

Situación Actual de la Explotación de Canteras en El Distrito Capital

Alvaro Correa Arroyave*

RESUMEN

El Distrito Capital se encuentra construido sobre la Sabana de Bogotá, extensa altiplanicie de 383.000 hectáreas, localizada en la cordillera oriental a una altura de 2.600 m.s.n.m., la temperatura oscila entre los 4 y los 14 ° C. La ciudad se encuentra ubicada hacia el suroccidente de la Sabana, ocupando una extensión de 25.000 hectáreas.

Las diferencias de humedades relativas no son muy significativas, entre el 70 y el 74 % en los primeros meses lluviosos y entre el 68 y el 74 % en los segundos.

Del total medio de horas de sol en el año (1556) el 52% corresponde al período de las 6 de la mañana a las 12 del medio día. Las horas de mayor frecuencia de lluvia son las de la tarde.

Los meses más lluviosos son Octubre y Noviembre, 103 y 98 mm, respectivamente, seguidos por Abril y Mayo, 97 y 89 mm. Enero es el mes más seco, con sólo 15 mm, y Abril el más lluvioso con 169. La precipitación media anual oscila entre 555 y 1.301 mm dependiendo de la zona de la ciudad.

La extracción de materiales se concentra tanto en los cerros nororientales (canteras de Usaqué) como en los suroccidentales (Ciudad Bolívar) y en los de Suba, lo cual indica que sólo el Cerro de la Conejera se encuentra exento de este tipo de actividades; la explotación de estos materiales, con métodos antitécnicos, ha originado un grave deterioro del sistema orográfico creando aumento en los niveles de erosión y zonas de alto riesgo y afectando notoriamente las condiciones ambientales de los sectores aledaños. Se presenta una concentración importante de materiales aluviales a lo largo del río Tunjuelo.

Con la finalidad de proteger los cerros no sólo del deterioro ambiental causado por la extracción de materiales sino por la urbanización legalizada o no y por las invasiones, El Concejo de Santafé de Bogotá mediante los Acuerdos 31 de 1996 y 02 de 1997 (el cual adoptó el Plan de Ordenamiento Físico para la ciudad) estableció las normas de protección de los cerros.

Palabras claves: morfología, vegetación, fuentes de agua, estudio de vientos, clima, localización, cuantificación de reservas y estériles, estado de fracturamiento y microfisuramiento del macizo rocoso.

INTRODUCCIÓN

El enmarcar las canteras en áreas urbanas, les caracteriza por generar unos costos ambientales y socialmente altos pero a su vez les abre posibilidades que no se presentarían en otras zonas dada la gran demanda de materiales tanto en volumen como en calidades.

La explotación de una cantera, al contrario de lo que el común de la gente piensa, es una actividad compleja, si por explotación se entiende una explotación racional e integral.

Pero, ¿cuál es nuestro caso real?

El presente artículo tiene el interés de mostrar a nivel nacional el alto costo ambiental que pagamos los colombianos por la falta de una política clara y que se fundamenta, además de todos los problemas que se indican en el texto, en la falta de una actitud política y en el gran número de entidades que se ven involucradas en la toma de decisiones al respecto (16 entidades tienen ingerencia en mayor o menor grado en el Distrito Capital), lo cual facilita la deshonestidad de propietarios y administradores aunado al hecho que pocas entidades compradoras exigen los respectivos permisos de explotación y licencias ambientales.

A continuación veremos qué debe entenderse entonces, por explotación racional e integral de canteras y aún más, por mejoramiento continuo de esta actividad, pero bien vale la pena antes, hacernos algunas reflexiones.

I. A MODO DE REFLEXIÓN I

¿Nos hemos preguntado alguna vez?

¿Cómo nace una cantera?

*Ingeniero de Minas y Metalurgia, Doctor Ingeniero Mecánica de Rocas Profesor Asociado, Universidad Nacional de Colombia

- ¿Fruto de un deslizamiento?
- ¿Fruto de un corte vial?
- ¿Fruto de una acción planificada?

¿Cómo crece una cantera?

- ¿Fruto de los caprichos del buldozera?
- ¿Fruto de un planeamiento?
- ¿Fruto de un diseño?

¿Cómo se reproduce una cantera?

- ¿Fruto de compra o invasión de predios?
- ¿Fruto del desconocimiento del plan de ordenamiento territorial?
- ¿Fruto de la Asociación en Cooperativas?

¿Cómo se asoma al ocazo una cantera?

- ¿Fruto del abandono de recursos por la mala explotación?
- ¿Fruto de los problemas socioculturales y medio ambientales?
- ¿Fruto de gestiones legales?

¿Cómo se muere una cantera?

- ¿Fruto de los problemas de inseguridad laboral?
- ¿Fruto del asedio del desarrollo habitacional?
- ¿Fruto de las invasiones?

¿Qué tipo de entierro se le da a una cantera?

- ¿De primera?
- ¿De segunda?
- ¿De tercera?
- ¿Simplemente se abandona?
- ¿Se exige licencia de cierre?

¿Qué hacer con el vacío de explotación?

- ¿Nada?
- ¿Restituirlo al medio para otros usos?

II. A MODO DE REFLEXIÓN II

¿Cuánto conoce usted su depósito?

- Marco social, laboral y legal
- Geológicamente
- Estructuralmente
- Reservas
- Cuantificación de estériles
- Cualificación areal y volumétrica

¿Cuánto conoce usted su material?

- Características
- Usos
- Compradores

- Exigencias del Mercado
- Precios en el Mercado
- Mercados Potenciales
- ¿Cuánto?
- ¿Cómo?

¿Cuánto conoce usted su entorno?

¿Cómo valoriza su producto?

¿Cómo mantiene la menor área descubierta?

No olvidemos que canteras y erosión son hoy un excelente sinónimo; Cantera significa: pérdida de agua; pérdida de suelo; transporte de material particulado; inundaciones; bloqueo de vías; amenazas; invasiones; mal uso del suelo; conflictos sociales; contaminación ambiental y todos los demás como falta de regulaciones; concentración de explotaciones (*al robis*), método de explotación?

Por su parte, la explotación racional e integral de canteras, exige:

1. Valorización del yacimiento. Explotación selectiva, sectorización
2. Valorización del material. Depuración, clasificación
3. Valorización del estéril. Utilización, mejoramiento de sus propiedades

III. ESTADO ACTUAL DE LAS CANTERAS EN EL DISTRITO CAPITAL DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ

En el cuadro 1 se resumen las características de más de 1000 fuentes situadas en la Sabana de Santa Fe de Bogotá.

Cuadro 1. Características de la industria extractiva en la Sabana de Bogotá
Censo: más de 1000 sitios de extracción.

PROBLEMAS	
♦	Ignorancia de los propietarios y/o administradores
♦	Falta de recursos
♦	Falta de control administrativo
♦	Carencia de sensibilidad ciudadana
♦	Ningún apoyo técnico de parte del estado
♦	Cualquier persona puede ser poseedora de una cantera
COMPOSICIÓN	
59,0%	Chircales
24,0%	Depósitos aluviales
17,0%	Areneras de peña
LOCALIZACIÓN	
70,0%	Tunjuelito (aluvial)
18,6%	Usaquén
8,4%	San Cristóbal
MECANIZACIÓN	
77,0%	Manuales, bajo nivel tecnológico
13,0%	Semimecanizadas
10,0%	Totalmente mecanizadas
ESTADO LEGAL	
95,0%	No ha recibido amonestación alguna
85,0%	Sin permisos de explotación
28,5%	Ha solicitado licencia
NIVEL TÉCNICO. CRECIMIENTO FÍSICO NO PLANIFICADO	
90,0%	No cuenta con asistencia técnica
84,0%	No cuenta con planes de explotación
83,0%	No cuenta con formación suficiente para ahondar conocimientos
26,0%	Administradores analfabetas
AFECTACIÓN DEL AGUA	
65,0%	Afecta recarga de acuíferos
22,5%	Destrucción de áreas de manantiales
12,5%	Afectación de ríos y quebradas
IMPACTOS SOBRE EL PAISAJE	
♦	Aporte de partículas en suspensión
♦	Aporte de sedimentos
♦	Contaminación visual y
♦	Deterioro del espacio público

En el cuadro 2 se indican algunos impactos causados por las diferentes fuentes de extracción de materiales.

Cuadro 2. Impactos causados por la extracción de materiales. Porcentaje de explotaciones con impactos

Impacto	Porcentaje
♦ Sin sistemas de rehabilitación morfoecológica	91
♦ Erosión de intensidad moderada	74
♦ Contaminación por polvo o gases	73
♦ Derrumbes y deslizamientos	71
♦ Afectación zonas de recarga de acuíferos	66
♦ Destrucción bosques y rastrojos nativos	60
♦ Afectación moderada del paisaje	52
♦ Sedimentación moderada	47
♦ Contaminación por polvo	28
♦ Erosión de intensidad grave	24
♦ Destrucción de manantiales	22
♦ Afectación severa del paisaje	21
♦ Sedimentación alta	8

La patología ambiental urbana y las incidencias de las zonas de explotación de canteras en la Sabana de Bogotá, pueden resumirse, entonces, en:

- Degradación de rondas de ríos y zonas verdes
- Degradación de recursos hídricos
- Deterioro de humedales
- Deterioro de cuencas altas
- Contaminación atmosférica
- Contaminación auditiva
- Contaminación por residuos sólidos y degradación de ecosistemas de protección

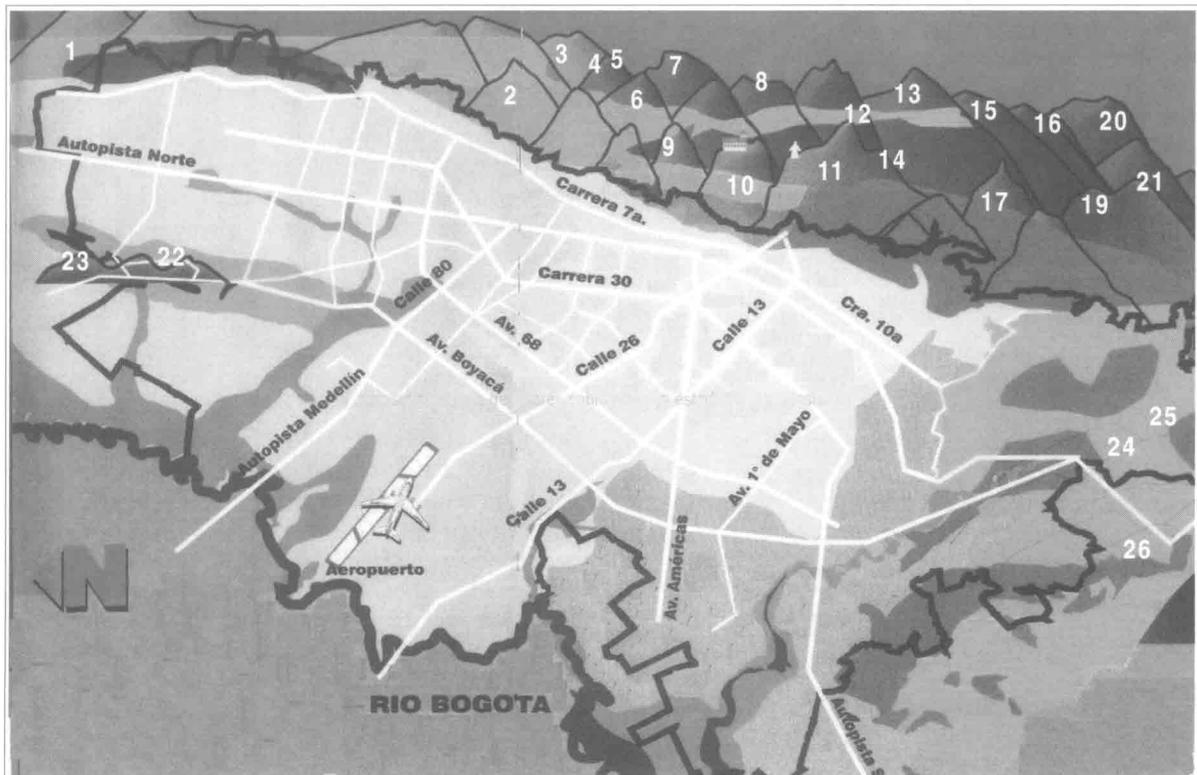
En los cuadros 3 y 4 se indican las reservas y demanda de estos materiales en la sabana de Bogotá.

Cuadro 3. Reservas calculadas en miles de m³ para las zonas del Distrito.

Materiales	Soacha - Sibaté, m ³	El Codito m ³	Usme m ³	Total millones, m ³
Arenas para Triturados	1.869.600	600.000		2469,6
Arenas para construcción, vidrio y piedra:	1.940.900	1.444.800		3385,7
Arenas de construcción y concretos	840.000		2.500.000	3340,0
Recebos	964.200	148.220		1112,4
Arcillas para construcción	708.000	33.900	195.000	937,7

Fuente: EPAM 1985

Figura 1. Zonas de riesgo Geotecnico en la Sabana de Bogotá



LOS CERROS:

- | | | | |
|--------------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------|
| 1. Alto la laguna | 8. Alto de los Andes | 15. Alto de los Tunjos | 22. Cerros de Suba |
| 2. Cuchilla la Serrana | 9. Alto del Cable | 16. Loma de Pino | 23. Cerro La Conejera |
| 3. Cuchilla el Escobal | 10. Monserrate | 17. Cerro El Zuque | 24. Cerro Guacamaya |
| 4. Alto de cazadores | 11. Guadalupe | 18. Cuchilla del Buchal | 25. Cerro Juan Rey |
| 5. Alto Piedras iglesias | 12. Cerro Aguanoso | 19. Cerro de la Teta | 26. Cerro Doña Juana |
| 6. Alto Piedra Ballena | 13. Alto Viga | 20. Páramo de Cruz Verde | |
| 7. Alto Piedra Nariz | 14. Loma caracol | 21. Cerro Pan de Azúcar | |

- Sin Riesgo Geotécnico
- Riesgo medio de deslizamiento
- Riesgo alto de deslizamiento
- Inestabilidad Superficial
- Capa de arcillas expansivas
- Riesgo de Inundación Medio
- Riesgo de Inundación Alto

FUENTE: ATLAS AMBIENTAL DE SANTA FE DE BOGOTÁ Modificado por: Alvaro Enrique Gómez R.

Cuadro 4. Demanda de materiales de construcción, en miles de m³.

Materiales	Miles de m ³
Recebo	102,4
Arcilla	91,5
Arena de peña	80,7
Gravas, gravilla y triturados	50,5
Arena de río	17,9
Piedra	13,5

Fuente: EPAM, 1985.

La Figura 1 indica la localización de las fuentes de materiales en la ciudad. Obsérvese su asociación con zonas de riesgo geotécnico.

IV. APORTES DE LA INGENIERÍA DE ROCAS A LA EXPLOTACIÓN DE CANTERAS

Métodos de prospección

- Directos
- Indirectos

Métodos de explotación

- Explosivos: parámetros de la roca intacta y la masa rocosa Vs. diseño de la malla, secuencia de encendido y clases de explosivo.
- Mecánicos: usos de desgarradoras

Diseño del frente de explotación

- Orientación del frente
- Altura y pendientes tanto de bancos como del talud final

Beneficio

- Características de los equipos de trituración, clasificación, molienda, etc.

Cargue y transporte

- Características de los equipos

Utilización de los materiales producidos

- Normatividades
- Especificaciones

Manejo ambiental y seguridad laboral

- Vulnerabilidad
- Ruido
- Polvo
- Vibración

Auscultación, control y seguimiento.

V. CONCEPTOS BÁSICOS

A. CANTERA

El artículo 112 del Código Colombiano de Minas define como cantera el sistema de explotación a cielo abierto que permite la extracción de rocas y minerales no disgregados utilizados como materiales de construcción. Es decir, se

excluyen de esta clasificación la extracción de minerales propiamente dichos ya que sus precios en el mercado pueden justificar la remoción de grandes volúmenes de estériles¹ y una inversión acorde con esos precios, razones éstas que no son válidas cuando de extraer materiales pétreos (y no minerales) se trata, dados sus precios en el mercado y el volumen de material a explotar.

De una cantera se extraen, entonces, agregados pétreos estructurales; es decir, materiales que por sus características físicas, químicas y mecánicas, son útiles en todo tipo de obras de infraestructura. Dichos materiales pétreos pueden también extraerse del cauce o riberas de los ríos (materiales de arrastre). No obstante, si existiera la oportunidad de poder decidir, estos materiales debieran extraerse de la cantera ya que ésta representa un sistema estático, en equilibrio, que es de más fácil manejo, frente a las extracciones de material de arrastre que involucran un sistema dinámico con eventos de recurrencia posiblemente catastróficos, y máxime si se tiene en cuenta la falta de estudios previos que caracteriza esta actividad.

La cantera está asociada, en nuestro medio, a una explotación a Cielo Abierto a Linderos Abiertos; estas dos características la hacen muy vulnerable no sólo desde el punto de vista ambiental sino también social.

B. EXPLOTACIÓN

Es el conjunto de operaciones unitarias que permiten separar el material de sus acompañantes en el depósito. Entre estas operaciones se encuentran, entonces, los métodos de arranque, cargue, transporte, estabilización, *utilización del vacío de explotación, manejo y almacenamiento de materiales de menor valor, etc.*

C. RACIONAL

La explotación de un depósito no es un concepto único e inmodificable pues varía en función de la forma cómo se distribuye el material explotable, lo cual induce a sectorizar la cantera y a definir correctamente la secuencia de explotación. La Sabana de Bogotá, por ejemplo, posee una geología caracterizada por la presencia de suelos blandos y rocas sedimentarias en donde es notoria la secuencia de rocas de regular a buena calidad, intercaladas con otras de muy escaso valor y hasta contaminantes del resto de los materiales, esto obliga a una explotación racional selectiva, cosa que no se hace actualmente y que como corolario conduce a la extracción de todo el material, y aun de la capa vegetal, con el fin de vender volumen. La mayoría de los materiales explotados en la Sabana requieren de una depuración, una clasificación y una estabilización, salvo los provenientes de las fuentes aluviales.

¹ La palabra estéril hay que tomarla con cuidado ya que en muchos casos dichos materiales pueden, como en el caso de las canteras, ser valorizados.

D. INTEGRAL

Este término sugiere que sólo en contadas excepciones todo el material que se extrae de una cantera, y más si ésta es urbana, es utilizable, así el volumen o el precio en el mercado de alguno de ellos pudiera parecer que no es así.

E. MÉTODO DE EXPLOTACIÓN MÁS RACIONAL

Este método debe regirse por la forma, extensión y distribución del material en el depósito, sus actitudes (dirección, inclinación y espesor) y demás propiedades geotécnicas, las reservas, el volumen a extraer, la cantidad y calidad de los agentes contaminantes del medio y demás circunstancias locales y, obviamente, por las reglamentaciones ambientales y las condiciones del mercado.

F. MEJORAMIENTO CONTINUO

Como todas las condiciones iniciales son cambiantes en el tiempo y en el espacio, y en particular la riqueza del depósito, la facilidad de extracción, las restricciones ambientales, los usos y las reglas del mercado, se requiere de una actitud vigilante y dispuesta al cambio para continuar manteniendo, en lo posible, la rentabilidad del proyecto. Por lo anterior, *el método de explotación debe poder adaptarse en todo momento al cambio en las condiciones del depósito (debe ser flexible y no rígido, como es el caso actual normal), a las fluctuaciones de la demanda y a las leyes ambientales que cada día se harán más rígidas.*

El mejoramiento continuo demanda, pues, revisar técnicas y costos y permanecer muy actualizado ya que la investigación está constantemente alimentando de nuevas y más audaces tecnologías que visan hacia la utilización racional e integral de todos los recursos, en un medio ambiente social y laboralmente sano en concordancia con una producción limpia y un desarrollo sostenible.

Esa explotación racional conlleva la necesidad de contar con especialistas de prácticamente todas las ramas del conocimiento técnico, legal y social: geólogos, abogados, ingenieros, ambientalistas, trabajadores sociales, biólogos, forestales, hidrólogos, expertos en seguridad laboral, expertos en tratamientos de materiales, economistas, expertos en mercadeo, etc., incluyendo sólo la extracción y el beneficio de los materiales extraídos. Si a lo anterior se le suma la transformación, se requerirán, además, mineralogistas, metalurgistas y químicos. Mas para poder amalgamar todas estas disciplinas, *es menester haber creado la cultura de la gerencia de proyectos antes que la del simple negocio y a su vez rescatar el valor del planeamiento a largo plazo.*

Antes de la explotación de una cantera, en particular a cielo abierto, y ojalá un par de años antes, se aconseja llevar un registro fotográfico tan completo como sea posible del entorno, cuantificando tanto las variables propias del diseño como los factores susceptibles de alteración y la localización respecto a

la comunidad (determinar con encuestas qué se piensa del proyecto).

Una explotación racional e integral de canteras debe incluir y guiarse por los siguientes ítems:

- Localización: geológica y geográfica
- Cubicación del depósito
- Calidad de los materiales a extraer
- Métodos de explotación
- Capacidad técnica del propietario
- Definición de la utilización del vacío de explotación
- Diseño del depósito de materiales con utilidad aún no definida
- Manejo ambiental de la explotación
- Manejo social de la explotación
- Relaciones con la comunidad
- Permisos legalizados actualizados
- Gerencia de proyectos
- Análisis Costo – Beneficio
- Monitoreo
- Instrumentación
- Legislación
- Normatividad

VI. CAMBIOS DE ACTITUD

No obstante, para que los términos antes definidos puedan ser comprendidos en la extensión de la palabra, es necesario hacer ciertos cambios de enfoque respecto a lo que debe ser la extracción de materiales pétreos. No se olvide que ésta hace sólo un uso transitorio del suelo y que además los materiales que pudieran definirse como de desecho son prácticamente inexistentes en la mayoría de los casos.

1. Comencemos diciendo *que la explotación de una cantera no debe tomarse como un fin, sino como un medio.* Este solo cambio de actitud implica el hecho de que una vez se extrae el material queda un espacio disponible, si las cosas se hacen bien, se encuentra prácticamente listo para otra utilización. Un ejemplo pudiera ser la construcción de una casa de máquinas subterránea: como el objetivo es crear una caverna con excelentes condiciones de seguridad, debe analizarse hasta el más mínimo detalle, se cuida el macizo residual, y el material extraído que pudiera ser un material de desecho, se utiliza para la fabricación de concretos.
2. Otro de los cambios de actitud es frente al apelativo para referirse al sitio de depositación de materiales de menor valor, o estériles, y su localización. El común de las gentes llama a este lugar botadero, lo cual conlleva una connotación que induce a la falta de un buen manejo. Un botadero sería aquel lugar al que se lanza, o, en el mejor de los casos, se cuasi-disponen unos materiales que quizás estorben.

Pero si en vez de botadero se tiene un sitio de disposición de estériles, este solo cambio de nombre está indicando que debe mediar un manejo ingenieril que involucra costos y

diseños: debe conocerse la capacidad de almacenamiento y la capacidad portante del terreno y deben diseñarse drenes, cunetas, alturas, inclinaciones y anchos de bermas, así como obras de contención, entre otras.

Es decir, el diseño de un depósito de éstos es costoso: hoy día puede fluctuar en los alrededores de \$6.000/m³ (Cuadro 5). Con otro agravante adicional, el sacrificio de unas ciertas reservas, fruto de su localización, y el manejo medio ambiental. Cabe aquí entonces la pregunta: ¿Cómo se pueden ahorrar estos costos y ganarse estos espacios? La respuesta puede conducir hacia una explotación selectiva y la búsqueda de nuevos mercados.

Cuadro 5. Estimativo de costos para la disposición de "estériles"
(V = 100.000 m³, A = 1 Ha, Distancia de acarreo: 2 km)

	Costos Unitarios	Cantidad	Valor Col \$ 1996
Terreno	\$ 100 /m ²	10.000	1.000.000
Descapote	\$ 500 /m ²	10.000	5.000.000
Adecuación Drenaje Superficial	\$ 6.500 /ml	100	650.000
Drenaje Subsuperficial	\$ 55.000 /ml	150	8.250.000
Contención	\$ 50.000 /m ³	800	40.000.000
Arranque y cargue	\$ 1.500 /m ³	100.000	150.000.000
Transporte	\$ 300 /m ³ /km	200.000	60.000.000
Conformación	\$ 2.800 /m ³	100.000	280.000.000
Vegetalización	\$ 1.500 /m ²	15.000	22.500.000
Drenaje superficial	\$ 6.500 /ml	300	1.950.000
Instalación	\$ 300.000	1	300.000
Monitoreo Control	\$ 300.000 /lec	30	9.000.000
Vegetación	\$ 1.500 /m ²	2.000	3.000.000
Mantenimiento Drenaje	\$ 500 /ml	200	100.000
Diseño	\$ 110 /m ³	100.000	11.000.000
TOTAL			552.750.000
COSTO \$/ m³			\$ 5.528/m³

Cortesía Ing. José Vicente Amórtegui I.G.L Ltda.

3. *Un tercer cambio de actitud es lo relacionado con estériles o áridos.* Los productos de una cantera, aunque son muy estables a la mayoría de las condiciones medio ambientales, hidráulicas y mecánicas a las que estarán solicitados en ambientes de servicio, pueden volverse reactivos en condiciones agresivas. Un ejemplo de ello son las reacciones con los cementos alcalinos de algunos tipos de rocas silíceas como el ópalo, la calcedonia, la caliza silícea, la riolita, la dacita y la andesita, así como las filitas.

4. Es decir, en un balance de materiales, todos los productos extraídos de una cantera son utilizables, ya directamente o simplemente con una separación mecánica, lo cual conlleva a un último cambio de actitud, la explotación de una cantera no produce materiales de desecho. Recuérdese que la naturaleza es muy sabia y que jamás procesa algo que no necesite.

A este respecto veamos, cuáles son los tipos y características de los materiales extraídos de una cantera: grava, gravilla, arena, limo, arcilla y suelo vegetal.

Cabe aquí preguntar **¿Qué demanda por su parte el mercado?** grava, gravilla, arena, limo, arcilla y suelo vegetal.

Finalmente, en el balance de materiales, para los productos extraídos de una cantera, se tendría en general:

a) Vegetación: utilizable aún en la misma cantera, en los procesos de restauración.

b) Suelo compuesto por arenas, limos y arcillas orgánicos. Pudiera ser utilizado si previamente existe una separación mecánica. La fracción de arenas iría a una utilización directa en tanto que los limos y arcillas orgánicos pudieran enriquecerse en nutrientes y combinarse con la capa vegetal.

c) Suelo compuesto por arenas, limos y arcillas y en general material rocoso en descomposición. Un tamizado podría valorizar estas fracciones.

d) Bolos, cantos y guijarros (roca descompuesta). Pudieran utilizarse como material particulado, grueso granular en estructuras de contención o aún como material de afirmado.

e) Capa Vegetal: utilizable aún en la misma cantera, en los procesos de restauración.

f) Roca intacta: pudiera utilizarse como grava, gravilla, balasto, subbalasto, material para estructuras de contención y cimentaciones, etc.

VII. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES EXTRAÍDOS DE UNA CANTERA Y SUS IMPLICACIONES

- Son de bajo precio en el mercado
- **Bajos costos de producción**
- Bajos precios en el mercado
- **Hacer las cosas bien desde el principio**
- Utilidad total
- **Explotación selectiva y búsqueda de mercados**
- Poco volumen *in-situ*
- **Explotación racional para mejorar rentabilidad**
- A cielo abierto y linderos abiertos
- **Conflictos con la comunidad incluyendo invasión**
- Están en manos de personas sin recursos ni técnicos ni económicos
- **Deterioro inmisericorde del depósito**
- Se rigen por reglamentaciones ambiguas e imprecisas.
- **proliferación de explotaciones y utilización de artimañas para permanecer explotando**

En el Anexo 1 se indican algunos artículos de prensa que dan cuenta del conflicto social y deterioro ambiental que representa la explotación de materiales de construcción en el Distrito Capital de Bogotá.

A modo de ejemplo, en el Anexo 2 se recopilan los datos más característicos de algunas fuentes de materiales situadas en el casco urbano de la capital.

VIII. SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS

A. CANTERAS A CIELO ABIERTO

Las canteras a cielo abierto pueden ubicarse en ladera, cuando la roca se arranca en la pendiente de un cerro, o en fosas o pits, cuando la roca se extrae a cierta profundidad a partir del nivel del terreno. La explotación en fosa tiene la ventaja que el material particulado producido por la voladura queda sedimentado dentro de la propia explotación y difícilmente trasciende sus límites.

Además, si la maquinaria de trituración ocupa un espacio reducido y se encuentra a una cota por debajo de los bordes superiores de la explotación, el ruido se minimiza ya que éstos realizan un efecto de pantalla, que se mejora al conservar zonas boscosas limítrofes.

La explotación de canteras a cielo abierto es la actividad del proceso de fabricación o construcción que más influye negativamente en el entorno debido a lo espectacular de sus operaciones unitarias las cuales modifican notablemente el paisaje y por ello son fuente de enfrentamientos con la sociedad, lo cual obliga a corregir dicho paisaje mediante restauraciones adecuadas que reduzcan los impactos negativos ocasionados.

En la explotación de una cantera a cielo abierto es fundamental tener en cuenta:

Localización geográfica: debe situarse con exactitud el lugar de extracción y la relación con sus vecinos.

Tratamiento del Material: es fundamental la medición del ruido y las tres componentes de la vibración (vertical, transversal y longitudinal) lo cual puede hacerse mediante un sismógrafo.

Paisaje: los cambios en la morfología del paisaje son la alteración más patente en este tipo de explotaciones mineras por la transformación de volúmenes, movimiento de tierras, descapotes, pérdidas de vegetación y de suelos, aumento de la erosión, etc. Estos cambios producen en la fisiografía un impacto visual más o menos grande que se traduce en apreciaciones estéticas negativas, y por ello se impone un análisis de la calidad y fragilidad del paisaje presuntamente afectado. A fin de mejorar este aspecto pueden utilizarse tanto hidrosiembras para solucionar el problema de contraste de color, como la creación de pantallas naturales, mediante la elevación del terreno próximo con montículos y plantación de árboles y arbustos que se interpongan en el ángulo de visión. La morfología final de los frentes se inicia cuando finaliza la explotación en una zona determinada.

Vegetación: siendo el clima uno de los factores principales que influye en la vegetación debe realizarse un estudio del mismo que permita seleccionar las especies más adaptables mediante la elaboración de diagramas edafoclimáticos y

ombrotérmicos. Los datos de una estación meteorológica permitirán la obtención de los parámetros indispensables: precipitación, temperaturas (máximas, mínimas y medias), humedad, radiación solar y viento.

B. CANTERAS SUBTERRÁNEAS

Vale la pena llamar la atención aquí sobre las ventajas de la explotación subterránea la cual se manifiesta como una solución fundamentalmente medio ambiental ya que obvia problemas tales como ruidos, vibraciones, emisiones de material particulado, contaminación de aguas y, particularmente, los costos de restauración de terrenos y de manejo de escombreras.

Adicionalmente el vacío de explotación puede utilizarse con fines de almacenamiento, depósito de basuras y aún con fines industriales, militares, recreacionales o de parqueo. No obstante, desde el comienzo de la extracción deberá haberse definido la utilización posterior del vacío de explotación ya que ésta condicionaría el diseño minero.

Con este método de explotación de canteras no estamos inventando nada nuevo ya que en países desarrollados son de frecuente utilización. Lo único que pretendemos es comenzar a **crear una nueva cultura** que pueda enfrentarse en el más cercano futuro con éste nuevo método de extracción de materiales pétreos. Con la ventaja adicional para nuestro caso colombiano, de hacer frente a las rigurosas condiciones climáticas y al deterioro del clima social.

Haciendo un parangón entre las canteras a cielo abierto y las canteras subterráneas podría concluirse, entonces, que:

EXPLOTACIÓN DE CANTERAS A CIELO ABIERTO, PROBLEMAS TAN SOLO PROBLEMAS

- Legales
- Medio ambientales
- Sociales
- Laborales

¿Soluciones? Pero, ¿no habría solución?

EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE CANTERAS, ¿PROBLEMAS?

- Sólo fiscalizan los entes autorizados
- Seguridad con el manejo de explosivos
- Trabajo todo el año
- Contaminación ambiental mínima
- Utilización inmediata del vacío de explotación

En conclusión:

EN EXPLOTACIÓN DE CANTERAS, LA EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA, UNA alternativa???

EN EXPLOTACIÓN DE CANTERAS, LA EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA, UNA muy buena

ANEXO 1. ARTÍCULOS DE PRENSA SOBRE RIESGOS AMBIENTALES EN LA EXPLOTACIÓN DE CANTERAS.

Fecha	Periódico	Nombre Artículo	Fecha	Periódico	Nombre Artículo
01-Sep-90	El Tiempo	CANTERAS	15-Abr-93	El Tiempo	USAQUÉN: SELLAN CUATRO CANTERAS
13-Sep-90	El Tiempo	EXPLOTACIÓN CONJUNTA	23-Abr-93	El Tiempo	LEVANTAN SANCIÓN A TRES CANTERAS DE USAQUÉN
21-Sep-90	El Tiempo	UNA POLÍTICA AMBIENTAL	31-May-93	El Tiempo	TRIBUNAL, NIEGA UNA TUTELA PRO MEDIO AMBIENTE
13-Feb-91	El Tiempo	NO MÁS REGUEROS EN LA 7a	01-Sep-93	El Tiempo	PROPONEN RECUPERAR CANTERA
19-Abr-91	El Tiempo	CIERRAN CANTERA EN LA CALERA	25-Sep-93	El Tiempo	SI A EXPLOTACIÓN DE CANTERAS
21-Abr-91	El Tiempo	Y DE LOS CERROS QUÉ?	02-Oct-93	El Tiempo	DE LAS CANTERAS, PARA LA OFICINA O EL HOGAR
07-May-91	El Tiempo	CANTERAS	11-Nov-93	El Tiempo	CERRADAS 21 CANTERAS; OTRAS 34 MÁS PARA SELLAR
09-May-91	El Tiempo	CUANDO FLORECEN LAS CANTERAS	14-Ene-94	El Tiempo	CERROS Y QUEBRADAS EN PELIGRO DE EXTINCIÓN
22-May-91	El Tiempo	A CANTERA...!	15-Ene-94	El Tiempo	LA CANTERA EN LA AURORA II: DURMIENDO CON EL ENEMIGO
01-Jun-91	El Tiempo	LA CANTERA DEL MILAGRO ECOLÓGICO	12-May-94	APA	USAQUÉN UNA DE LAS ZONAS MÁS DEVASTADAS DE BOGOTÁ
22-Sep-91	El Tiempo	CERRO AMENAZA A TODO UN BARRIO DEL SUR DE BOGOTÁ	02-Ago-94	El Tiempo	ESCOMBROS, RECUPERARÁN CANTERAS
09-Oct-91	El Tiempo	EROSIÓN EN SUBA	11-Ago-94	El Tiempo	CANTERAS, A REVISIÓN
30-Oct-91	El Tiempo	DOS NIÑOS Y UN ADULTO MUERTOS EN DERRUMBE	20-Sep-94	El Espectador	ZOZOBRA POR CANTERAS DE USAQUÉN
24-Dic-91	El Tiempo	CONSTRUIR EN LOS CERROS ORIENTALES ES ANTIÉTICO Y ANTIESTÉTICO	26-Sep-94	La Republica	MINERÍA Y MEDIO AMBIENTE FUSIÓN QUE CREA PROGRESO
31-Dic-91	El Tiempo	CATÁSTROFES	12-Oct-94	El Espectador	HABITANTES DE LOS CERROS, LOS DE MAYOR RIESGO DE DESASTRE
05-Ene-92	El Tiempo	CERROS: AL FIN UNA SALIDA?	24-Oct-94	Revista Cambio 16	CANTERAS, EL PROBLEMA ERRANTE
08-May-92	El Tiempo	USAQUÉN ASUMIÓ SU PROPIO PLAN PARA EMERGENCIAS	12-Nov-94	El Espectador	OTRO INTENTO DE REFORESTACIÓN
18-Ago-92	El Tiempo	USAQUÉN: CANTERA DE NECESIDADES	26-Nov-94	El Tiempo	IMPIDEN EXPLOTACIÓN DE CANTERAS
20-Sep-92	El Tiempo	UNA RESERVA 'ECO-LOGÍSTICA'	09-Ene-95	Nuevo Siglo	LA MINERÍA CRECIÓ A COSTA DEL MEDIO AMBIENTE
02-Dic-92	El Tiempo	USAQUÉN: RIESGO DE DESLIZAMIENTO	19-Ene-95	Diario La Frontera	LA MINERÍA, UNA DE LAS INDUSTRIAS MÁS DEPREDADORES DEL PAÍS
09-Dic-92	El Tiempo	CORPORACIÓN PRIVADA MANEJARÁ LOS CERROS	11-Mar-95	La Libertad	HAY QUE SOLUCIONAR PROBLEMAS ECOLÓGICOS PARA PODER INVERTIR
14-Ene-93	El Tiempo	AWALANCHA: SIGUE RIESGO EN EL NORTE	01-Abr-95	Revista Prisma	CANTERAS, INFORTUNIO DE LOS CERROS
21-Ene-93	El Tiempo	EN EMERGENCIA	15-Abr-95	El Espectador	CANTERA SIN LICENCIA SEPULTA 4 PERSONAS
15-Abr-95	El Tiempo	11 FAMILIAS EN RIESGO EN SORATAMA	09-Jun-95	El Espectador	SORATAMA SIGUE EN ESPERA
18-Abr-95	El Espectador	CIERRE TOTAL DE CANTERAS EN USAQUÉN	09-Jun-95	El Tiempo	PADRE HOYOS AYUDARÍA A SORATAMA
18-Abr-95	Nuevo Siglo	PROPONEN CERRAR CANTERAS EN USAQUÉN	12-Jun-95	El Tiempo	BARRIO BOMBARDEADO A DIARIO POR CANTERA
18-Abr-95	El Tiempo	SELLARÍAN LAS 53 CANTERAS	13-Jun-95	El Espectador	CIERRAN DIEZ CANTERAS EN LA SABANA DE BOGOTÁ
18-Abr-95	El Tiempo	CANTERAS SE CONVERTIRÍAN EN PARQUES DE FAUNA Y FLORA	22-Jun-95	Nuevo Siglo	CIERRAN CANTERAS CONTAMINADORAS
19-Abr-95	El Tiempo	LAS CANTERAS	06-Jul-95	El Tiempo	HOY CIERRAN LAS CANTERAS DE CURUBITAL EN BOJACÁ
20-Abr-95	El Tiempo	SIGUE EL DRAMA EN LAS CANTERAS	13-Jul-95	El Espectador	SELLAN DIEZ CANTERAS EN LA SABANA DE BOGOTÁ
21-Abr-95	El Tiempo	CONFUSA SITUACIÓN EN CANTERAS	17-Jul-95	El Tiempo	EVALUAN LA TUTELA DE LA AURORA II
22-Abr-95	El Tiempo	PROTESTA EN LAS CANTERAS	09-Ago-95	El Tiempo	PROCURADURÍA PIDE CIERRE DE CANTERAS
24-Abr-95	El Universal	MEDIO AMBIENTE DEL SUR, EN EL TAPETE	25-Ago-95	El Espectador	IMPAREBLE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS
25-Abr-95	El Tiempo	EMPIEZA DEMOLICIÓN DE CASAS EN CANTERAS	25-Ago-95	La Republica	ALCALDÍA DE BOGOTÁ DEBE ASUMIR GESTIÓN AMBIENTAL
27-Abr-95	El Tiempo	SIGUEN LAS PROTESTAS EN LAS CANTERAS	06-Nov-95	El Tiempo	PROYECTO PARA VIVIR EN CANTERAS
03-May-95	El Tiempo	EN LA CANTERA SILICAL SEGUJAN TRABAJANDO	09-Nov-95	El Mundo	DEBATE SOBRE CANTERAS
07-May-95	El Tiempo	LAS CANTERAS SON LA PUNTA DEL "ICEBERG"	09-Nov-95	El Tiempo	CANTERAS SIN TÍTULO
11-May-95	Diario El Otún	RECUPERAN ÁREAS DE EXPLOTACIÓN MINERA	10-Dic-95	El Colombiano	CANTERAS, DETERIORO AMBIENTAL A DESTAJO
13-May-95	La Tarde	UNIFICARÁN CRITERIOS EN LA MINERÍA	06-Dic-96	El Tiempo	CERRADA CANTERA
15-May-95	El Tiempo	LA CANTERA NO CAUSÓ AVALANCHA: OBRAS	30-Ene-97	El Tiempo	EVACUACIÓN EN USAQUÉN POR RIESGO DE DERRUMBE
26-May-95	Nuevo Día	MINAS NECESITAN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	31-Ene-97	El Tiempo	CONTROL A MINAS Y CANTERAS
31-May-95	Nuevo Siglo	INDEMNIZARÁN DAMNIFICADOS DE SORATAMA	04-Abr-97	El Tiempo	CASI TODA LA MINERÍA DE LA LADERA ES ILEGAL
31-May-95	El Espectador	NADIE SABE QUIÉN DEBE SANCIONAR A LAS CANTERAS	10-Abr-97	El Tiempo	CERROS DE CALI ESTÁN HERIDOS DE MUERTE
31-May-95	El Espectador	CANTERA LA LOMITA CONTAMINA QUEBRADAS EN EL NORTE	19-Abr-97	El Tiempo	LA CANTERA QUE TAPOÓ DONJA JUANA
31-May-95	El Tiempo	ANUNCIAN AYUDA PARA SORATAMA	17-Dic-97	El Tiempo	RECUPERACIÓN DE CERRO
01-Jun-95	Diario Deportivo	LES PAGAN A DAMNIFICADOS DE SORATAMA			

ANEXO 2. CARACTERÍSTICAS DE ALGUNAS CANTERAS EN EL NORTE DE LA CIUDAD CAPITAL.

Nombre y Fuente	Localización	Acceso	Propietario	Descripción del Material	Observaciones
Recebera El Bohío 802	Crr 7 Cll 127 (carretera central del norte)	Al lado oriental 200m en regular estado.	Ricardo Albormoz Usaquén privada	Estratos de areniscas con intercalaciones de arcillolitas, bloques, cantos y gravas arenos-arcillosas blanco amarillento	El volumen es mayor de 1.000.000 m ³ . La fuente tiene unos 300m. de ancho y 100 m. de alto en el frente de explotación. Es explotada con buldozer y se obtiene recebo y piedra para construcción. No se recomienda por ser de carácter arcilloso el material.
Recebera San Carlos 802 ^a	Crr 7 Cll 153	Hacia el este se toma acceso en regular estado de 500 m. de longitud, con alta pendiente.	Carlos Julio Sierra Privada Usaquén	Areniscas con intercalaciones de arcillolitas. El material explotado tiene bloques 1.0 * .050 m. (40%), cantos 40 * 30 m. (20%) y gravas arenos arcillosas color amarillo claro (40%). Vol. estimado: 1*10 ⁶ m ³ .	La fuente está localizada en la parte oriental de la carrera 7 y tiene un frente de explotación de unos 100 m. de alto y 400 m. de largo aproximadamente. El material lo emplean como recebo y piedra media songa. El descapote es de unos 40 cm.; el área está cubierta por eucaliptos. La fuente es explotada con buldozer. Retroexcavadora y cargador. Los bloques son partidos con almádena.
San Cristóbal I 802 b	Crr 7 Cll 162 (villa Nidia)	hacia el oriente se toma carretable de 600m de longitud en regular estado, al final bastante pendiente.	Alfonso Cortés privado.	Estrato de arenisca en la parte superior y arcillolitas en la parte inferior.	La fuente se encuentra abandonada pues los estratos de areniscas se encuentran agotados. Además ya no dan permiso de explotación en la zona aledaña a la fuente se encuentra una zona residencial. En la parte sur del cerro San Cristóbal hay una recebera en explotación se extrae arena y bloques. mal explotada talud único la fotografías no muestran nada de las instalaciones.
San Cristóbal II (Maquinaria y agregados Servitá) 803	Av. 7 # 164 - 20 (carretera central del norte)	Al lado de la vía, 400 m. en regular estado.	Inspección de Servitá Estatal Usaquén	Estratos de areniscas. Arenas medias y finas color amarillo. Vol. estimado: 1*10 ⁶ m ³ .	La fuente es bastante extensa y posee varios frentes de explotación En la parte central, donde ya se encuentra agotada, existen varias casas de habitación. La fuente no tiene un corte de explotación definido.
Cantera El Porvenir 803 ^a	Av. 7 Cll 166 (carretera central del norte)	De la séptima se toma carretable hacia el oriente de 100 m. y de éste hacia la izquierda 100 m.	Jesús Pinzón Privada Usaquén	Estratos de areniscas. Arenas gruesas, medias y finas color amarillo. Se presentan bloques de 1 * 1 m. en un 20%. Vol. estimado: 900*10 ³ m ³ .	La fuente tiene un frente de explotación de unos 150 m. de ancho y 40 m. de alto. El material es extraído con buldozer y es triturado posteriormente con un molino. La parte norte de la fuente es mas dura y en el momento la explotan utilizando dinamita.
Soratama 804	Av. 7 Cll 166	De la Av. 7 se toma carretable hacia el oriente y se avanza 2.200 m. hasta donde termina la vía.	Sec. De Obras publicas del D.E. Estatal Usaquén	Estratos de areniscas. Se obtienen arenas de grano fino a grueso color amarillo y blanco amarillento. Vol. estimado: 210*10 ³ m ³ .	La fuente levantada pertenece al D.C. de Santafé de Bogotá. El frente de explotación tiene 35 m. de altura y 150 m. de ancho aproximadamente. El descapote de capa vegetal es de unos 40 cm. En la zona aledaña existen varios sitios, donde aflora el mismo tipo de material, los cuales son explotados normalmente por particulares.
Areneras La Roca y La Cita 805.	Av. 7 # 171 - 98 (carretera central del norte)	Se toma carretable al lado derecho de la vía de 200 m. de longitud y en mal estado.	Moisés Hernández, Silicanto y otros Privada Usaquén	Estratos de areniscas friables. Bloques. Vol. estimado >1200*10 ³ m ³ .	La fuente tiene varios frentes de explotación La altura de los frentes es de 30 m. Aproximadamente y el área ocupada por la fuente es bastante grande 600 * 400 m ² . El descapote es de unos 40 cm. Y hay pastos y arbustos principalmente. La fuente es explotada con dinamita, triturada manualmente y con molino Emplean cargador para llenar volquetas. El material es similar al encontrado en las areneras "El Codito"
Areneras El Codillo 805a	Av. 7 Cll 172 (carretera central del norte)	Se toma carretable de 1500 m. de longitud en regular estado bastante pendiente.	Posee varios dueños Privada Usaquén	Estratos de areniscas friables. Arenas de grano grueso a fino color amarillo. Vol. estimado >1*10 ⁶ m ³ .	La fuente posee varios frentes de explotación y queda situada en el barrio -El Codito-. Su explotación se hace con dinamita es fracturada en forma manual y luego en molinos; también se zarandea. Su empleo principal es en construcción, aunque lo emplean también como complemento para mezclas asfálticas.

ANEXO 2. CARACTERÍSTICAS DE ALGUNAS CANTERAS EN EL NORTE DE LA CIUDAD CAPITAL. Continuación 1.

Nombre y Fuente	Localización	Acceso	Propietario	Descripción del Material	Observaciones
Buenvista 805b	Av. 7 Cll. 188	Hacia el oriente de la vía se toma carretera a la Calera se avanza 2.0 Km., luego al lado izquierda y se toma un carretable de 300 m. de longitud.	Alberto Rodríguez Privada Usaquén	Estratos de areniscas friables. Arenas gruesas a finas color amarillo rojizo. Vol. estimado $365 \cdot 10^3 \text{ m}^3$.	La fuente tiene un frente de explotación de 200 m. de ancho y 35 m. de alto aprox. La fuente es empleada para la obtención de arenas. Hay arenas de grano grueso a fino. El descapote es de 40 cm. Y contiene pastos. Cercana a estas fuentes hay varios frentes de explotación como la cantera "Las Águilas"
Cantera La Cabaña 806	K 8.2 a partir de la Caro hacia Bogotá (carretera central del norte)	Al lado izquierdo de la vía se toma carretable de 50 m.	Mariano Ospina y Cía. Privada Usaquén	Estratos de areniscas muy fracturadas con intercalaciones muy arcillosas. El material extraído y rodado contiene bloques de más de 1 m. (15%) bloques de 30 * 30 cm. (30%) y gravas areno arcillosas color amarillo. Vol. estimado $100 \cdot 10^3 \text{ m}^3$.	La fuente tiene un frente de explotación de unos 25 m. de alto y 50 m. de ancho; el patio tiene un área aprox. De 50 * 20 m. Debido a que se vino un derrumbe emplean la gravedad para explotar el material. El descapote es de unos 40 cm. Y consta de eucaliptos. El material está algo contaminado debido a que se ha derrumbado parte de la capa vegetal de la parte superior. Para utilizar el material como sub-base se debe posiblemente reducir su plasticidad. Si utilizando un procedimiento adecuado se logra reducir convenientemente la plasticidad al material, se podría asignar un mejor uso que el considerado, dado su bajo desgaste.
Cantera El Carmen 807	K 6.2 a partir de la Caro (carretera central del norte)	Al lado izquierdo se toma carretable de 200 m. de longitud en regular estado	Silverio García Privada Chía	Estratos de areniscas y coluvión arcilloso. El material explotado está compuesto por cantos 30%, bloques 20% y gravas areno arcillosas color amarillo. Vol. estimado $>1000 \cdot 10^3 \text{ m}^3$.	La fuente tiene un frente de explotación de unos 30 m. y un ancho de 150 m. El material es empleado en el momento para sub-base. El descapote es de unos 70 cm. Y consiste de maleza, arbustos y eucaliptos. Hay parte que se encuentra contaminado con materia orgánica por derrumbe de la capa vegetal en la parte central. El material es explotado en conjunto. Para utilizar el material como sub-base se debe posiblemente reducir su plasticidad. Si utilizando un procedimiento adecuado se le logra reducir convenientemente la plasticidad al material, se podría asignar un mejor uso que el considerado, dado su bajo desgaste.
Bella Escocia 808	K. 3.6 a partir de la Caro hacia Bogotá	Al lado izquierdo de la vía se toma carretable de 300 m. de longitud en mal estado y bastante pendiente.	Ramón Bradford, Hernando Rodríguez y Fabio Soto Privada Chía	Estratos de areniscas. Vol. estimado $280 \cdot 10^3 \text{ m}^3$.	La fuente tiene varios frentes de explotación cuya altura oscila entre 40 y 50 m. El material es explotado con dinamita y luego procesado en trituradora. El descapote es de unos 70 cm. Y esta compuesto de pasto y vegetación variada. El material es similar al encontrado en la "cantera de Fusca". Para utilizar el material como base se debe posiblemente mejorar el equivalente de arena. Si utilizando un proceso adecuado se logra mejorar convenientemente el equivalente de arena, se podría asignar al material un mejor uso que el considerado, dada su buena calidad general.
Cantera de Fusca 809	a 31 K. Desde La Caro	Al lado izquierdo de la vía se toma carretable de 300 m. en regular estado bastante pendiente	Compañía de trabajos Urbanos	Estratos de areniscas silíceas bien cementadas, duras.	La fuente tiene dos frentes de explotación uno de 25 m. de altura aprox. Y 100 m. de ancho y otro de 30 m. de altura y 100 m. de ancho, la fuente es explotada con dinamita, luego los bloques son preparados manualmente y con compresor para posteriormente procesarlos en la trituradora y seleccionar el material. El descapote es de unos 60 cm., lo constituyen pasto y algunos arboles. La compañía tiene planta de asfaltos en la fuente. El material es similar al encontrado en el sitio "Bella Escocia. Si utilizando un procedimiento adecuado se logra reducir convenientemente la plasticidad al material, como en efecto lo hacen, se le podría asignar un mejor uso que el considerado dado su bajo desgaste. Aun para utilizar el material como sub-base se debe posiblemente reducir su plasticidad.

*alternativa***CONCLUSIONES**

- De una cantera se extraen materiales pétreos estructurales de distinto valor y en volúmenes apreciablemente diferentes.
- Es necesario un buen conocimiento geológico del depósito, pues éste podrá guiar la toma de decisiones frente a volúmenes, complejidad en la explotación, costos y rentabilidad del proyecto.
- Una caracterización lo más exacta del material a extraer, incluyendo determinaciones físicas, químicas, mecánicas y mineralógicas se hace indispensable para soportar el numeral anterior debido a que en estos resultados se tiene que fundamentar todo el diseño minero, tanto en explotación como en beneficio y transformación.
- Una buena sectorización del depósito basada en resistencias, tamaño de bloques, complejidad en la explotación y presencia de materiales contaminantes, entre otros parámetros, conduce a una explotación más racional, selectiva, integral y flexible.
- Un buen conocimiento del mercado puede valorizar ciertos productos que pudieran haberse desechado por la falta de esa demanda.

RECOMENDACIONES

Más que una recomendación, es una solicitud para que así como la conferencia de Río de Janeiro durante la realización de la Cumbre Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo jugó un papel importante en la consolidación de una conciencia suramericana sobre el respeto del medio ambiente, estas notas se constituyan en un portavoz que genere las pautas para que la actividad extractiva realmente se realice sin los trastornos fantasmagóricos como hasta ahora es regla. “y no se trata de cerrar; se trata de hacer ingeniería”.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARTÍCULOS DE PRENSA.

2. ATLAS AMBIENTAL DE SANTA FE DE BOGOTÁ, Edición especial. 1997.
3. CORREA, ARROYAVE, Álvaro. " La Legalidad o Ilegalidad de la Explotación de Canteras en la Ciudad de Santa Fe de Bogotá." *Ponencia presentada ante la Comisión Tercera de la Honorable Cámara de Representantes.* Mayo 1994.
4. _____. *La Mecánica de Rocas en la Explotación de Canteras. En curso de Educación Continuada sobre "Explotación de canteras y medio ambiente".* Universidad Nacional de Colombia. Santa Fe de Bogotá, Junio 18-21 de 1996.
5. _____. "La Ingeniería de Rocas en la Explotación Racional e Integral de Canteras." Énfasis en el Análisis Cinemático. *Revista Ingeniería e Investigación.* No. 38. Universidad Nacional de Colombia. Diciembre 1997.
6. FRANKLIN, John A. y MAURICE B. Dusseault. *Rock Engineering Applications.* Mc. Graw Hill International Editions. Singapore 1991. pp 431.
7. INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA. *Manual de Restauración de Terrenos y Evaluación de Impactos Ambientales en Minería.* 1989, 321 pp.
8. KRYNINE, D. P. y W. R. Judd. "La Roca como Material de Construcción" *En Principios de geología y geotecnia para Ingenieros.* Ed. Omega, Barcelona, Tercera edición, 1972. pp 362-410.
9. CALL Richard D. y SVELLY James P. "Open pit rock mechanics". *En Surface Mining 2nd.* Edition. Editor Bruce A. Kennedy, Littleton, Colorado 1990. pp 860.