



**LADRILLERA
SANTAFE**

C A R - LICENCIA DE EXPLOTACION

EXPEDIENTE No. 2291

Soacha (Fábrica)

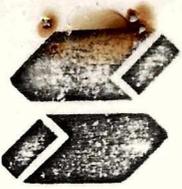
LADRILLERA SANTA FE S. A.

Alvarado y Zamora

INFORME DE ENERO DE 1983

LADRILLERA SANTA FE S. A.

Carrera 9a. No. 74-08 - Piso 6 - Conmutador: 2118111
Apartado Aéreo 4703 - Nit. 60.000.762 - Bogotá, D. E. Colombia



LADRILLERA SANTAFE

C O N T E N I D O

Págs.

1. Antecedentes
2. Geología General
3. Geología del área de la Licencia
4. Areas relacionadas para la explotación
5. Exploración detallada de las áreas relacionadas
- 5.1 Area de ELASA
- 5.2 Area del Alto del Retiro
- 5.3 Conclusiones sobre la exploración de la Lic. 2291
6. Estudio de futuros proyectos
7. Consideraciones ambientales
8. Bibliografía

A N E X O S

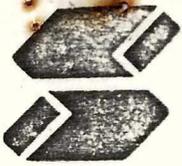
- Fig. 1 Columna estratigráfica generalizada
- Fig. 2 Mapa Geológico del Area de la Lic. 2291
- Fig. 3 Mapa detallado del área de ELASA
- Fig. 4 Perfiles de ELASA CN y PO
- Fig. 5 Perfiles de ELASA HK y FG
- Fig. 6 Perfiles de ELASA FN y HO
- Fig. 7 Mapa ilustrativo a la terminación de la explotación
- Fig. 8 Perfiles de la terminación de la explotación HK y FG
- Fig. 9 Perfiles de la terminación de la explotación FN y HO

*Archivo
Ladrillera
(Cartonera
Loma)*

Tabla I Ensayos de las arcillas del área de ELASA

LADRILLERA SANTA FE S. A.

Carrera 9a. No. 74-08 - Piso 6 - Conmutador: 2118111
Apartado Aéreo 4703 - Nit. 60.000.762 - Bogotá, D. E. Colombia



LADRILLERA SANTAFE

ESTUDIOS REALIZADOS POR LADRILLERA SANTA FE S. A.
EN EL AREA DE LA LICENCIA C A R 2291 - SOACHA

1 - ANTECEDENTES

El área de la Licencia está situada a corta distancia al Sur de la Población de Soacha y al borde de la Carretera que conduce a los "POLVORINES DEL EJERCITO", a la Vereda de Fusungá y a la Localidad de San Jorge.

Dicha área constituye uno de los lugares más meridionales de la Sabana de Bogotá, que es quizá una de la regiones geológicamente más reconocida y estudiadas del País desde el siglo pasado. En efecto, dejando aparte las referencias a la geología de la Sabana en los trabajos de Hettner (1892), los estudios concretos del área se iniciaron por R. Scheiße en 1917 y más tarde fueron perfeccionados por Hubach (1931/57). Tales trabajos sentaron las bases acerca de su estratigrafía y su tectónica, lo cual ha permitido, entre otras cosas, delimitar técnicamente las zonas más favorables para la extracción de los materiales de construcción, tales como piedra, arena y arcilla que se han empleado en la edificación de la ciudad de Bogotá. Modernos distinguidos geólogos han hecho importantes y minuciosos trabajos, tales como los de Royo y Gómez (1941), Bürgl (1956), Roosveldt (1956), Van der Haman (1958), Julivert (1963) y Carter (1963).

A pesar de tan importantes estudios, los detalles estratigráficos los cambios litológicos y de facies de los sedimentos y la misma tectónica del área, aún son motivo de serias discrepancias que repercuten en diversas interpretaciones acerca de la geología local de las áreas de interés para la localización de canteras que resulten económicamente explotables. Por ello la Ladrillera Santa Fé que indudablemente es la Fábrica de ladrillos más importante del País desde sus comienzos ha venido utilizando los servicios de consultores privados, como V. Suárez Hoyos, Geocolombia, C.A. Leyva y A. Lobo-Guerrero, en el estudio de las áreas específicas de explotación. Por último, ha empleado los servicios del suscrito Ingeniero Civil-Geólogo B-Alvarado, quien a través de varios estudios generales, se ha

LADRILLERA SANTA FE S. A.

Carrera 9a. No. 74-08 - Piso 6 - Conmutador: 2118111

Apartado Aéreo 4703 - Nit. 60.000.762 - Bogotá, D. E. Colombia

familiarizado con los problemas geológicos y tecnológicos locales (veáse bibliografía).

En el presente estudio se ha puesto mayor interés en compilar e interpretar todos los datos que aparecen en las investigaciones anteriores, a fin de aprovechar al máximo los conocimientos sobre la geología regional, sin descuidar los estudios locales, a veces referidos a áreas muy pequeñas.

Las anteriores consideraciones pretenden ilustrar acerca de las bases geológicas generales para sustentar la exploración de áreas locales, como la de Soacha, e ilustrar sobre la seriedad y solidez de los estudios locales de terreno realizados por Ladrillera Santa Fé, con la guía del distinguido grupo de Ingenieros, laboratoristas y técnicos ceramistas con que cuenta la Empresa.

2. GEOLOGIA GENERAL

En la región de Soacha afloran sedimentos de las edades variables desde el cretáceo hasta el cuaternario de la Sabana, distribuidas entre las formaciones llamadas, Guadalupe, Guaduas, Cacho, Bogotá, La Regadera y la Sabana, cuyas principales características litológicas, edades y espesores relativos se muestran en las columnas estratigráficas generalizadas que elaboró Geocolombia en 1977 (Figura 1).

No se detalla la litología de cada una de éstas formaciones por estar suficientemente descritas en las publicaciones de Julivert (1963) y Carter (1963), cuyas partes pertinentes se anexan al informe presentado a la CAR en Agosto de 1982. Sólo conviene destacar que las areniscas de la parte superior de la formación Guadalupe son las más aptas para la producción de piedras de construcción, ornamentales y recebo, mientras que las arcillas de las Formaciones Guaduas, Bogotá y Sabana constituyen materias primas aptas para la producción de ladrillo, tejas y tubos.

La región situada al Sur de Soacha presenta de Oeste a Este, tres estructuras dominantes llamadas: el anticlinal de Soacha, el sinclinal de Soacha, y el anticlinal de Cheba. Todas esas estructuras corren con rumbo general N-S, están muy apretadas y contorsionadas y sus flancos fallados presentan localmente fenómenos de inversión. El anticlinal de Soacha, que es el rasgo tectónico dominante, presenta en las vecindades del área de la



Licencia, sus dos flancos invertidos destacándose los efectos de deslizamiento gravitacionales y fuertes signos de compresión de las capas arcillosas.

3. GEOLOGIA DE LA ZONA DE LA LICENCIA

En el sector Nororiental del rectángulo que delimita la licencia, predominan los estratos areniscosos superiores de la formación Guadalupe (Conaciano a Maestrischtiano) con sus principales miembros distinguidos con los nombres de areniscas tiernas, plaeners y areniscas de labor, todas muy plegadas hasta invertidas y fuertemente sub-plegadas, falladas y diaclasadas. Sus buzamientos varían considerablemente y están relacionados con un sistema de fallas transversales y oblicuas que afectan la zona alta y escarpada donde se encuentran los afloramientos (Fig. 2). En cambio el sector Suroccidental, donde el subsuelo está constituido por los estratos predominantemente arcillosos de las formaciones Guaduas (Maestrichtiano a Paleoceno Inferior) y Bogotá (Paleoceno inferior), en gran parte cubiertas por la formación Sabana (Plio-Pleistoceno), la estructura es poco clara debido a que los fuertes fenómenos de compresión y diaclasamiento las han meteorizado y sellado, por lo cual, a veces, no es posible distinguir claramente ni los buzamientos de los estratos terciarios, ni la formación geológica exacta a que pertenece, ya que tanto el Guaduas como en el Bogotá, se encuentran arcillas plásticas abigarradas, aunque dentro del área de la licencia predominan los colores marrón, pardo, hasta blancuzco. Por otra parte, a causa de los cambios de facies propios de los sedimentos continentales, los bancos de areniscas que subdividen las formaciones Guaduas y Bogotá, localmente desaparecen o están canceladas por fallas, lo cual hace muy difícil diferenciar visualmente en el terreno las arcillas de estas dos formaciones.

Otra cosa sucede con la formación cuaternaria de la Sabana, la cual se distingue muy fácilmente en el terreno a causa de la fuerte discordancia angular con los estratos terciarios plegados y fallados sobre los cuales reposan en forma de una capa horizontal que no atestigua fenómenos de diastrorfismo o metamorfosis.

La formación Sabana se halla prácticamente a flor de tierra y es muy poco el capote de material reciente o capa vegetal que debe removerse para explotarla. El espesor máximo de la formación es de unos 30 metros y aflora en las partes más bajas del terreno, como son las vegas del río Soacha. Se caracteriza por

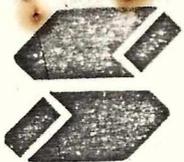
su bajo grado de consolidación y por el carácter lenticular de sus sedimentos, que varían desde arcillas compactas color gris cremoso, hasta arcillas caolínicas blancas de gran plasticidad, intercaladas por lentes conglomeráticos.

Dentro de la propiedad de Elasa, la formación Sabana contiene arcillas compactas en su parte central, arcillas caolínicas muy plásticas en el extremo norte y gruesos lentes de gravas redondeadas en esferas hasta de unos 5 centímetros de diámetro en el extremo sur, donde se han causado tropiezos locales para la extracción de las arcillas que los subyacen y bordean.

En todo caso, el problema geológico de diferencias litológicamente las arcillas de la zona es más académico que práctico, pues tanto las arcillas terciarias como las cuaternarias son adecuadas para la producción de ladrillos y piezas cerámicas de buena calidad, especialmente cuando se mezclan con otras para obtener un material uniforme y tecnológicamente apropiado para la fabricación del producto cerámico que se desea producir. Tal es la práctica que sigue la Ladrillera Santa Fé, que no solo mezcla las arcillas de diferentes yacimientos para obtener el color y la calidad requerida, sino que casi siempre utiliza la arena o "el chamote" de los desperdicios del ladrillo cocido para "desgrasar" las arcillas muy plásticas a fin de facilitar así el proceso de fabricación.

Por tal motivo, en el caso de las arcillas de la licencia 2291, no deben considerarse aisladamente como la única materia prima disponible, sino como uno de los materiales básicos para la obtención de la mezcla usada en la planta. El resto de los materiales utilizados se traen de otros yacimientos explotados bien por la misma empresa o por otros con quienes se ha celebrado contratos de suministro, para así integrar un conjunto industrial que participa con las cantidades de arcilla y arena establecidas más por razones de orden tecnológico o económico que por las calidades y costos de extracción y transporte de las propias arcillas ubicadas en el área de la Licencia 2291.

En este sentido, el lote a que se refiere este informe apareció desde un principio como muy atractivo por su ubicación, por el apreciable tonelaje, bajo costo de explotación de arcillas y por



el hecho que dentro de sus linderos se encuentran arenas que se pensó que eventualmente podrían utilizarse como un buen corrector de las mezclas utilizadas en los hornos Túnel.

La explotación preliminar se hizo mediante los sistemas normales de explotación geológico-minera con el estudio y muestreo de los afloramientos, ayudado por un crecido número de trincheras y apiques que permitieron determinar el bajo volumen de material de descapote por remover y las características de las arcillas "in situ" provenientes de las formaciones arcillosas que constituyen el subsuelo.

Desafortunadamente, con el avance de la explotación que allí se ha realizado durante más de 10 años, la localización de las obras de cateo mencionada ha desaparecido, así como el escaso record de los ensayos realizados en el laboratorio químico nacional, en el Instituto de Investigaciones Tecnológicas y en otras Instituciones similares, hace ya bastante tiempo.

En todo caso el volumen de arcilla extraída que se discutirá más adelante y el hecho de que toda ella se haya utilizado con éxito en la actual fábrica, pone de presente la adecuada exploración realizada en la parte septentrional del lote otorgado en Licencia.

En cuanto a los yacimientos de arena del sector meridional fue menester hacer más exploración y un estudio más minucioso y detallado, del cual se tratará más adelante.

El mapa geológico de la Fig. 2 muestra las diversas formaciones geológicas presentes, los principales rasgos estructurales del área, los rumbos y buzamientos de los estratos y las principales fallas que afectan las rocas del subsuelo, con lo cual se espera satisfacer adecuadamente la solicitud hecha por la C A R, Cabe anotar aquí que con el símbolo Qb/Ti se indica que se ha comprobado que debajo de la angosta formación Sabana (Qb), se encuentran a poca profundidad las arcillas del terciario inferior (Ti).

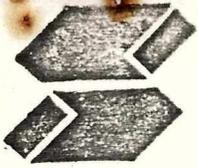
4.

AREAS SELECCIONADAS PARA LA EXPLOTACION

De acuerdo con los resultados de la exploración y con los criterios expuestos en el aparte anterior, se seleccionaron y compraron las dos fincas destinadas a la explotación de arcillas y arenas que se muestran en el mismo mapa y se denominan así:

LADRILLERA SANTA FE S. A.

Carrera 9a. No. 74-08 - Piso 6 - Conmutador: 2118111
Apartado Aéreo 4703 - Nit. 60.000.762 - Bogotá, D. E. Colombia



- Lote Elasa para arcilla y
- Lote Alto El Retiro para arena.

En el resto del área, donde no se posee el suelo son muy pocos los trabajos adicionales de exploración realizados, por considerar que, para los fines que persigue la Ladrillera Santa Fé los estudios realizados hasta la fecha completan la exploración técnica de la Licencia.

5.

EXPLORACION DETALLADA DE LAS AREAS SELECCIONADAS

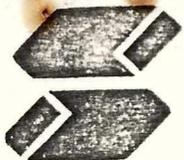
5.1 AREA DE ELASA

A fines de la década de los 60, Ladrillera Santa Fé compró a la antigua Empresa Ladrillera de Soacha (ELASA) el suelo y algunas de las instalaciones que funcionaron en ese lote que está situado inmediatamente al sur de la Ladrillera Monserrate.

El mapa de la figura 3 muestra la topografía del terreno actualizado a marzo de 1982, las principales instalaciones y las proyectadas, las áreas de explotación y de patio, así como las líneas de los perfiles PO, HO, HK, FG, FN y CN, (figuras 4, 5 y 6), los cuales se han venido actualizando a medida que avanza la explotación de las arcillas de la ladera y que se construyeron los patios y las instalaciones industriales.

Dicho mapa, a escala 1:1000 fue elaborado con base en las planchas de 1:10000, 1:25000 y 1:1000000 elaboradas por Instituto Geografico Agustin Codazzi, cuyo sistema de coordenadas fue requerido estrictamente. También se utilizó en parte, un levantamiento antiguo hecho por el Ingeniero Severiano Pissa. Cabe advertir que, para fines prácticos las cotas del plano 1:1000 levantado por el ingeniero Jairo Zamora, partieron de la cota arbitraria 100, la cual coincide con la de la planta y la del patio principal.

Los planos de los ingenieros Pissa y Zamora se levantaron con tránsito y nivel de precisión, ligándolos con puntos fijos del IGAC. Las curvas de nivel tienen un intervalo vertical de un metro, lo cual garantiza la precisión de los perfiles, que han venido actualizandose periodicamente, para fundamentar así los cálculos de cubicación de los volúmenes de arcilla removida, siguiendo el método convencional para estimar los co-



respondientes volúmenes extraídos y los conservados como reserva.

Antes de acometer la explotación formal del yacimiento, Ladrillera Santa Fé tuvo que hacer un laborioso trabajo de adecuación del terreno, el cual incluyó cortos canales o zanjas para drenar los patios y los botaderos y para proteger el pie de la explotación a cielo abierto. Igualmente construyó algunos carretables hasta la parte superior del yacimiento a fin de darle acceso al equipo pesado.

Claro está que todos estos trabajos, adicionados con los datos obtenidos en los antiguos frentes de explotación de Elasa y la observación de los afloramientos de los chircales vecinos permitieron hacer la exploración más detallada, segura y económica de yacimiento que se viene explotando, incluyendo la sucesión estratigráfica y la mensura de los rumbos y buzamiento de las rocas que se estudiaban.

Como ya se dijo atrás, donde los afloramientos no eran claros se construyeron trincheras y apiques de cateo para controlar el espesor del descapote y la calidad de la arcilla del subsuelo. Talves centenares de muestras así obtenidas se ensayaron no solo en los laboratorios mencionados sino en los propios hornos de cocción de la planta, con lo cual se obtuvieron los resultados más fehacientes y verídicos sobre la adaptabilidad de la arcilla para una utilización Industrial.

No obstante, para una mejor ilustración, en los últimos días se seleccionaron en el terreno los lugares más adecuados para obtener las mejores muestras representativas de los tres distintos tipos de arcilla presente en el lugar de extratación así:

Muestra No. 1: Arcilla gris compacta de la formación Sabana.

Muestra No. 2: Arcilla amarilla o pardo de la formación Terciaria.

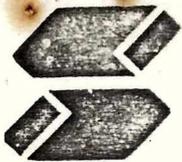
Muestra No. 3: Arcilla blanca caolínica y plástica de la formación La Sabana.

Las muestras se localizaron en el mapa de la figura No. 3

LADRILLERA SANTA FE S. A.

Carrera 9a. No. 74-08 - Piso 6 - Conmutador: 2118111

Apartado Aéreo 4703 - Nit. 60.000.762 - Bogotá, D. E. Colombia



y los resultados de los ensayos convencionales hechos en el propio Laboratorio que Ladrillera Santa Fé tiene instalado en Usme se indican a continuación :

ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SOACHA

No.	Descripción	Humed. en Lámina	TEXTURA %			Agua de Amasado
			Arena	Arcilla	Limos	
1	Amarilla grimsosa. (Elasa)	7.0%	-	56%	44%	21.7%
2	Gris amarillosa. (F. Elasa)	4.4%	28%	46%	26%	27.0%
3	Blanca (F. Elasa)	7.0%	-	86%	14%	31.3%

No.	Descripción	Contrac. en secado	Contrac. en cocción	Contrac. total	Color de quema	° C	Timbre
1	Amarilla grimsosa (F Elasa)	5%	1%	6%	rojo palido	1055	Bueno
2	Gris amarillosa (F. Elasa)	4%	1%	5%	rojo	1055	Regular
3	Blanca (F. Elasa)	6%	1%	7%	blanca	1055	Bueno.

LADRILLERA SANTA FE S. A.

Carrera 9a. No. 74-08 - Piso 6 - Conmutador: 2118111
Apartado Aéreo 4703 - Nit. 60.000.762 - Bogotá, D. E. Colombia



En cuanto a los cálculos de cubicación del material extraído y del que permanece como reserva, los estimativos hechos por el ingeniero Zamora, siguiendo el método de perfiles ya mencionado indican las siguientes cifras :

Material extraído (desde la cota 100 hasta la línea gruesa aclarada de la figura 3) 636,151 m³.

Reserva encima de la cota 100 450,000 m³.

Al respecto conviene advertir que las reservas de arcilla que quedan bajo la cota 100 y el drenaje natural del Rio Soacha y sus canales secundarios, seguramente existen considerables reservas adicionales que ni siquiera se han sondeado, toda vez que son obviamente de antieconómica explotación por requerir costosas obras de drenaje y bombeo. Sobre decir que dados los excelentes afloramientos de las arcillas ni allí, ni en los tajos de explotación ha sido necesaria ni se justifica la perforación con taladro.

5.2 AREA DEL ALTO EL RETIRO

Esta área, donde afloran claramente los horizontes areniscos de la formación Guadalupe, fue recientemente comprada por Ladrillera Santa Fé, con la esperanza de localizar allí un buen yacimiento de arena dosificadora, puesto que su vecindad a la planta de Soacha, lo hacia bastante atractivo.

Allí se hizo una exploración muy metódica y detallada que se inició con el levantamiento topografico hecho por el ingeniero Zamora de todo el predio, usando tránsito y nivel de precisión, a escala de 1:500 y curvas de nivel cada 2 metros, por tratarse de una zona abrupta y empinada.

Con esta base y teniendo en cuenta el plan de explotación preparado por Ladrillera Santa Fé, en el presente año se contrataron los servicios de la firma Lobo-Guerrero Geología Ltda., para hacer la exploración con los siguientes objetivos específicos :

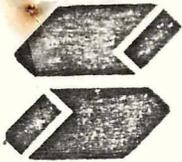
- a. Conocer la secuencia litológica de los estratos de arenisca y limolitas aflorantes.



- b. Localizar la posición estructural de las diferentes unidades litológicas, su continuidad o interrupción por fallas.
- c. Determinar el grado de meteorización y diaclasamiento de las rocas.
- d. Hacer análisis petrográficos para determinar la composición de las areniscas, su textura, tamaño de los granos, cementación y grado de compactación.
- e. Análisis de triturabilidad para conocer la resistencia o la trituración y desgaste del equipo usado para producir arena; y
- f. Cálculo de reservas y recomendaciones sobre la explotación selectiva, diseño y voladuras y dimensiones de los bancos.

Todas estas investigaciones fueron minuciosamente realizadas por la firma consultora, quien presentó un completo, voluminoso y bien documentado e ilustrado informe, que incluye un mapa geológico completo de la zona, columna estratigráfica detallada de la zona y 5 cortes geológicos transversales. En el texto se describió la geología, la estratigrafía, la geología estructural, los análisis petrográficos y ensayos de triturabilidad, explotación selectiva el cálculo de reservas y el diseño de las voladuras, todo ilustrado con gran detalle. Las conclusiones generales a que llegó dicho estudio pueden resumirse así:

1. La Cantera del Alto El Retiro, geológicamente está ubicada en el flanco oriental invertido del anticlinal de Soacha, donde afloran rocas correspondientes a la formación Guadalupe. *ya*
2. Mapa Geológico detallado (Plancha B21-1), la columna detallada (Plancha B21-2) y los cortes transversales, (Plancha B21-3) permiten apreciar la distribución de afloramiento, el espesor, posición y continuidad de las capas de arenisca, así como las actitudes más representativas, incluyendo los sitios de muestreo.



3. En el area sobresalen tres aspectos así:
 - a) - El 70% de los estratos presentan una inclinación preferencial $235/55^{\circ}$; las diaclasas $320/85^{\circ}$ y $135/85^{\circ}$
 - b) - El 60% del área consta de limolitas con intercalaciones menores de areniscas que se constituirían en material de recebo al realizar una explotación industrial.
 - c) - Los bancos representativos de arenisca muestreados, presentan cierta limitación por su dureza y resistencia, de acuerdo con los estudios petrográficos y ensayos de triturabilidad.

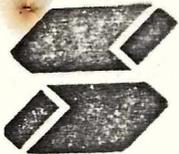
4. En la parte inferior de la pendiente topográfica afloran dos bancos A y B, con espesores de 8m y 6m. respectivamente, representados por areniscas de grano fino a medio, friables, desmenuzables, poco cementadas y resistencia débil, que corresponden a la parte basal de la Arenisca Tierna (Julivert 1963); su inclinación varía entre 55° y 42° Sw. Estos bancos han sido explotados hasta la actualidad.

5. Los bancos C, D, E, G, I, L, N, O y Q se podrían aprovechar mediante una explotación selectiva, debido a que son areniscas intercalas con limolitas correspondientes a la arenisca de Labor y Plaeners, que en otros sitios de la sabana de Bogotá, son más definidos.

6. Los bancos C, D y E constan de areniscas de 3.20 M, 3.50 M, y 2.50 mde espesor intercalados con limolitas; están afectados por fallas longitudinales que hacen variar su inclinación entre 85° y 32° SW. Las muestras números I y II (estaciones G-11 y G13) son cuarzoarenitas de grano fino a muy fino que después de trituradas retienen granulométricamente 59% y 79% de partículas redondeadas y angulares mayores de 2mm

7. El banco G consta de dos intercalaciones de arenisca de 2.50 y 5.50 M separadas por 3.00 de limolitas que corresponde en la estación G 8 a una cuarzoarenita de grano fino que presentó después de triturarla y tamizarla un 55% de partículas mayores de 2 mm /.

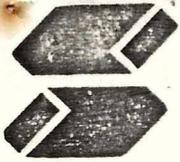
8. El banco I consta de 4.50 m de espesor acumulado de cuarzoarenita de grano muy fino con inclinación de 80° SW que después de triturarla retiene 77% de partículas mayores a 2 mm (muestra No.IV) mientras que el banco K está representado en su base por una limolita gruesa silíceas (estación G 2) que en el ensayo de triturabilidad retiene el 78% de partículas mayores de 2 mm.



9. Los bancos L y N que afloran en la trinchera longitudinal tienen 12 y 11 m de espesor. La muestra No. VI es una cuarzoarenita de grano fino que después de triturar presentó 54% de partículas mayores de 2 mm
10. Los bancos O y Q no presentan buenas exposiciones, razón por la cual se supone un espesor de 7.20 y 13 m respectivamente.
11. El grado de meteorización de las areniscas y limolitas en el Alto El Retiro es de intenso en superficie a moderado en profundidad. Las cuarzoarenitas de grano fino a muy fino, son desde el punto de vista petrográfico (Anexo No. 11) sub-redondeadas, regular a bien seleccionadas, cementadas principalmente por sílice que al triturarlas (Anexo III) dan un porcentaje granulométricamente mayor a 2 mm bastante alto debido a la alta cohesión entre las partículas.
12. Teniendo en cuenta la litología, alternancia de estratos y posición estructural de las capas, independientemente de la resistencia de las rocas, en el Alto El Retiro se podrían beneficiar 377.433 m³ de arena, haciendo un replanteo del plan de explotación (febrero 1981).
13. Aunque el uso de explosivos para beneficiar económicamente arenas para construcción se debe restringir al máximo, se recomienda un diseño de voladuras, previo descapote, para conocer el grado de fracturamiento y disgregación del material.
14. El bloque al sur de la falla transversal con dirección EW, cortes A-A' y B-B' (Plancha B21-3) y buzamientos de estratos entre 15° y 35° en sentido de la pendiente topográfica haciendo atractiva la explotación de areniscas en este sector, a pesar de sus bajas reservas.
15. Se recomienda desarrollar preliminarmente taludes compuestos de 10 a 15 metros de altura, con relación H/2 de un medio o uno/2 : 1 en areniscas y H/2 de 3/4 : 1 en limolitas, teniendo en cuenta la alternancia de capas y el grado de fracturación de las rocas. (Moreno G y otros 1980).
16. Se considera que la explotación selectiva de las areniscas que afloran en el Alto El Retiro es costoso y su beneficio económico está afectado por su alto grado de cementación y resistencia.

LADRILLERA SANTA FE S. A.

Carrera 9a. No. 74-08 - Piso 6 - Conmutador: 2118111
Apartado Aéreo 4703 - Nit. 60.000.762 - Bogotá, D. E. Colombia



Al tener en cuenta las descorazonadoras conclusiones, especialmente las referentés a la abundancia y dureza de los granos de sílice, al tamaño las partículas obtenidas mediante una trituración primaria y los altos costos de una trituración secundaria, así como la necesidad de hacer una costosa minería selectiva, que minimiza las reservas, ha puesto en duda a la Ladrillera sobre la factibilidad económica de la explotación de éstas arenas para las necesidades de la planta. En consecuencia en la actualidad el proyecto marcha en forma muy limitada, en espera de encontrar mejores soluciones al usar otras arenas o al emplear como desgrasante el chamoto obtenido como sub-producto y cuyo empleo desaparecería gran parte del material considerado como desperdicio.

Por las consideraciones anteriores, no se ha estimado necesario anexar a este estudio ni el proyecto inicial de explotación de las canteras de arena, ni el informe completo de Lobo-Guerrero Geología Ltda., aunque éstos documentos permanecen a disposición de la CAR para cuando desee consultarlos.

5.3 CONCLUSIONES SOBRE LA EXPLOTACION DE LA LICENCIA 2291.

En vista de lo expuesto hasta aquí, Ladrillera Santa Fé está convencida de que durante el período correspondiente, ha cumplido adecuadamente sus obligaciones respecto a la explotación técnica del área otorgada en la Licencia CAR 2291 y que los métodos usados se ciñen a las normas usuales para este tipo de trabajo, como lo ha comprobado la excelente acogida que tienen sus productos en todo el país.

6. LABORES DE EXPLOTACION

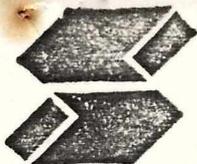
En relación con las canteras de arena del Alto El Retiro, sobra decir que allí los trabajos de explotación han sido muy incipientes, por lo cual solo pueden considerarse como simples cateos a escala piloto.

En cuanto a la explotación de las arcillas del área del ELASA, de allí se ha extraído una considerable cantidad de material arcilloso, siguiendo, en general, el sencillo y clásico sistema de bancadas ó terrazas a nivel, mediante cortes largos comenzando por la cota 100 y alturas máximas de 6 metros. En la ejecución de éstos tajos no se han observado grietas o fracturas que aceleren la erosión ni manantiales de consideración que atenten contra la estabilidad de la mina.

LADRILLERA SANTA FE S. A.

Carrera 9a. No. 74-08 - Piso 6 - Conmutador: 2118111

Apartado Aéreo 4703 - Nit. 60.000.762 - Bogotá, D. E. Colombia



Los taludes se han dejado con las pendientes normales fijadas por el Ministerio de Minas y Petróleos y el Distrito Especial. Cabe poner de presente que quizá, por tratarse de arcillas plásticas y comprimidas, no se han observado verdaderas grietas de tensión, por lo cual no se ha creído necesario hacer cálculos de los esfuerzos críticos de tensión a que se refiere la CAR.

Al principio de la explotación, se llevó a cabo exclusivamente con bulldozer para empujar en el mismo equipo el material hasta las máquinas de preparación y beneficio. Hoy día el material explotado se lleva en cargadores y volquetas hasta el lugar mencionado.

El programa desarrollado ha sido el de ir agrandando el patio de la cota 100, hasta la línea gruesa achurada que se muestra en el plano No. 3, para así dejar suficiente espacio para la expansión de la planta y sus anexidades.

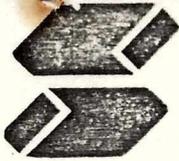
6. ESTUDIOS DE FUTUROS PROYECTOS

En la actualidad, del yacimiento de ELASA solo se están extrayendo cantidades pequeñas de arcilla; y así se seguirá haciendo, según los requerimientos de las mezclas que utilice la planta.

No obstante, para un futuro un poco más lejano se proyecta explotar todo el bloque de arcillas existentes arriba de la línea achurada gruesa que se indica en el mapa No. 3 (explotación actualizada en marzo de 1982), hasta llegar al SW de la propiedad.

El sistema de explotación será el mismo de bancadas o terrazas largas pero curvas para ajustarlas a la topografía del terreno. Su altura será de unos 6 metros, su arranque se hará con bulldozer y su transporte con cargador y volquetas.

Al finalizar la explotación, los taludes se dejarán a las pendientes más apropiadas, posiblemente cercana a los 45°. El mapa de la figura 7 y los perfiles de las figuras 8 y 9 indican el área que tendrá el patio al finalizar la explotación, así como la localización aproximada del canal para su protección y las áreas de taludes explotados, los cuales se emprenderán o arborizarán para dejar así el terreno apropiadamente rehabilitado. La zona de almacenamiento de chamote, situada en el extremo NE del predio, seguirá rellenándose en capas apisonadas y, finalmente, se cubrirá con tierras y se empedrarán, dejando en sus



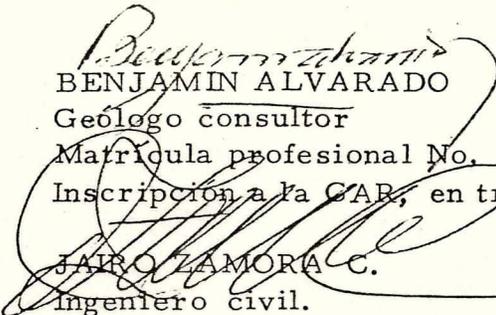
bordes taludes de aproximadamente 45° de pendiente.

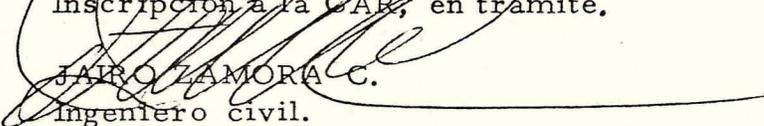
7. CONSIDERACIONES AMBIENTALES

Debe decirse que al explotar por el sistema indicado, la topografía quedará muy semejante a la que tiene el terreno en la actualidad y no se modificará substancialmente el paisaje. Más bien se mejorará con la empedradización y la arborización.

También debe anotarse que la experiencia adquirida en el área de Elasa y en otras vecinas, ha puesto de presente que en la explotación de las arcillas, generalmente húmedas, la polución es mínima, por lo cual no se anticipa ningún problema grave en cuanto a la conservación del medio ambiente.

Por último, debe ponerse de presente que con las obras de relleno que ha hecho Ladrillera Santa Fé para nivelar los patios y construir el almacenamiento de chamote, el predio de Elasa ya está a un nivel bastante más alto que el de los chircales vecinos, lo cual le dá un gran margen de seguridad contra el peligro de las inundaciones o de la formación de pantanos que atentan contra la salud.


BENJAMIN ALVARADO
Geólogo consultor
Matrícula profesional No. 007
Inscripción a la CAR, en trámite.


JAIRO ZAMORA C.
Ingeniero civil.
Matrícula No. 9231
Cartografía y Cálculos.

LADRILLERA SANTA FE S. A.

Carrera 9a. No. 74-08 - Piso 6 - Conmutador: 2118111

Apartado Aéreo 4703 - Nit. 60.000.762 - Bogotá, D. E. Colombia