

**ESTRATEGIA Y APROVECHAMIENTO DE MATERIALES SOBRANTES DEL
PROCESO DE EXPLOTACIÓN DE LA MINA Y DE PRODUCCIÓN DE LA
LADRILLERA FRAMAR LTDA. DURANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL
PMRRA**

LUIS CARLOS DURAN ORTIZ 550965

DIEGO FERNANDO GUEVARA VARGAS 550994

FRANKI LEONEL HERNÁNDEZ BAREÑO 550980

FREDDY DAVID RAMIREZ SANTAMARIA 550992

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS
BOGOTÁ D.C – 2017**

**ESTRATEGIA Y APROVECHAMIENTO DE MATERIALES SOBANTES DEL
PROCESO DE EXPLOTACIÓN DE LA MINA Y DE PRODUCCIÓN DE LA
LADRILLERA FRAMAR LTDA. DURANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL
PMRRA**

**LUIS CARLOS DURAN ORTIZ 550965
DIEGO FERNANDO GUEVARA VARGAS 550994
FRANKI LEONEL HERNÁNDEZ BAREÑO 550980
FREDDY DAVID RAMIREZ SANTAMARIA 550992**

Trabajo de grado para obtener el título de especialista en Gerencia de Obras

JAVIER VALENCIA SIERRA

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS
BOGOTÁ D.C – 2017**



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

Contenido

1	GENERALIDADES DEL TRABAJO DE GRADO	7
1.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1.1.1	Antecedentes del problema.....	7
1.1.2	Pregunta de investigación.....	8
1.2	JUSTIFICACIÓN	8
1.3	OBJETIVOS	10
1.3.1	Objetivo general.....	10
1.3.2	Objetivos específicos	10
2	MARCOS DE REFERENCIA	11
2.1	MARCO HISTÓRICO	11
2.1.1	La industria ladrillera en Colombia	11
2.2	MARCO CONCEPTUAL	12
2.2.1	Sistema de gestión Ambiental (SGA) en el ámbito minero.....	12
2.2.2	Manejo integral de residuos	13
2.2.3	Minimización de residuos	14
2.2.4	Reutilización de residuos de ladrilleras.....	14
2.3	MARCO TEORICO	15
2.3.1	Recuperación de canteras en el ámbito internacional	15
2.3.2	Minería de arcillas.....	16
2.3.3	Producción de residuos en la explotación de arcillas y fabricación de ladrillos. 16	
2.3.4	Manejo de residuos en el PMRRA.....	17
2.4	MARCO JURÍDICO.....	17
2.5	MARCO GEOGRÁFICO	20
3	METODOLOGÍA	22
3.1	FASES DEL TRABAJO DE GRADO	22
3.2	HERRAMIENTAS	24
3.2.1	Matriz D.O.F.A.....	24
3.2.2	Matriz costo beneficio	25
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1	MATERIALES SOBANTES Y PRODUCTOS RESIDUALES DERIVADOS DEL PROCESO DE EXPLOTACIÓN DE ARCILLA.	26
4.1.1	Tipo de sobrante o residuo según fase del proceso.	26
4.1.2	Caracterización de sobrante y producto residual	28
4.1.3	Volumen de generación de estériles aprovechables.....	30
4.1.4	Almacenamiento.....	35
4.2	ESTRATEGIA DE APROVECHAMIENTO.	35
4.2.1	Objetivo.....	35
4.2.2	Puesta en práctica aprovechamiento de estériles.....	35
4.2.3	Descripción del proceso de aprovechamiento	39
4.2.4	Matriz DOFA.....	40

4.3	EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA.....	41
4.3.1	Costo beneficio	42
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	44
6	BIBLIOGRAFÍA.....	46
7	ANEXOS.....	49
7.1	ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZAJE.....	49
7.2	ANEXO 2: VISITA SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE DE BOGOTA	53

Lista de Figuras

Figura 1. Producción total de estériles promedio mensual	31
Figura 2. Producción de estériles aprovechables y no aprovechables promedio anual (Toneladas)	31
Figura 3. Porcentaje de tipo de estéril sobre producción total anual	31
Figura 4. Producción de tipo de estériles aprovechables y no aprovechables producción anual (Toneladas)	32
Figura 5. Producción total de arena promedio mensual	32
Figura 6. Producción total de tierra negra promedio mensual	33
Figura 7. Producción total de material vegetal promedio mensual	33
Figura 8. Producción total de roca promedio mensual	34
Figura 9. Producción total de chamote promedio mensual.....	34
Figura 10. Costo beneficio.....	42

1 GENERALIDADES DEL TRABAJO DE GRADO

Línea de Investigación

Gestión integral y dinámica de las organizaciones empresariales.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 Antecedentes del problema

Colombia avanza en controles legales para regular la actividad minera y reducir o fiscalizar los impactos generados por la misma al ambiente. En cuanto a los requisitos que exige el Ministerio del Medio Ambiente y la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), con base en la legislación vigente que debe cumplir la industria ladrillera para la explotación y producción, están las licencias, permisos de concesión de aguas, vertimientos, emisiones atmosféricas, ocupación de cauces y planes de manejo ambiental.

Para el desarrollo sostenible de la minería la SDA cuenta con los siguientes instrumentos: Plan de Manejo Ambiental (PMA) y los Planes de Manejo Recuperación y Restauración Ambiental- PMRRA. Sin embargo, los PMRRA presentados no son aprobados fácilmente, debido a la falta de conocimiento de la normativa sumado a la falta de conciencia ambiental de la industria minera y nuevos instrumentos que promuevan su entrega.

Dentro de los puntos clave a manejar en los PMRRA se encuentran los residuos sólidos. Debido a que la industria ladrillera genera residuos sólidos inertes, constituidos por escombros cerámicos provenientes de los productos rechazados por rotura, deficiente cocción o fuera de especificación, los cuales generalmente, son dispuestos inadecuadamente dentro de las empresas, acumulándose sin ningún aprovechamiento, deteriorando el entorno y afectando recursos como el suelo y el agua. (Zapata, 2013).

Uno de los PMRRA aceptados por la SDA es el de “Las ladrilleras Helios y Yomasa”, el cual contempla la separación de residuos sólidos en la fuente, manejo, transporte y disposición final, de esta forma, entre 2007 y 2009, la generación de residuos en la ladrillera Helios fue de 116.557 kilos, de los cuales 106.128 kilos (91%) fueron

aprovechables, respecto a Yomasa, en el mismo periodo, la generación fue de 40.080 kg, de los cuales 37.942 (94.7%) fueron aprovechables. (Ladrillera Yomasa, 2010)

Ladrillera Prisma S.A., actualmente, se encuentra en la implementación de dos PMA, en materia de calidad de aire, vertimientos, manejo de aceites, residuos sólidos, componente biótico, etc. Ladrillera Alemana, se encuentra reformulando el PMRRA, dicho proyecto da manejo a los materiales sobrantes mediante actividades de adecuación morfológica, estabilización geotécnica, restauración paisajística, ambiental y urbanística (Fundación Guaya canal, 2015).

Actualmente, Framar Ltda. cuenta con el PMRRA exigido por la autoridad ambiental competente, sin embargo, no se contemplan actividades para la medición y reutilización de materiales sobrantes de los productos derivados de la arcilla, no aprovechables durante el proceso de explotación, no son evidentes actividades asociadas a la optimización de los procesos que permitan el aprovechamiento de dichos materiales.

1.1.2 Pregunta de investigación

¿Cuál es la estrategia del aprovechamiento de materiales sobrantes del proceso de explotación de la mina y producción de la ladrillera, para lograr reducir los impactos ambientales negativos, disminuir el consumo de recursos y minimizar costos operativos?

1.2 JUSTIFICACIÓN

La industria ladrillera en Colombia es una fuente importante de ingresos y de trabajo para la población tanto en el ámbito nacional como local. Para el 2016, las ventas totales de la industria ladrillera nacional se estimaron en COP 31.643 millones mensuales, que representan 52.9% de las ventas potenciales de la industria ladrillera. Bogotá participa con 49% del mercado, seguido por Norte de Santander con 14.3% además, la industria ladrillera nacional genera 12.204 empleos directos. (Construdata, 2016).

En Bogotá, la Empresa Ladrillera Framar Ltda., dedicada a la explotación minera, fabricación y comercialización de productos derivados de la arcilla, cuenta con un volumen de explotación de 1000 a 1200 toneladas de arcilla al mes, según los datos de las columnas estratigráficas aproximadamente un 90% de los materiales presentes en el área son útiles para el proceso de fabricación de productos cerámicos.

Actualmente Ladrillera Framar Ltda, produce entre 200.000 a 250.000 piezas de arcilla, las cuales se caracterizan por ser bloques de perforación horizontal estándar referencia #4 y #5, bloque de perforación horizontal tradicional #4 y #5, ladrillos macizos de rejilla, entre otros. Framar es consciente que su actividad genera impactos ambientales por lo cual, es importante para la empresa contribuir con la recuperación de los ecosistemas encontrados en este sector, teniendo como marco de referencia que este predio hace parte del Parque Distrital Entre Nubes, el cual está catalogado como un nuevo pulmón para la ciudad de Bogotá D.C.

El PMRRA de Ladrillera Framar Ltda, contempla el manejo de residuos sólidos incluida la separación en la fuente, así: la ficha del PMA #4: Programa Disposición de Materiales hace referencia a la disposición de materiales generados durante el descapote (biomasa, cobertura herbácea).

Y la ficha # 5: Programa de Manejo y Disposición Final de Residuos Sólidos, que desarrolla el programa de manejo y disposición final de Residuos Sólidos. Sin embargo, no se indica medidas encaminadas al uso y aprovechamiento de los residuos generados del proceso, como sobrantes o materiales desechados por condiciones técnicas.

La generación de residuos industriales que se producen en la ladrillera actualmente, aumenta el costo de tratamiento de los mismos, lo que hace que la recuperación, cuando es posible, sea una ventaja económica con la condición de que los residuos puedan ser reutilizados para producir un beneficio, que deriva del retorno de costes.

Una estrategia de uso y aprovechamiento de materiales sobrantes, permitirá a la empresa optimizar los recursos, disminuir costos, favorecer la salud de sus trabajadores y por supuesto contribuir a la recuperación y restauración de las condiciones ambientales propias de su entorno, a la vez que fortalece las actividades propias del PMRRA.

Es importante recordar que este proceso ya se ha ejecutado con éxito en empresas del sector como la Ladrillera Helios, Ladrillera Prisma y Ladrillera Yomasa dentro de las estrategias del PMRRA, ubicadas en la Localidad de Usme de la ciudad de Bogotá, obteniendo resultados favorables tanto para la empresa como para el ambiente, en lo que podría denominarse una estrategia de Gestión Ambiental.

Considerando lo anterior, con el presente proyecto se busca diseñar una estrategia de aprovechamiento que genere eficiencias durante la fase de implementación del PMRRA

en términos de materia prima, utilizando los materiales sobrantes de los productos derivados de la arcilla y materiales residuales del proceso de explotación de la mina de la Empresa Framar Ltda., esto para reducir impactos ambientales negativos, consumo de recursos y minimizar costos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Diseñar una estrategia de valoración y aprovechamiento de los materiales y productos sobrantes derivados del proceso de explotación de arcilla en la mina de la Ladrillera Framar Ltda., articulada dentro del Plan de Manejo Recuperación y Restauración Ambiental (PMRRA) de la empresa.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Identificar las características, propiedades técnicas y el manejo dado a los materiales sobrantes y productos residuales derivados del proceso de explotación de arcilla, para establecer su aplicabilidad o posible uso.
2. Diseñar una estrategia de aprovechamiento de materiales y productos sobrantes, derivados del proceso de explotación de arcilla, comparando las posibles alternativas de uso y disposición de dichos materiales en la ejecución del PMRRA.
3. Realizar una evaluación económica de la implementación de la estrategia de aprovechamiento de materiales y productos sobrantes derivados del proceso de explotación de arcilla.

2 MARCOS DE REFERENCIA

2.1 MARCO HISTÓRICO

2.1.1 La industria ladrillera en Colombia

De acuerdo con el informe de Fedesarrollo, la minería en Colombia, incluida la industria ladrillera se encontraba con limitantes tecnológicas respecto a los estándares internacionales. Entre la década de los 80 y 90, los industriales lograron tecnificar los procesos con el fin de aumentar la capacidad de producción y la calidad de sus productos disminuyendo considerablemente los costos de producción (Fedesarrollo, 2008).

La industria ladrillera en Colombia de acuerdo a la escala y tecnificación presenta estructura de micro, pequeña, mediana y gran empresa; la microempresa se caracteriza por ser una unidad de procesos extractivos y transformadores artesanales, por ejemplo, la extracción manual de arcillas y la cocción en hornos tipo fuego dormido u horno Árabe. En este tipo de empresa el desarrollo tecnológico es mínimo al igual que los controles de calidad. (Fedesarrollo, 2014)

Debido al atraso tecnológico, la microempresa ocasiona afectaciones al medio ambiente asociadas a la inadecuada disposición de residuos, a la extracción no apropiada de la arcilla generando taludes inestables y presencia de áreas con erosión laminar, en surcos y cárcavas, se observa también grandes emisiones de CO, CO₂, azufre, nitrosos y partículas en suspensión. (Corporación Ambiental Empresarial, CAEM, 2013)

La pequeña industria presenta mayor tecnificación y mejor optimización de los procesos que la microempresa, la extracción se realiza mecánicamente usando buldócer o retroexcavadoras, se adelanta control de calidad de materias primas y se incorpora procesos de molienda y homogenización para la pasta cerámica, el proceso de extrusión se adelanta al vacío para eliminar aire y agua y como horno tipo se tiene el de llama invertida. En comparación a la microindustria, la afectación al ambiente es menor al aprovechar los residuos sólidos. (CAEM, Corporación Ambiental Empresarial, 2011).

La mediana industria está integrada por empresas de elevada inversión en tecnología e infraestructura, emplean procesos continuos en la cocción con uso de horno tipo Hoffman, cuenta con un proceso definido de extracción, molienda y homogenización, con automatización

de procesos, generando un uso eficiente de la energía y de los recursos (CAEM, Corporación Ambiental Empresarial, 2011).

En la mediana industria, existe el reproceso de residuos mediante re trituración de los desechos de producción, que posteriormente son reintegrados a los stocks de arcilla para su homogenización, extrusión y posterior cocción (CAEM, Corporación Ambiental Empresarial, 2011).

Ladrillera Framar Ltda., se encuentra dentro de la categoría de mediana empresa, realiza sus actividades de extracción de materiales mediante el uso de maquinaria pesada conformada por excavadora, buldócer, cargador y volquetas para el transporte de arcilla a la planta. La línea de producción de materiales cerámicos está compuesta por el área de extrusión, secaderos naturales y horno tipo Hoffman para la cocción.

En relación a la gran industria esta presenta el mayor grado de desarrollo tecnológico caracterizado por procesos planeados estratégicamente, que van desde la selección de materias primas, hasta la tecnificación de procesos de cocción, igualmente, se recurre a la capacitación del personal y automatización de procesos, lo que reduce la generación de desperdicios de proceso. (Ministerio de Minas y Energía - Ministerio del Medio Ambiente, 2005)

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Sistema de gestión Ambiental (SGA) en el ámbito minero

Un sistema de gestión de Ambiental es un sistema estructurado de gestión que incluye la estructura organizativa, la planificación de las actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procesos, los procedimientos y los recursos para desarrollar, implantar, llevar a efecto, revisar y mantener al día los compromisos en materia de protección ambiental que suscribe una Empresa (Ministerio de Minas y Energía, 2006).

El propósito principal es determinar qué elementos deben considerar las empresas en materia de protección ambiental para asegurar que en el desarrollo de sus actividades se tiene en cuenta la prevención y la minimización de los efectos sobre el entorno, para lo cual se requiere una evaluación de la gestión ambiental.

Respecto a la evaluación de la gestión ambiental, esta incluye la revisión y perfeccionamiento de planes y programas ambientales que conforman el SGA de una empresa, se debe analizar la necesidad de ajustar los planes y programas ambientales para

adaptarlos a probables cambios en la legislación ambiental como es el caso de los PMRRA, los requerimientos del sector minero, los avances técnico científicos, entre otros.

La industria minera puede implementar métodos y procesos amigables con el ambiente, estos métodos pueden incluir medidas que reduzcan el daño a los ecosistemas y la polución del agua superficial durante la exploración, usando tecnologías de minería limpias durante las excavaciones e implementando los procesos de restauración durante el cierre de la mina y la reutilización de residuos provenientes del proceso. (Fedesarrollo, 2014)

Cada proyecto minero debe contar con organización de sus procesos y componentes de planificación ambiental y su ejecución, incluida actividades de evaluación periódica para detectar deficiencias y realizar ajustes. (Ministerio de Minas y Energía - Ministerio del Medio Ambiente, 2005)

La planificación y análisis ambiental para el proyecto minero, requiere el conocimiento del entorno, incluyendo las características ambientales del área a intervenir, levantamiento de la línea base, que contemple los componentes del medio biofísico y del medio socioeconómico y la identificación de áreas ambientalmente sensibles, críticas, o protectoras. (Ministerio de Minas y Energía - Ministerio del Medio Ambiente, 2005)

El manejo y aprovechamiento adecuado de los residuos provenientes de la excavación y de la producción de ladrillos (en este caso particular), es una estrategia de optimización de procesos que se articula de manera apropiada con un sistema de Gestión de Calidad.

2.2.2 Manejo integral de residuos

El manejo Integral de Residuos implica la adopción de todas las medidas necesarias en las actividades de prevención, minimización, separación en la fuente, almacenamiento, transporte, aprovechamiento, valorización, tratamiento y/o disposición final, que se realizan de manera individual o interrelacionadas de manera adecuada y en condiciones que propendan por el cuidado de la salud humana y el ambiente.

De acuerdo al origen sectorial, los residuos pueden ser domiciliarios, hospitalarios, mineros, entre otros. En la actividad minera, específicamente en la ladrillera, se encuentran residuos no peligrosos como reciclables (papel, plástico, chatarra), ordinarios (residuos de

oficinas y zona administrativa) y biodegradables (residuos orgánicos, alimentos), e inertes, aquellos que no permiten su descomposición, ni su transformación en materia prima y su degradación natural requiere grandes períodos de tiempo (Framar, 2015).

2.2.3 Minimización de residuos

Las técnicas de minimización de residuos son aquellas que buscan prevenir la contaminación de la industria, produciendo menor volumen de contaminantes (ya sea de menor carga o menor contaminación). Abarcan medidas organizativas y operativas, que sean económica y técnicamente viables, buscando siempre cumplir con la legislación vigente y la protección del ambiente. (Cardona, 2006)

La minimización de residuos se logra a través del diseño de nuevos procesos productivos o modificando los existentes, de forma que se reduzca al máximo los residuos generados, aumentando así la eficacia del proceso, o reutilizando los residuos en el propio proceso, en un proceso complementario, otro proceso. (Cardona, 2006)

De acuerdo con el artículo publicado por Cardona, 2006, “Una vez generado un residuo, la mejor manera de evitar su impacto negativo sobre el medio ambiente es volver a utilizarlo, reintegrándolo de esta manera en el ciclo económico.”

2.2.4 Reutilización de residuos de ladrilleras

La reutilización de residuos provenientes de la explotación y producción del ladrillo, es una práctica utilizada alrededor del mundo. En Europa, cuya producción se caracteriza por ser más industrializada y de gran tradición cerámica, cerca del 3-7 % de la producción de la industria cerámica es desechada, generando altos costos de disposición y evidenciando muy limitadas prácticas de aprovechamiento, limitadas al uso de dichos residuos como relleno.

En Latinoamérica, Brasil y México han implementado procesos de aprovechamiento orientados a la producción de agregados reciclados, sin embargo la producción de sobrantes excede la de reutilización.

De acuerdo con la guía Minero Ambiental, en el sector minero en Colombia, el manejo de los residuos sólidos es prioritariamente preventivo y de control; se tiene una elevada heterogeneidad de residuos sólidos, propios o no, de la actividad minera,

clasificados en reciclables, reutilizables, orgánicos, tóxicos comerciables, tóxicos no comerciables y no clasificados. (Ministerio de Minas y Energía - Ministerio del Medio Ambiente, 2005)

La reutilización así como la investigación, la innovación y el rediseño de procesos hacen parte de la gestión ambiental de industria ladrillera, ayudan a controlar y a reducir costos operacionales en beneficio de la empresa y del medio ambiente.

Algunas estrategias de reutilización en la industria minera son la recuperación de las cenizas resultantes de la quema para utilizarlas como componente de las mezclas en la preparación de ladrillos crudos, la utilización de los escombros de ladrillo procedentes de la quema como relleno para mejorar los caminos de acceso a la zona o base para pisos de las viviendas, la reincorporación al proceso de elaboración de arcilla, entre otras estrategias, podrían ser alternativas viables al reciclaje de residuos y optimización de los procesos (Ministerio de la Producción, 2010).

Al respecto, Robayo y colaboradores, 2016, realizaron un estudio experimental, aprovechando distintos materiales residuales del proceso de fabricación de ladrillos, para reincorporarlos a la producción de elementos constructivos, en dicho estudio encontraron que,

“la viabilidad de utilizar el residuo de ladrillo (RL) como precursor primario de un mortero activado alcalinamente de tipo híbrido apto para fabricar elementos constructivos, tipo bloque, adoquín y teja, con propiedades incluso superiores a las mínimas establecidas en las normas técnicas colombianas (NTC). De acuerdo con la norma NTC 4026, los bloques de RL obtenidos se pudieron clasificar como “bloques estructurales de clase alta”, al tener una resistencia a la compresión de 17.09 MPa y una capacidad de absorción de agua del 7.3 %, es decir, un 31.5 % más resistentes y un 18.8 % menos absorbentes que los requerimientos establecidos en la norma NTC 4026” (Robayo, 2016).

2.3 MARCO TEORICO

2.3.1 Recuperación de canteras en el ámbito internacional

“A quarry is a surface mining operated place, which produces enormous quantities of gravel, limestone, and other materials for industrial and construction applications. Restoration and revegetation of deserted quarries are becoming increasingly important. Three areas of a typical quarry in South China: terrace for crushed materials (terrace), spoiled mound, and remaining side slope, were investigated, to compare the existing plant species and to study the relationship between environmental factors and revegetation. The plant species composition of

these three areas was found to differ significantly after eight years of natural recovery. The typical plant communities found over them were composed of gramineous herbs, ferns, and shrubs. Soil organic matter, soil moisture, and soil bulk density were considered to be the major determining factors for vegetation succession. There existed abiotic and biotic thresholds during quarrying restoration. Suggestions had been presented that could have accelerated the process of natural recovery in quarries". (Duan, 2008)

2.3.2 Minería de arcillas

Se puede definir la minería como la acción de extraer y dar un uso adecuado a los recursos minerales naturales, lo que acarrea una transformación antrópica de sistemas naturales, entre los que se encuentran, los sistemas geológicos-geoquímicos, de la hidrosfera, atmosfera, litosfera y la biosfera, las actividades mineras siempre representaran un factor de riesgo para el ambiente. (Cramer, 2011).

En minería, las arcillas y tierras arcillosas son usadas como materia prima para la elaboración de ladrillos cocidos de mampostería, ladrillos de chimenea, ladrillos sonosorbentes, ladrillos de cubiertas, clinker de alcantarilla, clinker para obras hidrotécnicas, clinker para la construcción de túneles, clinker para la construcción de carreteras, tejas, caballetes, tubos medios protectores para cables y tubos de drenaje. (Walte, 2004)

2.3.3 Producción de residuos en la explotación de arcillas y fabricación de ladrillos.

En cada una de las fases propias de la industria ladrillera se generan residuos sólidos de diversas características y naturaleza, que requieren distinto manejo y disposición, sin embargo, para efectos de la presente investigación se hará énfasis en los residuos reutilizables de la excavación y proceso productivo.

Dentro de los principales residuos sólidos en la explotación de arcillas y fabricación de ladrillos se encuentran:

Residuos de la extracción, los cuales incluyen el suelo vegetal, terrenos de recubrimiento, roca estéril y el mineral de baja ley. Estos residuos generan un gran volumen, por lo cual se requieren grandes escombreras para su disposición. Los minerales de baja ley se acopian en escombreras cercanas al yacimiento para su posterior recuperación. (Romero, 2007).

Los estériles de mina son los materiales sin valor económico extraído para permitir la explotación del mineral útil, por ejemplo la capa superficial del suelo, así como las rocas encajantes (Romero, 2007).

Los residuos de producción incluyen residuos inertes provenientes del producto no conforme y actividades de producción, por ejemplo, estériles y cenizas de carbón, residuos de producción o bloques que no cumplen con requisitos de calidad, restos de bloque, chamote. (Framar, 2015)

2.3.4 Manejo de residuos en el PMRRA

El Plan de Recuperación y Restauración Ambiental (PMRRA), es un instrumento creado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, para efectuar un cierre ambientalmente adecuado a las explotaciones mineras que se desarrollan por fuera de las zonas compatibles, previa recuperación morfológica y ambiental.

El PMRRA, incluye estrategias, acciones, técnicas y procedimientos aplicables en zonas afectadas por la minería con el fin de corregir, mitigar y compensar los efectos ambientales ocasionados por dicha actividad, estas estrategias deben permitir adecuar las áreas hacia un cierre definitivo y uso posterior, además, debe contener entre otros, componentes geotécnico, geomorfológico, hídrico, ecosistémico y paisajístico (Secretaría Distrital de Medio Ambiente, 2015).

A través del PMRRA se autorizan actividades dirigidas al cierre de una actividad minera que se desarrolló en zona no compatible con la minería, de manera ambientalmente adecuada. Dichas actividades deben manejar, restaurar y recuperar el área intervenida por lo cual, la remoción de materiales debe ser paulatina y decreciente, hasta llegar al cierre definitivo de la actividad minera. La remoción de materiales es justificada únicamente para la estabilización geotécnica, geomorfológica y paisajística. (Secretaría Distrital de Medio Ambiente, 2015).

2.4 MARCO JURÍDICO

Dentro de los convenios internacionales se encuentran convenios, protocolos y tratados, que Colombia ha adoptado para el desarrollo de sus políticas internas, como es el caso de la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro en 1992, en la cual se planteó la

Agenda 21 que promueve principios fundamentales para preservar el medio ambiente y disminuir las emisiones de CO₂.

En el ámbito nacional, la normativa ambiental vigente se encuentra enmarcada dentro de la Constitución Política Nacional de 1991, en la cual, el capítulo 3, artículos 79 y 80, hacen referencia a los Derechos colectivos y del ambiente, en los cuales se promueve un ambiente sano para todos, la protección de la diversidad del ambiente, del aprovechamiento de los recursos naturales y sus mecanismos en caso de deterioro y daño ambiental.

Posteriormente se promulga la Ley 99/93. Con la formulación y puesta en práctica de esta ley se establecen competencias ambientales específicas y mecanismos definidos para la regulación y control ambiental a instituciones como el Ministerio de minas, el Consejo Nacional Ambiental y las Corporaciones Autónomas Regionales como instituciones de carácter público.

En relación a la minería en Colombia, dichas entidades cumplen objetivos específicos como el otorgamiento de las licencias ambientales, de funcionamientos de las minas, las tasas retributivas y compensatorias en caso de afectar al medio ambiente, dadas en función a un análisis cualitativo del mismo.

Dentro de las funciones del ministerio de minas, se encuentra la aplicabilidad de toda la normatividad vigente, como la ley 962 de 2005 donde se crea el Fondo Nacional de Regalías y se regula el derecho del Estado a percibir regalías por recursos no renovables.

Ley 685 de 2001. Ministerio de Minas y Energía. El código de minas aplica para este proyecto en siguientes artículos y capítulos: **Art.5:** Propiedad de los recursos mineros, **Art. 10:** Definición de mina y mineral y **Art. 14:** Título minero. **Cap. XX:** Aspectos ambientales, en especial el art. 209 sobre obligaciones en caso de terminación.

Decreto 2636/1994. Explotaciones de hecho de pequeña minería, Legaliza las explotaciones de hecho de la pequeña minería. **Decreto 1481/1996.** Requisitos para la inscripción títulos en el Registro minero. Establece la obtención de la licencia ambiental para la inscripción de los aportes en el registro minero nacional.

Otras normas de carácter nacional que afectan la actividad minera son: la Resolución 1197 de 2004, expedida por el Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo

Territorial. “Por la cual se establecen zonas compatibles con la minería de materiales de construcción y de arcillas en la Sabana de Bogotá”

Resolución 1277 de 1996. Mediante el cual se incluye el **PMRRA** con el objetivo de llevar a cabo la restauración ambiental y morfológica de una zona intervenida donde se esté realizando explotaciones mineras y que esta sea incompatible con la actividad de la minería. **El PMRRA** sólo podrá tener una duración hasta la vigencia del título minero, que en ningún caso podrá ser prorrogable.

Decreto 619 de 2000. Alcaldía Distrital de Bogotá. Por el cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial para Bogotá, Distrito Capital. En el Art. 343, establece dos categorías de áreas de actividad minera; una de ellas (áreas de suspensión de actividad minera) debe adelantar la recuperación morfológica, paisajística, ambiental y urbanística, e conformidad con los requerimientos de las autoridades ambientales y urbanísticas.

El artículo 61 de la Ley 99 de 1993; la Resolución 222 de 1994, aclarado por la Resolución 249 de 1994, artículo 3 que determina: *“Las actividades mineras que se encuentren fuera de las zonas compatibles con la minería delimitadas en el artículo 5 de la presente resolución, y al momento de la expedición de ésta no cuenten con los permisos, concesiones, contratos o licencias vigentes otorgados por el Ministerio de Minas, serán cerradas definitivamente, sin perjuicio a las demás sanciones legales a que haya lugar.*

Ley 388 de 1997 y ley de 2011. Congreso de la República. Planes de ordenamiento territorial: “establece obligaciones del Plan de ordenamiento territorial POT, clasifica suelos, establece licencias para obras que se relacionan con espacio público y las autoridades que lo otorgan y establecen sanciones a infractores.

Ley 1450 de 2011 (Plan Nacional de desarrollo, PND) con respecto del desarrollo sostenible y el desarrollo minero. El capítulo 5 del PND se titula Sostenibilidad ambiental y prevención del riesgo y contempla medidas que dejan vigentes mandatos ambientales para la minería que cayeron con la declaración de inconstitucionalidad del Código de Minas de 2010.

Otras normas asociadas al componente ambiental en la industria minera son las siguientes:

Tabla 1. Normativa relacionada al sector minero

Aspecto ambiental	Norma
Normatividad sobre el recurso atmosférico	Decreto 2811 de 1974. Código de recursos naturales y del medio ambiente. Art. 33, 192, 193 Control de ruido en obras de infraestructura. - Ley 09 de 1979. Código sanitario nacional - Decreto 02 de 1982. Reglamenta título I

	de la Ley 09-79 y el decreto 2811-74. Disposiciones sanitarias sobre emisiones atmosféricas. Art. 7 a 9 Definiciones y normas generales.
Normatividad sobre el recurso suelo	Decreto 2811 de 1974 parte VII. Del suelo agrícola y de los usos no agrícolas de la tierra. - Decreto Reglamentario 2462 de 1989. Sobre explotación de materiales de construcción. - Resolución 222 de 1994. Áreas compatibles para explotaciones mineras de materiales de construcción en la Sabana de Bogotá.
Normatividad sobre residuos sólidos	Ley 09 de 1979. Medidas sanitarias sobre manejo de residuos sólidos. - Resolución 2309 de 1986. Define los residuos especiales, los criterios de identificación, tratamiento y registro. Establece planes de cumplimiento vigilancia y seguridad. - Resolución 541 de 1994. Reglamenta el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, concreto y agregados sueltos de construcción. - Documento CONPES 2750 de 1994. Políticas sobre manejo de residuos sólidos. - Resolución 0189 de 1994. Regulación para impedir la entrada de residuos peligrosos al territorio nacional.

FUENTE: El autor, adaptado de la legislación Colombiana Actual

2.5 MARCO GEOGRÁFICO

La localidad de Usme está ubicada al sur de la ciudad de Bogotá, al occidente limita con la localidad de Ciudad Bolívar y el municipio de Pasca, al oriente con los municipios de Ubaque y Chipaque, al norte con las localidades de Tunjuelito, Rafael Uribe Uribe y San Cristóbal y al sur con la localidad de Sumapaz. (Secretaría Distrital de Planeación, 2009).

En relación con los usos actuales del suelo, la mayoría de las UPZ son residenciales, la UPZ Parque Entrenubes, en la que se ubica el parque que le da el nombre a la UPZ, es predominantemente dotacional y es zona urbana protegida en toda su extensión (Alcaldía Local de Usme, 2013).

La Ladrillera Framar se ubica en la localidad de Usme, en las UPZs 56 y Gran Yomasa. Colindante con áreas protegidas del Parque Ecológico distrital Montaña Entre Nubes y está rodeado de zonas clasificadas de acuerdo al Plan de Ordenamiento Territorial (POT) como “residencial de urbanización incompleta”.

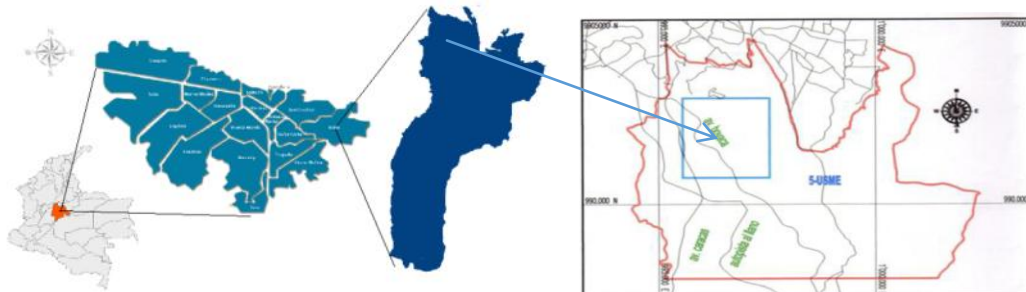
El área de estudio está localizada en la localidad de Usme en el barrio Santa Librada en la ciudad de Bogotá, se accede por este barrio, partiendo de la avenida Caracas al oriente, cruzando la Quebrada Curí. El área se encuentra entre las siguientes coordenadas.

Tabla 2. Coordenadas de ubicación Ladrillera Framar

COORDENADA NORTE	COORDENADA ESTE
991124.535	996403.571
991142.217	996448.559
991155.837	996487.755
991406.157	996578.937

FUENTE: Ladrillera Framar

Gráfica 1. Localización geográfica del área de estudio



FUENTE: El autor, adaptado de: google maps. Disponible desde internet en: <https://www.google.com.co/search?q=usme+mapa&biw>.

De acuerdo con los datos arrojados por el censo del 2005, realizado por el Departamento Nacional de Estadística (DANE), y las proyecciones de población realizadas a partir de dicha información, la población de Usme para el 2011 es de 382.876, lo que representa el 5,5% de los habitantes del Distrito Capital. Se proyecta un aumento de la población del 13,02% de 2011 a 2015, tasa de crecimiento de más del doble de la ciudad (5,5%), lo que resulta en 432.724 habitantes en 2015 en la localidad. (DANE, 2005)

3 METODOLOGÍA

3.1 FASES DEL TRABAJO DE GRADO

Se realizó el diseño de una estrategia de aprovechamiento de los materiales sobrantes y productos no aprovechables derivados del proceso de explotación de arcilla durante la implementación del PMRRA en la Ladrillera Framar Ltda., ubicada en el parque minero industrial de Usme Bogotá D.C.

Para el desarrollo del proyecto se diseñaron etapas de ejecución para cumplir con los objetivos planteados, con ayuda de estrategias metodológicas que permitieron generar una investigación más efectiva, de la siguiente manera:

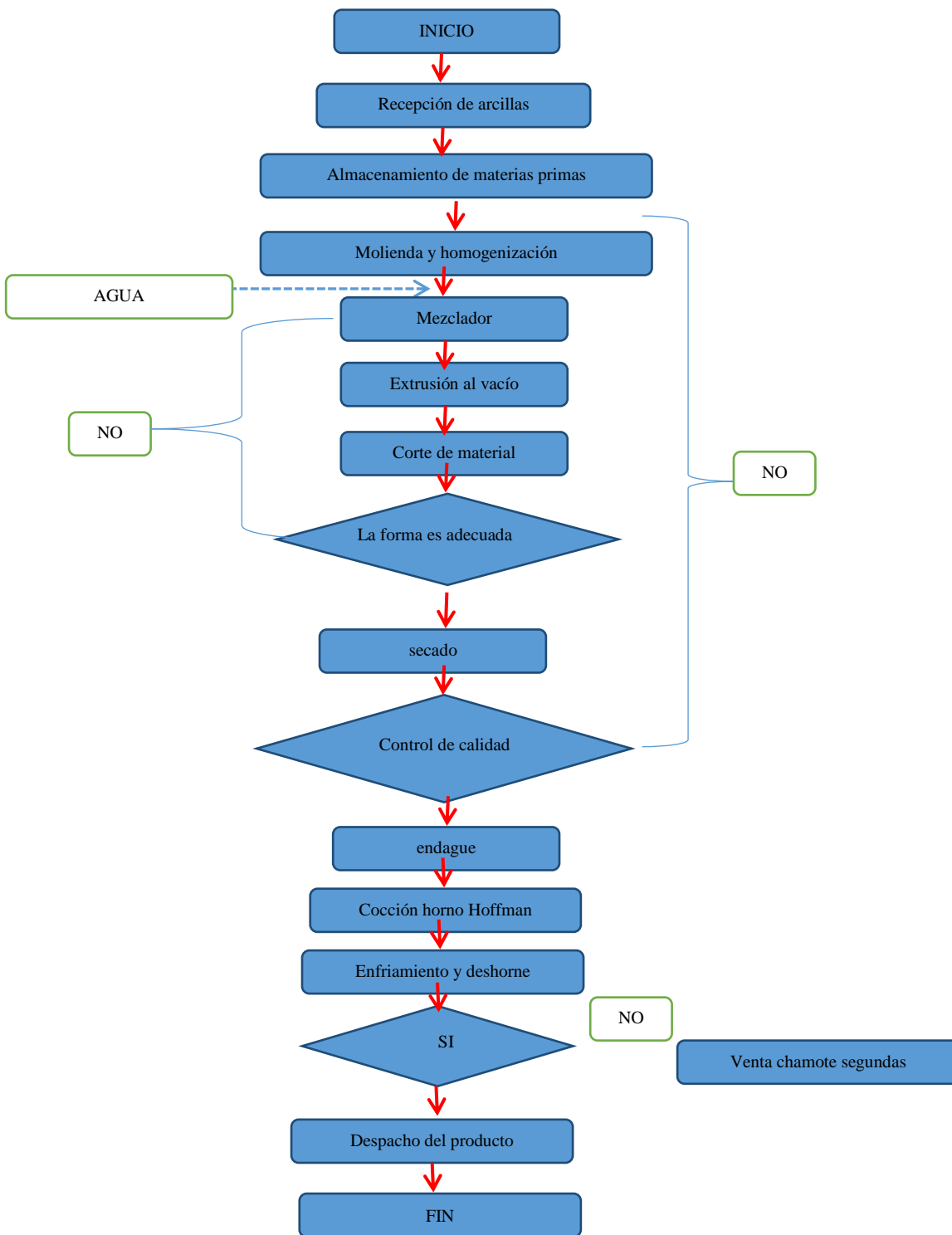
ETAPA 1 contextualización: se realizó una investigación de fuentes secundarias, que permita establecer los distintos tipos de estrategias registradas en la literatura, en relación al uso y aprovechamiento de residuos de materiales sobrantes y productos no aprovechables derivados de la explotación de arcilla, por medio de una matriz D.O.F.A.

ETAPA 2 trabajo de campo: se realizó un reconocimiento en la ladrillera Framar (RAI: reconocimiento ambiental inicial), en el cual se establecieron los distintos tipos de materiales resultantes de las etapas de excavación y de producción, una vez identificados los materiales, se diligenció una hoja de registro por cada tipo de material incluyendo el volumen de material generado en cada proceso, adicional se realizó un análisis granulométrico por tamizaje de cada uno de los residuos.

Se evaluó el proceso actual de disposición de dichos residuos, mediante una matriz de valoración, con el fin de establecer las fortalezas y debilidades del sistema actual de manejo y disposición de dichos residuos.

Balance de materiales. En términos generales, un balance establece la equivalencia de las entradas de un proceso con sus salidas, siendo éstas la sumatoria de sus productos y los residuos que genera. Esto aplica a procesos y subprocesos en general.

Gráfica 1. Balance del Proceso



Fuente: Framar LTDA

ETAPA 3 diseño de la propuesta: se identificaron las fortalezas y debilidades, mediante matriz D.O.F.A, la cual es una herramienta analítica que permite trabajar con la información que se obtenga del proceso productivo de la ladrillera. Se puede definir como el enfrentamiento de factores internos y externos, con el propósito de generar estrategias alternativas.

ETAPA 4 Finalmente se realizó una valoración económica de la estrategia para establecer cuál es el costo/beneficio (financiero) de modificar la estrategia actual en relación a la propuesta planteada en esta investigación.

3.2 HERRAMIENTAS

3.2.1 Matriz D.O.F.A.

La matriz D.O.F.A. es una importante herramienta de formulación de estrategia, apropiada para analizar las debilidades internas, oportunidades externas, fortalezas internas y amenazas externas.

Para la construcción de la matriz se realizó lo siguiente:

1. Hacer una lista de las fortalezas internas claves.
2. Hacer una lista de las debilidades internas decisivas.
3. Hacer una lista de las oportunidades externas importantes
4. Hacer una lista de las amenazas externas claves.
5. Comparar las fortalezas internas con las oportunidades externas y registrar las estrategias FO (fortalezas internas) resultantes en la casilla apropiada.
6. Cortear las debilidades internas con las oportunidades externas y registrar las estrategias DO (debilidades – oportunidades) resultantes.
7. Comparar las fortalezas internas con las amenazas externas y registrar las estrategias FA resultantes (fortalezas externas).

En el diligenciamiento de la matriz se identificaron aspectos claves como la estructura organizacional, las finanzas, requerimientos legislativos, lineamientos empresariales, factores ambientales, logística, inventarios, investigación, relaciones comunitarias, gremios relacionados, volumen de producción de residuos, programas actuales, manejo de residuos, etc.

Se procedió con la etapa de diseño de la propuesta para el uso, disposición y aprovechamiento de los materiales sobrantes y productos sobrantes derivados del proceso de explotación de arcilla, que se articule con el PMRRA, de manera que se logre eficiencias en los procesos y disminución en la generación de desperdicios.

3.2.2 Matriz costo beneficio

Para efecto de presente estudio, el costo beneficio (financiero), se entiende como una relación entre los beneficios obtenidos y los costos incurridos y utiliza como unidad de medida el dinero. Será considerado un resultado positivo sí la relación beneficio-costo es mayor a uno (los beneficios son mayores que los costos), así:

$$\text{Relación beneficio/ costo} = (\% \text{ de Valor ahorrado por reutilización de materiales existentes})$$

Dentro de los costos se incluyeron los pagos a los operarios, el costo de utilizar las instalaciones y costo de los insumos identificados. En relación a los beneficios se tuvo en cuenta el ahorro en transporte, el ahorro en requerimiento de insumos por aprovechamiento de residuos, la reducción de productos imperfectos y la mejora en productividad.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 MATERIALES SOBRANTES Y PRODUCTOS RESIDUALES DERIVADOS DEL PROCESO DE EXPLOTACIÓN DE ARCILLA.

4.1.1 Tipo de sobrante o residuo según fase del proceso.

El terreno de Framar se encuentra en la formación geológica Bogotá, la cual se considera una unidad importante para la producción de ladrillos en la región predominando rocas arcillosas a limosas, de tendencia plástica e impermeable, compuestas predominantemente de arcillolitas ; está dominada por tres capas gruesas de areniscas y conglomerados de color pardo rojizo, intercaladas por niveles arcillosos de color marrón y rojizo y se encuentran con alternancias de areniscas (INGEOMINAS, 1996).

En su proceso productivo, Framar genera distintos tipos de residuos en cada una de sus dependencias desde la administración hasta la producción propiamente dicha, sin embargo, para efectos de la presente propuesta, se centrará en los residuos denominados como estériles en la excavación de arcilla y producción de bloque estructural.




La generación de estériles ocurre principalmente en las etapa de descapote, excavación y producción, por lo cual se analizó, sólo estas etapas de la producción. En la primera fase, se producen estériles como arena, tierra negra y material vegetal, en la fase de excavación se produce principalmente roca, algunas de gran tamaño que se separan fácilmente en esta etapa y otra que se mezcla con la arcilla y debe ser extraída en muchos casos en forma manual. En la producción se obtienen estériles de material defectuoso o fuera de especificación técnica, reconocidos como chamote o chamota.

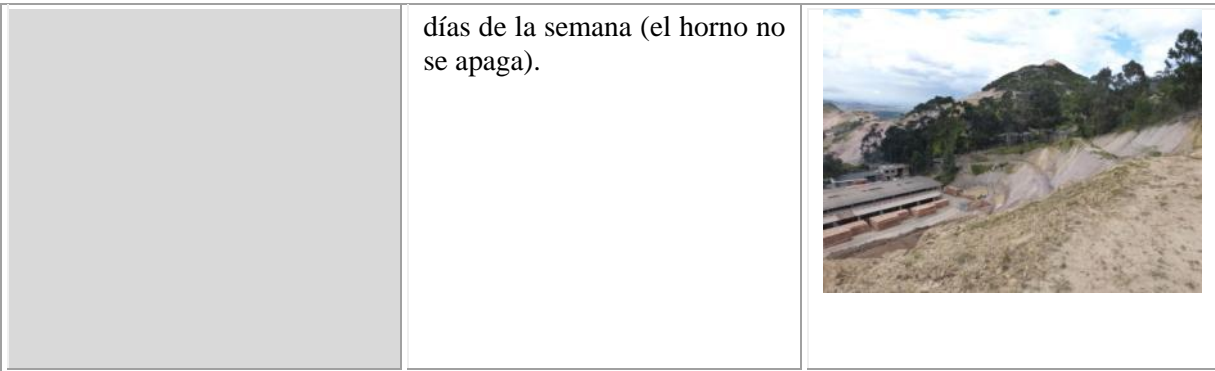
Tabla 3. Producción de estériles

FASE OPERATIVA	ESTÉRIL
DESCAPOTE	ARENA
	TIERRA NEGRA
	MATERIAL VEGETAL
EXCAVACIÓN	ROCA
PRODUCCION	CHAMOTE

FUENTE, El autor, 2017

Tabla 4. Producción de estériles según fase operativa

FASE OPERATIVA	DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA
DESCAPOTE	Consiste en el retiro de la cobertura o descapote, incluye el desmonte de la escasa vegetación, la capa de suelo y el nivel superior de conglomerado superior que en algunos casos es de poco espesor debido al alto grado de desgaste por erosión.	
EXCAVACIÓN/ EXPLOTACIÓN	La explotación de los niveles arcillo limosos se hace a cielo abierto, por medio del banqueo descendiente, los niveles productivos medios son extraídos sistemáticamente mediante banqueo descendiente utilizando en los frentes de explotación un bulldózer y retroexcavadora.	<p data-bbox="1044 632 1373 688">Fotografía. 4-1. Proceso de excavación</p>  
PRODUCCIÓN	La producción actual se encuentra en el orden de las 120.000 a 150.000 piezas/mes, y una extracción de 500 ton/mes de arcillas de diferentes tonalidades. La extracción del mineral no se realiza continuamente todos los días. La producción se realiza continuamente los 7	<p data-bbox="1044 1310 1373 1367">Fotografía. 4-2. Proceso de Producción</p> 



FUENTE, El autor, 2017

4.1.2 Caracterización de sobrante y producto residual

ARENA: Conjunto de fragmentos sueltos de rocas o minerales de pequeño tamaño este varía entre 0,063 y 2 milímetros (mm). El principal componente de la arena es la sílice o dióxido de silicio (SiO_2), y su origen es muy variado. Localmente son areniscas de color gris claro a blanco, de grano grueso a medio y en menor proporción finos, feldespáticas, micáceas y con presencia escasa de piroxenos, bien cementadas, granos subredondeados a redondeados, duras, como estructuras sedimentarias se observan estratificaciones medias a gruesas, estratificación cruzada (PMRRA, Framar) (ver anexo 1, análisis granulométrico por tamizaje).

Fotografía. 4-3. Material estéril, arena



Fotografía. 4-4. Material estéril, arena



Fuente, El autor, 2017

TIERRA NEGRA: La tierra negra contiene material orgánico que se ha descompuesto en partículas pequeñas. Estos trozos de materia orgánica mejoran la textura del suelo permitiéndole retener agua y proveen una buena circulación de aire, necesaria para el crecimiento de las raíces. Descompone los suelos arcillosos y añade propiedades de retención de agua a los suelos arenosos.

MATERIAL VEGETAL: Es todo material que se extrae de una base natural en el momento que se inicia la excavación. La zona presenta vegetación secundaria (vegetación en recuperación luego de intervención como agricultura y ganadería), en algunos sectores más espesa, caracterizada por árboles y arbustos de bajo porte y matorral, gran parte del terreno se encuentra cubierto por pastos limpios con evidencia de actividad agrícola y pecuaria.

Fotografía. 4-5. Material Vegetal, vegetación secundaria



Fotografía. 4-6. Material vegetal, pastizal



Fuente, El autor, 2017

ROCA: Se le denomina roca a cada uno de los diversos materiales sólidos, formados por cristales o granos de uno o más minerales, de que está hecha la parte sólida de la Tierra y otros cuerpos planetarios. Las rocas están constituidas, en general, por mezclas heterogéneas de diversos materiales homogéneos y cristalinos, es decir, minerales. A pesar que el cambio en el tamizaje se observó que un 27% de las partículas presentan modificaciones físicas como desintegración, fractura entre otras, no afecta el uso y aprovechamiento de la roca dentro de la estrategia propuesta.

Fotografía. 4-7. Material estéril, roca



Fotografía. 4-8. Material estéril, roca



Fuente, El autor, 2017

CHAMOTE: o chamota, es arcilla calcinada, generalmente de color grisáceo, son los restos de cerámicas cocidas y sin esmaltar de piezas que salen falladas o fuera de especificación técnica. Tiene un alto porcentaje de sílice y alúmina.

El chamote triturado, presentó una granulometría el 27% presentaron cambios físicos, el 9% partidas, el 6% con escamas, el 6% desintegradas y el 6% vueltas lajas, estas modificaciones físicas en las partículas en un porcentaje elevado (27%), hace que no sea recomendable el proceso de trituración para la reincorporación del chamote a la producción del bloque, por encontrarse fuera de la especificación técnica exigida por las normas de calidad en el país, por lo cual el uso y aprovechamiento se restringe a la generación de bloque 4 huecos y material triturado para relleno de vías internas (Anexo 1).

Fotografía. 4-9. Material estéril, chamote



Fotografía. 4-10. Material estéril, chamote



Fuente, El autor, 2017

4.1.3 Volumen de generación de estériles aprovechables

Framar produce en promedio 990 toneladas de arcilla al mes, la generación de productos estériles es de un 3% (365ton/ 11880 ton producidas al año), ver Figura 1, de estos estériles el 90% son no aprovechables y sólo el 10% restante se consideran estériles aprovechables.

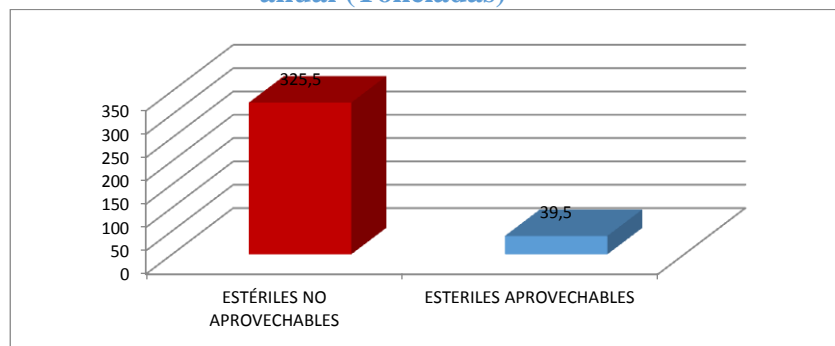
Figura 1. Producción total de estériles promedio mensual



Fuente, El autor, 2017

La producción total de estériles no aprovechables es de 325,5 toneladas/ año, y de estériles aprovechables de 39,5 toneladas /año. Ver Figura 2.

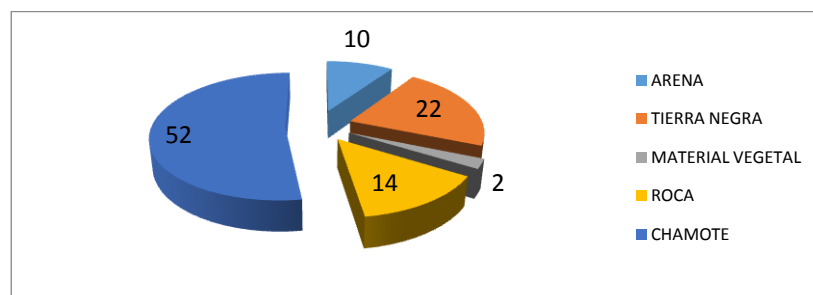
Figura 2. Producción de estériles aprovechables y no aprovechables promedio anual (Toneladas)



Fuente, El autor, 2017

De las 365 toneladas de estériles producidos anualmente, el 52% son chamote, el 24% descapote (22% tierra negra + 2% de material vegetal), el 14% roca y el 10% arena.

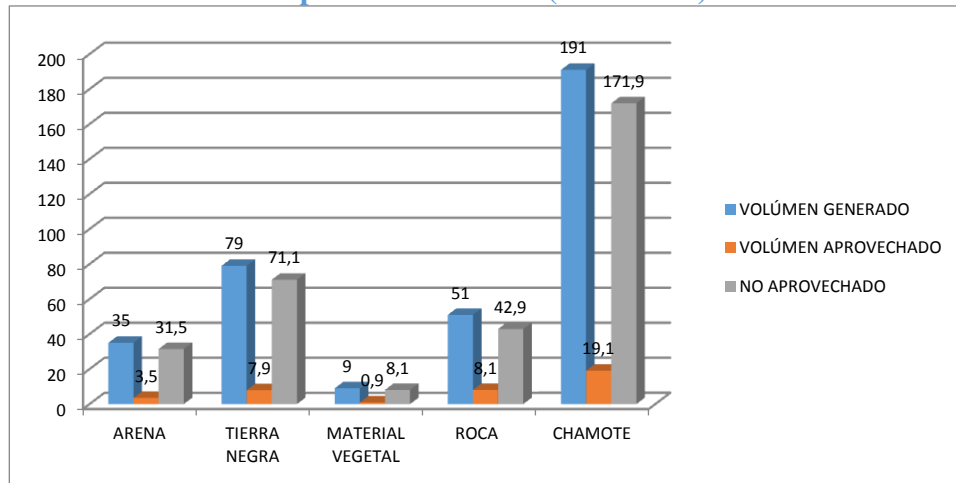
Figura 3. Porcentaje de tipo de estéril sobre producción total anual



Fuente, El autor, 2017

Al año son producidas 191 toneladas de chamote, 79 de tierra negra, 51 toneladas de roca, 35 toneladas de arena y 9 toneladas de material vegetal Figura 4.

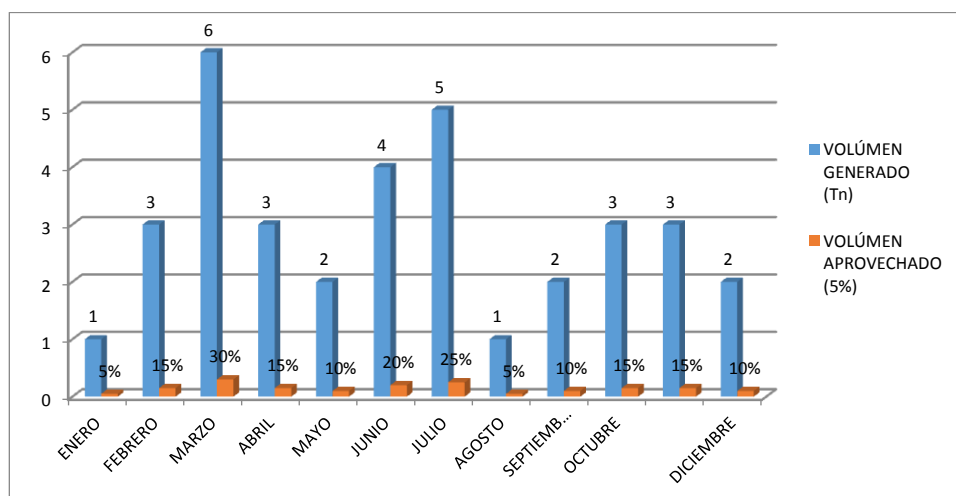
Figura 4. Producción de tipo de estériles aprovechables y no aprovechables producción anual (Toneladas)



Fuente, El autor, 2017

En relación a la producción de arena, al año se producen en promedio 35 toneladas, de las cuales son aprovechadas un 10%, por lo cual 31,5 toneladas de arena no son aprovechadas. El grado de producción y aprovechamiento mensual se encuentra en la Figura 5.

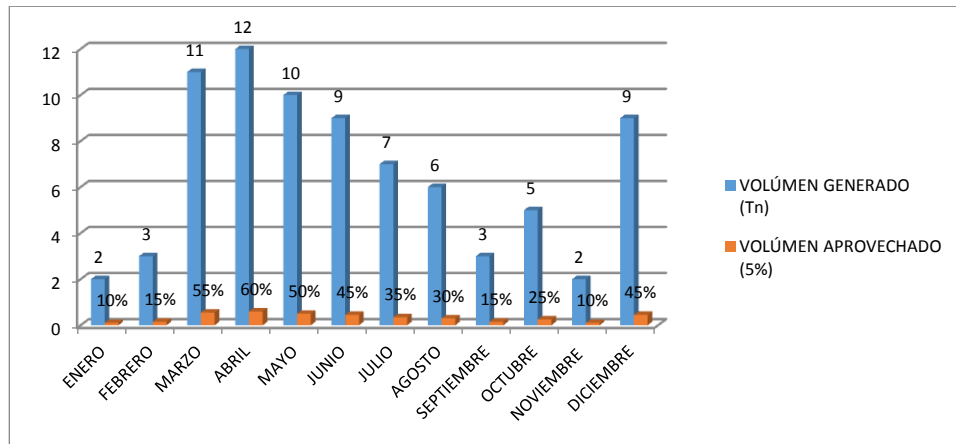
Figura 5. Producción total de arena promedio mensual



Fuente, El autor, 2017

La generación de tierra negra asciende a 79 toneladas anuales, de las cuales el 11% es aprovechado, 71 toneladas (89%) no son aprovechadas. El grado de producción mensual y aprovechamiento se encuentra en la Figura 6.

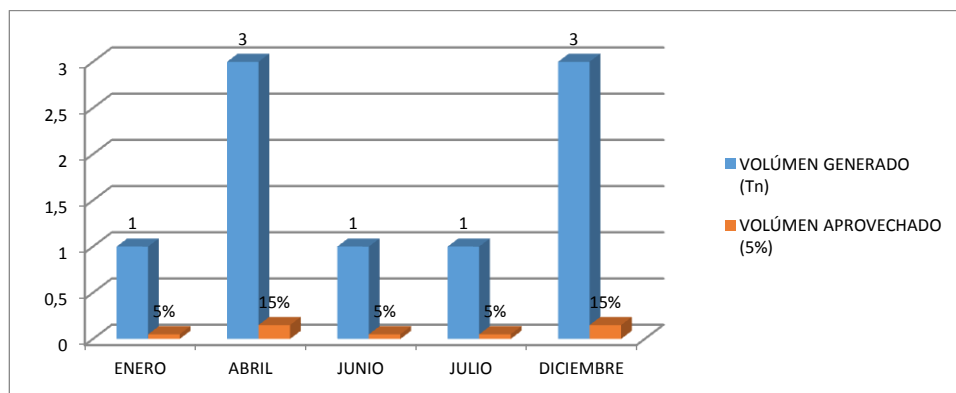
Figura 6. Producción total de tierra negra promedio mensual



Fuente, El autor, 2017

Son producidas anualmente 9 toneladas de material vegetal, de las cuales 8.1 (90%) Toneladas no son aprovechadas. El nivel de producción mensual se encuentra en la Figura 7.

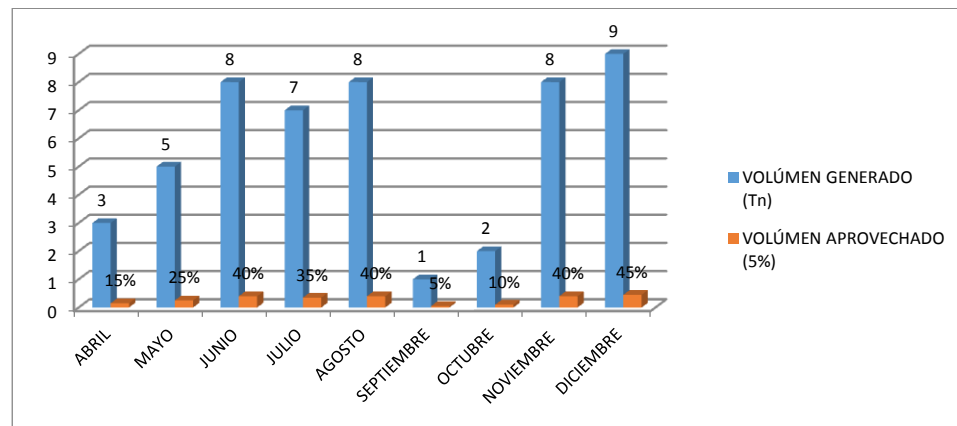
Figura 7. Producción total de material vegetal promedio mensual



Fuente, El autor, 2017

Son producidos anualmente 51 toneladas de roca, de las cuales 45,9 (90%) toneladas no son aprovechadas, el nivel de aprovechamiento es de 10%. El promedio de aprovechamiento mensual se encuentra en Figura 8.

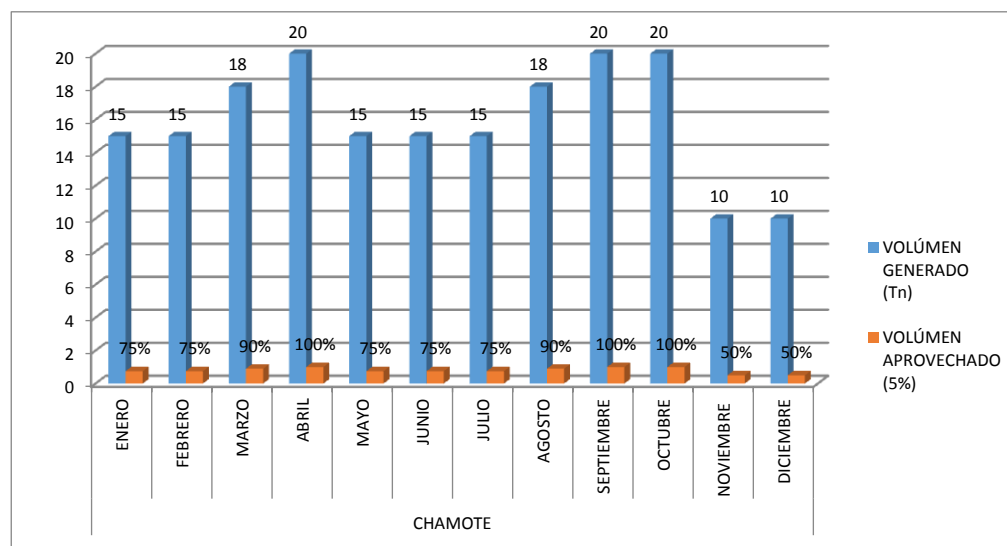
Figura 8. Producción total de roca promedio mensual



Fuente, El autor, 2017

Se producen anualmente 191 toneladas de Chamote, de los cuales 171,9 (90%) toneladas no son aprovechadas, el nivel de aprovechamiento es de 10%, el promedio de producción mensual se encuentra en la Figura 9.

Figura 9. Producción total de chamote promedio mensual



Fuente, El autor, 2017

4.1.4 Almacenamiento

Todos los estériles generados en Framar, son almacenados en el centro de disposición de estériles, estos son separados en la fuente y dispuestos de acuerdo a su naturaleza (arena, tierra negra, material vegetal, roca, etc). A excepción del chamote que recibe un tratamiento para su almacenamiento, ninguno de los estériles requiere manejo adicional.

4.2 ESTRATEGIA DE APROVECHAMIENTO.

4.2.1 Objetivo

Aumentar el nivel de aprovechamiento de estériles mediante prácticas de minimización y correcta disposición, que se articulen con las estrategias de manejo planteadas en el PMRRA.

4.2.2 Puesta en práctica aprovechamiento de estériles

La empresa requiere en su interior una serie de obras civiles para su funcionamiento y para dar cumplimiento a la normativa ambiental, la propuesta de manejo de estériles está encaminada a dar el mayor aprovechamiento interno de los mismos, para lo cual se proponen actividades de reincorporación interna de los estériles, de la siguiente manera:

Tabla 5. Estrategias de aprovechamiento de estériles

FASE OPERATIVA	TIPO DE RESIDUO	ALMACENAMIENTO	TIPO DE APROVECHAMIENTO	MANEJO Y TRANSFORMACIÓN
DESCAPOTE	ARENA	Centro de disposición de estériles	Canales, bajantes, manejo de drenajes, obra civil.	Ninguno
	TIERRA NEGRA	Centro de disposición de estériles	Jardinería, recuperación de zonas expuestas según plan de Manejo	Ninguno
	MATERIAL VEGETAL	Centro de disposición de estériles	Jardinería, recuperación de zonas expuestas según plan de Manejo	Separación en el Centro de Disposición de estériles y reutilización de material apto para ello

EXCAVACIÓN	ROCA	Centro de disposición de estériles	Canales, bajantes, manejo de drenajes, obra civil.	Separación en la Fuente y Reutilización
PRODUCCION	CHAMOTE	Centro de disposición de estériles	Manejo interno de vías y rellenos	Consumo y venta al detal del producto para manejo de vías.

Fuente. El autor, 2017

La arena producida en el proceso de descapote es separada de otros materiales y dispuesta en el centro de disposición de estériles, allí es cernida y separada de la roca que pudiera traer consigo. Una vez se encuentra en condiciones óptimas para su uso, se utiliza en Canales, bajantes, manejo de drenajes y obras civiles al interior de la mina.

Fotografía. 4-11. Disposición de arena



Fotografía. 4-12. Manejo de arena en canales



Fuente. El autor, 2017

La tierra negra sólo es generada en el momento de la excavación al inicio de la misma y hace parte del descapote, su aprovechamiento una vez se han separado otros materiales como piedra y arena, se realiza en la cobertura superficial de los taludes generados para la reconformación paisajística del terreno Fotografía. 4-9.

Fotografía. 4-13. Aprovechamiento de tierra negra



Fuente. El autor, 2017

Al igual que la tierra negra, el material vegetal es generado en el proceso inicial de la excavación y hace parte del descapote, este es el primer material retirado del terreno y se utiliza para la reconformación paisajística de las terrazas y taludes, aunque en algunos sectores se requiere de la plantación de una capa inicial de gramíneas para la estabilización de terreno y generación de capa fértil que permita el restablecimiento a largo plazo de la cobertura vegetal propia de la zona. Fotografía. 4-14

Fotografía. 4-14. Aprovechamiento material vegetal



Fotografía. 4-15. Recubrimiento con material vegetal



Fuente. El autor, 2017

La roca generada es usada para generación de obras civiles como drenajes y principalmente canales para el manejo interno de la escorrentía y prevención de la erosión laminar producida por la lluvia que golpea el suelo desnudo. Este material es almacenado en el centro de acopio de estériles, y se va utilizando conforme se requiera en las obras civiles de la empresa.

Fotografía. 4-16. Uso de roca en obras civiles



Fotografía. 4-17. Uso de roca en canales



Fuente. El autor, 2017

Fotografía. 4-18. Uso de roca en canales



Fotografía. 4-19. Uso de roca en canales



Fuente. El autor, 2017

La generación de chamote se da exclusivamente en el proceso productivo, debido a las condiciones físicas y químicas del mismo no se realiza la reincorporación del mismo al proceso productivo, esto demandaría un esfuerzo adicional de trituración y remezcla en cantidades exactas para no deteriorar las condiciones óptimas del producto fabricado por Famar.

Por lo anterior, el uso del chamote está dirigido al acondicionamiento de cada pieza a un nuevo producto denominado “4 huecos”, el cual es una adaptación que se hace manualmente para retirar el material sobrante y dejar la pieza “tal y como su nombre lo indica”, con 4 huecos, una vez acondicionado se almacena en el centro de acopio de estériles para su posterior comercialización.

Fotografía. 4-20. Chamote inicial



Fotografía. 4-21. Chamote adaptado



Fuente. El autor, 2017

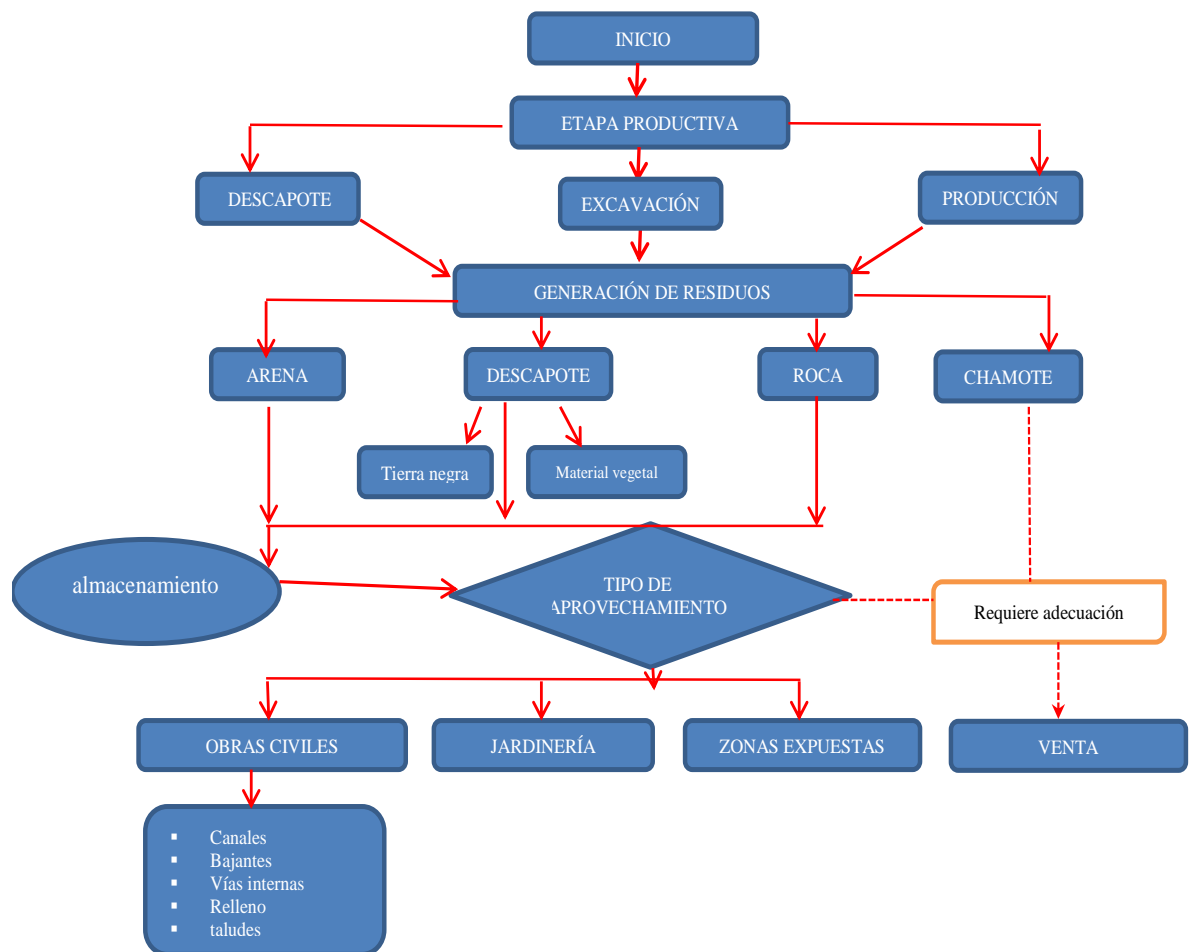
Fotografía. 4-22. Chamote mejorado y almacenado para venta



4.2.3 Descripción del proceso de aprovechamiento

El proceso de aprovechamiento de los estériles inicia con la generación de los mismos en las distintas etapas productivas (descapote, excavación y producción). Una vez generados, estos son separados en la fuente y almacenados en el centro de disposición de estériles, posteriormente a excepción del chamote, son incorporados a procesos internos de obras civiles y jardinería según corresponda. En el caso de chamote, este es acondicionado como bloque de 4 huecos para la venta como subproducto, el material restante se incorpora a las canales y para las sobras no aprovechables del chamote se contacta a la empresa recolectora de basuras.

Gráfica 2. Proceso de aprovechamiento de estériles



FUENTE, El autor, 2017

4.2.4 Matriz DOFA

Tabla 6. Matriz DOFA

MATRIZ DOFA	FORTALEZAS	DEBILIDADES
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Existe iniciativa de las directivas de la empresa para adelantar las estrategias de aprovechamiento de estériles. ▪ Existe un PMRRA previo que incluye manejo de residuos PIGRS ▪ Se han adelantado actividades de segregación en la fuente. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El lugar de almacenamiento de almacenamiento de estériles requiere adecuación. ▪ EL PIGRRA no es oficialmente aprobado por la Autoridad Ambiental ▪ No se han generado campañas de capacitación al personal
OPRTUNIDADES	ESTRATEGIAS FO	ESTRATEGIAS DO
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Existe mercado potencial para subproductos como bloque 4 huecos. ▪ La legislación nacional favorece las iniciativas de responsabilidad ambiental de las empresas ▪ Organismos como ANDI y Minambiente, promueven estrategias y campañas de aprovechamiento de recursos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Promover la correcta disposición de estériles dentro de la empresa. ▪ Ampliar el mercado de subproductos como el bloque 4 huecos. ▪ Integrar las medidas de aprovechamiento al PGRRA actual y al PIGRS 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adecuar el lugar de almacenamiento de estériles dentro de la empresa, mediante la reutilización de estériles. ▪ Contactar a organismos para adelantar campañas de capacitación al personal de la empresa.
AMENAZAS	ESTRATEGIAS FA	ESTRATEGIAS DA
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Existen estériles que por sus características no son aprovechables 100%. ▪ Las obras civiles dentro de la empresa pueden terminar antes que la producción, por lo que los estériles generados posterior a esta situación podrían no ser aprovechables al interior de la misma. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contactar empresas recolectoras de basuras para la evacuación de estériles que ya no son aprovechables. ▪ Generar estrategias complementarias para contemplar la generación de estériles una vez terminadas las obras civiles internas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Disponer temporalmente los estériles no aprovechables en el centro de disposición de estériles dentro de la empresa.

FUENTE, El autor, 2017

4.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA.

La puesta en marcha de la propuesta tiene un costo de **COP 2,006,080,374**, de los cuales la empresa cuenta con **COP 1,425,862,500**, representados en existencias de roca, arena, tierra negra, transporte e ingresos por chamote bloque 4 huecos, por lo cual el gasto real en el que incurre la empresa es de **COP 580,217,874**, (Figura 10), este valor está representado en los gastos de personal, insumos, maquinaria, equipos y gastos administrativos, como se observa en la Tabla 7.

Tabla 7. Costos de la inversión

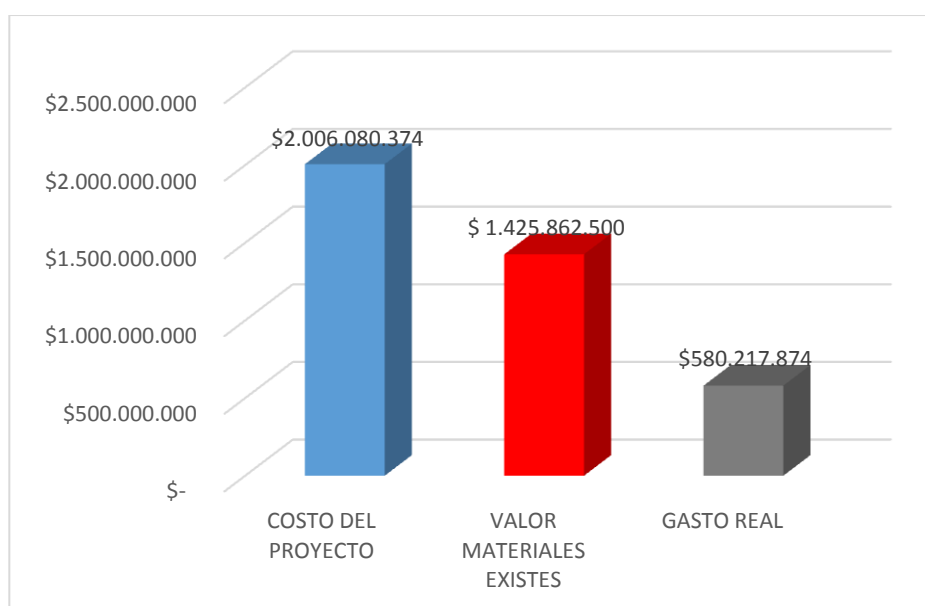
ACTIVIDAD	SUBACTIVIDADES	UNIDAD DE MEDIDA	NÚMERO A 12 MESES	VALOR UNIDAD	COSTO TOTAL (TODO COSTO)
CANALES CON Y SIN REVESTIMIENTO	Descapote	ml	850	7,917	6,729,705
	Compactación	ml	850	738	626,962
TALUDES	Excavación	m3	1200	23,500	28,200,000
	M. de O. Perfilada manual de taludes	m2	7200	1,107	7,973,640
	Pañete talud	m2	7200	2,761	19,879,200
VÍAS	Excavación	m3	300	23,500	7,050,000
	Conformación subrasante	m2	300	2,436	730,800
	Rellenos con material seleccionado b-400	m3	100	43,500	4,350,000
JARDINERÍA	Conformacion subrasante	m2	95	2,436	231,420
	Relleno en tierra negra	m3	114	4,985	568,290
REVEGETALIZACIÓN	Pasto	m2	95	2,300	218,500
	alisos	unidad	12	20,000	240,000
	chilco	unidad	24	15,000	360,000
	cucharos	unidad	12	18,000	216,000
	sietecueros	unidad	6	20,000	120,000
CHAMOTE	adecuación chamote	hora/persona /mes	40	2,830	113,200
REDUCCIÓN DE RIESGO DE DESLIZAMIENTO	Excavaciones	m3	1	23,500	23,500
	Entibados	ml	1	64,957	64,957
	Gaviones	ml	1	97500	97,500
MATERIALES E INSUMOS	DETALLE	UNIDAD DE MEDIDA	NÚMERO	VALOR UNIDAD	COSTO TOTAL (TODO COSTO)
Piedra	Relación costo comercial de los materiales de haber sido necesario comprarlos en el mercado nacional	m3	24285	20,000	485,700,000
Arena		m3	21875	65,000	1,421,875,000
tierra negra		m3	Ya relacionada		
transporte - VOLQUETA		m3	1714	300	514,200
EQUIPOS	DETALLE	UNIDAD DE MEDIDA	NÚMERO	VALOR UNIDAD	COSTO TOTAL (TODO COSTO)
Buldozer	no se requirió alquiler de equipos	hora/mes	100	80,000	8,000,000
retroexcavadora		hora/mes	100	70,000	7,000,000
GASTOS ADMINISTRATIVOS	DETALLE	UNIDAD DE MEDIDA	NÚMERO	VALOR UNIDAD	COSTO TOTAL (TODO COSTO)
servicios	10% promedio mensual consolidado	promedio mensual	12	67,000	804,000
personal administrativo	no se requirió personal específico	h/persona/mes	120	6000	720,000

operarios	obras civiles y generales	h/persona/mes	450	2,830	1,273,500
OTROS GASTOS	imprevistos		12	200,000	2,400,000
TOTAL				888,097	2,006,080,374

FUENTE, El autor, 2017

El gasto del proyecto restando la existencia de estériles aprovechables, como se mencionó anteriormente, ascendió a **COP 580,217,874**, correspondiente a un 29% del Valor total del Proyecto.

Figura 10. Costo beneficio



FUENTE, El autor, 2017

4.3.1 Costo beneficio

Para efecto del presente estudio, el costo - beneficio (financiero), se entiende como una relación entre los beneficios obtenidos y los costos incurridos y utiliza como unidad de medida el dinero.

Así las cosas, los beneficios calculados son positivos, debido a que la empresa únicamente incurre en una inversión inicial de **COP 580,217,874**, correspondiente al **29%** del Valor Total del Proyecto, ahorrando **COP 1,425,862,500** correspondiente al **71%** del Valor Total del Proyecto por la reutilización de materiales estériles. Sin embargo, es

necesario indicar que adicional a los beneficios calculados, se encuentran los de carácter ambiental y social que incrementarían favorablemente la relación costo-beneficio.

Es importante mencionar, que los beneficios por utilización de estériles está sujeta a la explotación y producción de la empresa, en esta medida, sí la mina no es explotada, no hay generación de estériles como roca, arena y tierra negra, así mismo, si la producción disminuye, la generación de chamote disminuye también. Por otra parte, el manejo integral de residuos genera beneficios ambientales y sociales que son difícilmente calculables, pero que a largo plazo representan grandes beneficios que se traducen en dinero para la empresa, pues, el no cumplimiento de la normativa ambiental y exigencias del PMRRA, puede ocasionar el cierre de la mina, lo que se traduce en pérdidas directas para Framar.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El diseño de una estrategia de valoración y aprovechamiento de los materiales y productos sobrantes derivados del proceso de explotación de arcilla en la mina de la Ladrillera Framar Ltda., articulada dentro del Plan de Manejo Recuperación y Restauración Ambiental (PMRRA) de la empresa, representa una opción de crecimiento corporativo para la compañía, debido a que se optimizan procesos y se hace uso y aprovechamiento de residuos, convirtiéndolos en insumos y generando beneficios para la empresa.

La identificación de las características propias de cada residuo, permite dar un manejo apropiado al mismo, además dicha determinación es clave a la hora de tomar decisiones en relación al aprovechamiento que se debe dar a cada residuo dependiendo de su naturaleza.

En relación a la identificación de las características de los residuos, es conveniente realizar una caracterización fisicoquímica de los mismos, para establecer si es posible reintegrarlos al proceso productivo, además, permitiría determinar si requieren un tratamiento adicional para lograrlo o si por el contrario los costos serían superiores a los beneficios.

Al realizar el análisis de granulometría por tamizado, se encontró que las dimensiones de las partículas de chamote triturado no favorecen un proceso de reincorporación de las mismas al proceso productivo, debido a que el elevado número de partículas con modificaciones físicas no permite la obtención de bloques con las especificaciones técnicas requeridas por la normativa colombiana.

Es posible generar estrategias de uso y aprovechamiento de estériles y materiales sobrantes de la explotación de arcillas y producción de ladrillo, de tal forma que sea económicamente viable y ambientalmente amigable, para ello se requiere la identificación de los residuos aprovechables y del tipo de disposición que podría tener, el diseño final depende entre otras, del tamaño de la empresa, el volumen de explotación, el tipo de residuo que se origina y el fin que se pretenda lograr con el diseño.

La evaluación económica permitió identificar el valor de los residuos aprovechables y cómo la utilización de los mismos genera beneficios económicos adicionales a la empresa, más allá de los representados por su actividad económica propia, por otra parte, la

inversión inicial se retorna 17 meses después de la puesta en marcha, sin embargo, la inversión es permanente y tendrá aumento en los beneficios económicos conforme aumente la explotación y producción en la empresa.

Es recomendable realizar análisis fisicoquímico de los residuos generados, este tipo de análisis permite establecer la composición de los materiales y evaluar la posibilidad de reincorporar algunos de los estériles al proceso productivo, para lo cual se debe realizar también un análisis de factibilidad financiera.

Así mismo, una evaluación económica de los beneficios ambientales y sociales permitiría establecer con mayor claridad los beneficios reales, por lo cual es recomendable realizar una valoración económica de estos parámetros, bajo estándares establecidos para Colombia.

6 BIBLIOGRAFÍA

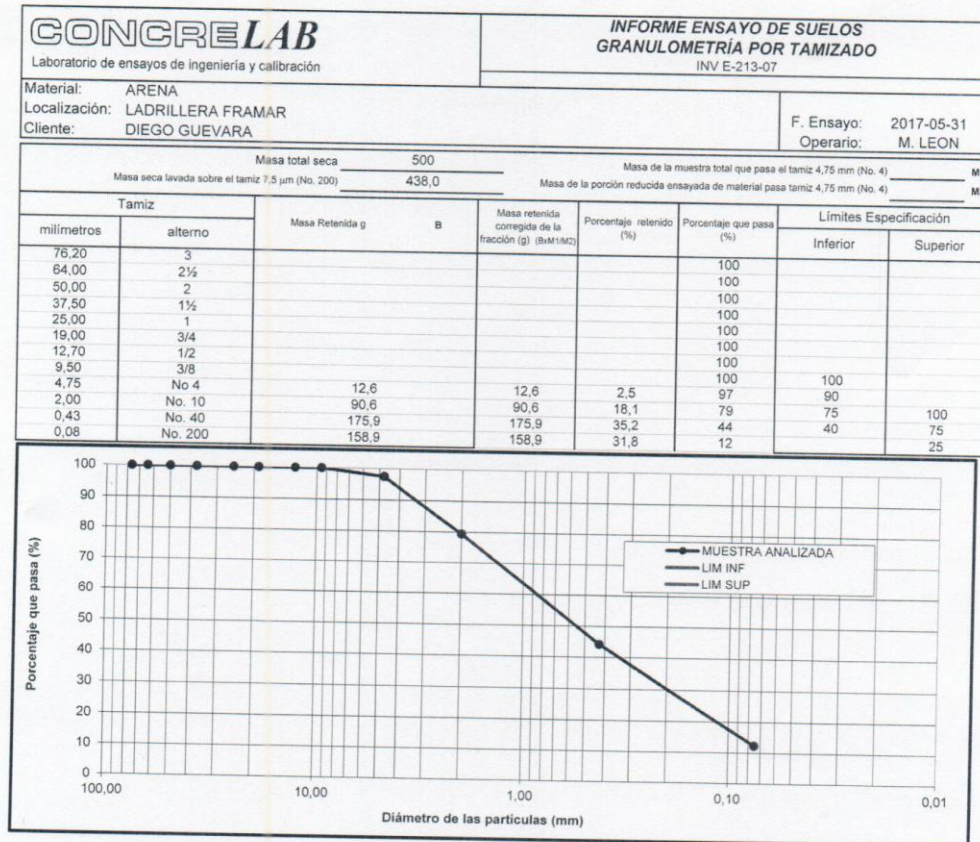
- Alcaldía Local de Usme. (2013). *Plan Ambiental Local "PAL"*. Bogotá: Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá Humana.
- CAEM, Corporación Ambiental Empresarial. (2011). *CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES PRODUCTIVAS DE LA INDUSTRIA LADRILLERA*. Bogotá: CAEM, Cámara y Comercio de Bogotá.
- Cardona, M. (2006). Waste minimization: An environmental management corporate policy. *en: Producción + Limpia. Julio - Diciembre 2006 - Vol. 1 No. 2*, 46-57.
- Construdata. (2009). *Diagnóstico de la industria ladrillera en el país*. Bogotá: <http://www.construdata.com/BancoConocimiento/L/ladrillosdiagnostico/ladrillosdiagnostico.asp>.
- Corporación Ambiental Empresarial, CAEM. (2013). *OPORTUNIDADES PARA REDUCIR LAS EMISIONES CONTAMINANTES SLCPS EN EL SUB-SECTOR DE PRODUCCIÓN DE LADRILLOS EN COLOMBIA*. Bogotá: Convenio específico de colaboración entre la Universidad Autónoma Metropolitana de México y la Corporación Ambiental y Empresarial - CAEM, Colombia.
- Cramer, T. A. (2011). *Caracterización de depósitos aluviales con manifestaciones de Tantalio y Niobio (Coltán) en las comunidades indígenas de Matraca y Caranacoa en el Departamento del Guainía) - Contrato Interadministrativo* . Bogotá: Ingeominas-Universidad Nacional de Colombia. Ingeominas.
- DAMA. (2000). *Estudio Básico para la conformación de un Parque Minero Industrial para el ordenamiento y Desarrollo de la Actividad Extractiva y transformadora de Minerales Arcillosos con fines a la desmarginalización de Barrios en el D.C.* . Bogotá: Departamento Administrativo de Medio Ambiente.
- DANE. (2005). *Censo General 2005, DANE – SDP, Proyecciones de población según localidad 2006-2015*. Bogotá: Departamento Nacional de Estadística .
- Duan, W. (2008). Natural recovery of different areas of a deserted quarry in South China. *Journal of Environmental Sciences*, v. 20. T. 4. p 476-481.

- Fedesarrollo. (2008). *LA MINERIA EN COLOMBIA: IMPACTO SOCIOECONÓMICO Y FISCAL*. Bogotá. <http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2011/08/La-miner%C3%ADa-en-Colombia-Informe-de-Fedesarrollo-2008.pdf>: Asimineros.
- Fedesarrollo. (2014). *Minería y Medio Ambiente en Colombia*. Bogotá: Fedesarrollo.
- Fundación Guayacanal. (2015). *Plan de manejo, recuperación morfológica y restauración ambiental para el plan parcial de la Ladrillera Alemana*. Bogotá: <http://guayacanal.org/proyectos/plan-de-manejo-recuperacion-morfologica-y-restauracion-ambiental-para-el-plan-parcial-de-la-ladrillera-alemana/>.
- Hospital de Usme Nivel I ESE. (2011). *LOCALIDAD USME DIAGNÓSTICO LOCAL DE SALUD CON PARTICIPACIÓN SOCIAL*. Bogotá: Secretaría Distrital de Salud.
- Ladrillera Yomasa. (2010). *Sistema de Gestión de Calidad. Herramientas de mejoramiento continuo*. Bogotá: <http://www.ladrillerasyomasa.com.co/pdf/edicion05.pdf>.
- Ministerio de la Producción. (2010). *GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS DE LAS LADRILLERAS ARTESANALES*. Lima - Perú: Resolución Ministerial. Ministerio de la Producción.
- Ministerio de Minas y Energía - Ministerio del Medio Ambiente. (2005). *Guía Minero Ambiental de Explotación*. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía - Ministerio del Medio Ambiente.
- Ministerio de Minas y Energía. (2001). *DETERMINACION DE EFICIENCIA ENERGETICA EN EL SUBSECTOR INDUSTRIAL COLOMBIANO DE LADRILLO VIDRIO Y CERAMICA*. Bogotá: República de Colombia. Ministerio de Minas y Energía.
- Ministerio de Minas y Energía. (2006). *PROGRAMA DE APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE MINERALES (PASM) EN LA SABANA DE BOGOTÁ MEDIANTE PROCESOS DE PLANIFICACION INTEGRADA*. Bogotá: República de Colombia. Ministerio de Minas y Energía.
- PNUD – DAMA – INGEOMINAS. (2000). *Estudio Básico para la Conformación de un Parque Minero Industrial – para el Ordenamiento y Desarrollo de la Actividad Extractiva y Transformadora de Minerales Arcillosos con fines a la Desmarginalización de Barrios en el D. C. de Bogotá*. Bogotá: Departamento Administrativo del Medio Ambiente.

- Robayo, R. A. (2016). *Producción de elementos constructivos a partir de residuos de ladrillo activados alcalinamente*. Tunja, Boyacá: Revista Facultad de Ingeniería (Rev. Fac. Ing.) Vol. 25 (43), pp. 21-30. .
- Romero, E. (2007). *Residuos Mineros*. Bogotá: Informe. En.: uhu.es. disponible desde internet en: <http://www.uhu.es/emilio.romero/docencia/Residuos%20Mineros.pdf>.
- Secretaría Distrital de Medio Ambiente. (2015). *CONCEPTO JURIDICO No. 00005*. Bogotá: DIRECCION LEGAL AMBIENTAL.
- Secretaria Distrital de Planeación. (2009). “*Conociendo la localidad de Usme, Diagnóstico de los aspectos físicos, demográficos y socioeconómicos, 2009*”. Bogotá: Secretaria Distrital de Planeación.
- Walte, L. y. (2004). *Manual para la evaluación geológica-técnica de recursos minerales de construcción*. Editorial Bureau of Governmental Research.
- Zapata, M. S. (2013). *Revista científica de la Facultad de Ingeniería*, 109-123.
- Mapa Geológico Santafé de Bogotá. Ingeominas, Unidad para la prevención de Emergencias del Distrito, Dirección Nacional Para la Prevención y Atención de desastres. Escala 1:50.000.Subdirección de Ingeniería Geoambiental, 1996. Bogotá.Recuperado de: http://seisan.ingegominas.gov.co/RSNC/Mapa_Geo.pdf. Octubre 15 de 2013.

7 ANEXOS

7.1 ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZAJE




ING. SONIA GAVIRIA CHICA
 Jefe División Geotécnia y Pavimentos

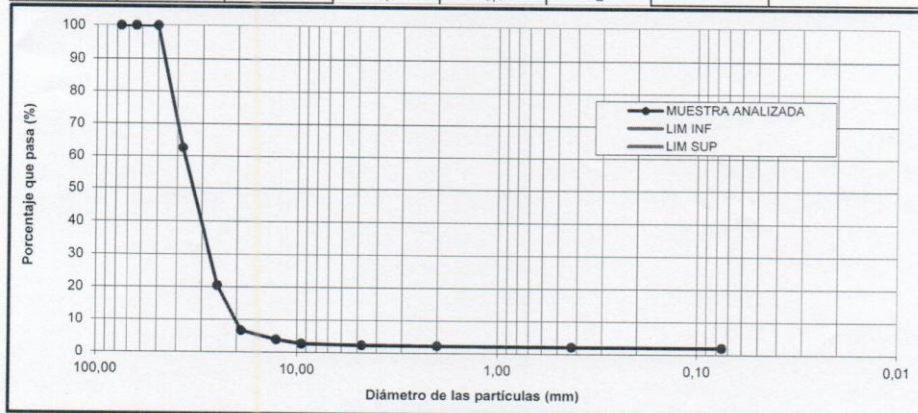


ACREDITADO ISO/IEC 17025:2005
09-LAB-001

Los resultados presentados corresponden únicamente a la muestra sometida a ensayo
 El Laboratorio no asume responsabilidad alguna por la reproducción parcial o total de este documento sin la debida autorización escrita de la División de Geotécnia y Pavimentos

Calle 63D No. 71A-52 · PBX y Fax 223 56 56 Bogotá D.C. - Colombia
 Email: geotecnia@concrelab.com · www.concrelab.com

Tamiz		Masa Retenida g B	Masa retenida corregida de la fracción (g) (BxM1/M2)	Porcentaje retenido (%)	Porcentaje que pasa (%)	Límites Especificación	
milímetros	alternos					Inferior	Superior
76,20	3				100		
64,00	2½				100		
50,00	2				100		
37,50	1½	1698,2	1698,2	37,4	63		
25,00	1	1909,2	1909,2	42,1	20		
19,00	¾	625,3	625,3	13,8	7		
12,70	½	125,4	125,4	2,8	4		
9,50	¾	55,3	55,3	1,2	3		
4,75	No 4	15,2	15,2	0,3	2		
2,00	No. 10	5,0	5,0	0,1	2		
0,43	No. 40	4,0	4,0	0,1	2		
0,08	No. 200	3,0	3,0	0,1	2		



ING. SONIA GAVIRIA CHICA

División de Geotecnia y Pavimentos.



ACREDITADO ISO/IEC 17025:2005
09-LAB-001

Los resultados presentados corresponden únicamente a la muestra sometida a ensayo

El Laboratorio no asume responsabilidad alguna por la reproducción parcial o total de este documento sin la debida autorización escrita de la División de Geotecnia y Pavimentos

Calle 63D No. 71A-52 · PBX y Fax 223 56 56 Bogotá D.C. - Colombia
Email: geotecnia@concrelab.com · www.concrelab.com

CONCRELAB Laboratorio de ensayos de ingeniería y calibración	INFORME DE ENSAYO DE SUELOS	
	SOLIDEZ DE LOS AGREGADOS ANTE LA PRESENCIA DE SULFATOS	
	INV E-220-07	

Descripción Chamote (TRITURADO)	Referencia	
Localización	F. Ensayo	2017-02-22
Cliente:	Operario	M. LEON

Tipo de solución	Mg	X	Preparación de la solución	Reciente		Preparación de partículas mayores a 2 1/2"	Trituración	
	Na			Con anterioridad	X		Cortado	

Tamiz mm	Tamiz alternativo	% ret. c/tamaño	% ret. c/fracción	Tamiz empleado para determinar la pérdida	Masa fracción antes del ensayo g	Masa retenida tamiz designado g	% Pasa Tam desig	% de Perdida
Pasa	Retenido	Pasa	Retenido					

FRACCIÓN FINAPorcentaje menor a 4,75 mm (No. 4) 1 %

9,5	4,75	3/8	No. 4		4,75 mm (No. 4)				
4,75	2,36	No. 4	No. 8		2,36 mm (No. 8)				
2,36	1,18	No. 8	No. 16		1,18 mm (No. 16)				
1,18	600 µm	No. 16	No. 30		600 µm (No. 30)				
600 µm	300 µm	No. 30	No. 50		300 µm (No. 50)				
TOTALES									

FRACCIÓN GRUESAPorcentaje mayor a 9,5 mm (3/8") 99 %

63,0	50,0	2 1/2	2		37	31,5 mm (1 1/4")	1699	2995	2316	23	8
50,0	37,5	2	1 1/2	37		1297					
37,5	25,0	1 1/2	1	42	56	16 mm (5/8")	997	1501	1325	12	7
25,0	19,0	1	3/4	14			504				
19,0	12,5	3/4	1/2	3	4	8,0 mm (5/16")					
12,5	9,5	1/2	3/8	1							
9,5	4,8	3/8	No. 4	0	0	4 mm (No. 5)					
TOTALES				98							15,0

EXÁMEN CUALITATIVO

Tamiz mm	Tamiz alternativo	Nro. inicial partículas	Partículas con Cambios Físicos									
			Partidas	%	Con Escamas	%	Desintegradas	%	Vueltas lajas	%		
63,0	37,5	2 1/2	1 1/2									
37,5	19,0	1 1/2	3/4	33	3	9	2	6	2	6	2	6

ING. SONIA GAVIRIA CHICA
División de Geotecnia y Pavimentos.



ACREDITADO ISO/IEC 17025:2005
08-LAB-001

Los resultados presentados corresponden únicamente a la muestra sometida a ensayo
El Laboratorio no asume responsabilidad alguna por la reproducción parcial o total de éste documento sin la debida autorización escrita de la División de Geotecnia y Pavimentos

Calle 63D No. 71A-52 · PBX y Fax 223 56 56 Bogotá D.C. - Colombia
Email: geotecnia@concrelab.com · www.concrelab.com



REGISTRO DE ENSAYO DE SUELOS
RESISTENCIA AL DESGASTE DE AGREGADOS GRUESOS
INV E 218 - 07

DESCRIPCIÓN	Chamote (TRITURADO)		Ref.	
LOCALIZACIÓN	0		F. ENSAYO:	2017-02-18
CLIENTE:	0		Operario:	M. LEON
Gradación empleada	A			
Nº de Esferas	12			
Estado de la Muestra	SECA	HUMEDA		
Masa muestra antes del ensayo (g)	5003			
Masa muestra seca y después de lavado tamiz Nº 12 Después del Ensayo (g) a 100 REVOLUCIONES				
Masa muestra seca y después de lavado tamiz Nº 12 Después del Ensayo (g) a 500 REVOLUCIONES	4369			
% Desgaste a 100 REVOLUCIONES				
% Desgaste a 500 REVOLUCIONES	13			
Relacion Humedo/Seco				
Coefficiente de Uniformidad				
GRADACIONES DE MUESTRAS DE ENSAYO				
Agregados gruesos de tamaños menores de 37.5 mm (1 1/2")				
Tamaño de los tamices		Masa de las fracciones indicadas (g)		
Pasa Pulgadas	Retiene Pulgadas	A	B	C
3"	2 1/2"			
2 1/2"	2"	2500 ± 50		
2"	1 1/2"	2500 ± 50	5000 ± 50	
1 1/2"	1"	5000 ± 50	5000 ± 25	5000 ± 25
1"	3/4"			5000 ± 25
Carga Abrasiva		12	12	12

* HUMEDA: Después de 48 HORAS de inmersión



ACREDITADO ISO/IEC 17025:2005
09-LAB-001


ING. SONIA GAVIRIA CHICA
División de Geotecnia y Pavimentos.

Los resultados presentados corresponden únicamente a la muestra sometida a ensayo
El Laboratorio no asume responsabilidad alguna por la reproducción parcial o total de éste documento sin la debida autorización escrita de la División de Geotecnia y Pavimentos

Calle 63D No. 71A-52 · PBX y Fax 223 56 56 Bogotá D.C. - Colombia
Email: geotecnia@concrelab.com · www.concrelab.com

7.2 ANEXO 2: VISITA SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE DE BOGOTA

Mediante comunicado y requerimiento de la Secretaria Distrital de Ambiente SDA, en poder de la dirección de Control Ambiental, la Subdirección de calidad del aire, auditiva y visual; **LADRILLERA FRAMAR LTDA** fue objeto de visita ambiental de la Alcaldía Mayor de Bogotá con **ACTA DE VISITA MINERA** del día 14 de Junio de 2013 a cargo de los profesionales Kenny Rengifo, Jennifer Ángel y Milena Ordoñez.

Los hallazgos evidenciados fueron clasificados de la siguiente manera:

1. ASPECTOS MINEROS.

- La actividad de extracción y explotación no se realiza, en cumplimiento a la resolución 504 del 25 de Febrero de 2005 expedida por el DAMA donde se consigna dicha prohibición.
- El Beneficio y transformación se observa respetando los lineamientos del permiso de emisiones atmosféricas otorgado mediante Resolución 2841 de 2007 expedida por el entonces DAMA.

2. ASPECTOS GEOTECNICOS.

- Se observa frente de extracción con tres (3) terrazas, afectadas por proceso de erosión.
- Se tiene un único reservorio.
- En límites con el parque Entre nubes se evidencia la existencia de 2 reservorios más para recolección de aguas lluvias.

3. ASPECTOS AMBIENTALES.

- Se evidencia poca cobertura vegetal.
- Cuenta con varios individuos de eucalipto, esperando que de acuerdo al diseño de reconfiguración la SDA se pronuncie.

4. OBSERVACIONES.

- Plano con localización de Perfiles
- Información de PMRRA en digital.

Por lo anterior y dando cumplimiento a los diferentes requerimientos y observaciones **LADRILLERA FRAMAR LTDA** procede a la ejecución de las obras pertinentes que permitan la consecución y seguimiento para así mitigar los descubrimientos.