaño que pueda ser manipulado por el sistema definido de cargue y transporte. En la extracción del cuerpo mineralizado se debe evitar la contaminación del material de interés con el estéril.



Explotación de una cantera, donde se hace perforación y voladura

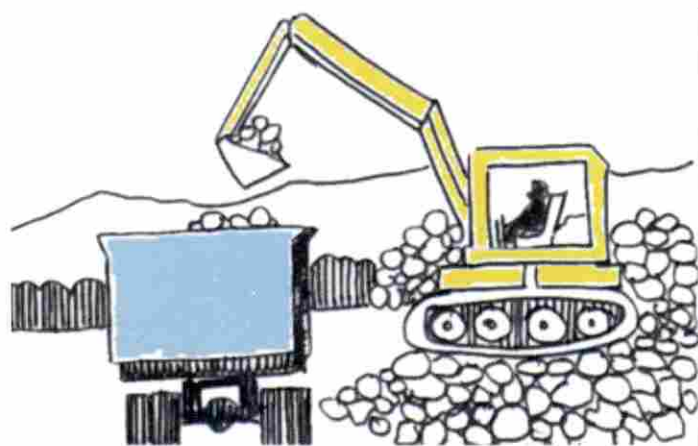


Arranque en una cantera. Proceso de perforación y voladura y fragmentación de sobre tamaños mediante un martillo hidráulico  
Fuente: Guía de referencia rápida de aplicaciones de maquinaria, Caterpillar

## 7.3. CARGUE

Es la operación de cargue del mineral o estéril al sistema de transporte definido y puede ser de dos formas:

**Método Cíclico:** se utilizan herramientas como palas de empuje, cargadores, retroexcavadoras, dragalinas y grúas de almejas. Este método consiste en llenar el cucharón, cargue y despacho del vehículo.



Cargue del material explotado mediante retro excavadora y volqueta

**Método Continuo:** se utiliza la rueda de cangilones que alimenta bandas transportadoras. Esta es una actividad en forma sucesiva e interrumpida.



## 7.4. TRANSPORTE

Es el traslado del material o mineral arrancado hasta el sitio de acopio o planta de beneficio, así como el estéril es llevado a los botaderos. Para estas actividades se utilizan camiones auto descargantes y bandas transportadoras.



Proceso de carga al interior del proceso productivo  
Fuente: Guía de Referencia Rápida de Aplicaciones de Maquinaria, Caterpillar

## 7.5. ACOPIO

Es el almacenamiento del material extraído de la mina para su comercialización o posterior beneficio y uso. Estas áreas deben estar en función de cantidad de material a extraer, el tiempo de almacenamiento y calidad de éste. Entre los sistemas de almacenamiento se encuentran:

- **Almacenamiento en Pila:** el descargue del material se hace en volquetas luego se procede al arrume del material con tractor de llantas, orugas o traillas, y el cargue del material con cargador.
- **Almacenamiento en Silos:** se realiza a través de bandas transportadoras. Descargue directo a camiones u otro medio de transporte, para luego ser llevado a los sitios de consumo.

## 7.6. ÁREAS DE DISPOSICIÓN DE MATERIAL ESTÉRIL O BOTADEROS

Es el depósito final o temporal de los materiales que no presentan ningún valor económico y que acompañan al material o mineral.



Área de disposición final de material estéril proveniente de la explotación

## 7.7. BENEFICIO Y TRANSFORMACIÓN

El beneficio de un material de construcción comprende procesos de selección, trituración, molienda, mezcla y homogenización, lavado, y otras operaciones similares a que se somete el material explotado en bruto para luego ser utilizado según las necesidades de la industria e infraestructura.



Proceso de beneficio

Fuente: Central de Triturados. Nobsa, Boyacá

### 7.7.1. Operaciones Auxiliares

Comprende todas aquellas operaciones que sirven de apoyo al proceso de beneficio y transformación de minerales.

- **Transporte interno.** Es todo aquello que esté directamente relacionado con el manejo y movimiento del mineral desde los sitios de almacenamiento en la planta de beneficio y transformación hasta los silos y centros de acopio. Se utilizan bandas transportadoras, ductos de transporte, camiones o maquinaria pesada, entre otros.

- **Almacenamiento y empaque.** Son las instalaciones en las que el mineral puede ser despachado a granel o empacado, según corresponda su destino.

### RECUERDE QUE:



## 8. BENEFICIO Y TRANSFORMACIÓN

### OBJETIVO

Conocer la actividad de beneficio de los materiales de construcción, extraídos de canteras y ríos, para transformarlos, mejorar su calidad y uso en la industria.

### ACTIVIDAD PREVIA

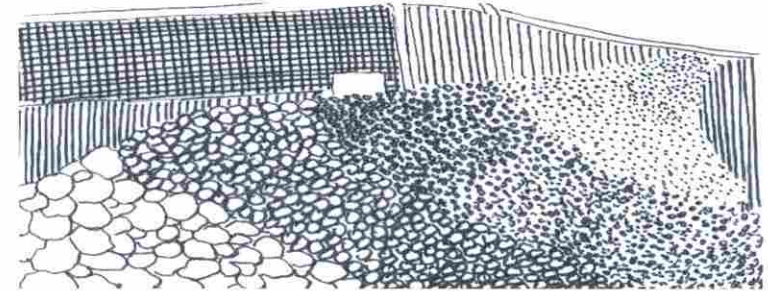
#### ¿QUÉ PROCESOS DE BENEFICIO DEBE REALIZARSE A UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PARA TRANSFORMARLO Y MEJORAR SU CALIDAD?

El beneficio de los minerales consiste en el proceso de separación, molienda, trituración, mezcla y homogenización, lavado, concentración, y otras operaciones similares a que se somete el material o mineral extraído de la explotación para su posterior transformación y utilización.

Es importante tener en cuenta los pasos a seguir para hacer un buen beneficio de los materiales, según la utilización y aplicación en los diferentes sectores de la industria de la construcción.

#### 8.1. PROCESOS DE BENEFICIO

El beneficio de los materiales comprende una serie de procesamientos que se pueden realizar sobre el mineral o material extraído para obtener productos útiles o valiosos. Se puede realizar beneficio del material mediante transformación física.



Proceso de transformación del material

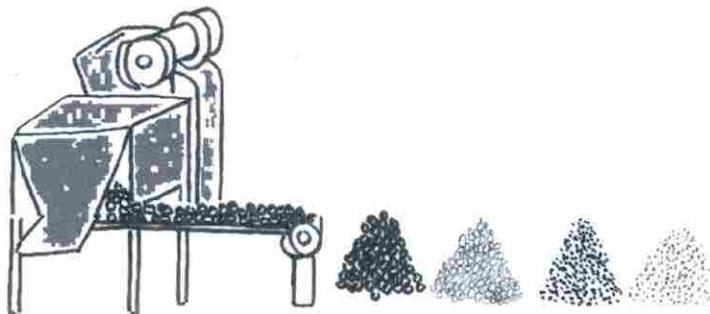
**8.1.1. Lavado.** El lavado es el proceso mediante el cual se elimina el lodo y material orgánico presente en algunos materiales y minerales. Se realiza en las zarandas vibratorias y estacionarias, se emplea el agua a presión para la separación de los materiales; el rociado del agua disgrega los sólidos y las zarandas separan los materiales gruesos de los finos.



Proceso de lavado

Fuente: Mineros Nacionales S.A.

**8.1.2. Trituración.** La trituración pretende disminuir el tamaño de los trozos de roca provenientes de la mina, se clasifica en primaria y secundaria.



Proceso de trituración

#### Equipos:

- **Primarias:** trituradoras de quijadas o mandíbulas y trituradoras giratorias.
- **Secundarias:** trituradoras giratorias, de cono y de rodillos.

**8.1.3. Molienda.** En general el proceso consiste en reducir las partículas gruesas procedentes de la trituración secundaria a un tamaño menor.

Los molinos se clasifican según su modo de trabajo en:

- Molinos que trabajan por percusión: molinos de pisones.
- Molinos que trabajan por fricción: molinos de disco.
- Molinos que trabajan por fricción y percusión: molinos rotatorios.

Los molinos rotatorios son medios moledores sueltos (bolas, guijarros, y barras) y reducen el tamaño de partículas aplicando esfuerzos por impacto y corte.

La molienda puede realizarse en seco utilizando ventiladores y de manera húmeda mediante el agua.

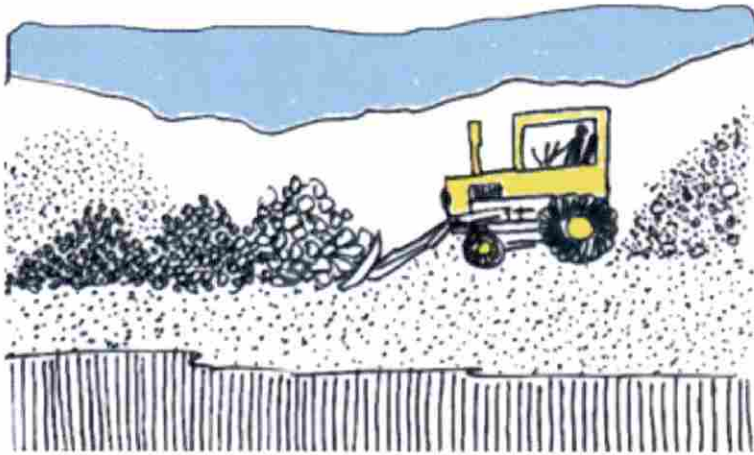


Proceso de molienda

Fuente: Mineros Nacionales S.A.

#### 8.1.4. Homogenización.

- Pre homogenización. Es el proceso de mezcla de las materias primas trituradas previo a la molienda. Sirve para compensar las variaciones de granulometría y de composición química.



Proceso de mezcla del material

- **Homogenización.** Este proceso se realiza generalmente en silos donde se almacena el producto de la molienda y la mezcla se da por la combinación de mecanismos de alimentación por gravedad.

El proceso de homogenización se realiza por vía seca y por vía húmeda.

**8.1.5. Clasificación.** Es la separación de los componentes de una mezcla de partículas en dos o más fracciones de acuerdo con su tamaño.

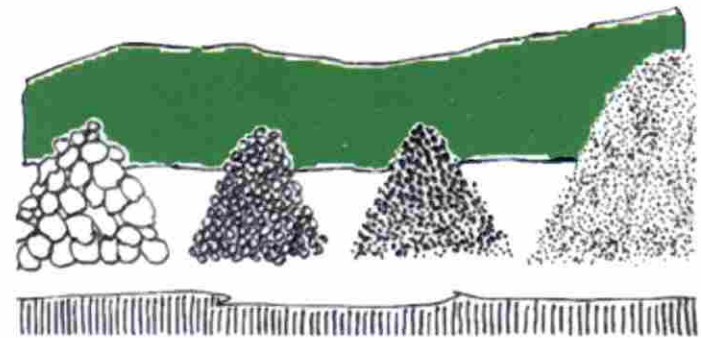
Durante el tamizado, el material es colocado en mallas que retienen las partículas más grandes.



Proceso de clasificación

Fuente: Agregados del Cusiana S.A, Tauramena, Casanare

Los equipos utilizados para hacer la clasificación son una serie de mallas que reparten el material por su tamaño.



Clasificación del material por tamaños

## 8.2. OPERACIONES AUXILIARES

Comprende todas aquellas operaciones que sirven de apoyo al proceso de beneficio y transformación de materiales y minerales en cuanto a su manejo, hablamos de almacenamiento, transporte y empaque, o despacho a granel.

- **Transporte interno.** Hace referencia a todo aquello que esté directamente relacionado con el manejo y movimiento del material o mineral desde los sitios de almacenamiento en la planta de beneficio y transformación, hasta los silos y centros de acopio. Se utilizan bandas transportadoras, camiones o maquinaria pesada, entre otros.
- **Almacenamiento y empaque.** Los silos y centros de acopio estarán dotados de instalaciones en las que el material o mineral pueda ser despachado a granel o empacado.
- **Disposición de material estéril.** Es la disposición técnica final o temporal de los materiales residuales de beneficio.

### RECUERDE QUE:

1. El beneficio y transformación de los materiales de cantera o de río requiere una serie de pasos que permitan obtener un producto acorde con las necesidades y la utilización en las diferentes áreas de la construcción.
  2. Es necesario realizar una trituración primaria y secundaria para luego clasificar el material en mallas, según el tamaño requerido.
  3. Es importante saber que los materiales que presenten estériles pueden dañar la calidad del producto, por lo tanto se hace necesario lavarlo antes de ser llevado a los sitios de consumo.
- Lo anterior facilita al empresario minero permanecer en el mercado.

## 9. COMERCIALIZACIÓN

### OBJETIVO

Determinar la importancia de los materiales extraídos de canteras o ríos mediante su comercialización, para incrementar la explotación y crecimiento de la empresa.

### ACTIVIDAD PREVIA

¿QUÉ ASPECTOS SE DEBEN TENER EN CUENTA PARA UNA BUENA O EXCELENTE COMERCIALIZACIÓN DE LOS MATERIALES EXTRAÍDOS EN CANTERAS Y RÍOS?



Dentro de la evaluación del mercado se tiene en cuenta la localización del proyecto según el territorio, el tipo de mineral o material a ofrecer y la calidad del mismo, asimismo las posibles empresas consumidoras, precios de mercado del producto y transporte a los centros de consumo, entre otros.



Mapa Político de Colombia, Año 2012

### 9.1. PRODUCCIÓN DE MATERIALES

Una vez realizadas las operaciones mineras de preparación, arranque, cargue, transporte, acopio y disposición de estériles, se fija la producción del material por mes y año para realizar una proyección de la mina. No obstante, el grado de explotación del material depende en gran parte del mercado que puede variar.



Área de explotación material de arrastre, río Unete Aguazul Casanare



Minero observando la forma correcta de explotar el material

## 9.2. EMPRESAS CONSUMIDAS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Se debe efectuar un estudio de las empresas consumidoras en la región para mantener la estabilidad del producto en el mercado teniendo en cuenta sus características, calidad y cantidad del material a proveer.

## 9.3. PRECIOS DE VENTA DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

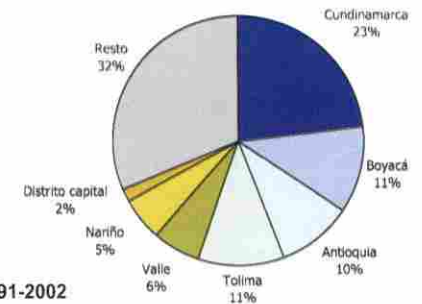
Son factores determinantes para fijar el precio de los productos: la calidad de los materiales, la importancia y la demanda del producto en el mercado.



El empresario minero debe analizar cómo fijar el precio al material explotado para comercializarlo

El valor del producto se determina por la oferta y la demanda, variables que se deben tener en cuenta en la puesta en marcha de la explotación de una mina. De alguna manera la oferta de materiales de construcción aumenta con el número de títulos mineros y en consecuencia la demanda.

Títulos mineros vigentes de materiales de construcción por departamento a mayo de 2002



Fuente : UPME (Minercol Ltda.).  
En estadísticas minero-energéticas 1991-2002



Una parte importante en la fijación del precio consiste en generar un mayor valor agregado mediante la presentación y el empaçado según los requerimientos del mercado, como se observa en la figura.



Presentación  
arena de río por  
40 kilos

Presentación  
arena de peña por  
40 Kilos

Presentación  
arena lavada por  
40 Kilos

Fuente: Minas y Canteras

La actividad de beneficio de los materiales de construcción es importante porque ayuda a crearle mayor valor agregado al producto.



**Beneficio de los materiales, gravilla**

Fuente: Minería y Equipos Bogotá D.C.

Además, se debe tener en cuenta las etapas de explotación, transporte, almacenamiento del mineral y manejo del producto para evitar contaminarlo con materiales estériles y sustancias químicas.

En algunos casos el material de construcción tal como sale de la mina es de buena calidad y cumple con las especificaciones del usuario sin necesidad de prepararlo. En tal caso, solo se requiere entregar el producto especificado.



**Beneficio de los materiales, arena**  
**Fuente: Minería y Equipos Bogotá D.C.**

### 9.5. USOS DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Los materiales de construcción tienen diversos usos en la industria. Los más significativos son las arenas, los triturados que se utilizan en grandes proporciones en la fabricación de concretos. Para el desarrollo de la infraestructura de la construcción a nivel mundial ha sido importante el uso de estos materiales, especialmente en la construcción de edificaciones de grandes ciudades, vías, viaductos, puentes, aeropuertos, canales y presas, así como en la Industria petrolera y muchas otras áreas de la economía.



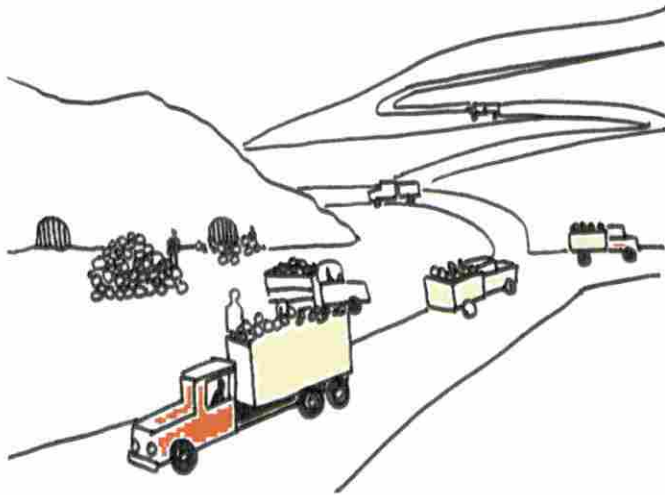
**Desarrollo de la infraestructura, Medellín, Antioquia**  
**Fuente: Del Estudio\_Luis Jarver C.**



**Construcción de puentes y obras de viales, Ruta del Sol, Colombia**  
**Fuente: INVIAS**

## 9.6. TRANSPORTE DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y ALMACENAMIENTO

Se debe tener en cuenta la infraestructura y estado de las vías pues determinan el transporte del material desde la mina hasta los centros de consumo. Esto puede incrementar el precio de venta y en determinados casos, la explotación de los materiales no es viable debido a los altos costos de transporte.



La gráfica muestra la fuente de explotación del material, acopio y transporte hasta los sitios de consumo

Además es importante conocer las tablas de fletes y respetar las normas de tránsito, entre ellas que todo vehículo que transporte materiales debe ir cubierto o carpado.

## 9.7. PERSPECTIVAS DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN AFUTURO

El crecimiento de la población implica mayor uso de los materiales de construcción para el desarrollo de la infraestructura como en viviendas, vías, puentes y otros. Colombia como país en vía de desarrollo, tiene una gran demanda de materiales de construcción requeridos en todos los sectores de la construcción.

### RECUERDE QUE ES IMPORTANTE:

- Realizar un estudio de las empresas que demandan materiales de construcción para mantener la estabilidad del producto en el mercado.
- Para fijar el precio se debe tener en cuenta: **calidad e importancia de los materiales y demanda del producto en el mercado.**
- **Las empresas consumidoras de materiales de construcción requieren un producto de excelente calidad.** Debe estar libre de materiales estériles y sustancias químicas.
- Los materiales de construcción más significativos son las arenas y triturados que se utilizan en grandes proporciones en la fabricación de concretos.
- Tener en cuenta la infraestructura y estado de las vías ya que determinan la capacidad del transporte del material, desde la mina hasta los centros de consumo.

## 10. SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

### OBJETIVO

Conocer la importancia que tiene la aplicación de las normas de seguridad e higiene minera con el fin de desarrollar las actividades operacionales de una forma segura.

### ACTIVIDAD PREVIA

#### ¿QUÉ ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Y QUE NORMAS DEBE CUMPLIR PARA REALIZAR UNA ACTIVIDAD MINERA SEGURA?

Cuando vaya a realizar una actividad minera debe tener en cuenta el cumplimiento de las normas de seguridad e higiene, que permitan ejecutar una explotación segura de los materiales de construcción.



Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo

El Ministerio de Minas y Energía exige al titular minero darle estricto cumplimiento al Decreto 2222 de Noviembre 05 de 1993 sobre el Reglamento de Higiene y Seguridad en las labores mineras a cielo abierto.

El Minminas publicó el Decreto N° 055-2010-EM, a través del cual se aprueba el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería, y se constituye como la base que rige las operaciones de la minería en general.

#### 10.1. COMITÉ PARITARIO DE SALUD OCUPACIONAL

Es un organismo de promoción y vigilancia de la salud ocupacional que se establece por un plazo de dos años y debe reunirse como mínimo una vez al mes para analizar temas como:

- ✓ Salud ocupacional de la cooperativa.
- ✓ Inspecciones periódicas a los puestos de trabajo.
- ✓ Investigación de accidentes de trabajo.
- ✓ Conocer los puestos de trabajo y los riesgos propios de cada uno de ellos.
- ✓ Conocer el programa de salud ocupacional para controlar el cumplimiento del cronograma del mismo.
- ✓ Velar para que el empleador realice ante la Aseguradora de Riesgos Profesionales (ARP), el reporte oportuno y veraz de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, así como proponer medidas preventivas o correctivas, entre otras.



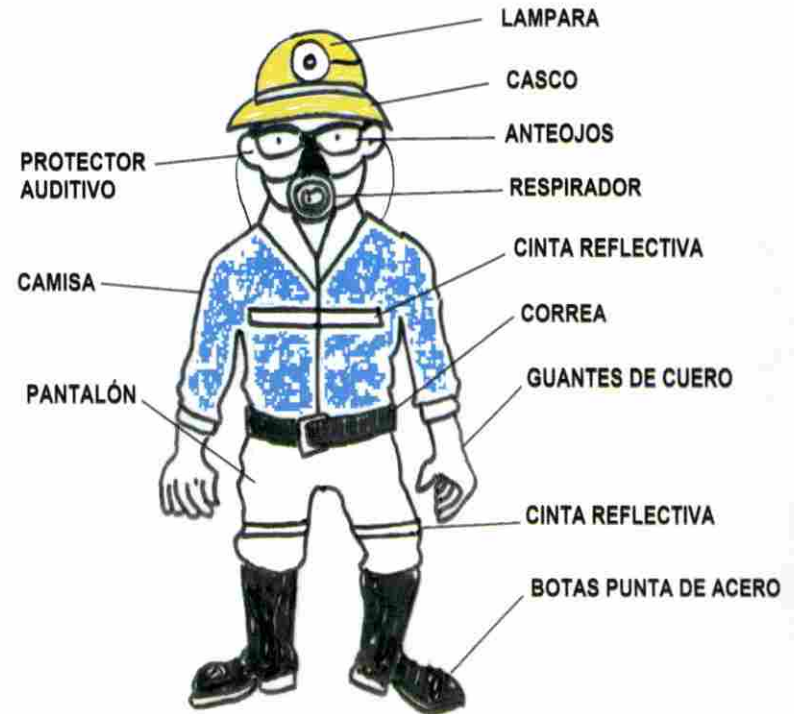
Conformación del Comité Paritario de Salud Ocupacional

## 10.2. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Los elementos de protección personal son todos aquellos equipos o accesorios que se entregan a los trabajadores con el fin de protegerlos y minimizar el riesgo de accidente. Estos corren por cuenta y obligación del empleador quien deberá proveerlos de manera gratuita a sus trabajadores.

El Decreto 2222 de 1993, en los Art. 63° a 76° prohíbe el ingreso de personas a las instalaciones de la empresa minera sin Equipos de Protección Personal (EPP), de acuerdo con su naturaleza.

Con base en el Panorama de Factores de Riesgo en el ambiente de trabajo, esta dotación debe hacerse cada seis meses a cada trabajador o cuando se encuentren deteriorados. Además, se debe llevar un registro de todos los implementos entregados a cada trabajador.



Elementos de protección personal

### 10.3. MEDICINA PREVENTIVA Y DEL TRABAJO

Cada trabajador debe realizarse un examen médico para evaluar sus condiciones de salud al momento de ingresar a la empresa. A continuación se mencionan algunos de los exámenes médicos que se deben realizar sin objeción alguna:

- **Factor de riesgo: ruido** (más de 80 db): *Tipo de examen: audiometría.*  
*Realización: al ingreso de la empresa.*

Se debe realizar periódicamente, cada dos años, o con mayor frecuencia dependiendo del tipo de exposición y los resultados que arrojen las audiometrías previas.

Los exámenes de ingreso y de egreso están a cargo del empleador, el trabajador por ningún motivo deberá cancelar dichos exámenes ya que éstos son obligación del empleador.



Exámenes médicos al trabajador. Se realizan al ingreso a la empresa, periódicamente y al retiro de este

### 10.4. LOS RIESGOS DE LA MINERÍA

Los riesgos en minería dependen de si la explotación se realiza a cielo abierto o en subterráneo así como del tamaño de la mina, es decir, si se trata de una mina grande o de pequeña escala. Sin embargo, en general los riesgos a los que se ven expuestos los trabajadores de las minas pueden resumirse en los siguientes términos:

- **Riesgos ambientales:** dificultades subterráneas ocasionadas por la oscuridad, calor, humedad, calambres, radiaciones, exposición a gases tales como metano y de presión atmosférica.
- **Riesgos específicos del trabajo:** explosivos, trabajo físico, ruido, vibraciones, polvo.
- **Riesgo de envenenamiento debido a:** vapores provenientes de explosivos, motores diésel, resinas, cintas transportadoras de PV, adhesivos y líquidos no inflamables.
- **Riesgos Biológicos:** en minas con puntales de madera o aquellas donde se utilizan animales de tiro. En ciertos casos puede haber presencia de ratas.

## 10.5. MARCO LEGAL EN SEGURIDAD

La normatividad por la cual se rige la explotación es:

- **Ley 1592 del 11 de julio del 2012**, relacionada con la modificación del sistema de riesgos laborales y dicta otras disposiciones en materia de salud ocupacional.
- **Decreto 2222 de 1993** o Reglamento de Higiene y Seguridad en las Labores Mineras a Cielo Abierto.
- **Resolución 1401 de 2007**. Reglamenta la investigación de los incidentes y los accidentes de trabajo.

*"Hay que hacer las cosas bien, teniendo en cuenta la norma de seguridad."*

El trabajo minero es una tarea en la que se debe disponer tanto de una licencia ambiental como de condiciones de trabajo seguras con el fin de evitar lesiones del personal, impactos ambientales y daños a terceros.

### RECUERDE QUE:

Apostarle al trabajo seguro es garantizar la viabilidad del proyecto y la creación de nuevos empleos.

Primero la seguridad, luego el trabajo. Nuestros trabajadores tienen una familia que los espera al final de cada jornada.



**"Trabajé teniendo en cuenta mi seguridad y la de mis compañeros, ahora llego feliz a donde mi familia"**

### LO QUE DEBO TENER EN CUENTA PARA MÍ SEGURIDAD



## BIBLIOGRAFÍA

ALBARRACÍN CONDIA, Augusto Alexis. Tesis. Diseño y Planeamiento del Método de Explotación para el Depósito de Materiales de Arrastre, Mina el Venado, Vereda Paso Cusiana, Municipio de Tauramena, Departamento de Casanare. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Escuela de Ingeniería de Minas. Año 2.005.

CÓDIGO DE MINAS, Ley 685 de 2001. Ministerio de Minas y Energía. Imprenta.

CORREARROYAVE, Álvaro. La mecánica de rocas en la explotación racional de canteras. En: VI Congreso Colombiano de Geotecnia de la Sociedad Colombiana de Geotecnia. Bucaramanga. Octubre 10 - 13 de 1996.

DECRETO 2222 DE 1993. Seguridad en la industria minera mediante el cual se expide el Reglamento de Higiene y Seguridad en las Labores Mineras a Cielo Abierto.

EL CARBÓN, Muestreo, Análisis y Clasificación de Recursos y Reservas. Segunda Edición. Número 30 de 2010.

GUERRAMAESTRE, José Rodolfo y POLO OSORIO, Lía Sared. Tesis. Planeamiento Minero en La Mina Central de Triturados. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Escuela de Ingeniería de Minas. Año 2009.

GUÍA MINERO AMBIENTAL DE EXPLOTACIÓN. Ministerio de Minas y Energía, Ministerio del Medio Ambiente.

GUÍA PARA LA EXPLOTACIÓN, MITIGACIÓN Y RECUPERACIÓN DE CANTERAS. Tomo II. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR. Año 2.009.

HERRERA JERBER, Juan. Métodos de Minería a Cielo Abierto. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Octubre de 2006.

<http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/matcon/indice.htm>.

<http://www.upme.gov.co/>.

OLARTE SÁNCHEZ, Leonado Octavio. Tesis, Diseño de un Modelo de Estudio Geológico y Gestión de un Título Minero para Materiales de Arrastre durante la Etapa de Exploración. Universidad Industrial de Santander, Escuela de Geología. Año 2.006.



Con el apoyo de: ▲



**Instituto de Recursos  
Mineros y Energéticos**