

**ESCUOLA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería de Geología, Minas y Petróleos**



“EVALUACION GEOECONOMICA DEL YACIMIENTO  
DE CALIZA DE LA ZONA SAN EDUARDO EN EL  
Km. 13 1/2 VIA A LA COSTA Y CONSIDERACIONES  
TECNICAS ECONOMICAS DE SU EXPLOTACION”

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:  
**INGENIERO GEOLOGO**

Presentada por:

**ITALO ROMANO CENTANARO VILLACIS**

Guayaquil - Ecuador

1.988

## A G R A D E C I M I E N T O

Al ING. JORGE CALLE G.,  
Director de Tesis, y a  
los INGS. SERGIO AGUAYO  
y HUGO EGUEZ; por su a-  
yuda y colaboraci3n pa-  
ra la realizaci3n de es-  
te trabajo.

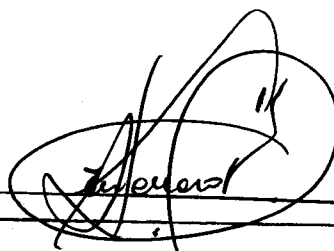
DEDICATORIA

A MIS PADRES  
A MIS HERMANOS  
A MI ESPOSA  
A MIS HIJOS

## DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

( Reglamento de Exámenes y Titulos Profesionales de la ESPOL ).

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Italo R. Centanaro Villacis', is written over a horizontal line. The signature is stylized and somewhat circular.

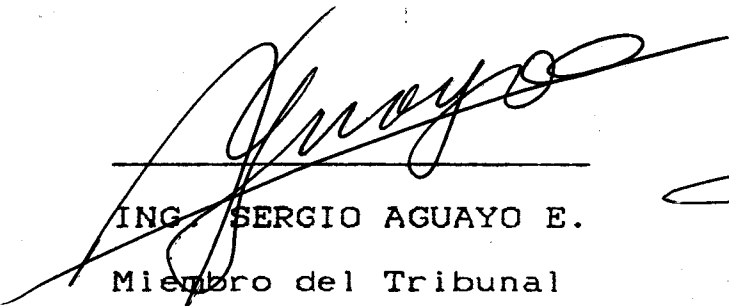
ITALO R. CENTANARO VILLACIS



---

ING. JORGE CALLE GARCIA

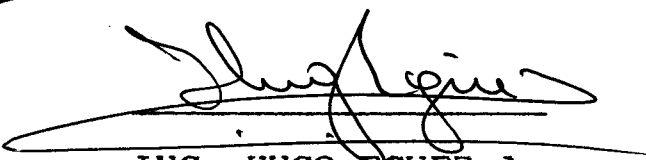
Director de Tesis



---

ING. SERGIO AGUAYO E.

Miembro del Tribunal



---

ING. HUGO EGUEZ A.

Miembro del Tribunal

## RESUMEN

Uno de los objetivos primordiales que se debe tener presente dentro del contexto que encierra la enseñanza Geológica-Minera es la utilización racional que debe dársele a nuestros recursos naturales, fuente objetiva del desarrollo de nuestro país. Tomando en consideración esta premisa, se ha generado este estudio cuya base de sustentación es la utilización del material calcáreo para la fabricación de baldosas, así también como para áridos del hormigón.

El área de estudio comprende una superficie de 40 Has. en las cuáles se ha calculado un total de reservas probadas y probables de 18'870.732 toneladas, que de acuerdo a una explotación a cielo abierto en una disposición de bancos y bloques de arranque, se ha llegado a establecer una duración de 94 años para la cantera, con una producción anual de 200.000 toneladas.



BIEL...

El estudio involucra el conocimiento geológico de la zona, a bordándose dentro de este tema los aspectos geomorfológicos, estratigráficos y estructurales del material calcáreo; factores que guardan afinidad con el comportamiento geomecánico del maciso rocoso.

De los resultados desprendidos a partir de los análisis físico-químicos de laboratorio y de campo en general, se concluye que el material calcáreo presenta buenas cualidades para ser utilizado indistintamente como áridos para hormigón y también en la fabricación de baldosas; tópicos que son formulados en el desarrollo de esta tesis.

Se hace un análisis técnico-económico del tipo de explotación de cantera a llevarse a cabo, así como del diseño de planta de producción y de otros parámetros operacionales; los cuales han sido formulados y estructurados con el fin de obtener rendimientos óptimos a menores costos.

## INDICE GENERAL

RESUMEN -----	VI
INDICE GENERAL -----	VIII
INDICE DE FIGURAS -----	XI
INDICE DE TABLAS -----	XII
INDICE DE FOTOS -----	XIII
INTRODUCCION -----	14
CAPITULO I	
GENERALIDADES -----	16
1.1 OBJETO DEL ESTUDIO-----	16
1.2 INVESTIGACIONES PREVIAS -----	17
1.3 METODO DE TRABAJO -----	17
CAPITULO II	
GEOGRAFIA -----	20
2.1 LOCALIZACION Y ACCESO -----	20
2.2 TOPOGRAFIA E HIDROLOGIA SUPERFICIAL -----	23
2.3 CLIMA Y VEGETACION -----	24
CAPITULO III	
GEOLOGIA REGIONAL -----	27
3.1 GENERALIDADES -----	27
3.1.1 FORMACION CAYO -----	29



3.1.1.1 Miembro Calentura -----	29
3.1.1.2 Miembro Cayo Sensu-Stricto	30
3.1.1.3 Miembro Guayaquil -----	31
3.1.2 FORMACION SAN EDUARDO -----	33
3.1.3 FORMACION LAS MASAS -----	35
3.1.4 GRUPO ANCON -----	36
3.2 ESTRUCTURAS Y GEOMORFOLOGIA -----	37
CAPITULO IV	
GEOLOGIA DEL AREA -----	41
4.1 MIEMBRO GUAYAQUIL -----	41
4.2 FORMACION SAN EDUARDO -----	43
4.2.1 Unidad C <sub>1</sub> -----	45
4.2.2 Unidad C <sub>2</sub> -----	47
4.2.3 Unidad C <sub>3</sub> -----	47
4.2.4 Unidad C <sub>4</sub> -----	47
4.3 GRUPO ANCON -----	48
4.4 ESTRUCTURAS -----	49
CAPITULO V	
GELOGIA ECONOMICA -----	51
5.1 CARACTERISTICAS DEL YACIMIENTO -----	51
5.2 ANALISIS DE MUESTRAS -----	55
5.3 EVALUACION DEL YACIMIENTO -----	58
CAPITULO VI	

CONSIDERACIONES GEOECONOMICAS DEL FRENTE DE CANTERA -----	76
6.1 CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL MACISO ROCOSO -----	76
6.2 PRINCIPALES SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES	86
6.3 DISTRIBUCION ESTADISTICA DE LA RED DE SMITH -----	88
CAPITULO VII	
CONSIDERACIONES ECONOMICAS -----	90
7.1 PRODUCCION Y DURACION DE LA EXPLOTACION	90
7.2 TIPOS DE PRODUCTOS MERCANTILES -----	96
7.3 MERCADO DE LA PRODUCCION -----	96
7.4 INVERSIONES REALIZADAS: CANTERA Y PLANTA	100
7.5 ESTADO ACTUAL DE LA OPERACION MINERA INDUSTRIAL -----	108
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	110
ANEXOS -----	114
BIBLIOGRAFIA -----	137

## INDICE DE FIGURAS

<u>FIG</u>		<u>PAG</u>
1	MAPA DE UBICACION DEL AREA -----	21
2	MAPA DE UBICACION DE LA CANTERA -----	22
3	COLUMNA ESTRATIGRAFICA REGIONAL -----	28
4	MAPA GEOLOGICO DEL AREA -----	42
5	COLUMNA ESTRATIGRAFICA LOCAL -----	44
6	SECCION ESTRATIGRAFICA -----	46
7	SECCION A-B -----	61
8	SECCION X-X` -----	64
9	SECCION Y-Y` -----	67
10	SECCION Z-Z` -----	69
11	SECCION C-D -----	71
12	DIAGRAMA TRIDIMENSIONAL DEL YACIMIENTO	74
13	HISTOGRAMA RECTANGULAR -----	83
14	HISTOGRAMA CIRCULAR EQUIAREAL -----	84
15	RED DE SMITH -----	85
16	HISTOGRAMA CIRCULAR DE BUZAMIENTOS -----	87
17	CIRCUITO DE TRITURACION -----	97
18	DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA -----	99
19	PROCESO DE FABRICACION DE LAS BALDOSAS	118

## INDICE DE FOTOS

<u>No</u>		<u>PAG</u>
<u>FOTOS</u>		
1	FRENTE DE CANTERA, FORMACION SAN EDUARDO -	132
2	ANTICLINAL EN EL FRENTE DE CANTERA -----	132
3	STOCK DE PIEDRA PARA TRITURADORA PRIMARIA	133
4	VISTA GENERAL DE LA PLANTA DE TRITURACION	133
5	VISTA LATERAL DE LA PLANTA DE TRITURACION	134
6	VISTA FRONTAL DE LA PLANTA DE TRITURACION	134
7	TRITURADORA PRIMARIA -----	135
8	STOCK DE PIEDRA PARA TRITURADORA SECUNDARIA	136

## INDICE DE TABLAS

<u>No</u>		<u>PAG</u>
<u>TABLAS</u>		
1	ANALISIS QUIMICOS DE LAS MUESTRAS -----	57
2	CARACTERISTICAS DE LOS PRINCIPALES SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES -----	78
3	LISTA DE DIACLASAS DEL FRENTE DE CANTERA	80
4	DEMANDA ESTIMADA POR PRODUCTO PARA EL AÑO 1984 (m <sup>3</sup> ) -----	101

## INTRODUCCION

El desarrollo socioeconómico integral y armónico de un país se alcanza mediante el aprovechamiento racional y coherente de sus recursos naturales, con miras a incrementar y mejorar las condiciones de vida de la colectividad.

Para planificar este desarrollo es preciso inventariar los recursos naturales con que contamos y planificar su explotación con miras a un verdadero aprovechamiento racional.

Bajo estas premisas se ha desarrollado este trabajo, donde adquiere singular importancia el conocimiento geológico de la zona, tomándose en consideración los aspectos geomorfológicos, stratigráficos y estructurales del material calcáreo que guarda estrecha afinidad con el comportamiento geomecánico del macizo rocoso.

El estudio de las características del yacimiento constituye una de las fases más importantes en esta tesis, ya que dependiendo de estas condiciones se generará el proceso minero industrial y su racional explotación.

Amerita igual importancia el análisis técnico-económico que conlleva la explotación de la cantera donde se hace constar el diseño de la planta de producción cuyo objetivo principal es el de obtener rendimientos óptimos a menor costo.

## CAPITULO I

### GENERALIDADES

#### 1.1 OBJETO DEL ESTUDIO

Por la necesidad de crear condiciones de trabajo, de aprovechar racionalmente parte de nuestros recursos naturales y darles una verdadera utilidad práctica. se formula la presente tesis en donde sus objetivos principales son:

- a) Hacer un estudio geológico del yacimiento
- b) Estudiar las condiciones del material calcáreo y afines, con el objeto de fabricar baldosas y hormigón
- c) Efectuar un análisis técnico sobre la explotación del yacimiento y la planta de producción, con el fin de obtener rendimientos óptimos
- d) Hacer un análisis económico de acuerdo a costos y producción



## 1.2 INVESTIGACIONES PREVIAS

Son pocos los trabajos que se han desarrollado en la zona, siendo estos de tipo regional; en el área en sí, y concretamente en la cantera se han desarrollado dos trabajos ; estos son:

- Asesoría con miras a mejorar la producción (Angeletty Renzo y Centanaro Italo). Este estudio trata fundamentalmente de la Geología de la Cantera y del Diagrama de Flujo de la Planta de Trituración.
- Informe Geológico del área EXPLOSA (Meneses Alberto). Este estudio hace un análisis somero de la Geología de la Cantera haciendo además una estimación de las reservas.

## 1.3 METODO DE TRABAJO

Para cumplir con los fines del presente estudio, se realizó el reconocimiento y levantamiento geológico de campo, de la cantera o yacimiento propiamente y de las quebradas aledañas al área, con la finalidad de establecer las unidades litológicas existentes, sus relaciones es-

tratigráficas, sus contactos, y la continuidad horizontal y vertical de la formación San Eduardo en especial.

Para el registro de la información en el campo, se utilizó un mapa base a escala 1:50.000; siendo además necesario la interpretación de pares estereoscópicos a escala 1:25.000.

Se tomaron muestras de las diferentes unidades litoestratigráficas, las mismas que fueron sometidas a análisis granulométrico, petrográfico y químico.

En el campo se registraron además informaciones de tipo morfológico, estratigráfico, estructural que fueron analizadas y tabuladas; las que forman parte de este trabajo.

En cada fase de la planta de trituración, se tomó información del material de entrada y salida, del tiempo de procesamiento, de las pérdidas existentes y de la capacidad de cada máquina con el fin de analizar la eficiencia y rendimiento aconsejables para una mayor y mejor producción.



Entre las herramientas utilizadas se contó con: mapas, brújula Brunton, altímetro de precisión, cinta, martillo, reactivos químicos, pesas, diagramas, etc.

## CAPITULO II

### GEOGRAFIA

#### 2.1 LOCALIZACION Y ACCESO

El área de estudio está ubicada en la Provincia del Guayas, Cantón Guayaquil, Parroquia Chongón, a la altura del Km. 13 1/2 de la vía Guayaquil-Salinas; en la estribación meridional de la Cordillera Chongón-Colonche; es de forma rectangular con una extensión de 40 Has., limitada por los puntos A,B,C y D de coordenadas:

A = (11.6 - 59.0)

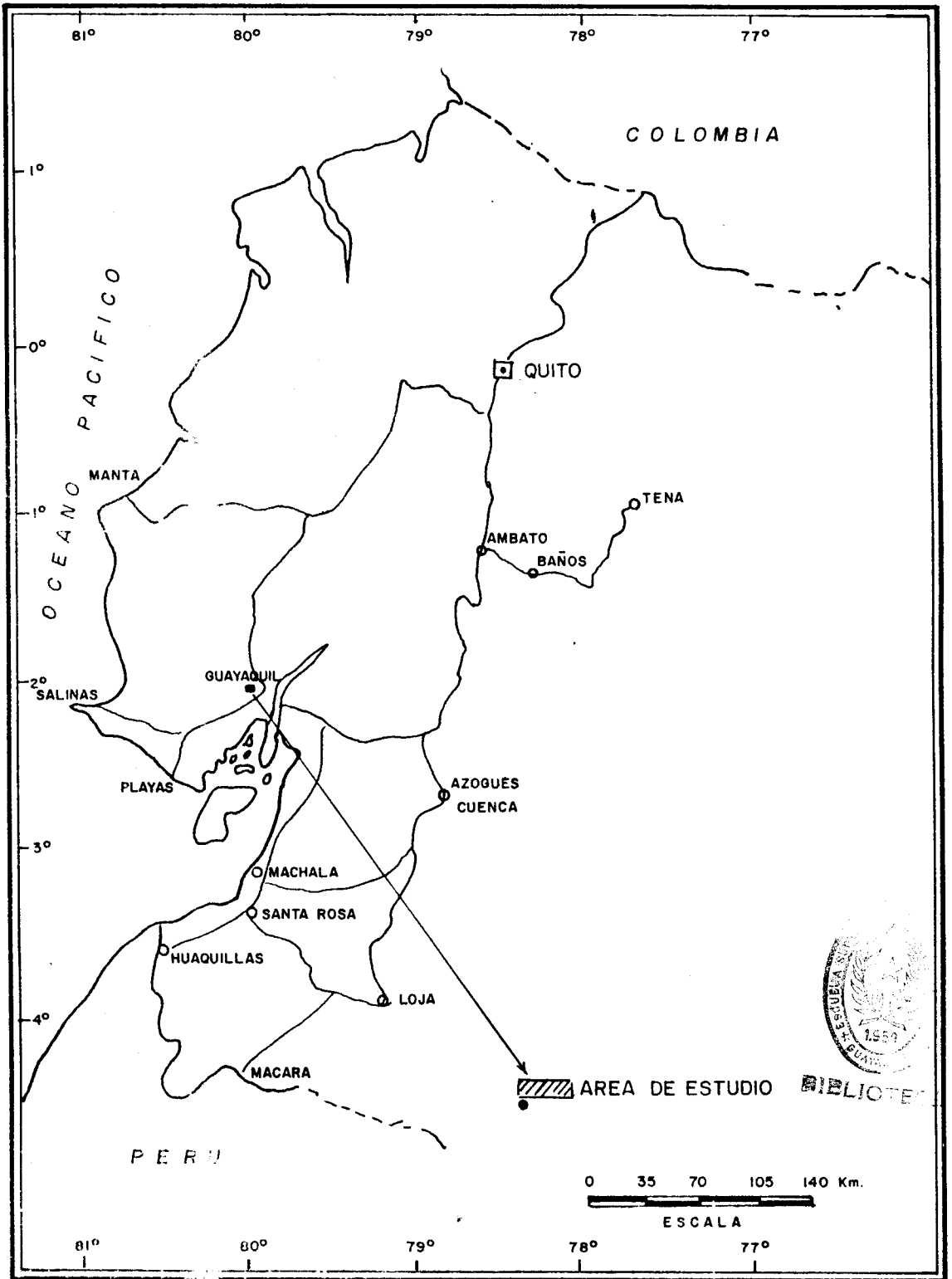
B = (11.6 - 60.0)

C = (12.0 - 60.0)

D = (12.0 - 59.0)

(Ver figuras 1-2)

FIG. N° 1 MAPA DE UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO



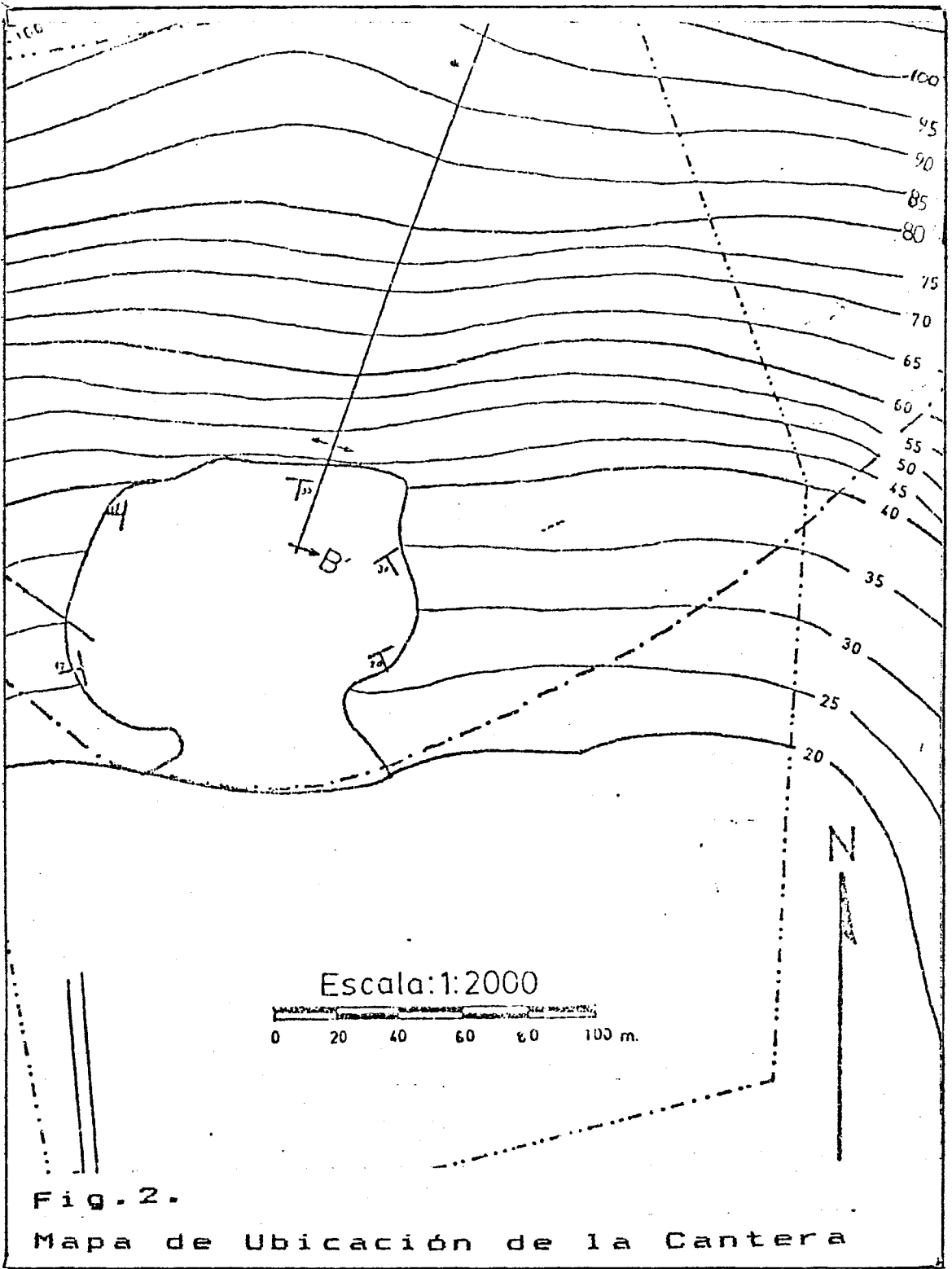


Fig. 2.

Mapa de Ubicación de la Cantera

De la cuadrícula utilizada por el Instituto Geográfico Militar; sus lados NS tienen una longitud de 1000 mts. y los EW de 400 mts., teniendo el vértice A, las siguientes coordenadas geográficas:

Longitud:  $02^{\circ} 10' 47,88''$  S

Latitud :  $79^{\circ} 59' 47,13''$  W

Referida a los meridianos de Longitud y los paralelos de Latitud respectivamente.

Su acceso se realiza por la vía Guayaquil-Salinas, la misma que a la altura del Km. 13 1/2 atravieza el área objeto de este estudio.

## 2.2 TOPOGRAFIA E HIDROLOGIA SUPERFICIAL

El área tiene una topografía bastante irregular, con altitudes desde 10 mts. sobre el nivel del mar en la zona baja del sur (carretera Guayaquil-Salinas) hasta unos 220 mts. en la parte más alta del norte.

En la estación lluviosa se forman pequeñas quebradas que

descargan sus aguas hacia el sur.

### 2.3 CLIMA Y VEGETACION

Los siguientes datos son regionales. No se conocen datos específicos para el área, y sus condiciones climáticas están probablemente influenciadas por la proximidad de la cordillera Chongón-Colonche.

La precipitación promedio anual es de 660 mm. La precipitación promedio mensual es incipiente en los meses de Julio a Octubre. La precipitación mensual más alta ocurre, en el mes de Marzo y es de 430 mm,

La temperatura media anual es de 26,2 °C. La máxima media mensual (Abril) es de 26,6 °C. La mínima media mensual (Agosto) es 23,8 °C.

La humedad media anual es de 77%, siendo Febrero y Marzo (81% y 80%) los meses más húmedos y Noviembre y Diciembre los menos húmedos (73% y 71%).



El índice de relación de evapotranspiración potencial es de 1 a 2 (sub-húmedo).

La nubosidad es de 7/8, de Enero a Marzo, y 6/8 el resto del año.

La velocidad del viento, como media anual, es de 3 mt/seg. variando desde 4 mt/seg (Agosto), a 2,1 mt/seg (Febrero y Marzo).

La zona climática corresponde a la tropical-sabana.

Los datos suministrados anteriormente fueron recopilados del Atlas Geográfico de la República del Ecuador, del Instituto Geográfico Militar (1977) y del Atlas Meteorológico del Mar Territorial Ecuatoriano publicado por el Instituto Oceanográfico de la Armada.

Las principales formaciones vegetales y forestales corresponden a las de sabanas, en ambiente de bosque muy seco tropical, modificado ligeramente por la presencia de la cordillera Chongón-Colonche.

La vegetación arbústica está representada por un predominio, de ceibos y algarrobos, en los sectores altos ; en los bajos se encuentran acacias, ciruelos, etc.

## CAPITULO III

### GEOLOGIA REGIONAL

#### 3.1 GENERALIDADES

Las unidades geológicas del Litoral Ecuatoriano, han sido sometidas a extensos estudios, teniéndose informes y publicaciones referidas a las mismas formaciones, donde se encuentran discrepancias en la identificación y en la descripción de las unidades formacionales, así como en la paralelización de sus facies y por consiguiente en la ubicación cronológica de las mismas. Este estudio se ha servido básicamente de la columna estratigráfica presentada por Bristow y Hoffstteter en 1977 (fig.3).

Las principales formaciones que están relacionadas regionalmente con los objetivos propuestos que se presentan en las estribaciones sur de la cordillera de Chongón

FIG. Nº 3 COLUMNA ESTRATIGRAFICA REGIONAL

ESCALA CRONOLOGICA			COSTA			
			CUENCA PROGRESO Y GOLFO DE GUAYAQUIL			
CENOZOICO	CUAT.	HOLOCENO		TERRAZAS		
		PLEISTOCENO		FORMACION TABLAZO		
	Terciario	PLIOCENO		FORMACION PUNA	M. Lechuga M. Placer	
		MIOCENO	S	MESSINIANO	FORMACION PROGRESO	
			M	SERRAVALIANO	FORMACION SUBIBAJA	
				LANGHIANO		
		I	BURDIGALIANO	Miembro dos bocas	Miembro Villingota	
			AQUITANIANO	FORMACION TOSAGUA		
		OLIGOCENO	S	CHATTIANO	M. Zapotal	
			I	RUPELIANO		
		EOCENO	S	BARTONIANO	COMPLEJO OLISTOSTROMICO. STA ELENA	
			M	LUTETIANO	F. Las masas	F. San Eduardo
	YPRESIANO					
	PALEOCENO	S	THANETIANO			
		I	DANIANO			
MESOZOICO	CRETACICO	S	MAESTRICHTIANO	M. Guayaquil M. Cayo SS.t M. Colentura		
			CAMPONIANO			
			SANTONIANO			
			CONIACIANO			
			TURONIANO			
			CENOMANIANO			
		I	ALBIANO	FORMACION PIÑON		
			APTIANO			
			BARRENIANO			
			HUATERIVIANO			
			VALANGINIANO			
			BERRIASIANO			
		JURASICO		? ————— ?		
	TRIASICO		ROCAS METAMORFICAS E IGNEAS			

-Colonche, lugar donde se emplaza el área de estudio son:

### 3.1.1 Formación Cayo

Llamada así por Olsson (1942), en base a los afloramientos de la Bahía de Cayo al suroeste de Puerto Cayo. La edad de esta Formación es cretácico superior y descansa en aparente concordancia con la infrayacente Formación Piñón. Estando constituida por tres miembros a saber:

#### 3.1.1.1 Miembro Calentura

Constituye la base de la Formación Cayo, su localidad tipo es la antigua cantera de Calentura (6.295-97.656) 10 Km. al NE de Guayaquil; donde consiste de calizas y pizarras bien silicificadas con colores que van del gris oscuro al rojo; así como también argilitas calcáreas y areniscas.

Estos sedimentos contienen una gran canti-

dad de fósiles que sirven de diagnóstico para que Thalman (1946) indicara una edad no más joven que el Cenoniano y no más antigua que el Turoniano: entre ellos se tiene globigerinos, guembelinas, globorotalias, globotruncanas, bolivinas, y además radiolarios.

### 3.1.1.2 Miembro Cayo Senu-Stricto

Forma la parte media de la formación Cayo, cuyo espesor sobrepasa los 2.600 mts.: su litología está constituida por sedimentos duros y resistentes a la erosión, teniendo se argilitas, areniscas tobáceas, conglomerados, aglomerados volcánicos, grauvacas, pizarras arcillosas y tobáceas. lutitas, tobas y brechas volcánicas.

El material volcánico predomina en la parte inferior de la secuencia, donde los aglomerados volcánicos y brechas son en su mayoría de color gris verdoso con horizontes



violáceos. presentándose ocasionalmente intercalaciones de bancos decimétricos de lutitas tobáceas.

Según Thalman, la fauna fósil de 85 especies corresponden a 36 géneros. é indican para este Miembro una edad que corresponde al Senoniano, llegando al Maestrichtiano. Olsson (1942) refiriéndose a la posición estratigráfica, piensa que hay poca razón para la separación con la parte basal (Miembro Calentura) debido a la concordancia y a la poca diferenciación que se ha observado en varios lugares entre estos miembros. Por arriba este miembro pasa en transición gradual al Miembro Guayaquil debido aparentemente a la silicificación secundaria que ha afectado a este último.

### 3.1.1.3 Miembro Guayaquil

Constituye la parte superior de la Formación Cayo, su localidad tipo ha sido descri

ta por Sheppard (1946), en la cantera frente al puente sobre el estero salado en la salida oeste de Guayaquil (6.233-97.588).

Aflora en las cercanías de Guayaquil y en la parte alta de la cordillera de Chongón-Colonche, ocupando una franja alargada en sentido E-W. Su litología consiste en lutitas tobáceas, chert nodular y bandeado; areniscas tobáceas y lutitas físciles ocurren en menor cantidad; su coloración varía de gris claro a gris oscuro, presentándose en capas bien estratificadas en espesores de 10 a 40 cm.

Se observan estructuras primarias tales como pliegues de carga boudinage, estratificación gradada y laminación, su espesor es de aproximadamente 450 m.

Sus relaciones estratigráficas están dadas por una transición gradual con el miembro infrayacente Cayo ss, mientras que sub



yace en aparente discordancia a la Formación San Eduardo.

Sigal (1986), opina que el Miembro Guayaquil es de edad Maestrichtiano basado en foraminíferos datadores tales como: globigerinas, Ruboglorigerinas y Globotruncanas.

### 3.1.2 Formación San Eduardo

Su localidad tipo se la ubica en la cantera San Eduardo (6.186-97.585) ahora abandonada, a 6 km. al oeste de Guayaquil.

Aflora predominantemente en las estribaciones sur de la cordillera Chongón-Colonche y se extiende en sentido E-W buzando hacia el sur.

Su litología está constituida por calizas arrecifales detríticas y fosilíferas de colores cremas y grises.

Los componentes de estas calizas consisten en granos de arrecifes angulares a redondeados; a veces guijarros removidos de calcilutitas y de chert ocurren en la secuencia. Presentando ciclos turbidíticos que van desde calciruditas en la parte inferior pasando a calcarenitas y hacia el tope, a calcilutitas.

A través de toda la secuencia es común observar la presencia de arcilla entre los planos de estratificación y de nódulos y lentes de sílice amorfa.

Su edad ha sido ubicada como Eoceno medio en base al conjunto de la fauna fósil reconocida por Stainforth (1948), muy especialmente de foraminíferos tales como: Discocyclinna, Cibicides, Hastigerinella, Amphistegina, Globigerina y otros.

La caliza San Eduardo descanza sobre el Miembro Guayaquil en contacto aparentemente concordante, pero según las edades respectivas de ambos depósitos, hay un hiato de sedimentación entre ellos. Buza hacia el SW debajo de la Formación Las Masas o



en su ausencia debajo de los depósitos del Grupo Ancón.

En el área EXPLOSA, estas calizas constituyen la parte principal del estudio, siendo además la materia prima principal donde se sustenta la confección de cemento y baldosas.

### 3.1.3 Formación Las Masas

Denominada así por los Geólogos de la CALEC. Anteriormente su presencia fué detectada en el área entre Guayaquil y Las Juntas, pero trabajos posteriores determinaron su presencia en afloramientos más hacia el Oeste. Su localidad tipo se ubica y aflora en las partes bajas de las estribaciones sur de la cordillera Chongón o Colonche, donde consisten en limolitas, y lodolitas duras de color azul verdoso. Estas lodolitas o lutolitas se presentan bien estratificadas y mantienen un espesor que varía entre 0 y 360 m.

De las evidencias micropaleontológicas, Mills- (1965), se deduce que las lutolitas fueron depositadas en un medio ambiente de aguas profundas. El contacto superior con los sedimentos arcillo-arenosos del grupo Ancón, no ha sido observado y su edad ha sido establecida en base a su posición estratigráfica y a su fauna fósil como Eoceno Medio-Superior.

#### 3.1.4 Grupo Ancón

Término introducido por los Geólogos de IEPC, para designar una serie de sedimentos que afloran en el borde sur de la Cordillera de Chongón y Colonche.

Este grupo fué dividido en las formaciones Socorro y Seca, cada una de ellas subdivididas en sus respectivos miembros, basándose en sus características litológicas.

Todo este conjunto de sedimentos arcillo-arenosos forman parte de lo que se ha dado en llamar actual

mente Complejo Oritostromico de la Península de Santa Elena (Bucaram. 1966; Hoffstetter, 1977; Cisneros, 1978).

La litología del Grupo Ancón cubre una amplia zona de material clástico que va desde conglomerados hasta lutitas y en las capas arcillosas se han encontrado numerosos fósiles, entre ellos: Bolivinas, discorbis, cibicides, valvulinas, mortigerinella, globigerina y otros, los cuales determinan una edad correspondiente al Eoceno superior (Hoffstetter, 1977).

El espesor para esta formación es desconocido. El contacto superior con los depósitos recientes es discordante.

En el área de estudio aflora hacia la parte sur en una gran porción de superficie, donde consiste de limolita arcillosa.

### 3.2 ESTRUCTURAS Y GEOMORFOLOGIA

En el marco regional los rasgos geomorfológicos característicos entre otros son: La Cordillera Chongón-Colonche, elevaciones medias de Pascuales, y Planicie del Guayas.

-La Cordillera Chongón-Colonche.- Esta cordillera se compone de una serie de colinas, cuya elevación media es de unos 700 m. y de orientación NW-SE.

La cresta de esta cordillera forma la divisoria de las aguas que fluyen a la cuenca del Guayas y de las que desembocan el Océano Pacífico hacia el sur-oeste.

-Las elevaciones medias de Pascuales.- Se desarrollan al nor-este del área, sin un alineamiento preferencial, donde la altura máxima alcanzada es de 120 m. en el cerro Totoral.

En general, se trata de un relieve donde se presentan elevaciones con morfología abrupta o muy abrupta y que están relacionadas con diferentes litologías.

-Planicie del Guayas.- Está caracterizada por el desarrollo de una topografía muy plana, interrumpidas ocasionalmente por pequeñas elevaciones como las de Samborondón, Pascuales, Masvale, Punta de Piedra, etc.

Estas características en un momento determinado inducen a definirla como una planicie de inundación.

-Cuenca Progreso.- Probablemente abierta durante el término del Eoceno y el comienzo del Oligoceno.

Esta Cuenca ha sido sumergida entre las formaciones antiguas del Terciario y rellena posteriormente con sedimentos del Mioceno. Hacia sus bordes afloran formaciones cada vez más antiguas, separadas entre sí por fallas escalonadas, causadas por el hundimiento ruptural de la cuenca.

Las estructuras dentro de la Cuenca Progreso son generalmente paralelas al eje de la cuenca (NW-SE).

-Falla La Cruz.- Es una falla normal de gran ángulo



movida hacia abajo al este. Su máximo desplazamiento es estimado en 7.000 pies. La actual morfología presenta un patrón de fallas asociadas con la falla principal, la cuál es atribuida a los esfuerzos establecidos por el incremento de carga deposicional del último período del Terciario que renovaron movimientos a lo largo de planos de fallas establecidas anteriormente.

-Cuenca del río Guayas.- El relieve de la cuenca es variado. En la zona septentrional la topografía del terreno esta caracterizada por una ondulación marcada, a veces severamente disectada. El relieve en la zona meridional es más suave y uniforme.



## CAPITULO IV

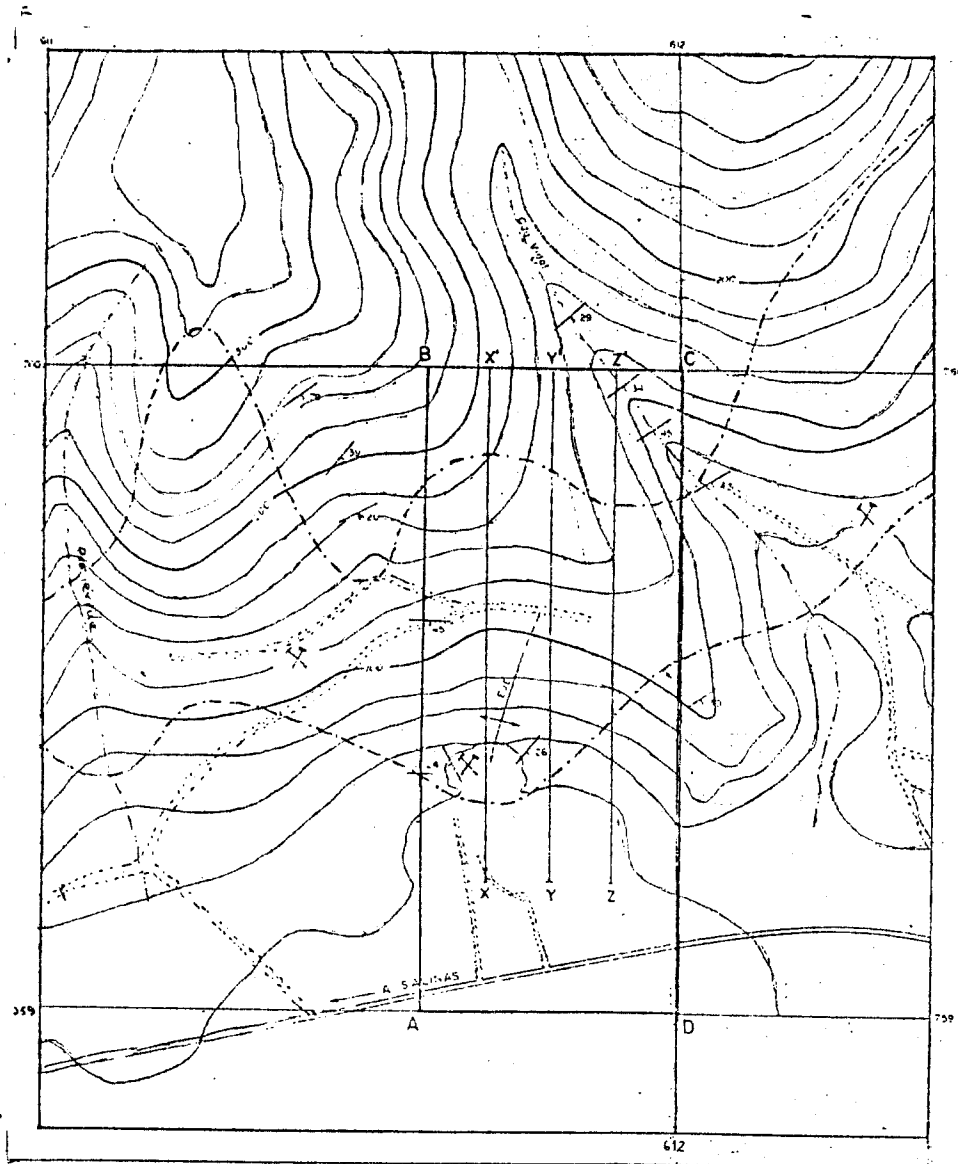
### GEOLOGIA DEL AREA

En el área de estudio ocurren las siguientes unidades litológicas: Miembro Guayaquil de la Fm. Cayo, Fm. San Eduardo, y Grupo Ancón (Fig.4).

#### 4.1 MIEMBRO GUAYAQUIL

Constituye el Miembro Superior de la Fm. Cayo y ocurre a lo largo de la parte alta de la Cordillera Chongón-Colonche ocupando una franja en sentido E-W. En el área de estudio se la sitúa en la parte Norte, cubriendo un área aproximada de 6.6 Has.

Está constituida por lutitas silíceas, lutitas tobáceas, concreciones silíceas de forma nodular con bandeado;



ESCUELA SUPERIOR  
POLITECNICA DEL LITORAL  
GUAYAQUIL - ECUADOR

Realizado por  
Italo Centanaro V.

Fecha:  
Mayo de 1988

Figura:  
No 4

LEVANTAMIENTO GEOLOGICO  
AREA EXPLOSA

LEYENDA



GRUPO ANCON



FORMACION SAN EDUARDO



MIEMBRO GUAYAQUIL

SIMBOLOGIA



Contacto Geológico inferido



Posición de la estratificación



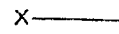
Anticlinal



Cantera



Límite de concesión original



Secciones geológicas



Equidistancia altimétrica cada 20 mts.

tobas y areniscas, su coloración es variable de gris claro a gris oscuro. Se presentan bien estratificadas en capas de 20 a 30 cm. de espesor, su rumbo general es NE - SW con buzamiento variable de 20 grados a 78 grados hacia el SE.

Se observan estructuras primarias tales como: laminación estratificación gradada, boudinage y estructuras de carga.

La roca se presenta dura, frágil con intenso fracturamiento tipo concoidal.

El espesor para este miembro, se ha estimado en 450 m. su relación estratigráfica con el Miembro inferior Cayo, es gradacional concordante, presenta un hiato estratigráfico ( Hoffsteller 1977 ).

La Edad que muestran las evidencias micro paleontológicas, corresponden al Maestrichtiano (Sigal, 1968).

#### 4.2 FORMACION SAN EDUARDO

FIG. N°5

COLUMNA ESTRATIGRAFICA LOCAL							
ERA	PERIODO	SERIE	UNIDAD	SIMBOLOGIA	DESCRIPCION LITOLOGICA	ESPESOR	
CENOZOICO	CUATERNARIO	REC.	ALUVIALES		Limos y arcillas, poco consolidados	?	
	PALEOGENO	EOCENO SUPERIOR	GRUPO ANCON		Arcillotitas y limos finamente estratificados, color amarillo verdoso con intercalaciones de arenisca fina.	?	
							EOCENO MEDIO
		C3		Calizas, lutitas calcáreas masivas; materia orgánica.	12		
		C2		Calizas bien estratificadas, color crema, con horizontes fosilíferos.	36		
		C1		Margas y lutitas calcáreas, de color bien oscuro, nodulos y lentes de pedernal.	22		
MESOZOICO	CRETACICO	SUPERIOR	FORMACION GUAYAQUIL		Lutitas silíceas, lutitas tobáceas, tobas, chert nodular y bandeado. Intercalaciones de arenisca.	450	



Ocupa la parte central del área de estudio y constituye el objetivo principal del mismo, cubre una superficie aproximada de 18.6 Has. Está constituida de calizas de color crema a gris oscuro, con intercalaciones de nódulos de sílice, en forma tubular y elipsoidal.

Estas calizas se presentan estratificadas en capas cuyo espesor fluctúa entre 10 cm. a 1 m. aunque ocasionalmente son masivas. La orientación de las capas en la cantera varía entre N 10 W/24 SE y N 60 E/26 SE.

En base a las observaciones hechas en la cantera de estudio, en las quebradas Lérica y Vidal y en canteras aledañas, ha sido posible establecer las siguientes unidades para esta secuencia calcárea (Fig.5).

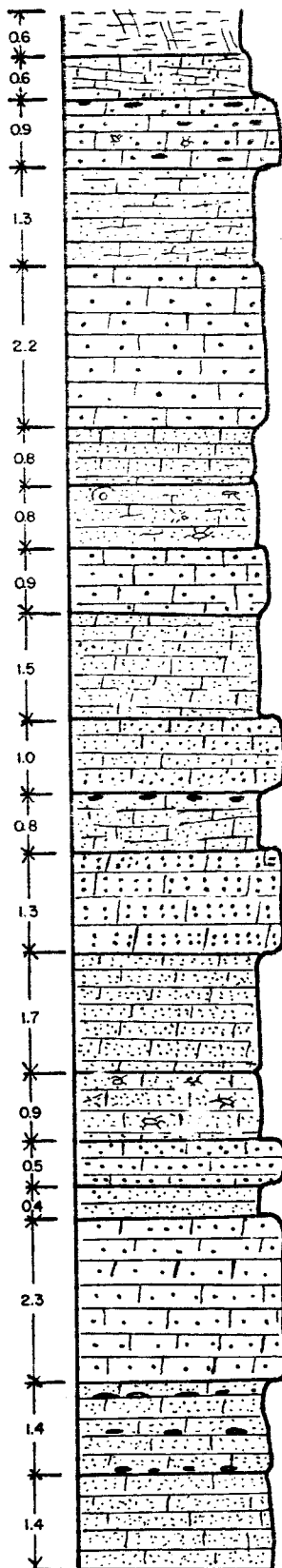
De piso a techo se tiene:

4.2.1 Unidad C<sub>1</sub>:

Margas y lutitas calcáreas de aproximadamente de 22 m., de color gris oscuro, bien estratificadas con nódulos y lentes de pedernal. Estas capas se

FIG. N° 6

## SECCION ESTRATIGRAFICA



- Lutita calcarea, poco arcillosa, bien diaclasado.
- Caliza micrítica compacta
- Caliza compacta, blanca, arenosa, biomicrítica con nódulos de pedernal.
- Caliza micrítica (estratos decimétricos) con nódulos, las capas presentan deformación plástica.
- Caliza blanca, compacta, aspecto arenosa muy fina.
- Caliza micrítica, nódulos de pedernal.
- Biomicrítica compacta.
- Caliza blanca arenosa
- Caliza micrítica crema.
- Caliza micrítica arenosa. (bancos decimétricos).
- Caliza micrítica crema, nódulos de pedernal hacia el tope.
- Caliza arenosa, bancos decimétricos.
- Caliza micrítica, bancos decimétricos.
- Caliza biomicrítica.
- Caliza arenosa.
- Caliza micrítica.
- Caliza arenosa, con nódulos de pedernal. a lo largo de fracturas paralelas a la estratigrafía.
- Caliza micrítica con bandas de pedernal. (bancos decimétricos).
- Caliza micrítica compacta, brecha verdosa, arcillosa.

presentan sobre el Miembro Guayaquil.

#### 4.2.2 Unidad C<sub>2</sub>:

Sobre las margas y lutitas calcáreas se presenta un paquete de aproximadamente 36 m. de espesor, de calizas de color crema bien estratificadas, con varios horizontes fosilíferos; la presencia de nódulos y lentes de pedernal es menos abundante que la secuencia anterior.

#### 4.2.3 Unidad C<sub>3</sub>:

Luego hacia arriba tenemos aproximadamente 12 m. de calizas de color crema bien estratificadas, masivas, silíceas, en las cuales se aprecia la presencia de materia orgánica y ocasionalmente pirita, son de grano fino y en ellos se puede observar con creciones de caliza de color gris claro subredondeadas o ángulosas y de tamaño diverso.

#### 4.2.4 Unidad C<sub>4</sub>:

La parte superior de la secuencia está formada por calizas de color crema. con abundantes horizontes fosilíferos bien estratificados con pocas concreciones silíceas; entre los planos de estratificación ocurren delgadas capas de arcilla; el espesor de esta unidad es de aproximadamente 30 m.

El espesor total para esta formación, es de 100 m.; y su contacto superior es normal con el Grupo Ancón, y en aparente concordancia descansa sobre el Miembro Guayaquil. Su edad ha sido determinada como correspondiente al Eoceno Medio.

#### 4.3 GRUPO ANCON

Ocupa la parte sur del área estudiada (18.6 Has.), y corresponde a la zona topográfica más baja; en su mayoría está cubierta de derrubios de laderas y suelos. En áreas cercanas se ha podido establecer la presencia de arcillas y limolitas de color gris amarillento, que corresponden a esta unidad; se presenta estratificada, con ocasionales intercalaciones de arenisca cuarzo-feldespática.





El espesor para esta formación es desconocida y su contacto inferior es normal con la Fm. San Eduardo.

#### 4.4 ESTRUCTURAS

En el área estudiada se observan dos dominios geomorfológicos que están relacionados con las unidades formacionales existentes.

La zona alta, con elevaciones que alcanzan los 300 m., la cual se relaciona con los sedimentos Cretácicos de la Fm. Guayaquil y Terciarios de la Fm. San Eduardo: siendo estos resistentes a la erosión.

La parte baja se presenta con zonas suaves y se desarrolla en sedimentos arcillo-renosos del Grupo Ancón, así como también en depósitos aluviales y coluviales.

El drenaje del área, fluye hacia el sur y es regado por cursos de agua temporales, que conforman una red incipiente subdendrítica a paralela.

Desde el punto de vista estructural se establecen los siguientes accidentes:

En el lado occidental del frente de cantera, se encuentra una falla con orientación N-S/82 E, con unos 50 cm. de ancho, observable en unos 10 m. de alto, rellena con un material brechoso calcáreo.

La cantera deja al descubierto una flexura de las capas en forma de anticlinal buzante 20-35 SW, que en su parte central contiene la caliza de color oscuro. Esta caliza oscura que tiene 15 m. de espesor saldrá a la superficie a 140 m. del frente de la cantera hacia adelante según la dirección N20E, que corresponde al eje del anticlinal.

En el frente de la cantera se tomaron mediciones de los diferentes sistemas de diaclasas (tabla 3) y según los estudios estadísticos (fig. 11, 12 y 13) sobresalen los siguientes: N45E, N75E, N25W y N55W.

Estos sistemas de diaclasas, forman ángulos rectos de dos en dos y de acuerdo a los buzamientos que predominan hacia el norte, le proporcionan cierta estabilidad a la roca.

## CAPITULO V

### GEOLOGIA ECONOMICA

#### 5.1 CARACTERISTICAS DEL YACIMIENTO

La materia prima constituye el principal recurso de todo proceso productivo, de allí la importancia que encierra el estudio del yacimiento y las características de la materia prima.

El yacimiento EXPLOSA de acuerdo a su morfología y a la disposición de las capas, permite emplear los sistemas más productivos y baratos de explotación. En este caso sería el sistema de explotación a cielo abierto, considerando la poca sobrecarga (cobertura) que tiene el yacimiento, la cual se presenta en forma de coluvios que recubre a la caliza.

El material calcáreo existente en el área tiene un promedio de 78.73 % de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  (carbonato de calcio), por lo que presenta características adecuadas para su utilización como materia prima en la fabricación de baldosas.

La presencia de una caliza silicea bastante densa, de nódulos de chert y vetas de cuarzo, hacen que este material sea apropiado como árido en la fabricación de hormigón.

A través de toda la secuencia calcárea es común observar la presencia de arcilla entre los planos de estratificación.

La parte que comprende el yacimiento propiamente dicho cubre una superficie de 40 Has., con un área frontal de 32.000 m<sup>2</sup> y una pendiente promedio de 0.34.

El mineral presente en el yacimiento a explotarse es la caliza de coloración beige a gris, con variaciones en el contenido de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , aumentando la sílice en las calizas oscuras, lo cual eleva la dureza de las rocas.

De la observación macroscópica de las rocas se determina una porosidad bastante baja, lo que sirve para que la roca sea más resistente a las acciones mecánicas.

El poco contenido a casi nada de sulfuros de hierro, especialmente pirita, hace que la roca al ser utilizada como árido, no presente reacciones químicas adversas.

Los óxidos nocivos de sodio, magnesio y potasio, tienen porcentajes permisibles dentro de la composición química dentro de la cal (menores al 1 %).

Entre las propiedades físicas mecánicas medidas mediante ensayos en los laboratorios se tiene:

Peso específico:	2.40 gr/cm <sup>3</sup>
Peso Volumétrico:	2.30 gr/cm <sup>3</sup>
Porosidad:	5 %
Esponjamiento:	1,33
Coefficiente de Resistencia:	8
Resistencia a la Compresión:	780 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia al cizallamiento:	57 Kg/cm <sup>2</sup>

Otras propiedades físicas observadas en las unidades calcáreas y que inciden como parámetros determinantes para su utilización en la fabricación de baldosas son:

#### Abrasividad:

Las unidades  $C_2$  y  $C_4$  por su bajo contenido de sílice son poco abrasivos. La sílice en estas unidades está restringida a concentraciones nodulares. Las unidades  $C_1$  y  $C_3$  son más silíceas y por lo tanto tienen mayor abrasividad.

#### Brillantez:

Las calizas poco abrasivas de las unidades  $C_2$  y  $C_4$  pueden ser pulidas con facilidad, logrando su excelente presentación.

#### Textura:

Los materiales de las unidades  $C_2$  y  $C_4$  presentan textura microcristalina y varían de grano muy fino a medio, lo que les da una homogeneidad y baja porosidad, factores importantes en la pulimentación.



## 5.2 ANALISIS DE MUESTRAS

### 5.2.1 METODOLOGIA DEL MUESTREO

Se procedió a la recolección de 12 muestras ubicadas en el área de manera superficial, teniéndose en cuenta para ello su posición estratigráfica principalmente. Dos de estas muestras pertenecen a la parte superior de la Fm. Guayaquil (F.G.1-F.G.2) las otras diez pertenecen a las cuatro unidades calcáreas de la Fm. San Eduardo que afloran en el área, estas son:

Unidad  $C_1$ : muestras C-1-A y C-1-B

Unidad  $C_2$ : muestras C-2-A, C-2-B, C-2-C y C-2-D

Unidad  $C_3$ : muestras C-3-A y C-3-B

Unidad  $C_4$ : muestras C-4-A y C-4-B

### 5.2.2 ANALISIS QUIMICO

Las muestras mencionadas fueron analizadas químicamente en el laboratorio de la Cemento Nacional (CEM), determinándose el contenido para los si-

guientes óxidos:  $\text{CaO}$ :  $\text{SiO}_2$ :  $\text{Al}_2\text{O}_3$ :  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y  $\text{MgO}$ .

Además se ha determinado la titulación (porcentaje de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ ).

Los resultados se muestran en con detalle la tabla No 1. De estos resultados se desprende que las unidades  $\text{C}_2$  y  $\text{C}_4$  son las más propicias a utilizarse. mientras que la unidad  $\text{C}_3$  si bien no reúne las características químicas necesarias, esta unidad puede técnicamente ser explotada en base a su pequeño espesor (12 m.), y por estar estratificando las unidades  $\text{C}_2$  y  $\text{C}_4$ .

### 5.2.3 ANALISIS PETROGRAFICO

Se han analizado microscópicamente seis muestras calcáreas las cuales se encuentran descritas en el Anexo B.

Estas muestras de caliza presentan en su mayoría textura muy fina (matriz micrítica), con restos calcáreos bien conservados de macroforaminíferos y



TABLA No 1

## ANALISIS QUIMICOS DE LAS MUESTRAS

MUESTRA	PORCENTAJE DE LOS COMPONENTES						OBSERVACION
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	CO <sub>3</sub> Ca	
FG1	39.80	4.40	1.79	26.60	0.84	43.25	
FG2	49.20	3.20	1.42	27.70	0.78	37.50	SiO <sub>2</sub> 30%
C1A	49.30	1.00	0.46	25.70	0.66	37.50	GRUPOS C <sub>1</sub> C <sub>3</sub>
C1B	28.40	3.20	0.89	35.10	0.96	59.70	CO <sub>3</sub> Ca 90%
C2A	2.90	0.30	0.14	53.40	0.78	96.00	GRUPOS C <sub>2</sub>
C2B	1.80	2.20	0.12	54.20	0.76	96.97	C <sub>4</sub>
C2C	2.10	0.30	0.13	53.80	0.80	96.75	
C2D	7.10	0.60	0.26	50.20	0.78	91.42	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0.5%
C3A	26.40	3.20	1.05	36.10	0.96	65.20	GRUPOS C <sub>1</sub> C <sub>3</sub>
C3B	35.40	3.40	1.51	30.00	0.93	49.50	CaO 40%
C4A	1.60	0.30	0.15	54.50	0.72	97.19	GRUPOS C <sub>2</sub>
C4B	1.70	0.40	0.16	54.20	0.78	97.10	C <sub>4</sub>

microforaminíferos plantónicos y bentónicos; algas y briozoarios. Se encuentra además pirita finamente diseminada en algunas muestras (10 %). Existen también trazas de ópalo, glauconita angular y posiblemente colofano; ocasionalmente los fósiles son reemplazados por pirita o rellenados por calcita espática.

El nombre genérico que se le puede dar a estas rocas para este yacimiento es el de calcita biocrítica.

### 5.3 EVALUACION DEL YACIMIENTO

#### 5.3.1 FACTORES A CONSIDERAR

El material útil está constituido en su mayor parte por las unidades  $C_2$  y  $C_4$ . La unidad  $C_1$  no puede ser utilizada por sus características y posición estratigráfica. La unidad  $C_3$  por su pequeño espesor (12 m.) y por encontrarse entre dos unidades de buena calidad, debe ser utilizada conjuntamente con  $C_2$  y  $C_4$ .

- El espesor útil de la unidad calcárea es de aproximadamente 78 m. (unidades C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub>).
- Se han realizado cinco perfiles geológicos para efectos de evaluación, ellos son: AB, XX', YY', ZZ' y CD. Todos en dirección N-S y equidistantes 100 m.
- Para el cálculo de las reservas probables, se ha considerado el nivel de explotación a 0 m. sobre el nivel del mar.
- Para el cálculo de las reservas probadas se ha considerado la cota más baja del material aflorante, así se tiene para cada perfil:

Perfil AB : 30 m.

Perfil XX' : 18 m.

Perfil YY' : 26 m.

Perfil ZZ' : 66 m.

Perfil CD : 88 m.

### 5.3.2 EVALUACION AREAL DE LOS PERFILES



## PERFIL AB (Fig.7)

$$A_0 = \frac{193 + 195}{2} \times 30 = 5.820 \text{ m}^2$$

$$A_1 = \frac{90 \times 34}{2} = 1.350 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \frac{150 \times 108}{2} \times 32 = 4.000 \text{ m}^2$$

$$A_3 = \frac{75 \times 40}{2} = 1.500 \text{ m}^2$$

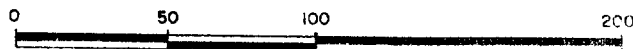
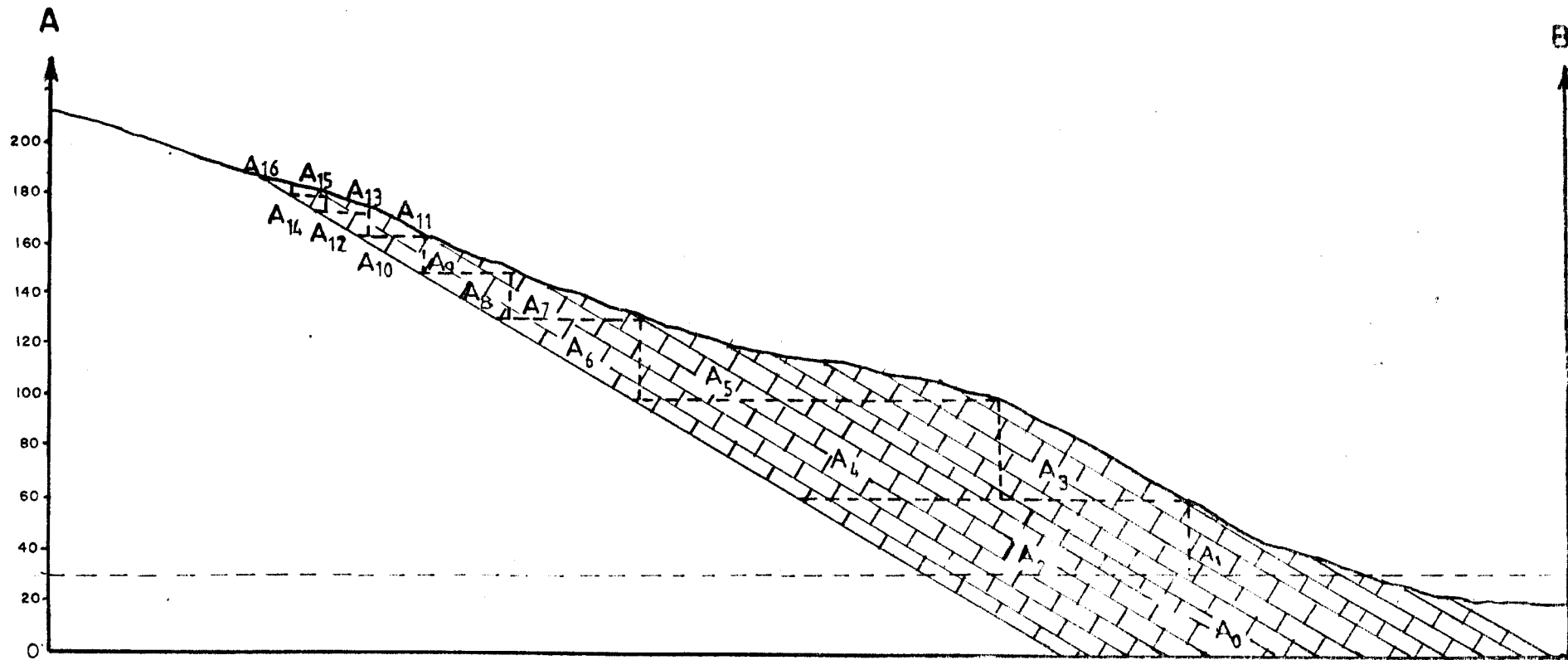
$$A_4 = \frac{75 + 142}{2} \times 30 = 4.340 \text{ m}^2$$

$$A_5 = \frac{144 \times 50}{2} = 2.160 \text{ m}^2$$

$$A_6 = \frac{52 \times 30}{2} = 780 \text{ m}^2$$

FIG. N° 7

SECCION A-B



ESCALAS: HORIZONTAL 1:2500  
VERTICAL 1:2500

$$A_7 = \frac{52 \times 22}{2} = 572 \text{ m}^2$$

$$A_8 = \frac{36 \times 22}{2} = 396 \text{ m}^2$$

$$A_9 = \frac{36 \times 14}{2} = 252 \text{ m}^2$$

$$A_{10} = \frac{22 \times 14}{2} = 154 \text{ m}^2$$

$$A_{11} = \frac{22 \times 10}{2} = 110 \text{ m}^2$$

$$A_{12} = \frac{18 \times 10}{2} = 90 \text{ m}^2$$

$$A_{13} = \frac{8 \times 18}{2} = 72 \text{ m}^2$$

$$A_{14} = \frac{12 \times 8}{2} = 48 \text{ m}^2$$

$$A_{15} = \frac{12 \times 6}{2} = 36 \text{ m}^2$$

$$A_{16} = \frac{6 \times 10}{2} = 30 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{total}} = 21.890 \text{ m}^2$$

$$A_0 = 5.820 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{total}} - A_0 = 16.070 \text{ m}^2$$

PERFIL XX' (Fig. 8)

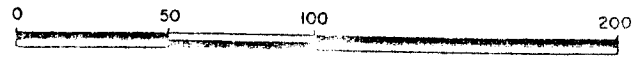
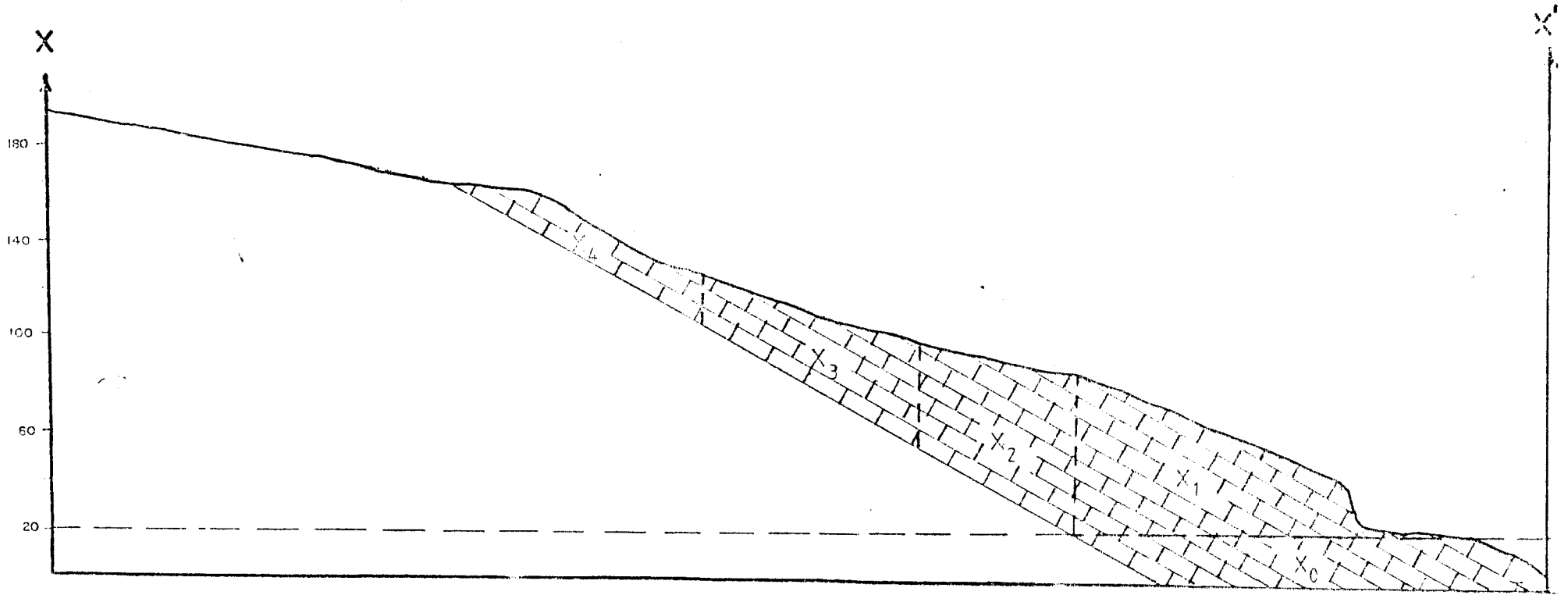
$$X_0 = \frac{165 + 165}{2} \times 18 = 2.970 \text{ m}^2$$

$$X_1 = \frac{20 \times 64}{2} \times 108 = 4.536 \text{ m}^2$$



FIG. N°8

SECCION X-X'



ESCALA: HORIZONTAL 1:2500  
VERTICAL 1:2500



$$X_2 = \frac{20 \times 64}{2} \times 72 = 3.744 \text{ m}^2$$

$$X_3 = \frac{40 + 18}{2} \times 91 = 2.630 \text{ m}^2$$

$$X_4 = \frac{120 \times 68}{2} \times 14 = 1.316 \text{ m}^2$$

$$X_{\text{total}} = 15.205 \text{ m}^2$$

$$X_0 = 2.970 \text{ m}^2$$

$$X_{\text{total}} - X_0 = 12.235 \text{ m}^2$$

PERFIL YY' (Fig.9)

$$Y_0 = \frac{230 + 230}{2} \times 26 = 5.460 \text{ m}^2$$

$$Y_1 = \frac{56 \times 16}{2} = 464 \text{ m}^2$$

$$Y_2 = \frac{16 \times 90}{2} = 1.440 \text{ m}^2$$

$$Y_3 = \frac{42 \times 90}{2} = 1.890 \text{ m}^2$$

$$Y_4 = (150 \times 26) + (84 \times 32) = 6.588 \text{ m}^2$$

$$Y_5 = \frac{74 \times 36}{2} = 962 \text{ m}^2$$

$$Y_6 = \frac{150 \times 36}{2} = 2.700 \text{ m}^2$$

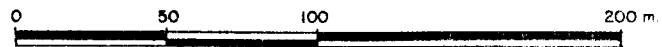
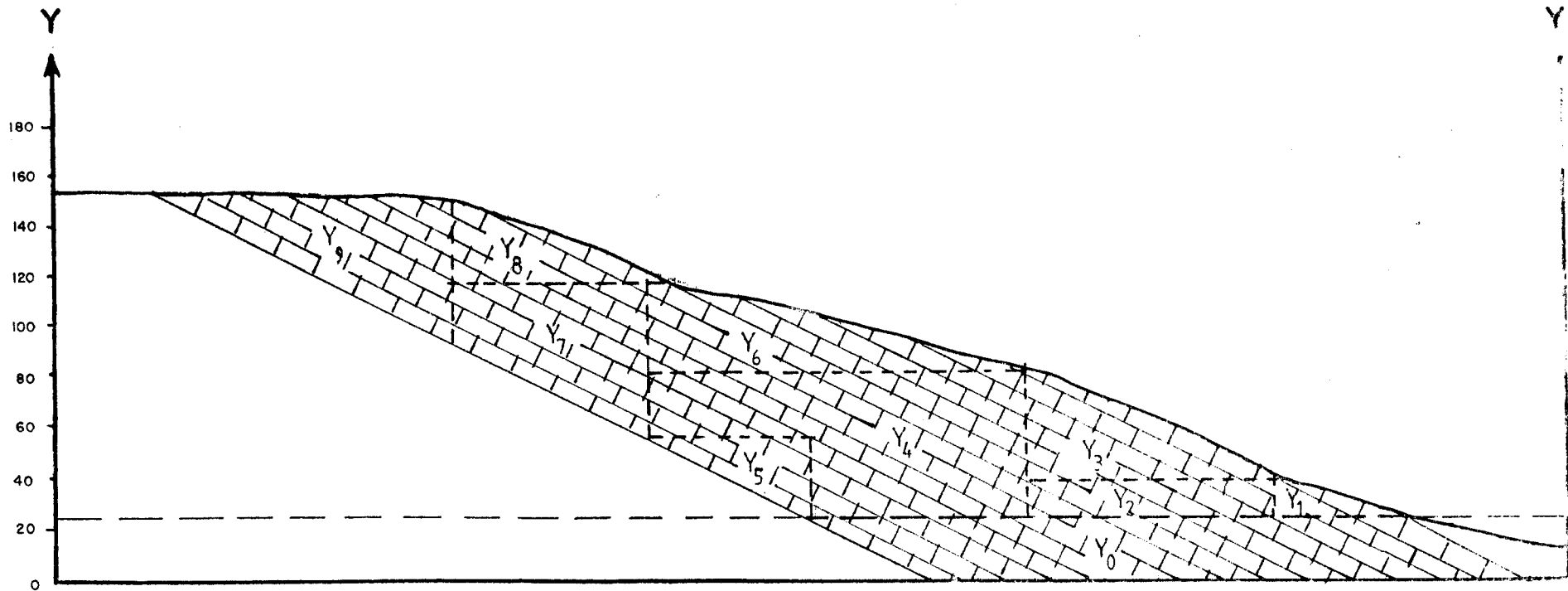
$$Y_7 = 24 \times 74 = 1.776 \text{ m}^2$$

$$Y_8 = \frac{30 \times 74}{2} = 1.100 \text{ m}^2$$

$$Y_9 = \frac{114 \times 54}{2} = 3.078 \text{ m}^2$$

FIG. N°9

SECCION Y-Y'



ESCALAS: HORIZONTAL 1 2500  
VERTICAL 1 2500

$$Y_{\text{total}} = 25.468 \text{ m}^2$$

$$Y_0 = 5.460 \text{ m}^2$$

$$Y_{\text{total}} - Y_0 = 20.008 \text{ m}^2$$

PERFIL ZZ' (Fig.10)

$$Z_0 = \frac{186 + 180}{2} \times 66 = 12.078 \text{ m}^2$$

$$Z_1 = \frac{100 \times 35}{2} = 1.750 \text{ m}^2$$

$$Z_2 = \frac{35 + 50}{2} \times 86 = 3.655 \text{ m}^2$$

$$Z_3 = \frac{100 \times 50}{2} = 2.500 \text{ m}^2$$

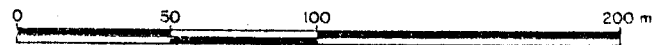
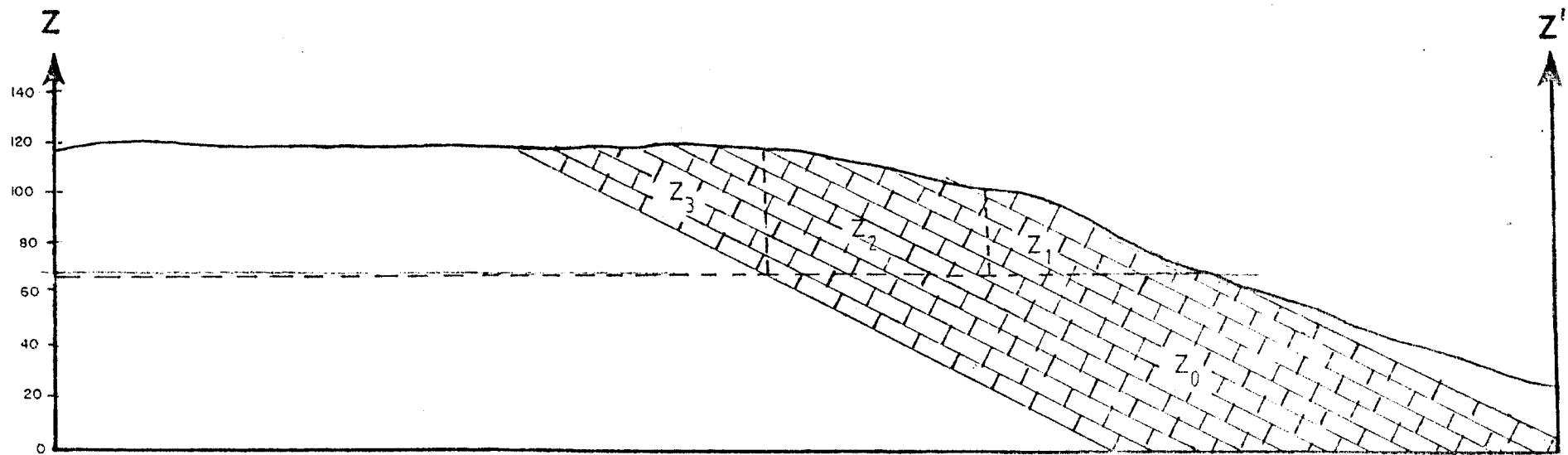
$$Z_{\text{total}} = 19.983 \text{ m}^2$$

$$Z_0 = 12.078 \text{ m}^2$$

$$Z_{\text{total}} - Z_0 = 7.905 \text{ m}^2$$

FIG. N°10

SECCION Z-Z'



ESCALAS: HORIZONTAL 1 2500  
VERTICAL 1 2500

## PERFIL CD (Fig.11)

$$C_0 = \frac{280 + 280}{2} \times 88 = 24.640 \text{ m}^2$$

$$C_1 = \frac{170 \times 12}{2} = 2.040 \text{ m}^2$$

$$C_2 = \frac{12 \times 18}{2} = 108 \text{ m}^2$$

$$C_3 = \frac{100 \times 40}{2} = 2.000 \text{ m}^2$$

$$C_4 = \frac{170 \times 28}{2} = 2.380 \text{ m}^2$$

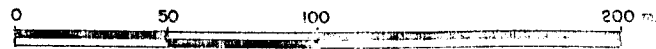
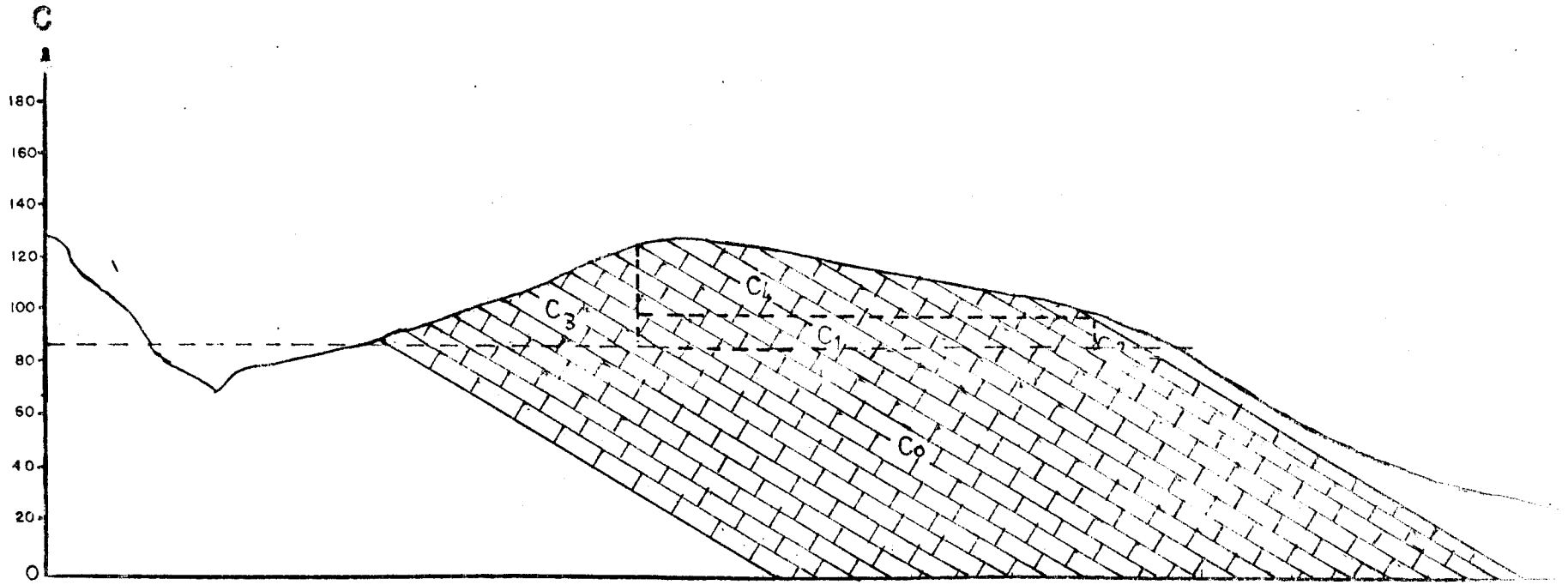
$$C_{\text{total}} = 31.168 \text{ m}^2$$

$$C_0 = 2.040 \text{ m}^2$$

$$C_{\text{total}} - C_0 = 7.905 \text{ m}^2$$

FIG. N°11

SECCION C-D



ESCALAS: HORIZONTAL 1:2500  
VERTICAL 1:2500

### 5.3.3 CALCULO DE RESERVAS

Para el cálculo de reservas Probadas y Probables se consideró el volumen promedio existente en cada bloque, conformado por cada dos perfiles aledaños con una extensión longitudinal de 100 m., debiéndose tomar en cuenta el peso específico de las calizas.

#### BLOQUE 1

<u>AREAS A</u>	<u>AREAS X</u>	<u>AREA PROMEDIO</u>
5.820 m <sup>2</sup>	2.970 m <sup>2</sup>	4.395,00 m <sup>2</sup>
16.070 m <sup>2</sup>	12.235 m <sup>2</sup>	14.152,50 m <sup>2</sup>

<u>VOLUMENES</u>	<u>RESERVAS PROBADAS</u>	<u>RESERVAS PROBABLES</u>
439.500 m <sup>3</sup>		1'054.800 Ton.
1'415.250 m <sup>3</sup>	3'396.600 Ton.	

#### BLOQUE 2

<u>AREAS X</u>	<u>AREAS Y</u>	<u>AREA PROMEDIO</u>
2.970 m <sup>2</sup>	5.460 m <sup>2</sup>	4.215,00 m <sup>2</sup>
12.235 m <sup>2</sup>	20.008 m <sup>2</sup>	16.121,50 m <sup>2</sup>



<u>VOLUMENES</u>	<u>RESERVAS PROBADAS</u>	<u>RESERVAS PROBABLES</u>
------------------	--------------------------	---------------------------

421.500 m <sup>3</sup>		1'011.600 Ton.
1'612.150 m <sup>3</sup>	3'869.160 Ton.	

## BLOQUE 3

<u>AREAS Y</u>	<u>AREAS Z</u>	<u>AREA PROMEDIO</u>
----------------	----------------	----------------------

5.460 m <sup>2</sup>	12.078 m <sup>2</sup>	8.769,00 m <sup>2</sup>
20.008 m <sup>2</sup>	7.905 m <sup>2</sup>	13.956,50 m <sup>2</sup>

<u>VOLUMENES</u>	<u>RESERVAS PROBADAS</u>	<u>RESERVAS PROBABLES</u>
------------------	--------------------------	---------------------------

876.900 m <sup>3</sup>		2'104.560 Ton.
1'395.650 m <sup>3</sup>	3'349.560 Ton.	

## BLOQUE 4

<u>AREAS Z</u>	<u>AREAS C</u>	<u>AREA PROMEDIO</u>
----------------	----------------	----------------------

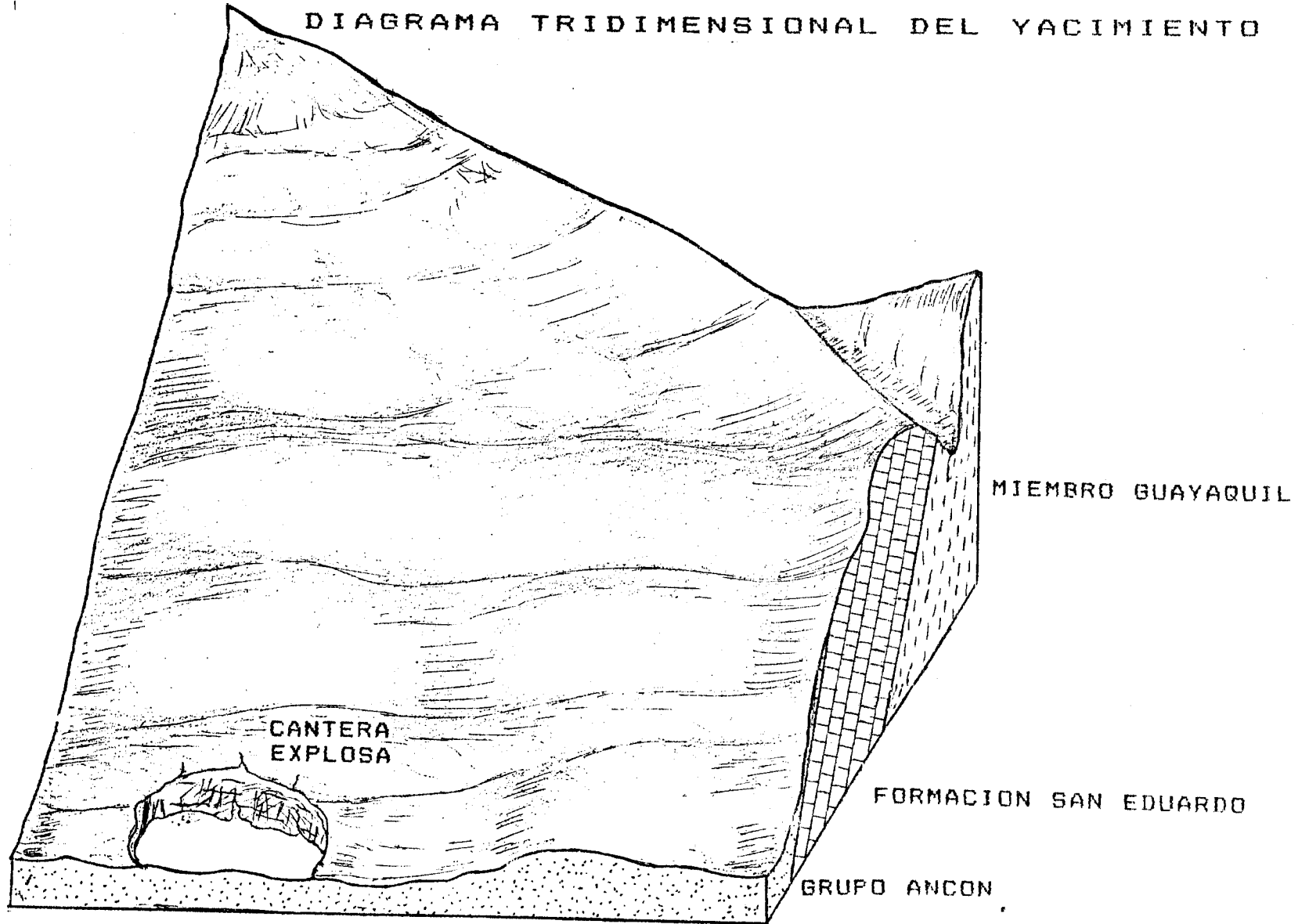
12.078 m <sup>2</sup>	24.640 m <sup>2</sup>	18.539,00 m <sup>2</sup>
7.905 m <sup>2</sup>	6.528 m <sup>2</sup>	7.216.50 m <sup>2</sup>

<u>VOLUMENES</u>	<u>RESERVAS PROBADAS</u>	<u>RESERVAS PROBABLES</u>
------------------	--------------------------	---------------------------

1'853.900 m <sup>3</sup>		4'449.360 Ton.
721.600 m <sup>3</sup>	1'731.840 Ton.	

Fig. 12

DIAGRAMA TRIDIMENSIONAL DEL YACIMIENTO



## RESERVAS TOTALES

=====

	PROBADAS	PROBABLES
Bloque 1	3`396.600 Ton.	1`054.800 Ton.
Bloque 2	3`869.160 Ton.	1`011.600 Ton.
Bloque 3	3`349.560 Ton.	2`104.560 Ton.
Bloque 4	1`731.840 Ton.	4`449.360 Ton.
	-----	-----
TOTAL:	12`347.160 Ton.	8`620.320 Ton.

Considerando la ocurrencia de arcilla entre los planos de estratificación, así como de concreciones silíceas, se estima que las reservas reales sean el 90 % del valor calculado:

RESERVAS PROBADAS: 11`112.444 Ton.

RESERVAS PROBABLES: 7`758.288 Ton.

## CAPITULO VI

### CONSIDERACIONES GEOMECAICAS DEL FRENTE DE CANTERA

Las características geomecánicas del frente de cantera se las analizó para poder diseñar la explotación de la misma, en lo que tiene que ver con la dirección de los bancos de explotación, así como también con la cuadrícula de voladura que dependen de la potencia de los estratos y el diaclasamiento del maciso rocoso.

#### 6.1 CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL MACISO ROCOSO

Dentro del estudio de la masa rocosa es necesario definir la naturaleza del mismo en términos de sus propiedades físicas, mecánicas y dinámicas.

Para evaluar la estabilidad de un talud rocoso es importante considerar cualquier estructura geológica que pueda influir sobre las propiedades de la roca. Siendo factible desde este punto de vista, hacer un análisis del patrón de discontinuidades de manera cuantitativa.

Las discontinuidades más comunes son las diaclasas, planos de estratificación, esquistocidad, foliación y fallas, que tienen un importante efecto sobre las propiedades del maciso rocoso.

La tabla No 2, muestra un análisis de estas estructuras donde se han considerado tanto las propiedades mecánicas como físicas, tales como: orientación, continuidad, espaciamiento (frecuencia), naturaleza de la superficie, grado de abertura y relleno; propiedades que han sido medidas en el terreno y varias de ellas estimadas a simple vista.

#### **Orientación espacial de las diaclasas**

Esto es efectuado con el procedimiento clásico de anotaciones sobre rumbos y buzamientos, habiéndose realizado

TABLA No 2

## CARACTERISTICAS DE LOS PRINCIPALES SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES

---

! Discontinuidades: ESTRATIFICACION (E), DIACLASAS (D), !  
! FALLAS (F), VETAS (V), CONTACTOS (C) !

---

! GRU! ORIENTA-! FRECUEN! CONTI-! FORMA Y ! ANCHO DIS-! MATERIAL!  
! PO ! CION ! CIA ! NUIDAD! RUGOSIDAD! CONTI- ! RELLENO !  
! ! ! (n/m) ! (m) ! ! NUIDAD ! !

---

! D1!	N45E	!	4	!	>1 m	!	P-R	!	2 mm	!	arcilla!
! D2!	N75E	!	5	!	>1 m	!	P-R	!	2 mm	!	arcilla!
! D3!	N25W	!	5	!	>1 m	!	P-R	!	2 mm	!	arcilla!
! D4!	N55W	!	6	!	>1 m	!	P-R	!	2 mm	!	arcilla!
! E1!	N60E/26SE!		3	!	>1 m	!	P-L	!	3 mm	!	arcilla!
! E2!	N10W/24SE!		4	!	>1 m	!	P-L	!	3 mm	!	arcilla!

---

FORMA

P = plana

O = ondulada

RUGOSIDAD

L = lisa

R = rugosa

120 lecturas que de acuerdo al análisis estadístico efectuado (6.2); marcan tres sistemas preferenciales de diaclasamientos EW/80S: N50W/75N: N25W/80N (tabla No 3).

#### Continuidad de las diaclasas

Marca el mayor o menor desarrollo longitudinal de una diaclasa o sistemas de diaclasas en la masa rocosa, pudiendo ser continuas o discontinuas. Este parámetro, controla las roturas de mayor alcance dentro de la masa rocosa. Este parámetro dentro de la zona de estudio, está modificado por la presencia continua de explosiones, incidiendo en mayor o menor grado en la continuidad.

#### Naturaleza de la superficie de una diaclasa

Cuantitativamente la superficie de una diaclasa puede ser clasificada como lisa (L), rugosa (R), ondulada (O) y plana (P). Este factor controla la resistencia al movimiento relativo de los bloques del material rocoso a ambos lados de la diaclasa, de tal forma que un aumento de la rugosidad de la pared, corresponde a un crecimiento de de la mencionada resistencia.

TABLA No 3

## LISTA DE DIACLASAS DEL FRENTE DE CANTERA DEL AREA EXPLOSA

N30E/60SE	N26E/40SE	N26E/40SE	N85W/73SW	E-W/82S
N40E/70NW	N20E/45SE	N60W/78NE	N30W/55NE	E-W/78S
N70E/85SE	N20E/55NW	N55W/50NE	N20E/70SE	E-W/82S
N28E/80NW	N42W/76NE	N80E/76NW	N28E/84SE	N55W/60N
N34W/85SW	N30W/55NE	N55E/84SE	N40W/50SW	N80E/74N
N40W/50SW	N50E/75SW	N40W/50SW	N40W/56NE	N50E/80S
N45E/65NW	N45E/65NW	N50E/88NW	N45W/80SW	N30W/80S
N30E/80SE	N45E/52SE	N60W/75NE	N24W/70SE	N68E/68S
N68W/74NE	N30E/64SE	N74E/82NW	N45E/88SE	N60W/68N
N10E/75NW	N70W/75SE	N72S/75SE	N10E/56NW	N80E/86S
N30E/85SE	N80E/76NW	N23W/76NW	N23W/80NE	N78W/82S
N10W/90SE	N40W/56NE	N60W/65SW	N26W/88NE	N82W/74S
N25W/80NE	N65W/60NE	N66E/70SE	N45W/65SW	N-S/85E
N43W/81SW	N15E/60SE	N45E/52SE	N50E/60NW	N-S/85E
N30W/55NE	N60W/75NE	N40W/70SW	N55W/50NE	N85E/88S
N60W/78NE	N60W/85SW	N70W/75SW	N20E/55NW	N86E/86N
N50W/50NE	N53E/83SE	N50E/75NW	N20E/85NW	N-S/85W
N50E/80SE	N65W/60NE	N50W/75SW	N05W/83SW	N87W/86S
N35W/77NE	N70E/80NW	N50E/70SE	N60E/85SE	N87/77S
N60W/65NE	N85W/73SW	N60W/75NE	N38E/90NE	N86W/67N
N55E/84NW	N35E/72SE	N36E/77NE	N30W/75SW	N69W/81N
N35W/90NE	N10E/75NW	N80E/05NW	N10E/56NW	N45E/80N
N80E/75NW	N30W/55NE	N70W/70SW	N15W/90NE	N60E/71N
N18E/85SE	N14E/83NW	N13E/88SW	N78W/70N	N35W/80N



### Grado de abertura

Este parámetro condiciona el mayor o menor grado de penetración de los agentes meteóricos en la masa rocosa, el movimiento de agua subterránea, y el mayor o menor grado que puede incidir una deformación. En el caso que nos compete, las aberturas son menores a 2 mm y por lo general están rellenas de arcilla.

### Relleno de diaclasas

Las diaclasas pueden ser limpias o contener un relleno de la más variada composición como arcilloso, arenoso, limoso, calcítico u otros materiales llevados a la superficie por el agua que penetra en la masa rocosa, pudiendo también ser constituido el relleno por productos de alteración del material rocoso.

De acuerdo a la continuidad del relleno, este juega un importante papel en las propiedades mecánicas de la masa rocosa, si el relleno es discontinuo, tendrá un papel secundario en la transmisión de esfuerzos, si el relleno es suficientemente continuo, puede también controlar las propiedades de resistencia al corte a lo largo de las

diaclasas.

En el caso del área EXPLOSA, se presentan rellenos continuos y discontinuos debido a la incidencia constante de los esfuerzos causados por los explosivos.

#### Espaciamiento de diaclasas

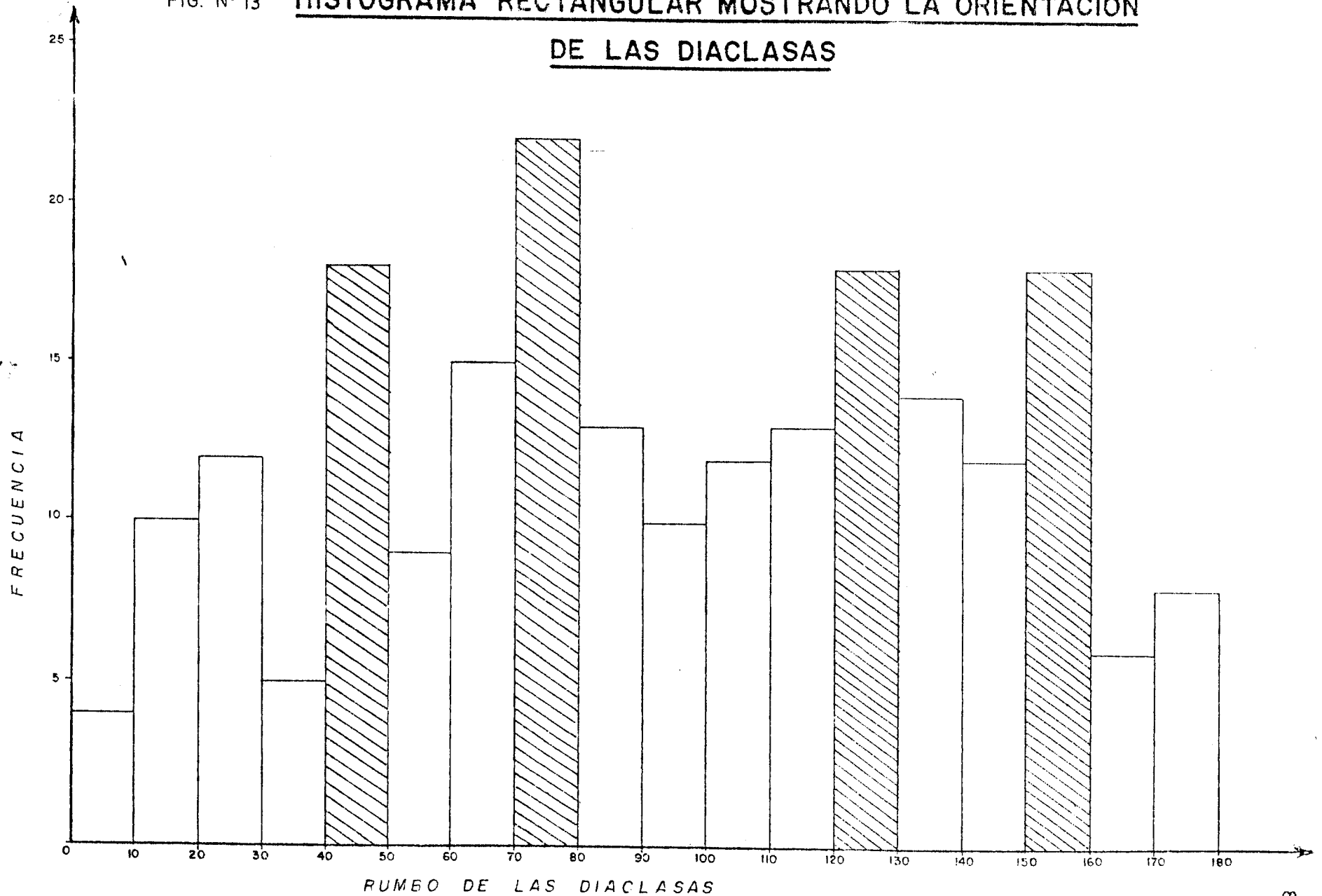
De las observaciones realizadas, se concluye que no existe una homogénea distribución de las diaclasas, y el espaciamiento existente entre ellas, es variable de lugar a lugar, pudiendo estar controlado por varios factores, uno de ellos, y el que se estima debe jugar un papel de gran importancia en la distribución, frecuencia y espaciamiento de las diaclasas, es el debido a las explosiones que se suscitan con motivo de las explotaciones de canteras que se dan en el lugar.

A nivel de elemento cuantificador se puede afirmar que existe en la zona de 2 a 5 diaclasas por  $m^2$  de superficie .

Estas diaclasas por lo general presentan relleno y mu-

FIG. Nº 13

HISTOGRAMA RECTANGULAR MOSTRANDO LA ORIENTACION  
DE LAS DIACLASAS



HISTOGRAMA CIRCULAR EQUIAREAL DE LA DISTRIBUCION DE LAS DIACLASAS

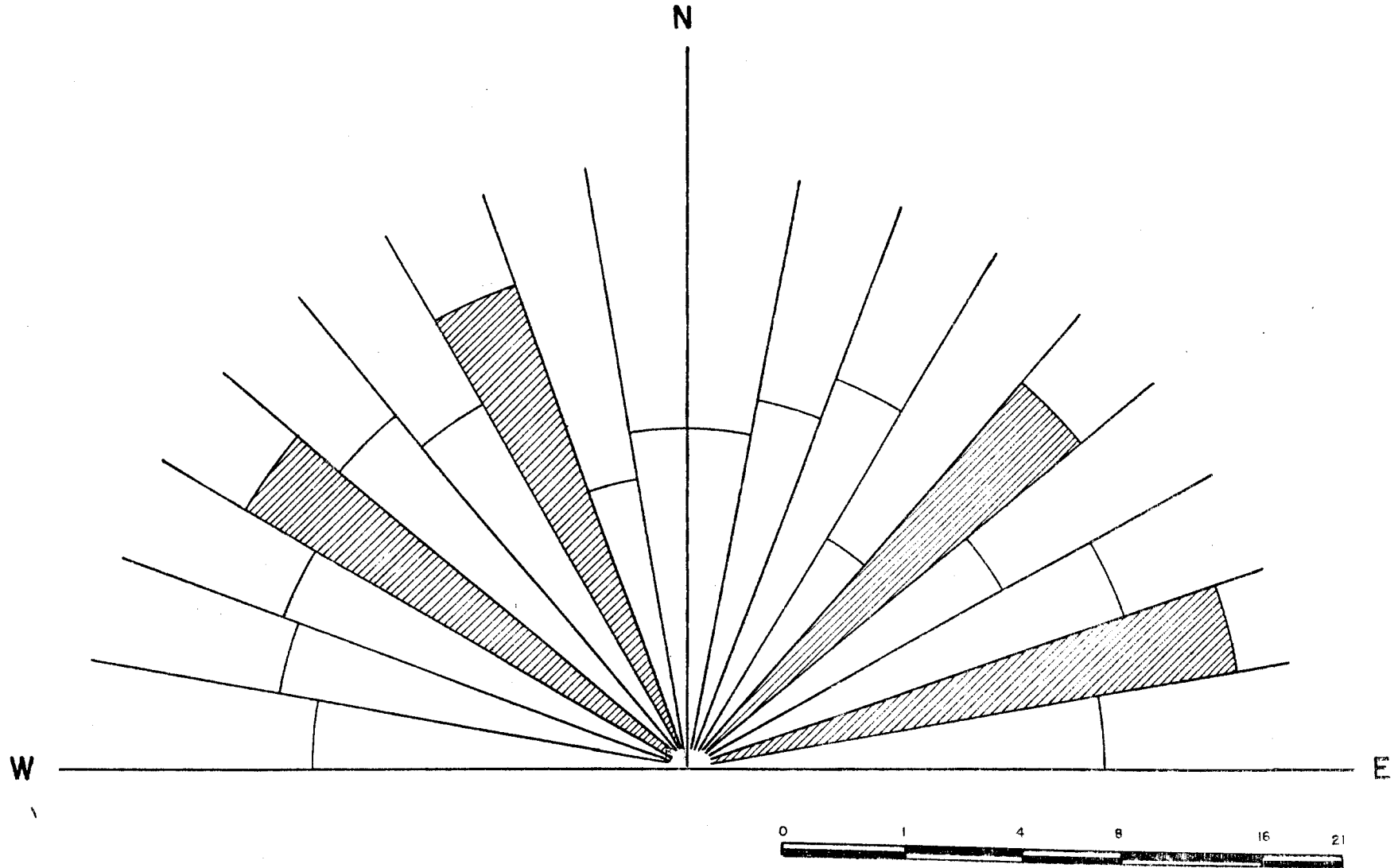
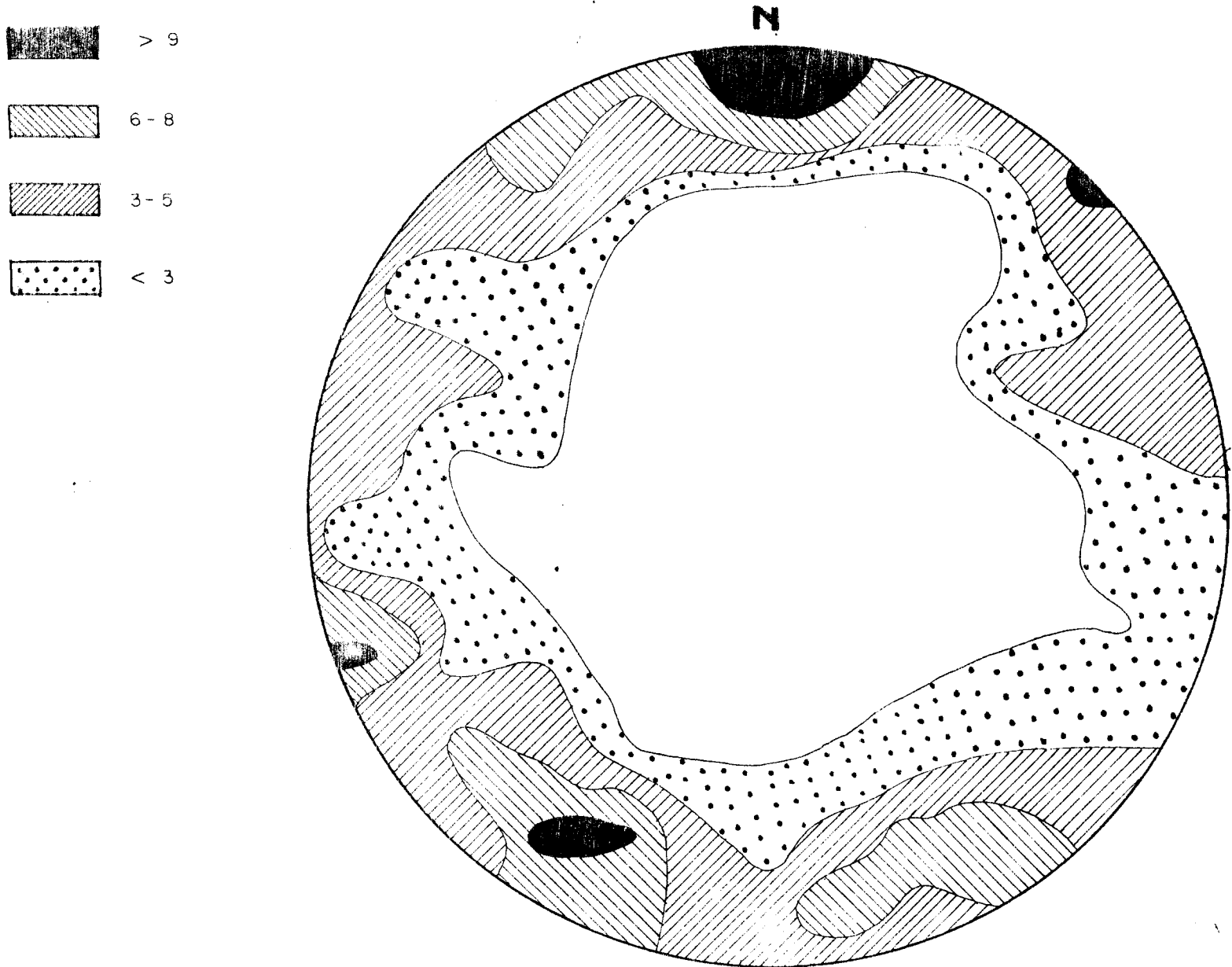


FIG. Nº15 RED DE SMITH MOSTRANDO LA DISTRIBUCION ESTADISTICA DE LA ORIENTACION DE LAS DIACLASAS.



chas veces llegan a confundirse como rasgos de estratificación.

## 6.2 PRINCIPALES SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES

De acuerdo al análisis estadístico (Fig. 13.14 y 15), se deduce que los principales sistemas de discontinuidades o diaclasas tienen las siguientes orientaciones:

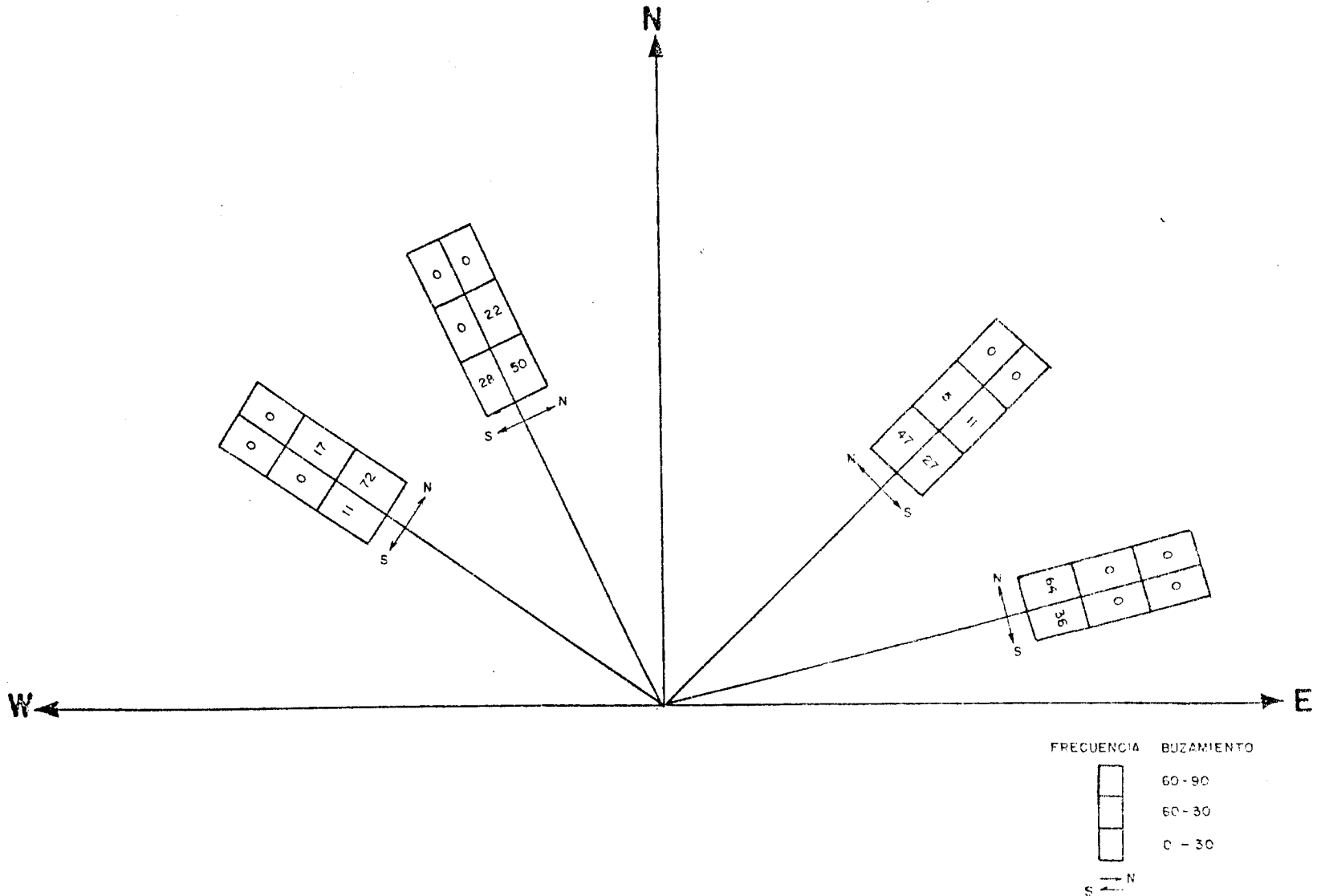
N 45 E -- N 25 W

N 55 W -- N 75 E

Estos sistemas de diaclasas formarían dos conjuntos ortogonales de dos en dos; de acuerdo a su buzamiento y otras características analizadas en el párrafo 6.1. van a caracterizar el macizo rocoso, controlando las características mecánicas y dinámicas de la roca

De acuerdo a las Figs. 15 y 16 el buzamiento de los planos de diaclasas tienen una orientación preferencial hacia el Norte, formando cunas que asociándose con la estratificación de las capas calcáreas hacia el Sur y otras consideraciones como relleno y rugosidad de los pla

HISTOGRAMA CIRCULAR DE BUZAMIENTOS



nos de discontinuidades, le proporciona cierta estabilidad en la roca.

Esta disposición estructural así como la alta concentración de diaclasamientos proporciona condiciones favorables para el desprendimiento y riplabilidad de la roca en las labores de explotación.

### 6.3 DISTRIBUCION ESTADISTICA DE LA RED DE SMITH

Para un análisis estadístico de la distribución de las diaclasas, es invaluable la ayuda que presta la técnica estereográfica en la descripción e interpretación de estructuras tridimensionales.

Es así como las 120 lecturas de diaclasas registradas en el campo, han sido graficados como puntos en la red polar equiareal, de acuerdo al esquema correspondiente a la red equiareal de Lambert, llamada también red de Smith.

La Fig. 15 muestra la proyección equiareal de los polos de las diaclasas mediante líneas de contorno, que delimi



tan áreas de igual concentración de puntos.

A partir de la figura 15 se concluyen que existen tres grandes concentraciones de diaclasamientos con las siguientes orientaciones: EW/80S; N50W/75N; N25W/80N; existiendo otras direcciones de tipo secundario: N70E/70W.

Estas deducciones guardan estrecha semejanza con las obtenidas a partir de los histogramas rectangular y circular (Figs. No 13 y 14).

## CAPITULO VII

### CONSIDERACIONES ECONOMICAS

Los aspectos económicos revisten importancia en la ejecución de los trabajos tanto en la explotación de la cantera como en la operación de la planta de tratamiento.

#### 7.1 PRODUCCION Y DURACION DE LA EXPLOTACION

La producción quedó supeditada a los siguientes factores:

- explotación de la cantera:

accesibilidad, preparación de la cantera, sistemas de explotación, perforación, voladura, carga, transporte y limpieza:



- operación de la planta de tratamiento:  
capacidad de producción. tipo de maquinaria, flujo de trabajo, productos finales y control de calidad.

De acuerdo a las reservas probadas existentes en el área (11`112.444 toneladas) se contará con reservas para 55 años. considerándose una producción estimativa anual de 200.000 toneladas. En el mejor de los casos considerándose las reservas probables (7`758.288 toneladas). se tendría reservas para 39 años más. Esta producción anual requiere de condiciones óptimas de trabajo, así como de una serie de exigencias técnicas, cuyos detalles son:

#### Accesibilidad

La importancia de tener buenos caminos radica en lograr facilidades de acceso que se debe brindar al personal y las máquinas que van a laborar, lo cuál conlleva contar con caminos de entrada a la cantera y diseñar vías hacia los bancos de voladura y otras dependencias.

En el caso de la cantera de EXPLOSA se construyeron al-

rededor de 1.000 mts. de camino.

#### Preparación de la cantera

Es la fase inicial de toda explotación, la cual la habilita para su explotación industrial. Consiste en retirar la capa vegetal y la sobrecarga que ocurre en la generalidad de los yacimientos.

En este caso la operación se redujo al desbroce de arbustos y la remoción de una sobrecarga de un material coluvial de aproximadamente 30 cms. de espesor.

#### Sistema de explotación

Se consideró que un mejor sistema para la explotación de calizas en esta zona es a cielo abierto. En este caso se diseñaron bancos de 70 mts. de largo, por 10 mts. altura: los cuales debían rebajarse en bancos de 3.3 mts. de altura, hasta llegar al nivel estimado como base. Los bancos se explotan alternativamente de modo que se proceda a las operaciones de limpieza, con la finalidad de que estos queden en condiciones de reiniciar el ciclo: perforación, voladura, carga, transporte y limpieza.

Para condicionar la estabilidad de los taludes se explota la cantera en dirección E-W de tal forma que el arranque del material sea aproximadamente perpendicular al buzamiento de los estratos.

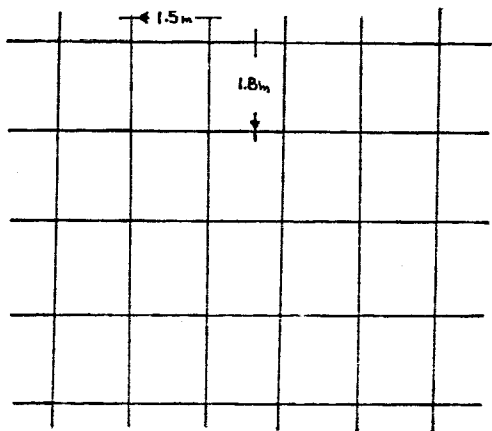
**Perforación**

El programa de perforación requirió la utilización de un compresores de 200 pies cúbicos por minuto de capacidad para la operación de dos martillos manuales, utilizando sucesivamente de 3, 6 y 10 pies (3.3 mts.) de longitud, con un diámetro de 1 pulgada.

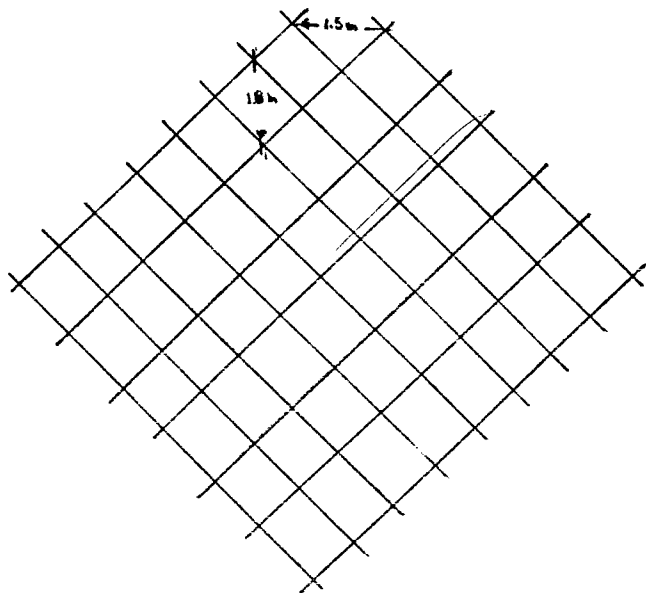
**Voladura**

La voladura se la programó considerando los dos esquemas siguientes:

**RECTANGULAR**



**ROMBOIDAL**



La utilización de uno de los dos diseños queda condicionado a los sistemas de agrietamiento de la caliza, debiéndose utilizar el diseño cuadrangular en los sitios donde hay poco fracturamiento; en caso contrario el diseño romboidal será el utilizado. En cualquiera de los casos, con su utilización se logra el mejor fracturamiento de la caliza.

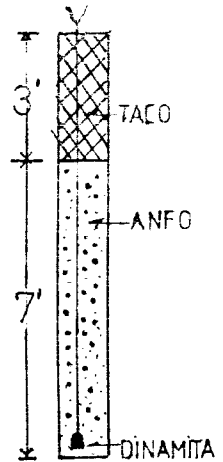
En el momento de la voladura misma se cargan los huecos utilizando explosivos seguros y probados; los cables a ser utilizados son revisados con un probador antes de conectar el fulminante eléctrico al cordón detonante. Estos cables no son conectados a la batería de alto voltaje hasta el momento que todo el sector de peligro esté despejado.

Los explosivos se almacenan en lugares adecuados, lejos de la planta de tratamiento, oficina y zonas habitadas.

Detalles de la Voladura son:

longitud de perforación: 3,30 m

diámetro del barrenos:	2,54 cm
taco (arcilla):	1.10 m
anfo (detonante):	2.20 m
explosivo (dinamita):	1/5 cartucho
altura del banco:	3,30 m
sobreperforación:	1,00 m
línea de menor resistencia:	2.50 m
distancia entre filas:	1,80 m
distancia entre columnas:	1,50 m
perforación específica	0,33 m/m <sup>3</sup>
carga específica:	150 gr/m <sup>3</sup>
densidad del anfo:	800 Kg/m <sup>3</sup>



### Carga y Transporte

Para las operaciones de carga y transporte se cuenta con dos cargadoras frontales de 1,00 mt<sup>3</sup> y 0.75 mt<sup>3</sup> de capacidad, con el fin de proceder en el menor tiempo posible a desalojar todo el material arrancado.

### Limpieza

La operación de limpieza consiste en dejar limpio, o sea libre de fragmentos de roca suelta, tanto en el frente de arranque como en el piso del banco, para proceder con la fase inicial del ciclo: la perforación.

## Seguridad

A todo el personal que labora en la cantera se le proporcionó cascos, guantes, mascarillas y lentes protectores.

## 7.2 TIPOS DE PRODUCTOS MERCANTILES

De acuerdo a la planta de tratamiento, diagrama 17, la roca caliza comienza a procesarse en las trituradoras desde son transportadas por correas transportadoras y elevadores verticales a una zaranda vibratoria que se encarga de seleccionar o separar los productos mercantiles que tienen la granulometría siguiente:

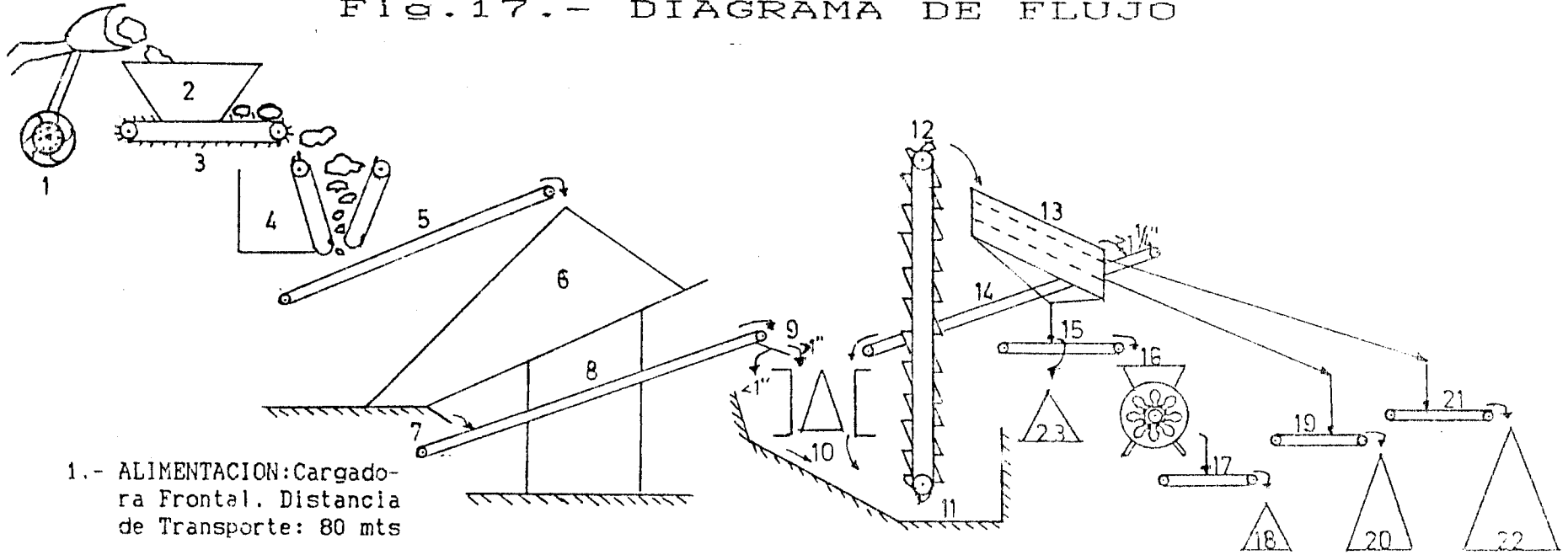
3/4"	- 1 1/4"	pedra cuatro
3/4"	- 1"	grano tres-cuartos
3/8"	- 3/4"	pedra chispa
3/8"	- 3/4"	grano dos
1/32"	- 3/8"	cisco
	< 1/32"	polvo (blanco ó café)

## 7.3 MERCADO DE LA PRODUCCION

Un proyecto industrial surge generalmente de la necesidad de satisfacer una demanda, de allí la finalidad de Explosa de abastecer la materia prima a las fábricas de baldosas centralizando el suministro de las mismas y teniendo como meta el reducir los costos de producción.



Fig. 17.- DIAGRAMA DE FLUJO



1.- ALIMENTACION: Cargadora Frontal. Distancia de Transporte: 80 mts

2.- TOLVA, con capacidad de 50 mt<sup>3</sup>.

3.- ALIMENTADOR DE TRITURADORA PRIMARIA, longitud 8 mts.; ancho 5 mts.

4.- TRITURADORA PRIMARIA: Marca PIONEER, de mandíbulas y rodillera simple. Entrada: 90x45 cms. Salida: 12,50 cms R.R. = 3,60.

5,8,14,15,17,19,21.- BANDAS TRANSPORTADORAS, ancho 24 pulgadas.

6.- STOCK DE PIEDRA DE LA TRITURADORA PRIMARIA, capacidad 600 mt<sup>3</sup>.

7.- ALIMENTADOR VIBRATORIO, ancho 30 pulgadas

9.- ZARANDA VIBRATORIA, malla de 1 pulgada.

10.- TRITURADORA SECUNDARIA, de Cono. Marca: SYMONS, modelo de 3'. R.R. = 5,00.

11.- FOSO DEL TRANSPORTADOR DE CANGILONES.

12.- TRANSPORTADOR DE CANGILONES largo = 24", ancho = 10" y alto = 15".

13.- ZARANDA VIBRATORIA DE TRES PISOS de 2,40 x 4,80 mts: > 1 1/4", retorna a la Trituradora secundaria.

AGREGADOS PARA HORMIGON

23.- CISCO < 3/8"  
20.- PIEDRA CHISPA 3/8" - 3/4"  
22.- PIEDRA CUATRO 3/4" - 1 1/4"

MATERIA PRIMA PARA BALDOSAS

18.- POLVO < 1/32"  
20.- GRANO 2 3/8" - 3/4"  
22.- GRANO 3/4 3/4" - 1"

Las especificaciones técnicas de la obra en lo que se relaciona a montaje y selección de la maquinaria fueron planteadas en base a la demanda de las fábricas de baldosas y del consumo de agregados para el hormigón.

La demanda en si se sustenta en la dependencia directa de un consorcio de empresas fabricantes de baldosas y en el conocimiento de antemano de quienes y en que cantidades absorben la producción. Debiendo tomarse en cuenta además el múltiple uso que pueden dársele a los diversos productos mercantiles obtenidos en la planta de tratamiento, lo cual constituye una ventaja desde el punto de vista de mercadeo.

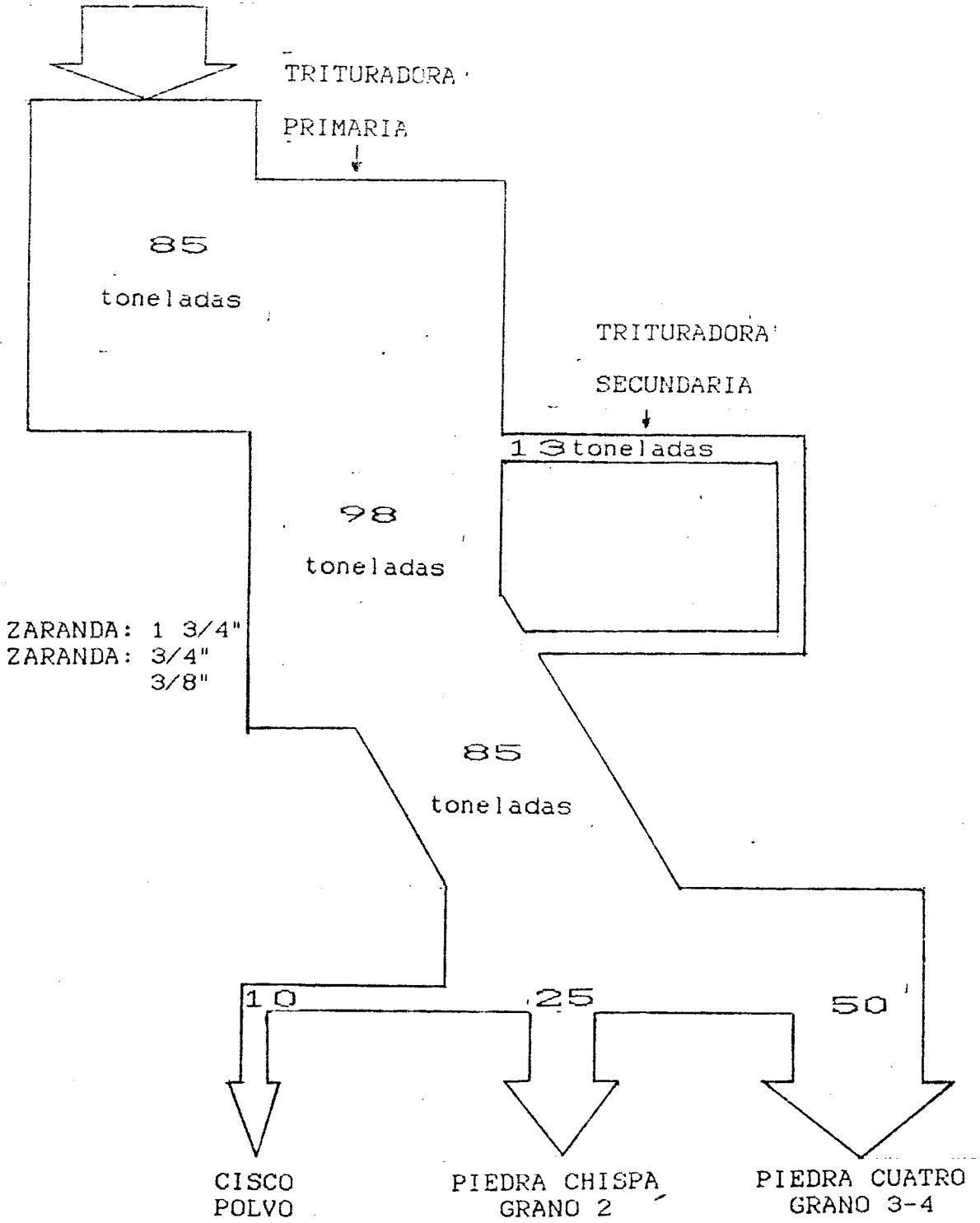
Así se tiene que la piedra cuatro se la utiliza fundamentalmente en la preparación del hormigón, además como parte integrante de la granulometría de la base en la construcción de vías.

La piedra tres cuartos se la utiliza como los granos de las baldosas, dependiendo que su coloración sea café; también se la conoce como "grano 3/4".

La piedra chispa se la utiliza en la fabricación de hormigón



Fig.18.- DIAGRAMA DE FLUJO DE PRODUCCION DE LA PLANTA ALIMENTACION



cillos es decir hormigón de baja resistencia a la compresión así como también en mezcla de material de base y sub-base para la construcción de carreteras.

El polvo se lo utiliza como la matriz de las baldosas, preferentemente el de color blanco; además en la industria química como carbonato de calcio.

Para el conocimiento del mercado de producción se realizó un análisis estadístico del consumo de materia prima en la fabricación de baldosas. Para ello se utilizaron datos históricos del consumo de baldosas en los últimos años. En la tabla No 4 se muestra un cuadro de la demanda de materia prima para la fabricación de baldosas para el año 1984; que fué tomado en cuenta para el de diseño de la planta y su capacidad.

#### 7.4 INVERSIONES REALIZADAS: CANTERA Y PLANTA

El análisis económico se lo realizó tomando en consideración los gastos, beneficios y rentabilidad que se obtendrían de la extracción (CANTERA), trituración y clasificación del material calcáreo (PLANTA).

TABLA No 4DEMANDA ESTIMADA POR PRODUCTO PARA EL AÑO 1984 (m<sup>3</sup>)

MES	DIAS Lab.	GRANO 3-4	GRANO 2	CISCO	POLVO
Enero	22	982	570	1.500	82
Febrero	18	825	480	1.200	23
Marzo	22	1.000	540	1.500	80
Abril	20	895	520	1.350	76
Mayo	21	1.200	500	1.550	70
Junio	21	1.260	450	1.550	95
Julio	20	1.150	430	1.400	105
Agosto	22	1.280	520	1.600	80
Septiembre	20	1.240	450	1.450	70
Octubre	21	1.350	450	1.580	75
Noviembre	21	1.350	400	1.500	50
Diciembre	20	1.300	350	1.400	60
<b>TOTAL</b>	<b>248</b>	<b>13.832</b>	<b>5.660</b>	<b>17.580</b>	<b>865</b>

## Inversiones:

## CANTERA:

- Equipo de perforación compuesto de 1 compresor marca JOY, de 200 pies cúbicos por minuto; y dos martillos neumáticos manuales de  $0 = 1 \frac{1}{8}$ " y 10 pies de profundidad. \$ 1'500.000,00
  - Equipo de carga y transporte consistente en 2 cargadoras frontales marca CATERPILLAR, modelo 910 y 920 montadas sobre neumáticos: de 0.75 y 1,00 m3 de capacidad, respectivamente. \$ 4'500.000,00
- 
- Sub-Total Cantera: \$ 6'000.000,00

## PLANTA:

## EQUIPOS

- Equipo de Trituración Primaria marca PIONEER, de quijadas de 90 x 45 y de rodillera simple. \$ 2'500.000,00
- Equipo de Trituración Secundaria marca SYMONS, modelo de 3'. \$ 3'500.000,00

- Equipo de clasificación, consistente en una zaranda vibratoria de 3 pisos: de 2.40 x 4.80 mts. \$ 1'000.000,00
- Equipo de molienda, consistente en 2 molinos de martillos. \$ 2'000.000,00
- Equipo complementario consistente:
  - 1 Tolva para trituradora primaria
  - 1 Alimentador trituradora primaria
  - 6 Bandas Transportadoras de 24"
  - 1 Tolva para stock de piedra
  - 1 alimentador Vibratorio de 30"
  - 1 Transportador de Cangilones
  - 7 Motores Eléctricos
  - armarios para instalaciones eléctricas, etc. \$ 2'500.000,00

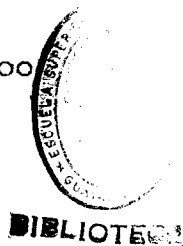
**MONTAJE:**

- Dirección Técnica y mano de obra calificada. \$ 1'500.000,00

**IMPLANTACION:**

- Interés de la inversión durante 3 meses de la construcción (16 % anual). \$ 760.000,00

-----  
Sub-Total Planta: \$ 13'760.000,00



INVERSION TOTAL CANTERA Y PLANTA: \$ 19'760.000,00

Gastos de Producción

SUELDOS + BENEFICIOS SOCIALES: \$ 6'620.000,00

1 Administrador	\$ 840.000,00
2 Perforadores	\$ 720.000,00
2 Ay. de Peforc.	\$ 600.000,00
2 Op. Cargadoras	\$ 720.000,00
1 Capataz	\$ 400.000,00
18 Peones	\$1'620.000,00
1 Mecánico	\$ 380.000,00
1 Ay.Mecánico	\$ 200.000,00
1 Despachador	\$ 350.000,00
1 Chofer	\$ 180.000,00
1 Secretaria	\$ 250.000,00
2 Guardianes	\$ 360.000,00

EXPLOSIVOS: \$ 3'184.218,00

Nitrato de amonio

30.000 Kg x \$ 18,90 \$ 567.000,00

Dinamita

625 Kg x \$300,00 \$ 187.500,00



Fulminantes eléctricos

20.330 u x \$ 45.00 \$ 914.850.00

Microretardos

4.066 u x \$ 90.00 \$ 365.940.00

Cordón Detonante

168.969 piesx\$ 6,80 \$ 1.148.928.00

COMBUSTIBLE Y LUBRICANTES:

\$ 542.900.00

Diesel-oil

18.200 gal.x \$ 15.00 \$ 273.000.00

Gasolina

1.560 gal. x \$ 40.00 \$ 62.400.00

Aceites

550 gal x \$150.00 \$ 82.500.00

Grasa

450 lbs. x \$100.00 \$ 45.000.00

Filtros

100 u x \$300.00 \$ 30.000.00

Otros

\$ 50.000.00

REPUESTOS Y MANTENIMIENTO

\$ 1.750.000.00

10 % del costo de la maquinaria

VARIOS	\$	200.000,00
Luz, agua, teléfono, etc.		

#### COSTO GLOBAL DE LA PRODUCCION ANUAL

- Sueldos y Beneficios Sociales	\$	6'620.000,00
- Explosivos	\$	3'184.218,00
- Combustibles y Lubricante	\$	542.900,00
- Repuestos y Mantenimiento	\$	1'750.000,00
- Luz, Agua, Teléfono, etc.	\$	200.000,00
- Depreciación de Equipo y Maquinaria ( 5años)	\$	3952.000,00
		-----
Costo de Operación anual:	\$	16'249.118,00
- Costo Financiero		
16 % anual de 19'760.000,00	\$	3'161.600,00
		-----
COSTO TOTAL:	\$	19'410.718,00

#### COSTO POR METRO CUBICO

- Explotación en Cantera:	200.000 ton/año
- Producto Final	160.000 ton/año
- Pérdida 20 %	40.000 ton/año

- Peso específico medio del producto final	1.30 ton/m <sup>3</sup>
- Producto Final	123.080 m <sup>3</sup> /año

\$ 19'410.718,00 c/año

$$\text{COSTO} = \frac{\$ 19'410.718,00 \text{ c/año}}{123.080 \text{ m}^3/\text{año}} = \$ 157,71 \text{ c/m}^3$$

#### PRODUCCION ANUAL DE LOS PRODUCTOS MERCANTILES

Piedra cuatro	55.800 m <sup>3</sup>
Piedra chispa	27.900 m <sup>3</sup>
Cisco	11.160 m <sup>3</sup>
Grano tres-cuartos	16.600 m <sup>3</sup>
Grano dos	8.300 m <sup>3</sup>
Polvo	3.320 m <sup>3</sup>
-----	
TOTAL:	123.806 m <sup>3</sup>

#### PRECIO DE VENTA DE LOS PRODUCTOS MERCANTILES

Piedra cuatro	S/. 230,00 c/m <sup>3</sup>
Piedra chispa	S/. 150,00 c/m <sup>3</sup>
Cisco	S/. 100,00 c/m <sup>3</sup>
Grano tres-cuartos	S/. 300,00 c/m <sup>3</sup>
Grano dos	S/. 250,00 c/m <sup>3</sup>
Polvo	S/. 350,00 c/m <sup>3</sup>

## TOTAL DE VENTA ANUAL

Piedra cuatro:	$S/.230 \text{ c/m}^3 \times 55.800 \text{ m}^3 = S/. 12'834.000,00$
Piedra chispa:	$S/.150 \text{ c/m}^3 \times 27.900 \text{ m}^3 = S/. 4'185.000,00$
Cisco:	$S/.100 \text{ c/m}^3 \times 11.160 \text{ m}^3 = S/. 1'116.000,00$
Grano tres-cuartos:	$S/.300 \text{ c/m}^3 \times 16.600 \text{ m}^3 = S/. 4'980.000,00$
Grano dos	$S/.250 \text{ c/m}^3 \times 8.300 \text{ m}^3 = S/. 2'075.000,00$
Polvo:	$S/.350 \text{ c/m}^3 \times 3.320 \text{ m}^3 = S/. 1'162.000,00$

-----  
 VENTA TOTAL SUCRES: S/. 26'352.000,00

## RENTABILIDAD ANUAL

VENTA TOTAL SUCRES: \$ 26'352.000,00

COSTO TOTAL SUCRES: \$ 19'410.718,00

-----  
 RENTABILIDAD ANUAL: \$ 6'941.282,00

Son: SEIS MILLONES NOVECIENTOS CUARENTA Y UN MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y DOS, 00/100; Sucres.

Esta Rentabilidad es el 35,76 % de la Inversión Total.

## 7.5 ESTADO ACTUAL DE LA OPERACION MINERA-INDUSTRIAL

En la actualidad el proceso de producción se lleva a cabo bajo un sistema de planificación que está sujeto a una progra-

mación anual, lo que permite que se tomen las medidas adecuadas en torno a presupuestos, planes de trabajo, usos de las máquinas, personal, turnos y sistemas de almacenamiento.

La elaboración del plan de producción puede verse afectada por daños en las máquinas, problemas laborales o demandas extras de material y producto elaborado. Pero al margen de estas circunstancias, el plan anual permite que el cuerpo directriz de la empresa planifique mejoras en el producto, estudie nuevas inversiones, considere menos costos por unidad de producción, establezca menos riesgos de trabajo, etc.

Para el logro de sus objetivos la empresa cuenta con una organización que permite que se cumplan con todas las metas propuestas; teniéndose en orden de decisión los siguientes entes gerárquicos:

Junta General de Accionistas

Presidente

Gerente General

Gerente de Producción

Departamento de Ventas

Departamento de Finanzas

Personal Técnico

Supervisores

Perforadores y Ayudantes

Mecánico de Mantenimiento

Secretaria

Despachador



**BIBLIOTECA**

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones referentes al aspecto geológico, explotación de la cantera, operación de la planta y a las consideraciones económicas, son las siguientes:

1. El área es de fácil accesibilidad y se encuentra ubicado a 3 Km. del perímetro urbano de Guayaquil, sobre la autopista Guayaquil-Chongón, en una zona de elevado consumo de materiales pétreos.
2. La capa vegetal y el coluvio de sobrecarga es de escasamente 30 cm. de espesor.
3. La formación San Eduardo del Eoceno es una caliza biomiocrítica, cuyos estratos alcanzan una potencia de 100 mt., que en algunas muestras dan un contenido de 97% de  $\text{CaCO}_3$ .

4. Las reservas ascienden aproximadamente a 18'870.732 ton. las cuales permiten una explotación dentro de un marco técnico-económico de gran rentabilidad.
5. Las características geomecánicas del yacimiento son excelentes, por lo cual sus taludes son de gran estabilidad. lo que da una gran seguridad en la operación minera.
6. Las características físicas y químicas de la caliza son las apropiadas para su utilización como agregados para el hormigón y materia prima en la construcción de baldosas.
7. La planta de trituración fué diseñada en su capacidad y en sus productos en base al volumen y a la granulometría de los productos mercantiles requeridos por el mercado, tanto como agregados para el hormigón, así como para la fabricación de baldosas.
8. La investigación de los requerimientos del mercado determinó que el mayor volumen de agregados corresponde a la piedra cuatro de 1 1/4" y en menor cantidad: a la piedra chispa, cisco, grano tres-cuartos, grano dos, y polvo.

9. La producción anual recomendable técnica y económicamente debe ser de 123.076 ton. distribuidas en los siguientes productos:

Piedra cuatro:	55.800 m <sup>3</sup>
Piedra chispa:	27.900 m <sup>3</sup>
Cisco:	11.160 m <sup>3</sup>
Grano tres-cuartos:	16.600 m <sup>3</sup>
Grano dos:	8.300 m <sup>3</sup>
Polvo:	3.320 m <sup>3</sup>

10. Los precios de venta de cada uno de los productos deben ser los siguientes:

Piedra cuatro:	S/. 230 c/m <sup>3</sup>
Piedra chispa:	S/. 150 c/m <sup>3</sup>
Cisco:	S/. 100 c/m <sup>3</sup>
Grano tres-cuartos:	S/. 300 c/m <sup>3</sup>
Grano dos:	S/. 250 c/m <sup>3</sup>
Polvo:	S/. 350 c/m <sup>3</sup>

11. Para lograr una rentabilidad anual del 35.76% con una planta de 200.000 ton. anuales como la indicada en este estudio deben seguirse las siguientes recomendaciones técnicas:



- a) Explotar la cantera en bancos múltiples de altura de 10 mt.
- b) El equipo de perforación debe ser para perforar en bancos de 10 mt.
- c) Orientar los bancos de Norte a Sur para que resulten perpendiculares al rumbo de los estratos.
- d) Utilizar una cuadrícula de voladura rectangular para bancos de poca fracturación, en caso contrario debe utilizarse la cuadrícula romboidal.
- e) Producir como principal tamaño de agregado el de 1 1/4", denominado piedra cuatro.
- f) Alimentar la trituradora primaria para obtener su máxima capacidad de producción.
- g) Colocar una rejilla de 1" de separación, en la boca de alimentación de la trituradora secundaria de cono, para evitar la remolienda de la piedra inferior a 1".
- h) Sincronizar la velocidad del transportador de cangilones con la cantidad de material pétreo que llega al pozo de alimentación.
- i) Conviene para un desarrollo futuro cambiar el transportador de cangilones por bandas transportadoras.



ANEXOS

ANEXO A

PROCESO DE FABRICACION DE BALDOSAS

## PROCESO DE FABRICACION DE BALDOSAS

Una vez que se cuenta con la materia prima procesada esta se la coloca en los silos, desde donde se inicia el proceso de fabricación.

La elaboración de baldosas se hace por paradas. Para la primera capa o piso de la baldosa en la parada se emplea 100 Kg de piedra, 60 Kg de polvo y se le agrega 45 Kg de cemento. Ver diagrama de operación del proceso (Fig.19).

El modelo de fabricación señala 100 Kg de piedra y 50 Kg de polvo, además 50 Kg de cemento en una proporción de 3 a 1; es decir que por cada 3 Kg de piedra y polvo se agregan 1 Kg de cemento.

El hormigonado se lo hace en forma automática: los ingredientes son llevados en bandas transportadoras luego de ser pesados en las básculas y caen por gravedad en el mezclador, donde se agrega agua en cantidades de 12 a 14 litros por parada. Se batan los materiales y luego pasan al dosificador y de

allí a la prensa donde caen en los moldes en cantidades exactas. En el primer molde está localizada la primera vibración que ayuda a la mejor repartición de los materiales y evita los vacíos. La máquina tiene tres estaciones de vibración.

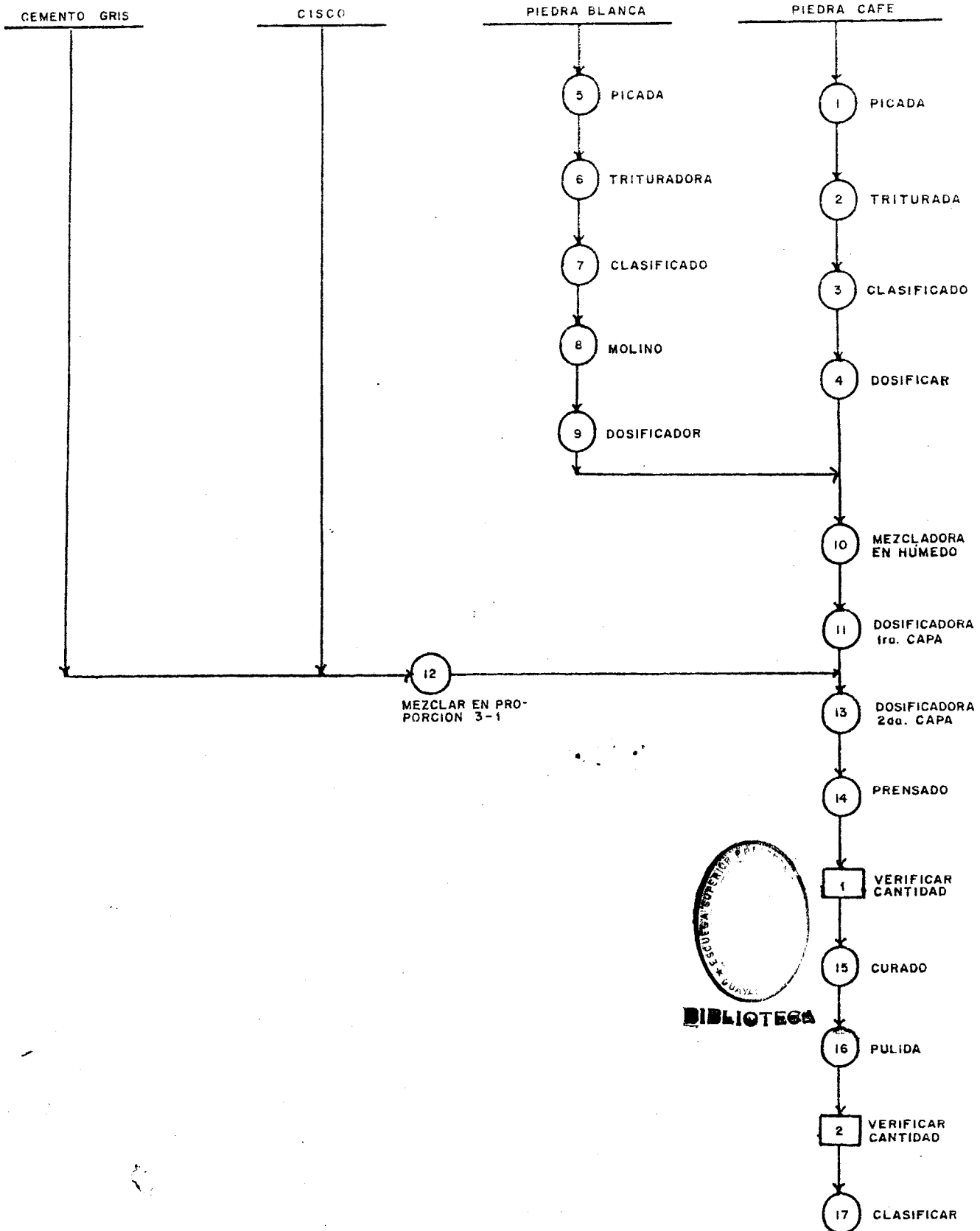
La segunda capa o contrapiso de la baldosa tiene como ingredientes el cemento y cisco de piedra que están previstos para entrar en la proporción de 3 a 1, es decir 3 Kg de cisco y 1 de cemento gris. La mezcla de estos materiales se hace mediante un tornillo sin fin, donde se retienen los materiales no utilizables, luego es llevada por bandas transportadoras al dosificador.

En la cuarta etapa o estación se adhiere la segunda capa y en la quinta etapa entra el prensado donde por el peso de la misma y la presión mecánica se cohesionan los materiales dando forma a la baldosa.

En la sexta etapa la baldosa sale expulsada por mecanismos automáticos. Cada parada tiene un tiempo de duración de 3 a 5 minutos sin discontinuidad. Solamente se para la máquina para limpiar el mezclador donde se acumulan residuos del homigonado, los cuales si se los deja por mucho tiempo se en-

# DIAGRAMA DE PROCESO PARA CONFECCION DE BALDOSAS

FIG. N°19



durecen y producen serias dificultades.

Una vez que salen del prensado las baldosas son colocadas en jabas y trasladadas en montacarga a la sección de curado o duchado, donde reciben permanentemente agua durante 7 días; esto se hace con el objeto de que las baldosas adquieran dureza y de esta manera pueden luego soportar la labor de pulida sin peligro o riesgo de que se quiebren.

La producción promedio de baldosas es de 80 por parada; es de anotar que el saco de cemento blanco tiene un peso de 42 1/2 Kg. Para hacer 400 m<sup>2</sup> de baldosas se emplean 80 sacos de cemento, en la práctica esto significa un consumo aproximado de 160 sacos de cemento en los dos turnos.

Se pueden precisar las cantidades de materiales que se consumen en cierto número de paradas, así tenemos:

Para 42 paradas, en la primera capa:

2360 Kg de cemento blanco,

4756 Kg de piedra café

(grano tres cuartos)

3607 Kg de polvo blanco

en la segunda capa:

1661 Kg de cemento gris

4883 Kg de cisco de piedra

Según datos promedios del trabajo diario, se concluye que en 42 paradas se elaboran 305 m<sup>2</sup> de baldosas.



**ANEXO B**

**DESCRIPCION PETROGRAFICA**

## DESCRIPCION PETROGRAFICA

MUESTRA No 2810

FORMACION: San Eduardo

LOCALIDAD: Cantera EXPLOSA Km. 13 1/2 vía Guayaquil-Salinas

DESCRIPCION MICROSCOPICA.- Restos calcáreos regularmente conservados de macro, microforaminíferos y restos de algas (90%) en una escasa matriz micrítica (10%). Hay trazos de hematita y alofano (?).

Nombre: CALIZA BIOMICRITICA



X50



BIBLIOTECA

MUESTRA No 2811

FORMACION: San Eduardo

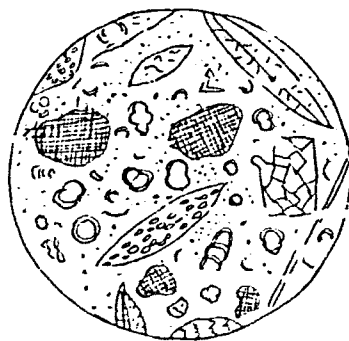
LOCALIDAD: Cantera EXPLOSA Km. 13 1/2 vía Guayaquil-Salinas

DESCRIPCION MICROSCOPICA.- Restos calcáreos bien conservados de: macroforaminíferos, microforaminíferos planctónicos y bentónicos, algas y briozoarios (varios), (75%); en una matriz micrítica (15%), con pirita finamente diseminada (10%). Existen además facetas de ópalo, glauconita (angular) y posiblemente colofano, ocasionalmente los fósiles son reemplazados por pirita o rellenados por calcita espática.

Algunas zonas de la muestra se encuentran obscurecidas por la presencia de óxidos de hierro como producto de alteración de la pirita a lo largo de avenidas aparentemente paralelas a la estratificación.

Hay fracturas discontinuas más o menos rectas y en diferentes direcciones; en una de ellas se observa desplazamiento (microfalla).

Nombre: CALIZA BIOMICRITICA



x 50

MUESTRA No 2812

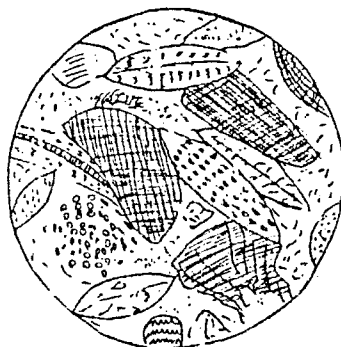
FORMACION: San Eduardo

LOCALIDAD: Cantera EXPLOSA Km. 13 1/2 vía Guayaquil-Salinas

DESCRIPCION MICROSCOPICA.- Abundantes restos calcáreos de microfósiles (85%) consistentes principalmente de macroforamíferos y algas bien conservados, en una matriz micrítica original (15%), que ha sufrido recristalización y está en vías de convertirse en espática.

Se observan trazas de glauconita autigénica, cuarzo diagenético, sílice criptocristalina y pirita.

Nombre: CALIZA BIOMICRITICA



x 50



**BIBLIOTECA**

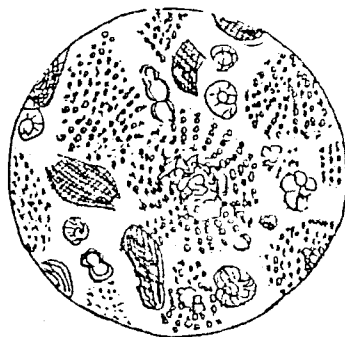
MUESTRA No 2813

FORMACION: San Eduardo

LOCALIDAD: Cantera EXPLOSA Km. 13 1/2 vía Guayaquil-Salinas

DESCRIPCION MICROSCOPICA.-Abundantes restos calcáreos bien conservados de macro y microforaminíferos (discociclinas) son los fósiles más abundantes y se presentan en su mayoría según la sección ecuatorial (plano de estratificación).

Nombre: CALIZA BIOMICRITICA



X 50

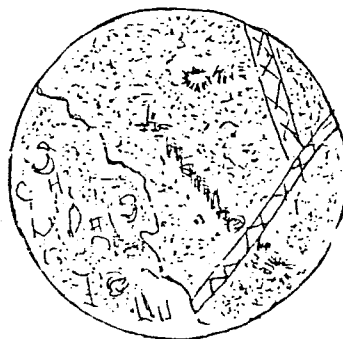
MUESTRA No 2814

FORMACION: San Eduardo

LOCALIDAD: Cantera EXPLOSA Km. 13 1/2 vía Guayaquil-Salinas

DESCRIPCION MICROSCOPICA.- Caliza biomicrítica con restos mal conservados de microforaminíferos reemplazada en su mayor parte por sílice criptocristalina (chert). La zona silíceea presenta trazas de restos fósiles, hematita diseminada (2-3%) y vetillas irregulares de calcedonia y se encuentra cruzada por vetillas de calcita.

Nombre: CALIZA BIOMICRITICA



x 50



BIBLIOTECA

MUESTRA No 2815

FORMACION: San Eduardo

LOCALIDAD: Cantera EXPLOSA Km. 13 1/2 vía Guayaquil-Salinas

DESCRIPCION MICROSCOPICA.- Restos calcáreos bien conservados de macro, microforaminíferos y algas (80%). Hay trazas de pirita, cuarzo y alofano(?).

Nombre: CALIZA BIOMICRITICA



x50

ANEXO C

ANALISIS QUIMICOS





la cemento nacional  
compañía de economía mixta

INSTRUMENTOS DE CALIDAD

REPORTE DE ANALISIS

FECHA Agosto 21/60

Distribución: | | | | |

Prueba							
No.	C-2-D	C-3-A	C-3-B	C-4-A	C-4-B		
Fecha:							
DESCRIPCION							
Si O <sub>2</sub>	7.10	26.00	35.40	1.60	1.70		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.60	3.20	3.40	0.30	0.40		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.26	1.05	1.51	0.15	0.16		
Ca O	50.20	36.10	30.00	54.5	50.20		
Mg O	0.78	0.96	0.93	0.72	0.76		
K <sub>2</sub> O							
Na <sub>2</sub> O							
S O <sub>3</sub>							
Pérdida							
Total							
S C							
M S							
M A							
Título	91.42	65.2	49.5	97.19	97.1		
Res. Insoluble							
Cal Libre							
C <sub>3</sub> S							
C <sub>2</sub> S							
C <sub>3</sub> A							
C <sub>4</sub> AF							
Blaine							
% H <sub>2</sub> O							
Fraq. Inicial							
Fraq. Final							
Falso Frogado %							
RESISTENCIAS:							
3 días							
7 días							
28 días							

OBSERVACIONES

Firma Analista:

Firma Jefe Laboratorio:

*[Handwritten signature]*



la cemento nacional  
compañía de economía mixta

FUNDACIÓN de Cementos

REPORTE DE ANALISIS

FECHA AGOSTO 21/80

Distribución: | | | |

Prueba							
No.	F.G.1	F.G.2	C-1-A	C-1-B	C-2-A	C-2-B	C-2-C
Fecha:							5.15
DESCRIPCION							
Si O <sub>2</sub>	39.80	49.20	49.30	28.40	2.90	1.80	3.10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.40	3.20	1.00	3.20	0.30	0.20	6.30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.79	1.42	0.46	0.89	0.14	0.12	6.13
Ca O	26.60	27.70	25.70	35.10	53.40	54.20	53.50
Mg O	0.84	0.78	0.66	0.96	0.78	0.76	0.40
K <sub>2</sub> O							
Na <sub>2</sub> O							
S O <sub>3</sub>							
Pérdida							
Total							
S C							
M S							
M A							
Título	43.25	37.50	37.50	59.7	96.0	96.97	96.75
Res. Insoluble							
Cal Libre							
C <sub>3</sub> S							
C <sub>2</sub> S							
C <sub>3</sub> A							
C <sub>4</sub> AF							
Blaine							
% H <sub>2</sub> O							
Fraq. Inicial							
Fraq. Final							
Falso Fraquado %							
RESISTENCIAS:							
3 días							
7 días							
28 días							
OBSERVACIONES							

Firma Analista:

Firma Jefe Laboratorio: *[Signature]*

ANEXO D

FOTOGRAFIAS



Foto 1: Frente de Cantera, Formación San Eduardo.



Foto 2: Anticlinal en el frente de Cantera.

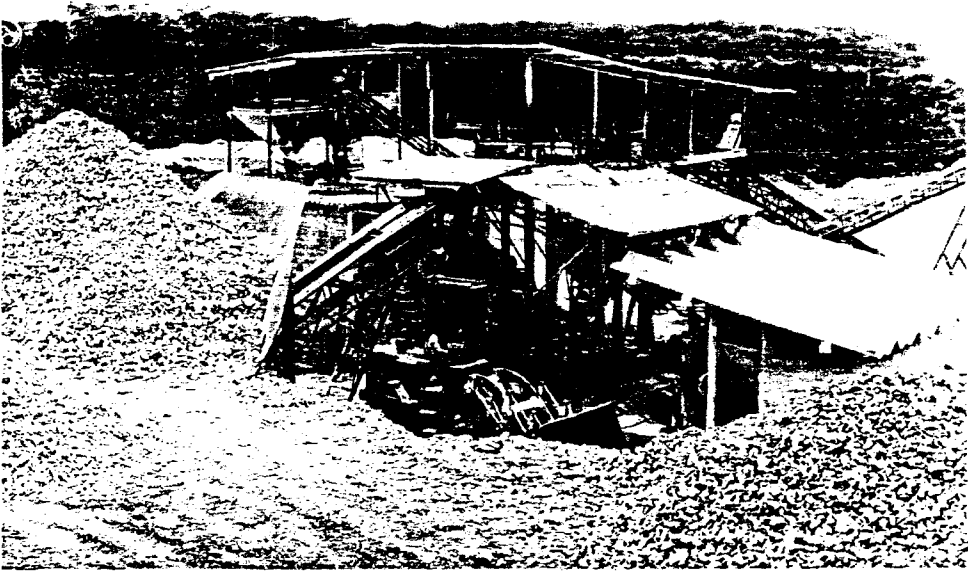


Foto 3: Stock de Piedra para la Trituradora Primaria .



Foto 4: Vista general de la Planta de Trituración.



BIBLIOTECA

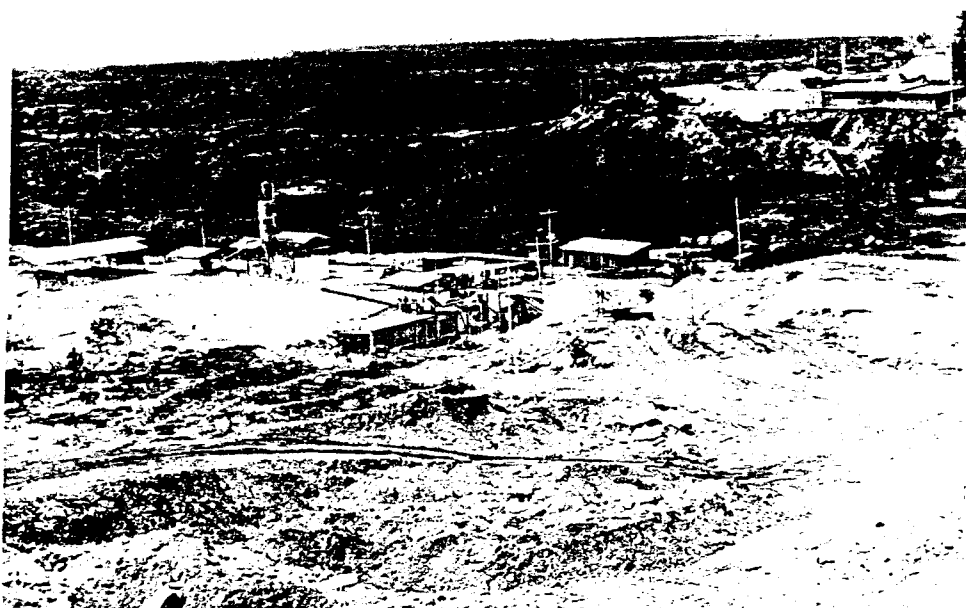


Foto 5: Vista lateral de la Planta de Trituración.

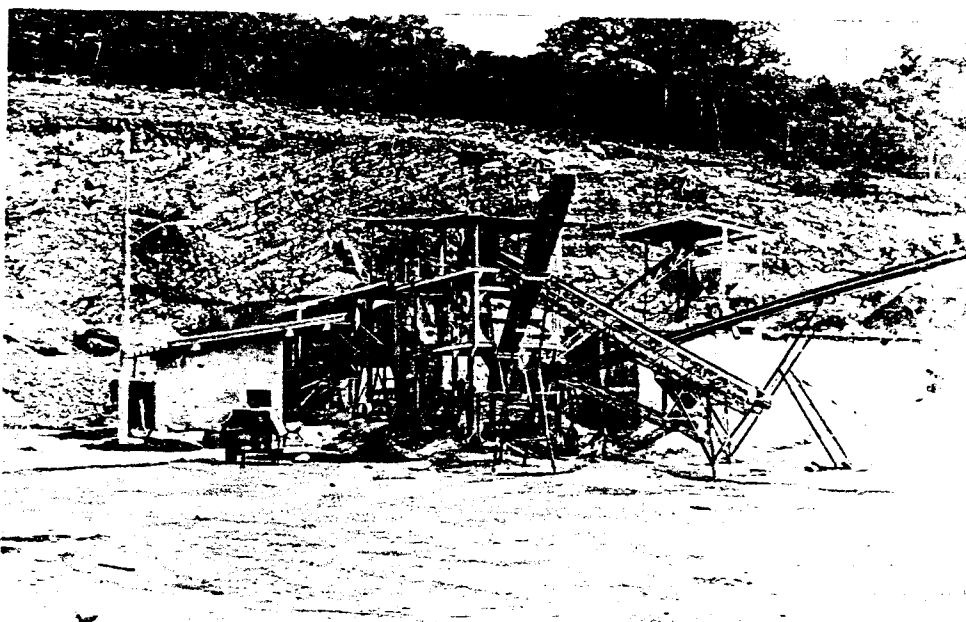


Foto 6: Vista frontal de la Planta de Trituración.

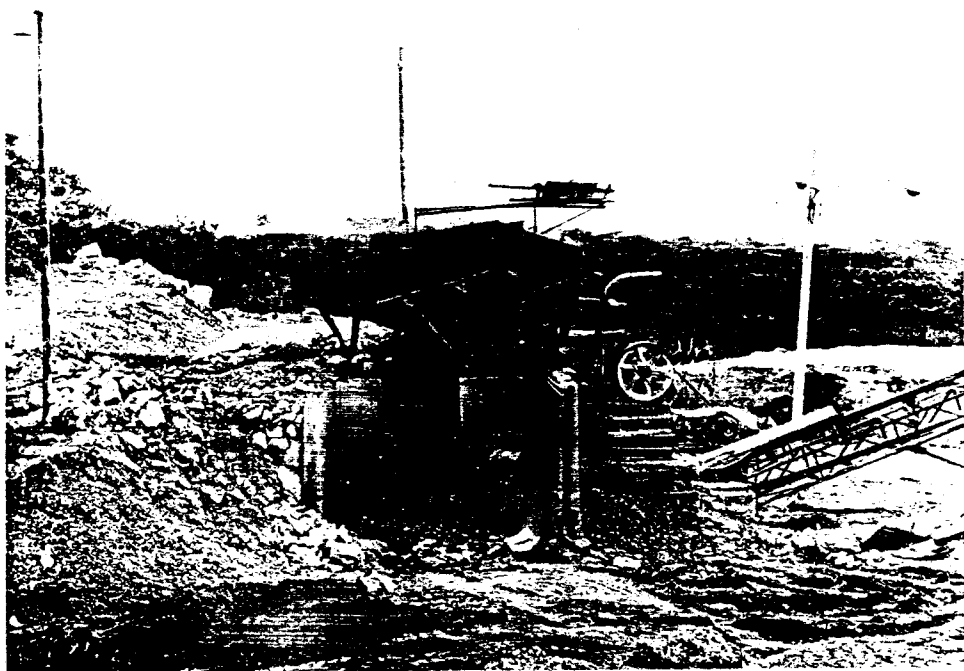


Foto 7: Trituradora Primaria.

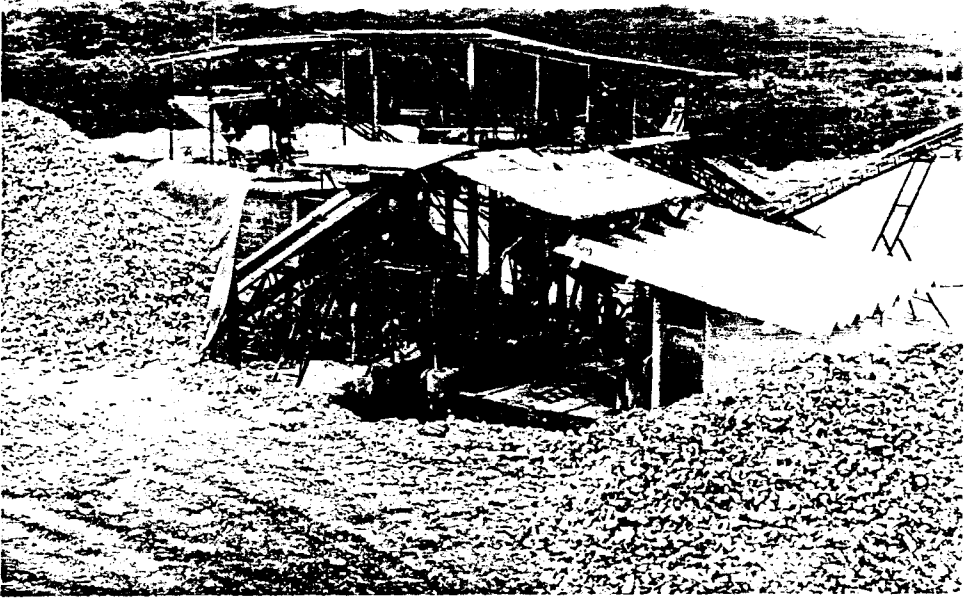


Foto 8: Stock de Piedra para la Trituradora Secundaria.



## BIBLIOGRAFIA



**BIBLIOTECA**

AGUAYO E., DEL GRECO O., ERAZO F., GALLARDO G. 1982. Tratamiento y Enriquecimiento de Minerales. ESPOL. Guayaquil-Ecuador.

ANGELETTY R., 1980. Aplicación de las calizas San Eduardo y arcillas Ancón como materia prima en la elaboración de cemento. Memoria del II Congreso Ecuatoriano de Geología, Minas y Petróleo.

AZAD J., 1968. Geology and Petroleum prospects of de Santa Elena Peninsula. Anglo Ecuadorian Oilfields Limited. No J.A. 10. Inédito.

BOLETIN CLIMATOLOGICO, 1973. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. Quito-Ecuador.

BOSOV S., 1976. Labores Mineras. Editorial MIR, España.

BONILLA G., 1980. Perspectivas Hidrocarburíferas en la Plataforma Continental. CEPE, Quito.

BRISTOW C.R., 1973. Guide to the Geology of the Cuenca Basin Southern. Quito-Ecuador.

BRISTOW C.R. y HOFFSTETTER R., 1977. Lexique Stratigraphique International. Volumen V: America Latine. Ecuador. Centro National de la Recherche Scientifique, Francia.

CANFIELD R., 1976. Reporte Geológico de la Costa Ecuatoriana. Ministerio de Industrias y Comercio. Quito.

CEAC, 1979. Materiales para la construcción. Editorial Omega España.

CISNEROS GIOVANNI, 1977. Una revisión de la Geología del Sur Oeste Ecuatoriano. A.E.O.I.

CORRALES I., ROSELL S., SANCHEZ L., VERA J., VILAS L., 1977. Estratigrafía Editorial Rueda, Madrid.

DEL GRECO OTELO, 1978. Explotación de Canteras con explosivos. ESPOL. Guayaquil-Ecuador.

DENINNSON JOHN. 1968. Analysis of Geologic Structures W. W. Norton Company, Inc. New York.

DONAL M. RAGAN. 1980. Introducción a las Técnicas Geométricas Geología Estructural. España.

DUMBAR C. y RODGERSJ., 1978. Principios de Estratigrafía. Compañía Editorial Continental S.A.

FAUCHER B. y SAVOYAT E., 1973. Esquema Geológico de los Andes Ecuatorianos. ESPOL-Guayaquil.

FEININGER T., 1980. La Geología Histórica del Cretácico y Paleógeno en la Costa Ecuatoriana. Revista de Información Técnica Científica; Volumen V, No 2. Quito-Ecuador.

FOLK ROBERT, 1977. Petrología Sedimentaria. Traducción de Schlæfer y Schmitt.

GUSTAFSSON RUNE. 1977. Técnica Sueca de Voladuras. Editado por SPI, Nora, Suecia.

KREITER M., 1978. Investigación y Prospección Geofísica. Editorial Paraninfo S.A.

KRUMBEIN W., y SLOSS L. 1962. Estratigrafía y Sedimentación. Editorial Hispano Americano A.I.D.

LANGFORS y KIHLMSTROM. 1976. Voladura de Rocas. Urmo. S.A. de Ediciones. Bilbao, España.

MATTAUER MAURICE. 1978. Las deformaciones de los materiales de la Corteza Terrestre. Hernán, París.

MILLS S.J., 1967. The Stratigraphy of the Tertiary Rocks of Southern Manabí and Guayas provinces. A.E.O.L. No S.J.M.I.

MONTESEDOCA W., 1977. Redistribución de áreas de almacenamiento y rediseño de formularios para una fábrica de mosaicos. Universidad de Guayaquil.

OTERO A., 1977. Planificación y Control de la Producción en una Fábrica de Mosaicos. Universidad de Guayaquil.

PADULA E., 1974. Geología del Litoral Pacífico Ecuatoriano. CEPE. Informe. Quito.

PAREDES M.A., 1978. Planificación y Control de la Producción. Universidad de Guayaquil.

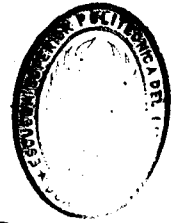
PAREDES M.A., 1978. Estudio de un Sistema Operativo para el Centro de Trituración de Piedra PROPESA. Universidad de Guayaquil.

PHILLIPS F.C., 1977. La aplicación de la Proyección Estereográfica en Geología Estructural.

SAWER W., 1965. Geología del Ecuador. Ministerio de Educación Quito-Ecuador.

SELLEY R.C., 1970. Medios Sedimentarios Antiguos. H. Blume Ediciones. España.

SKINNER B.J., 1974. Los Recursos de la Tierra. Ediciones Omega.



**BIBLIOTECA**