

Universidad Nacional de Ingeniería

**FACULTAD DE INGENIERIA
GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA**



ESTUDIO GEOLOGICO DE LA CANTERA DE CALIZA TEMBLADERA - C.P.S.A.A.

INFORME DE INGENIERIA

Para optar el Título Profesional de:
INGENIERO GEOLOGO

**Presentado por:
Luis Fernando Arnao Rondan**

**LIMA - Perú
1999**

AGRADECIMIENTO

A la Empresa “ Cementos Pacasmayo S.A.A.” En la persona de Eduardo Hochschild, Que me ha permitido realizar el presente estudio en las instalaciones de su Cantera de caliza; del mismo modo en los profesionales que tienen la responsabilidad en esta fábrica como son: los Ingenieros José Luis Arévalo y Roger Valverde, también de los Ingenieros y personal que laboran en Cantera que de modo diverso han permitido que esto sea una realidad.

De manera especial el agradecimiento a mis señores padres y hermanos que constantemente me apoyaron desde los inicios de mis estudios hasta la culminación de la última página de este trabajo.

INDICE

CAPITULO I

1.1 GENERALIDADES

- 1.1.1 INTRODUCCION
- 1.1.2 UBICACION Y ACCESO
- 1.1.3 CLIMA

1.2 RESUMEN

CAPITULO II

2.1 GEOLOGIA REGIONAL

- 2.1.1 GEOMORFOLOGIA
- 2.1.2 ESTRATIGRAFIA
- 2.1.3 ROCAS INTRUSIVAS
- 2.1.4 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

CAPITULO III

3.1 GEOLOGIA LOCAL

- 3.1.1 INTRODUCCION
- 3.1.2 GEOMORFOLOGIA
- 3.1.3 ESTRATIGRAFIA
- 3.1.4 ESTUDIO PETROMINERALOGICO DE LA CALIZA Y ANDESITA
- 3.1.5 TECTONICA
- 3.1.6 GEOLOGIA ESTRUCTURAL
- 3.1.7 POPIEDADES DE LA CALIZA

CAPITULO IV

4.1 SONDAJES DIAMANTINAS REALIZADAS

- 4.1.1 GENERALIDADES
- 4.1.2 DATOS GENERALES DE LOS SONDAJES
- 4.1.3 DESCRIPCION LITOLOGICA DE LOS SONDAJES
- 4.1.4 INFORMACION GEOFISICA DE LOS SONDAJES
- 4.1.5 INFORMACION DE ANALISIS POR RAYOS X

4.2 CORRELACION CON EL MAPEO SUPERFICIAL

CAPITULO V

5.1 CALCULOS DE RESERVAS

- 5.1.1 CRITERIO PARA EL CALCULO DE RESERVAS
- 5.1.2 METODOS PARA EL CALCULO DE RESERVAS
- 5.1.3 CUADRO RESUMEN DE LAS RESERVAS

CAPITULO VI

6.1 APLICACION DE LA GEOLOGIA EN LA CANTERA DE CALIZA

- 6.1.1 CONTROL DEL MATERIAL EN CANTERAS
- 6.1.2 ESTABILIDAD DE TALUDES
- 6.1.3 CLASIFICAR LOS MATERIALES PARA ESTIMAR LAS RESERVAS

CAPITULO VII

7.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO VIII

8.1 BIBLIOGRAFIA

CAPITULO IX

9.1 ANEXOS

- 8.1.1 ESTUDIO MINERALOGICO
- 8.1.2 INFORMACION GEOFISICA
- 8.1.3 ANALISIS POR Rx DE LAS PERFORACIONES DIAMANTINAS
- 8.1.4 SECCIONES GEOLOGICAS DE LAS PERFORACIONES DIAMANTINAS
- 8.1.5 SECCIONES GEOLOGICAS PARA LA ESTIMACION DE RESERVAS
- 8.1.6 PLANO GEOLOGICO DE LA CANTERA - TEMBLADERA
- 8.1.7 FOTOS DE LA CANTERA

CAPITULO I

1.1 GENERALIDADES

1.1.1 INTRODUCCION

La empresa Cementos Pacasmayo S.A.A. es una fábrica que se dedicaba a la fabricación de Cemento Portland (tipo I) hasta el año 1,990; posteriormente con el objetivo de ampliar su mercado realiza una serie de investigaciones logrando producir a partir de 1,990 Cemento Portland tipo V, seguidamente fabrica cal en el año 1,993, en 1,996 produce otra variedad de cemento denominado tipo MS, y en 1,998 se produce el cemento tipo 1Co; estando en estudio también la posibilidad de fabricar cemento puzolanico y, así comercializar otros productos relacionados con la construcción.

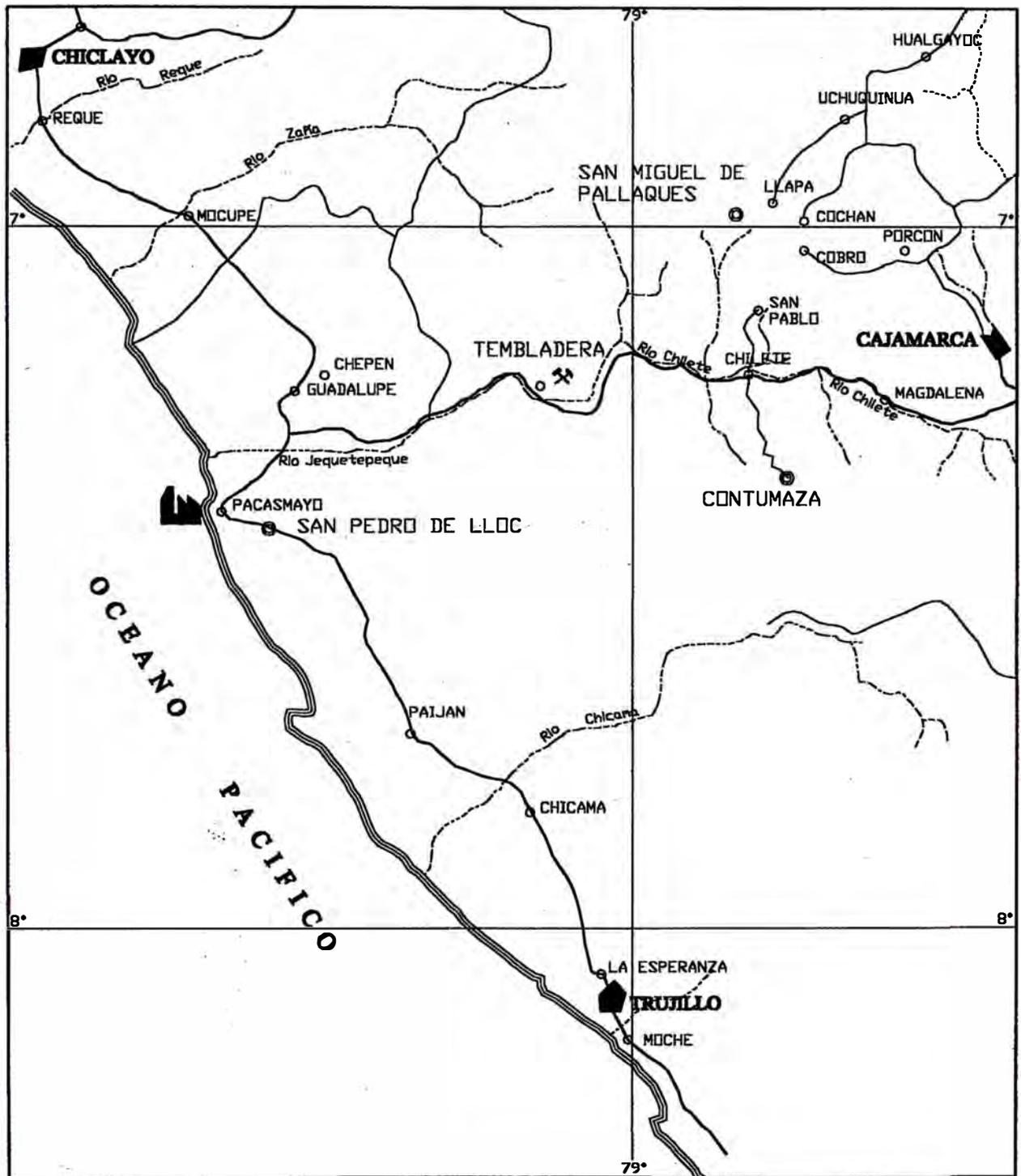
Del mismo modo con otros estudios paralelos se logra mejorar y reducir los costos de operación de la producción, es así, que la mayor inversión de estos últimos años (1,997) está en la automatización del horno y el reemplazo del combustible petróleo por carbón en los hornos, inversiones que conlleva a cumplir el objetivo mencionado, finalmente en la ampliación del molino de cemento que debe concluir en la primera mitad de este año 1,999.

En la cantera se produce cambios que cumplen con tal objetivo, es así que la calidad en la materia prima es más exigente con un buen contenido de CO_3^- (mayor de 87 %), buena homogeneidad con una desviación estandar menor de 1.0; para eso se inicia la explotación de una nueva zona denominada Cerro Este, debido a que la calidad del antiguo Cerro Oeste es muy variable en sus principales componentes y las reservas están casi agotadas, la explotación del Cerro Este se inicia en Julio de 1,993 lográndose aumento en la producción con menor costo/tm (- 40 % de costo anterior) y para la elaboración de cal se inicia la explotación del Cerro Norte el año 1,998. Por esta razón se realiza el estudio geológico del Cerro Este que es la principal cantera de materia prima que se tiene en Tembladera.

1.1.2 UBICACION Y ACCESO

La cantera de caliza de Cementos Pacasmayo S.A.A. se encuentra ubicada en el Distrito de Yonán - Tembladera, Provincia de Contumazá, Departamento de Cajamarca, Región Nororiental del Marañón.

Se llega a través de la Panamericana Norte por vía asfaltada hasta el Km 684 (cruce de Cajamarca), en el cual se toma el desvío hacia Cajamarca hasta el pueblo de Tembladera situado en el Km 50 de esta carretera por vía asfaltada en aceptable condiciones; desde este lugar se toma el desvío por carretera afirmada hasta la cantera con un recorrido de aproximadamente 2.5 Km. (ver plano de ubicación adjunto). La cantera de caliza esta entre los 500 y 830 msnm.



ESCALA	1 : 1'000,000	CEMENTOS PACASMAYO S.A.A. PLANO DE UBICACION CANTERAS - TEMBLADERA
FECHA	AGOSTO 1,999	
PLANO	Nº T - 009	

1.1.3 CLIMA

El clima de la zona se caracteriza por ser cálido y extremadamente árido, con temperaturas que oscilan entre 25 °C y 22 °C como promedio de día, lo que da la sensación de calor intenso en el día. La precipitación pluvial es baja con un promedio anual de 125 mm menor a la evapotranspiración, por otro lado la humedad relativa de la zona es muy baja cuyo promedio anual es de 65 %, esto en parte contribuye a la aridez de la zona por favorecer a la evaporación.

1.2 RESUMEN

La zona de estudio comprende la zona donde se realiza los trabajos para la explotación de la caliza denominado Cantera Tembladera, con una extensión aproximada de 800 Has. Dentro de las coordenadas (UTM) 707,100E ; 9°199,300N y 708,500E ; 9°198,400N.

El estudio se incide principalmente en el denominado Cerro Este, al que se le ha determinado las características tanto física como químicas del material, para los diferentes niveles que presenta. Con esta información se pudo determinar las reservas que se tiene para nuestra actual cantera que supera los 100 MTM.

Esta Cantera adquiere mayor importancia dado que también tiene materia prima para la elaboración de cal, como lo demuestra el horizonte D de la Formación Cajamarca; además de ello se tiene una caliza predominantemente compacta de baja porosidad con algunas fracturas y sistemas de diaclasa que no afectan de manera considerable a la estabilidad de los taludes.

Para este estudio se ha recopilado la mayor cantidad posible de información de los tres últimos sondajes diamantinos (747.47 metros lineales) y de los muestreo superficiales.

Finalmente este mapeo es el que ayudará también en la elaboración del planeamiento de minado a mediano y largo plazo, y para asegurar una mejor homogeneidad en la explotación del material, se hace un control del material en la operación misma.

CAPITULO II

2.1 GEOLOGIA REGIONAL

2.1.1 GEOMORFOLOGIA Y TOPOGRAFIA

Tembladera se encuentra ubicada en la estribaciones bajas de la Cordillera Occidental de los Andes entre cotas de 500 a 1000 msnm, la topografía es de superficie escarpadas y pendientes abruptas. El drenaje es dendrítico y controlado por los rasgos estructurales, siendo todas las quebradas tributarias del río Jequetepeque.

Geomorfológicamente se notan 3 sub-unidades con características siguientes.

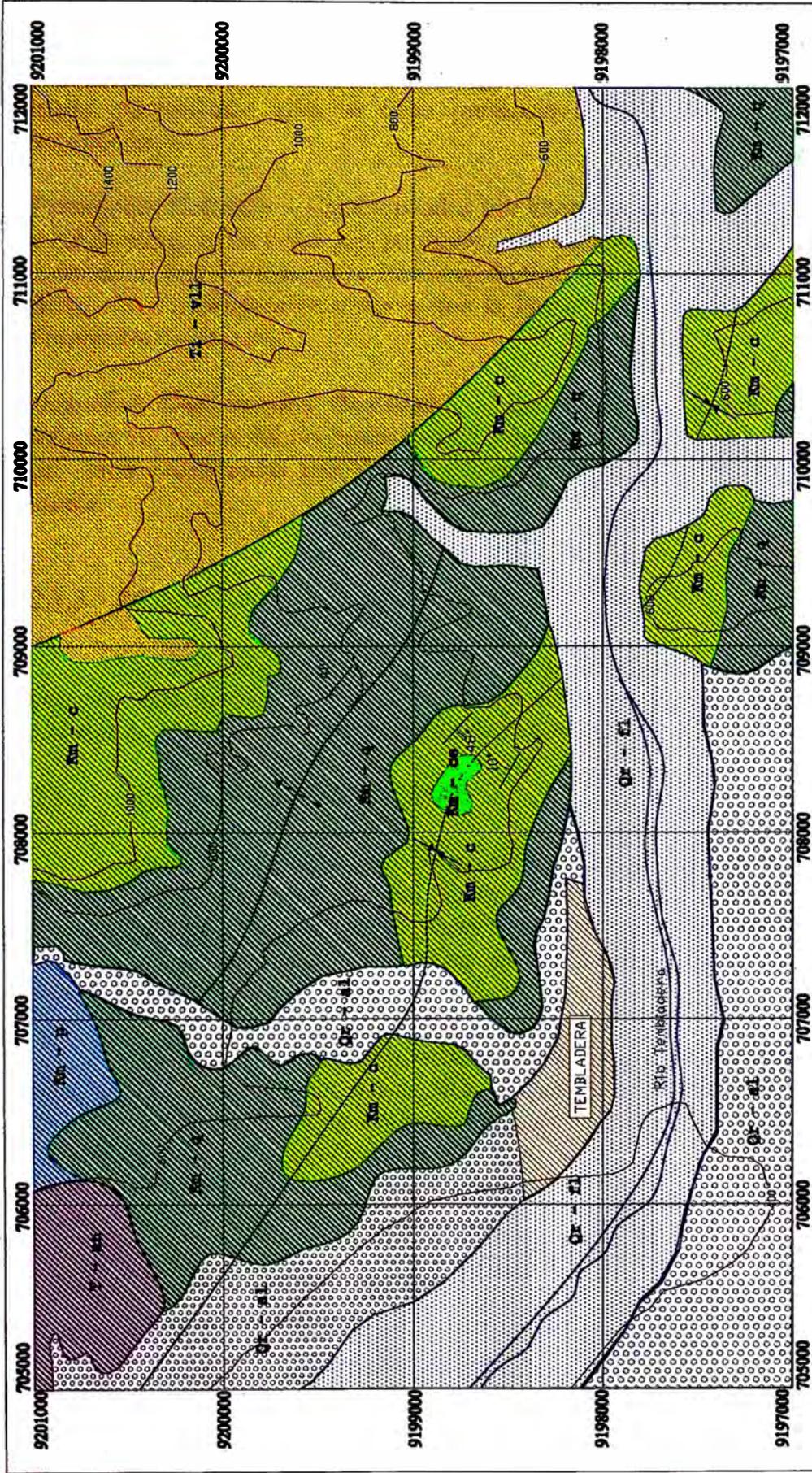
- A) *Flancos* disectados de los Andes de relieve abrupto, labrado en rocas sedimentarias (calizas, lutitas, cuarcitas, margas, areniscas) que conforman ambos flancos del valle.
- B) *Llanura fluvial*, constituida por materiales que rellenan el lecho actual del río Jequetepeque y restos de terrazas colgadas.
- C) *Pampas aluviales*, de formas groseramente triangulares, sección transversal plana y sección longitudinal inclinada hacia el río Jequetepeque que constituyó el nivel de base de estos antiguos conos de deyección (ver plano geológico regional).

2.1.2 ESTRATIGRAFIA

Estas unidades comprenden desde el Cretáceo medio al Cuaternario reciente, las rocas sedimentarias se pueden agrupar en:

Grupo Pulluicana .- Caracterizada por areniscas, margas, lutitas y escasas intercalaciones de caliza, color cremoso y marrón claro, que tiene contacto concordante con el Grupo Quilquiñan que lo suprayace; Benavides (1,956) lo dató en el intervalo comprendido entre la parte tardía del Albiano medio y Cenomaniano temprano por la presencia de Oxitropedoceras en las capas basales y Acanthoceras en la parte superior del grupo.

Grupo Quilquiñan .- Compuesta de lutitas de color marrón oscuro que se encuentra infrayaciendo a la Formación Cajamarca y suprayace al Grupo Pulluicana en contacto concordante con ambos. En Tembladera que presenta su mayor potencia que se estima en 250 m, observándose moldes de amonites, lamelíbraquios, equinoideos. Benavides (1,956) lo data en el intervalo del Cenomaniano Tardío - Turoniano Temprano, indicando que la sedimentación ocurrió en un ambiente de mar somero.



ALABORACION

Curva de nivel Topografica
 + Eje de alineamiento de estratos
 + Eje de anticlinal
 + Eje de simetria
 F. de

LEYENDA

SISTEMA	UNIDAD ESTRATIGRAFICA	REDA	INTRODUCA
CUATERNARIO	ALUVIALES	Qa	
TERCIARIO	FLUVIALES	T1	
	VOSE LLANAS	T2	
	Fm. CELENDIN	T3	
	Fm. CHAMARCA	T4	
	Grupos BOLIVIANOS	T5	
	Grupos PALLICHA	T6	

ESTRIBOS

TIPO	PROY.	FECHA
DISEÑO	L. A. R.	NOV. 98
ELABOR.	L. A. R.	NOV. 98
REVISADO	L. A. R.	NOV. 98
APROBADO	L. A. R.	NOV. 98
BOQUE	FRIMA	FECHA

RESPONSABLES

CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.
CANTERAS - TENBLADERA

PLANO GEOLOGICO REGIONAL

ESCALA: 1:3000 | PLANO No. 1-01 | REV. Δ

Formación Cajamarca .- Compuesta principalmente de caliza que se ha datado entre 90 a 93 mmaa, siendo los contactos con los sedimentos que lo suprayace (Formación Celendín) y los que lo infrayace (Grupo Quilquiñan) de modo concordante, aquí se tiene presencia de amonites, gasteropodos y foraminíferos.

Formación Celendín .- Caracterizados por intercalaciones de margas calcáreas y caliza margosa de color gris pardusco, con algunas capas de arcilla de color marrón, en esta Formación se tiene esporádicas venillas de calcita y óxidos de hierro. En Tembladera se observa que la Formación Celendín suprayace a la Formación Cajamarca.

Depositos Cuaternarios Recientes .- Los depósitos fluviales y aluviales rellenan los cauces del río Jequetepeque y quebradas tributarias; se caracterizan por estar constituidas por cantos sub-redondeados, gravas, arena, limos y arcilla.

2.1.3 ROCAS INTRUSIVAS

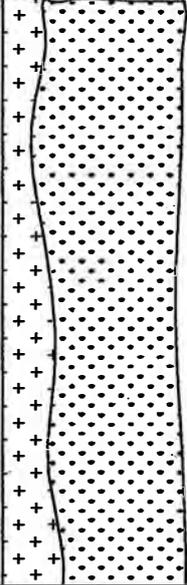
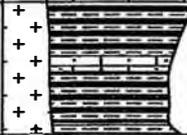
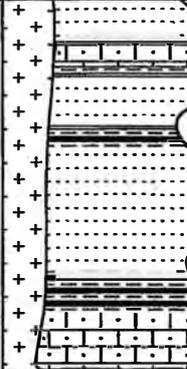
La ocurrencia de estos tipos de rocas se da como cuerpos relativamente pequeño que pertenecen al batolito de la costa y algunas ocurrencia algo aisladas de rocas intrusivas compuesta de andesitas.

2.1.4 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

En la zona mostrada se tiene presencia de plegamientos importantes cuyos ejes del anticlinal y sinclinal tienen un rumbo promedio ONO - ESE, ya que ambos ejes muestran cierto paralelismo, justamente es sobre el eje del sinclinal en que se encuentra la caliza de la Formación Cajamarca que sirve para la elaboración de cemento.

Una falla importante se manifiesta en la zona noreste del plano el cual tiene una orientación promedio de NO-SE que ha producido un levantamiento del lado occidental de esta falla representado por la caliza de la Formación Cajamarca y las lutitas del Grupo Quilquiñan.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA GEOLOGIA REGIONAL

ERA	SISTEMA	SERIE / FIBO	UNIDAD	GROSOR (m)	COLUMNA	DESCRIPCION
C E N O Z O I C O	C U A T E R N A R I O			10		Presencia de cantos rodados, gravas, arena y limos arcilloso, así como clastos de rocas sedimentarias e intrusivas, generalmente sin consolidar.
	T E R C I A R I O	INFERIOR	VOLCANICO LLAMA	1200		Conglomerado rojizo, compuesto principalmente de guijarros redondeados de cuarcita y en menor contenido de caliza y roca volcánicas, todo esto intercalado con capas de toba andesítica de color morado a violáceo. En algunas ocasiones tiene presencia de material volcánico ácidos de color claro. También se tiene presencia de roca intrusiva que esta representada por la andesita de color verdusco que al estar alterado el color que muestra es amarillento a rojizo.
E N D O Z O I C O	C R E T A C E O	MEDIO	Fm. CELENDIN	60		Calizas modulares de color marrón en estratos delgados con margas y lutitas de color gris.
			Fm. CAJAMARCA	150		Caliza fina y pura de color gris oscuro intercalado con estratos que presenta impurezas de micritas pardas, generalmente se presentan en capas delgadas y medianas.
			GPO. QUILQUIÑAN	250		Lutitas friables de color gris oscuro y margas gris verdosa en capas delgadas que intemperizan a marrón oscuro o marrón rojizo, en algunos tramos las margas son ferruginosas y porosas.
			GPO. FULLUCANA	700		Compuesto principalmente de areniscas, limolitas y lutitas marrones con escasas intercalaciones de caliza. En estas intercalaciones de estratos el predominio es de la roca areniscas de color rojiza y blanquesina.

CAPITULO III

3.1 GEOLOGIA LOCAL

3.1.1 INTRODUCCION

La caliza es uno de los componentes más importantes para la fabricación del cemento , por esta razón es conveniente que se tenga el estudio geológico de la Cantera para obtener de la mejor forma el material deseado, tanto en cantidad como en calidad.

3.1.2 GEOMORFOLOGIA

La cantera de caliza se ubica en el flanco derecho del valle Jequetepeque, esta cantera se subdivide en tres cerros para los fines de su estudio y de la operación, como se describe a continuación:

El Cerro Este presenta una topografía muy abrupta , con bancos gruesos de caliza compacta. Sin embargo, el intemperismo ha erosionado las capas superiores (caliza arcillosas) presentando éstas, perfiles variables, abruptas en las partes donde se aprecia el macizo rocoso y suaves en las partes que presenta mayor cobertura con material cuaternario o arcillosos, como es el caso del eje del sinclinal. Asimismo el Cerro Este presenta una serie de pequeñas y pronunciadas quebradas, coincidentes en la mayoría de los casos con la presencia de fallas, que en el frente de explotación ya no se aprecian.

Esta misma característica es la que presentaba el Cerro Oeste según los reportes que se tiene, ya que en la actualidad gran parte de este material ha sido trabajado, quedando testigo de ello los bancos de trabajo que van desde el nivel 530 hasta el nivel 660 ; en la zona que ha quedado sin trabajar se nota la presencia de material cuaternario y arcilloso en la cobertura, aumentando el contenido de desbroce en la explotación.

El caso para el Cerro Norte es particular, dado al alto buzamiento de los estratos, presenta un cerro empinado donde el lado norte la inclinación es suave por estar cubierto de material arcilloso, mientras que en el lado sur la inclinación es abrupta, por coincidir con la inclinación de los estratos de caliza.

3.1.3 ESTRATIGRAFIA

El yacimiento de roca caliza con ley aprovechable para la fabricación de cemento está contenido dentro de la llamada Formación Cajamarca, perteneciente al Grupo Otuzco del Cretáceo Superior (piso Turoniano, alrededor de 90 MA). Dicha Formación sobreyace al Grupo Quilquiñan, e infrayace a la Formación Celendín.

En el área afloran rocas sedimentarias correspondientes a la Formación Cajamarca y a la Formación Celendín del Cretáceo Superior como se describe a continuación.

FORMACION CAJAMARCA

Esta unidad está conformada por secuencias de capas de caliza pura de grano fino, de color gris oscuro a azulado, muy compactas con venillas de calcita. Se presenta en estratos gruesos con intercalaciones delgadas de caliza gris pardusca algo arcillosa con contenido de micritas de color pardas y gris claro; el rumbo promedio de estos estratos es de N 75° W y buzamiento variable desde sub-horizontales hasta 50°.

FORMACION CELENDIN

Esta unidad consiste en una secuencia de capas delgadas de caliza nodulares de color gris pardusca, con venillas de calcita y óxidos de Fe en fracturas, alternadas con margas calcáreas de color gris verdusco a pardo en capas delgadas y algunas ocurrencia de capas delgadas de arcilla; el rumbo de estos estratos es similar a la Formación Cajamarca, pero el buzamiento es mayor debido a que se encuentra en el eje del plegamiento mismo, llegando hasta casi la verticalidad.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA CANTERA-TEMBLADERA

ERA	SISTEMA	SERIE / FISO	UNIDAD	GROSOR (m)	COLUMNA	DESCRIPCION
	C R E T A C E O	M E D I O	Fm	61	+	Margas calcáreas de color gris en algunas capas caliza modulares y capas de arcilla, se tiene presencia de venillas de calcita.
			C E L E N D I N		+	
				+	Caliza gris, con estilolitas, en algunos casos con pirita puntuales y presencia de venillas de calcita.	
			14	+		
				+	Caliza gris oscura con venillas de calcita, con presencia de fósiles, pocas estilolitas y pirita diseminada en los niveles inferiores.	
			66	+		
			Fm	C A J A M A R C A	+	Caliza y caliza margosa, de color gris oscuro, con materia orgánico junto con las estilolitas, presencia de pirita diseminada y pocas venillas de calcita.
33	+					
	+	Caliza de buena pureza, de color gris compacta, con presencia de venas y venillas de calcita, escasa presencia de pirita, y algunos fósiles, en bancos potentes.				
41	+					
	+	Caliza gris oscura con presencia de materia organica en algunas capas, en otras venillas de calcita.				
40	+					
13	+	Margas calcareas de color gris oscuro con escasa venillas de calcita.				

3.1.4 ESTUDIO PETROMINERALOGICO DE LA CALIZA Y ANDESITA

Los estudios se han realizado principalmente a la variedad de la caliza y la roca intrusiva que es considerado como un contaminante potencial para la fabricación de cemento, a continuación se hace una descripción macroscópica generalizada, y la descripción microscópica se adjunta en el ANEXO 8.1.1.

CALIZA:

Son de origen clástico de grano fino, formado por fragmentos de carbonato orgánico o de caliza pre-existentes, constituido esencialmente por calcita CaCO_3 , muy pequeña proporción por dolomita $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, y adicionalmente impurezas silíceas y aluminicas.

La coloración de la caliza es variable desde un gris claro hasta un gris oscuro, predominando el gris oscuro, encontrándose algunas veces con pequeñas capas de materia orgánica, venillas de calcita o con micritas intercaladas de coloración rojiza a verde.

Los análisis químico arrojan para la caliza explotable valores de 85 % a 95 % de CO_3^- , con óxido de calcio útil hasta 51.3 % considerándosele por lo tanto caliza puras y finas.

Las calizas explotadas tienen las siguientes composiciones para los diferentes cerros de explotación.

CERRO ESTE

COMPOSICION	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Fe_2O_3	CO_3^-
RANGO	2.1-6.5	0.7-3.7	43.5-51.3	1.5-2.6	0.5-1.6	85-97

CERRO OESTE

COMPOSICION	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Fe_2O_3	CO_3^-
RANGO	7.7-11.7	2.9-5.3	41.3-49.0	1.5-2.3	0.5-1.9	77-87

CERRO NORTE

COMPOSICION	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Fe_2O_3	CO_3^-
RANGO	2.1-3.1	0.7-1.2	51.0-52.3	0.7-1.6	0.4-0.5	95-97

Se encuentra en la cantera en forma de diques de textura afanítica a porfirítica, con algunos cristales visibles de plagioclasas en una matriz de color gris verdosa, muy compacta de buena dureza cuando se encuentran sin alteración, también en algunos casos estos diques tiene presencia de mineral sulfuro (pirita) de forma diseminada y de forma euhedrales cúbicas que se han formado en el fracturamiento del dique mismo, siendo muchas veces este fracturamiento relleno por calcita (lo que explica porque presenta el dique contenido de CO_3^- con valores anómalos).

La composición química de estos diques es la siguiente:

COMPOSICION	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	CO ₃ ⁻
RANGO	45-54	17-21	7.5-8.0	2.5-4.5	5.5-7.0	14-21

El modo de ocurrencia de estos diques es debido al aprovechamiento de antiguas fallas reactivadas para su emplazamiento, cuyos buzamientos son verticales a sub-verticales.

3.1.5 TECTONICA

Las estructuras principales de la zona están relacionadas con la tectónica polifásica de compresión y levantamiento del dominio cordillerano que se inicio en el Cretáceo terminal (Santoniano), que definió en la región dos provincias estructurales: La provincia de pliegues y sobreescurrecimientos del borde Oeste de la cuenca Occidental y la provincia imbricada desarrollada en el frente Oriental.

La ubicación del Cerro Este corresponde a la primera provincia mencionada anteriormente y como resultado de las diferentes fases tectónicas posteriores del evento sedimentario (formación Cajamarca) muestra estructuras plegadas con deformaciones sencillas (plegamiento sub-vertical sin deformación penetrante) sin el rumbo predominante WNW-ESE. La faja plegada alcanza un buen desarrollo en el valle de Jequetepeque, con pliegues asimétricos de rumbo E-W, estando asociadas junto a ellas fallas antiguas que resurgieron con los sucesivos períodos de compresión y levantamiento como fallas inversas de alto buzamiento.

3.1.6 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

La cantera que abastece de materia prima (caliza) a la fábrica de Cementos Pacasmayo S.A.A. esta subdividida en tres zonas: La Cantera del Cerro Oeste, la Cantera del Cerro Este y la Cantera del Cerro Norte.

Estas Canteras se encuentran cortadas por diferentes sistemas de fallamientos y fracturamientos, siendo la principal falla o fractura la que originó la quebrada que separa a la cantera del Cerro Este de las canteras del Cerro Oeste y Cerro Norte, las fallas y fracturas principales tienen una orientación NE-SW y NW-SE.

En el Cerro Oeste hay dos diques potentes de 10 a 15 m emplazadas en fallas reactivadas, de composición andesítico en avanzado estado de alteración de tal forma que sólo en algunas zonas se puede reconocer a la roca andesítica ya que la mayor parte es arcillosa, estos dos diques cortan la Cantera del Cerro Oeste con una orientación NNW al NNE.

En el Cerro Este se tiene reconocido 4 diques de composición andesítica igualmente emplazadas en fallas reactivadas, de esos diques dos son las más importantes por su potencia de 1.5 a 2.5 m y una orientación casi paralela al norte; los otros dos diques son de menor potencia (de 0.5 a 1.5 m) y su dirección es más zigzageantes con una orientación promedio de NW.

Estos diques ocurren aprovechando las fracturas de la roca caliza tanto en el Cerro Este como en el Cerro Oeste; también se encuentran fallas de desplazamiento normales esto se ha podido comprobar siguiendo algunos estratos guías.

Las fracturas que se tiene son de abertura variable, desde escasos milímetros hasta unos 15 centímetros, sobre todo el Cerro Oeste es una zona de múltiples fallamientos y fracturamiento, tal es así que conforme nos aproximamos a las quebradas el grado de fracturamiento aumenta, del mismo modo ocurre al aproximarnos al eje del plegamiento.

Además de los diques que ocurren en la Cantera de operación se tiene la ocurrencia de sill que se ubica en los alrededores de la zona de explotación (lo tenemos en el Grupo Quilquiñan) .

Se tiene un plegamiento principal compuesto por un sinclinal que tiene su eje orientado hacia el WNW - ESE, cambiando a E - W, sólo cerca de la quebrada que separa a las canteras del Cerro Este y Cerro Oeste; es asimétrico y ondulado, donde el flanco norte es más parado con buzamientos de hasta 45° , mientras que el flanco sur es más echado siendo el buzamiento generalmente menor de 25° ; este plegamiento genera plegamientos menores locales cercano a la superficie representados por un anticlinal y sinclinal que se puede observar en el flanco sur del plegamiento principal.

Las calizas tienen una orientación promedio de N 75° W para ambos extremos de los flancos del plegamiento, pero con una inclinación variable como se indicó anteriormente, sin embargo la zona cercana al eje del plegamiento muestra la mayor variación para la inclinación de los estratos, encontrándose estratos sub verticales y sub horizontales a consecuencia del mismo plegamiento.

3.1.7 PROPIEDADES DE LA CALIZA

En el estudio geotécnico se realizó algunas pruebas para determinar las propiedades físicas y geotécnicas de las rocas más representativas de la cantera (horizonte B de la Formación Cajamarca), los ensayos se realizaron en la PUCP.

CARACTERISTICAS FISICA

Se realizó a una roca intacta de caliza de grano fino sin fractura notoria, con el siguiente resultado obtenido:

- Densidad (gr/cm³) = 2.65

- Porosidad (%) = 0.80

Lo que corrobora lo esperado, que es una roca de baja porosidad por la gran compactación con grano fino, y la densidad está dentro de los valores normales para este tipo de roca.

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

A) Ensayo de corte directo.- Es para hallar el ángulo de fricción residual (ϕ_r), para esto se han utilizado tres muestras con los resultados siguientes:

Muestra 1.- Se trata de una muestra de estrato con superficie bastante rugosa e irregular con óxidos y calcita con $\text{Ør} = 42^\circ$; se puede considerar que este valor esta dentro de los valores máximos que se pueden encontrar en la zona de estudio.

Muestra 2.- Muestra de plano de estratificación liso, sin relleno, con $\text{Ør} = 37^\circ$.

Muestra 3.- Es de plano de discontinuidad de corte, medianamente rugosa, con ligero relleno de calcita, $\text{Ør} = 37^\circ$; esto se puede considerar como un valor representativo de la mayoría de las discontinuidades que se tiene en la cantera.

B) Ensayo de resistencia a compresión uniaxial.- es para clasificar a la roca de acuerdo a su dureza y caracteriza a la roca intacta; para esto se uso la muestra intacta sin fracturas notorias que es la representativa del horizonte B de la Formación Cajamarca, con dos análisis:

Muestra 4-A = 165 MPa y muestra 4-B = 160.9 MPa; lo que da como promedio 163 MPa, esto indica que se trata de una roca de resistencia alta a muy alta, esto se reconoce también por lo duro que es para romper con el martillo geológico.

WORK INDICE (Wi)

Este valor se ha determinado adicionalmente por considerarsele importante en la molienda de la caliza, los valores obtenidos corresponden a muestreos superficiales que se han realizado para la cantera del denominado Cerro Este.

El índice de trabajo (Wi) es una teoría acerca de la molturación y de pruebas de laboratorio de material molturado; es decir se ocupa de la relación existente entre el requerimiento de energía por un lado y el tamaño de la partícula del producto resultante de un tamaño determinado de material de alimentación por otro lado.

La fórmula que lo representa es:
$$Wi = \frac{44.5}{P_i^{0.23} G_i^{0.82} \left(\frac{10}{\sqrt{X_2}} - \frac{10}{\sqrt{X_1}} \right)}$$

Donde: Wi : Índice de Trabajo según Bond

Pi : Tamaño de partícula de malla de referencia (150 μm)

Gi : Producto neto molido por revolución (3 últimas determinaciones)

X2: Tamaño en micras que pasa 80 % de producto final fino

X1: Tamaño en micras que pasa 80 % de la alimentación

Para la molienda seca se multiplica el resultado por 1.30

En los gráficos siguientes se observa que el horizonte B es la que presenta mayor homogeneidad y de valores más bajos en promedio, la mayor variabilidad se nota en los horizontes D y E para las líneas de muestreo A y B, siendo los valores promedios altos para estos horizontes mencionados. En la línea de muestreo C , se tiene los valores con menos variación para todos los horizontes

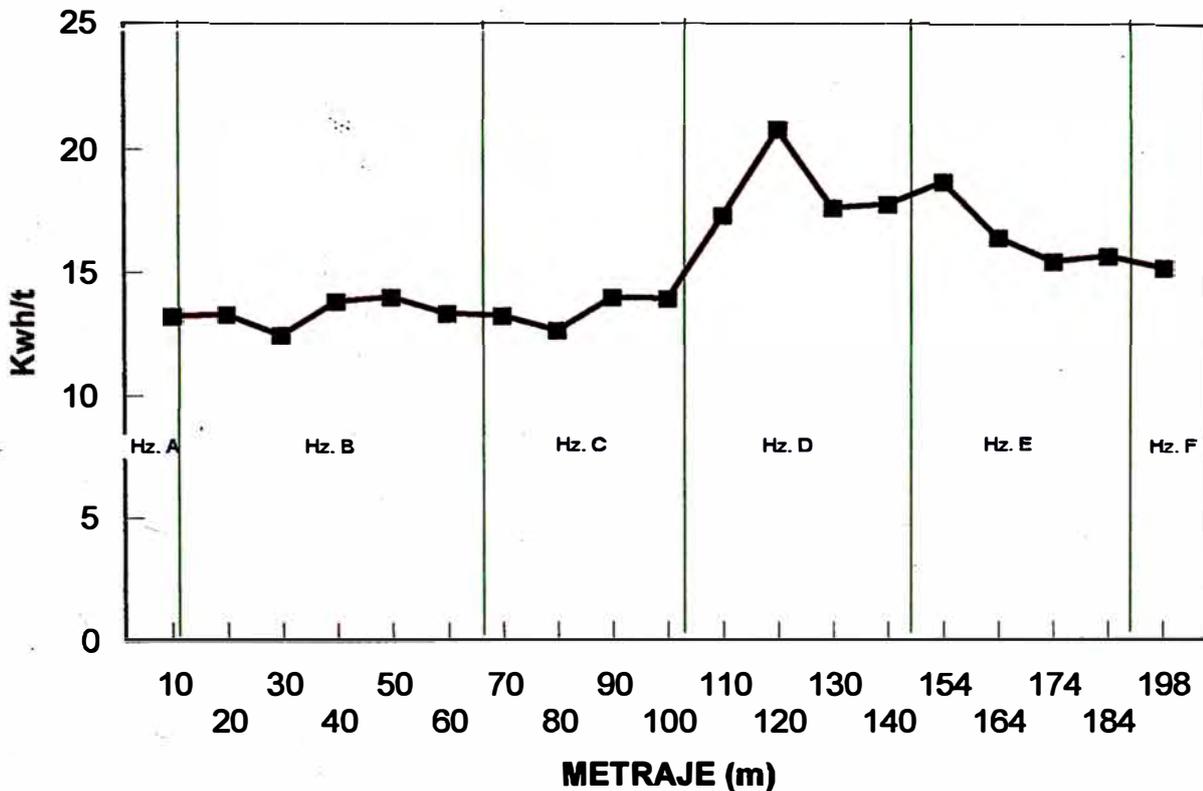
INDICE DE TRABAJO (Wi)

LINEA A

METRAJE	kWh/t
000 - 010	13.20
010 - 020	13.28
020 - 030	12.42
030 - 040	13.78
040 - 050	13.98
050 - 060	13.30
060 - 070	13.19
070 - 080	12.60
080 - 090	13.92
090 - 100	13.87
100 - 110	17.23
110 - 120	20.70
120 - 130	17.53
130 - 140	17.67
140 - 154	18.55
154 - 164	16.32
164 - 174	15.33
174 - 184	15.55
184 - 198	15.05

L	METRAJE	HORIZONTE	Wi(Kwh/t)
I	000 - 008	A	13.20
N	008 - 066	B	13.33
E	066 - 102	C	13.40
A	102 - 144	D	18.28
	144 - 192	E	16.44
A	192 - 198	F	15.05

METRAJE Vs. Kwh/t



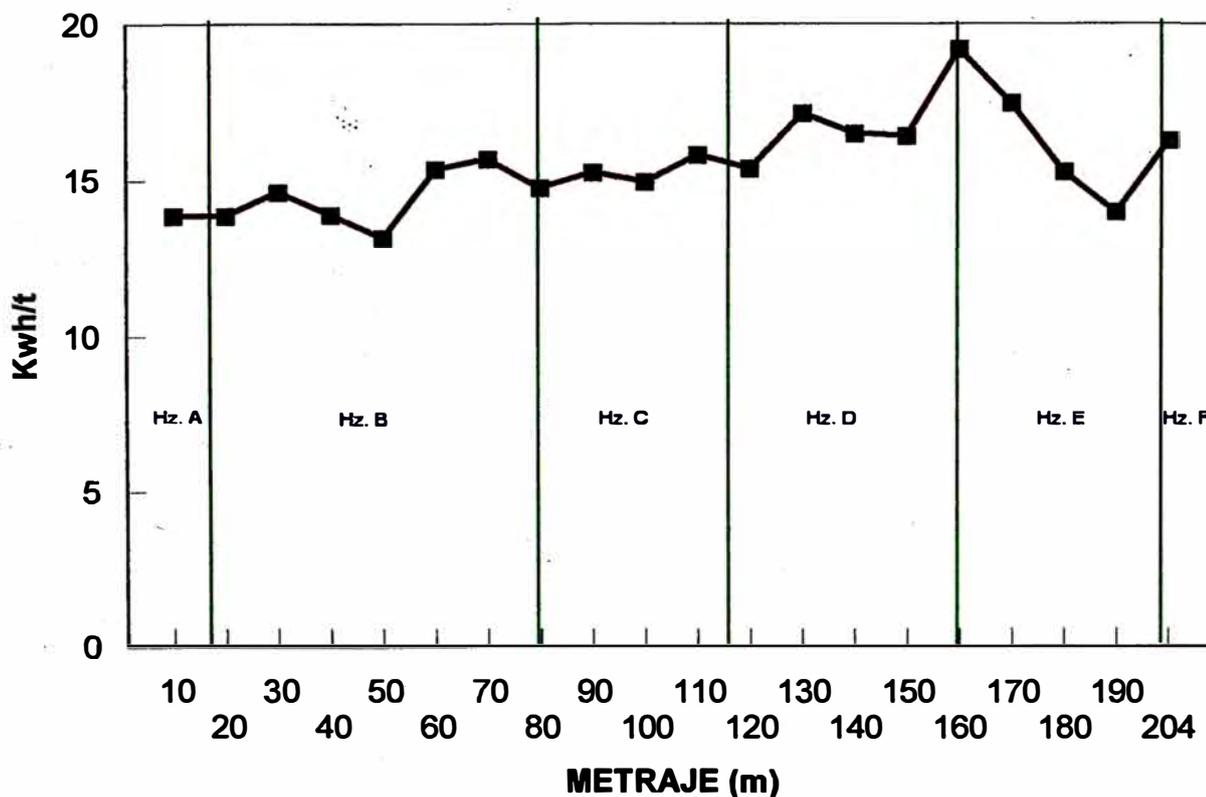
INDICE DE TRABAJO (Wi)

LINEA B

METRAJE	kWh/t
000 - 010	13.88
010 - 020	13.88
020 - 030	14.63
030 - 040	13.90
040 - 050	13.17
050 - 060	15.37
060 - 070	15.70
070 - 080	14.77
080 - 090	15.26
090 - 100	14.97
100 - 110	15.82
110 - 120	15.39
120 - 130	17.16
130 - 140	16.50
140 - 150	16.42
150 - 160	19.20
160 - 170	17.48
170 - 180	15.28
180 - 190	14.00
190 - 204	16.28

L	METRAJE	HORIZONTE	Wi(Kwh/t)
I	000 - 014	A	13.88
N	014 - 078	B	14.49
E	078 - 116	C	15.36
A	116 - 160	D	17.32
	160 - 200	E	15.76
B	200 - 204	F	16.28

METRAJE Vs. Kwh/t



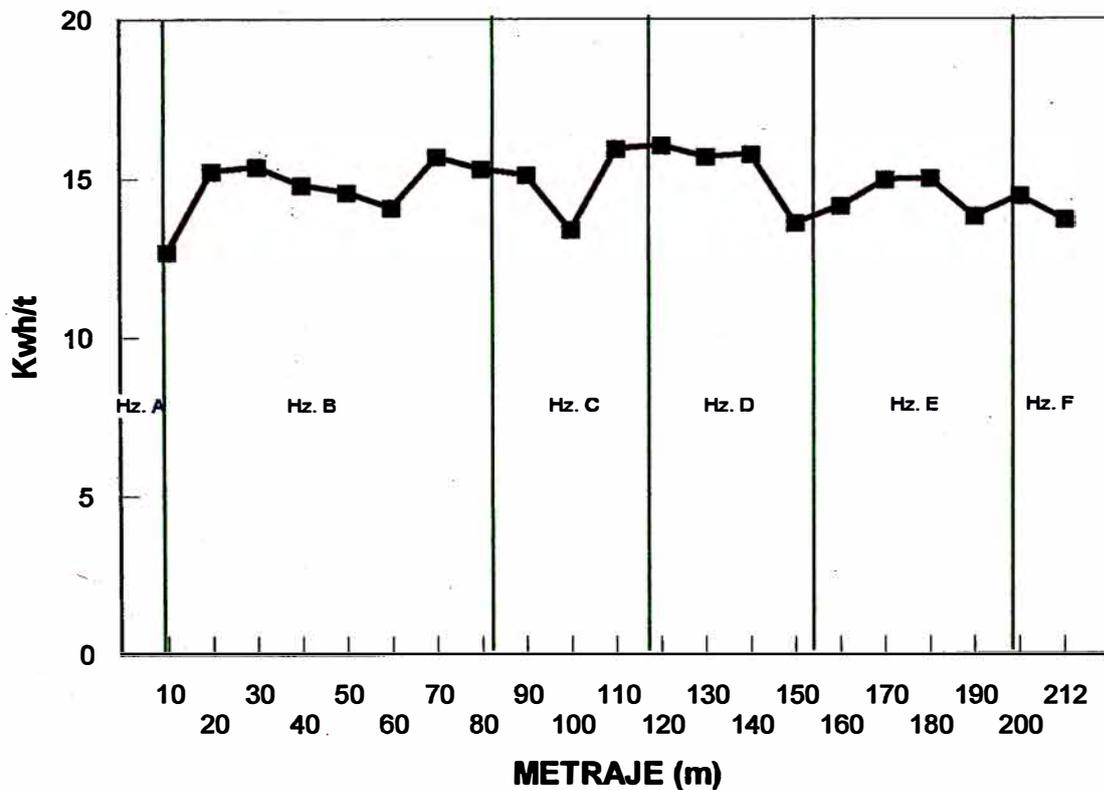
INDICE DE TRABAJO (Wi)

LINEA C

METRAJE	kWh/t
000 - 010	12.69
010 - 020	15.22
020 - 030	15.36
030 - 040	14.79
040 - 050	14.55
050 - 060	14.08
060 - 070	15.66
070 - 080	15.28
080 - 090	15.09
090 - 100	13.37
100 - 110	15.91
110 - 120	16.00
120 - 130	15.65
130 - 140	15.73
140 - 150	13.60
150 - 160	14.12
160 - 170	14.94
170 - 180	14.98
180 - 190	13.81
190 - 200	14.43
200 - 212	13.69

L	METRAJE	HORIZONTE	Wi(Kwh/t)
I	000 - 008	A	12.69
N	008 - 084	B	14.99
E	084 - 120	C	15.09
A	120 - 158	D	14.78
	158 - 204	E	14.54
C	204 - 212	F	13.69

METRAJE Vs. Kwh/t



CAPITULO IV

4.1 SONDAJES DIAMANTINAS

4.1.1 GENERALIDADES

DH-1 y DH-2

REQUERIDA POR: Cementos Norte Pacasmayo S.A.

FECHA REALIZADA: del 11 de Agosto al 23 de Noviembre de 1964

UBICADAS POR : Ing. R. Groschoopp

EJECUTADA POR: Atlas Copco Peruana S.A.

MAQUINA: Craelius Drill Type X-4

ANALISIS DE LOS TESTIGOS POR: Cementos Norte Pacasmayo S.A.

H-6, H7 y H-8

REQUERIDA POR: Cementos Norte Pacasmayo S.A.

FECHA REALIZADA: del 02 de Junio al 20 de Julio de 1992

UBICADAS POR : Ing. J. Castañeda , Ing Luis Arnao

EJECUTADA POR: A. Gómez Hnos. S.R.L.

MAQUINA: Mach 1200 con cabezal hidráulica

ANALISIS DE LOS TESTIGOS POR: Cementos Norte Pacasmayo S.A.

4.1.2 DATOS GENERALES DE LOS SONDAJES :

TALADRO	COORDENADAS		PROF. (m)	DIRECC.	INCLINACION
	ESTE	NORTE			
DH-1 (*)	707,676.2	9'198,750.2	211.22	-	- 90°
DH-2 (*)	707,558.5	9'198,780.5	183.66	-	- 90°
H-6	707,850.4	9'198,719.8	277.25	S 06° E	- 65°
H-7	707,922.5	9'198,834.7	220.70	S 20° E	- 80°
H-8	707,977.4	9'198,829.1	246.75	N 25° E	- 62°

(*) Inicialmente se encontraba en cotas y coordenadas relativas y cuentan con poca información estos dos sondajes.

Con los 2 taladros de perforación diamantina se tenía información parcial del Cerro Este, para tener mayor seguridad del material en el resto del Cerro Este se programó la realización de 3 perforaciones diamantinas como mínimo, con estos tres taladros se trato de obtener la máxima información posible de la Cantera del Cerro Este; para cumplir con este fin se programaron que las tres perforaciones diamantinas se perforen con determinada inclinación con el siguiente criterio.

- El taladro H-6 se hizo con una dirección S 06° E y buzamiento - 65° para tratar de cortar en forma casi perpendicular a los estratos del flanco sur del sinclinal.
- El taladro H-7 se hizo con una dirección S 20° W y buzamiento - 80° para tratar de cortar en forma casi perpendicular a los estratos que están en el eje del sinclinal.
- El taladro H-8 se hizo con una dirección N 25° E y buzamiento - 62° para tratar de cortar en forma casi perpendicular a los estratos del flanco norte del sinclinal.

Los sondajes diamantinos DH-1 y DH-2, tienen análisis de compósitos, por lo que no se le puede dar mayor descripción como si se hace para los tres últimos taladros en este estudio.

4.1.3 DESCRIPCION LITOLOGICA DE LOS SONDAJE DIAMANTINOS

PARA H-6

HORIZONTE	PROF. (m)	DESCRIPCION
FORMACION CELENDIN	00.00 a 52.00	Margas calcáreas y caliza margosa de color gris pardusco con tonos verduscos y marrones, se nota presencia de pocas venillas de calcita y ocasionalmente presencia de óxidos de Mn en fracturas, cerca del contacto con el <i>horizonte A</i> la marga se vuelve más calcárea y tiene presencia de venillas de calcita de modo más notorio y la coloración de la roca es predominantemente gris oscuro.
A	52.00 a 64.00	Aquí la roca es caliza propiamente de color gris oscuro con venillas de calcita y presencia de óxidos aprovechando ciertas fracturas, en este horizonte se puede ver que conforme se profundiza, se tiene presencia de roca gris clara y escaso pirita diseminada, así como algunos microfósiles.
B	64.00 a 130.00	Este horizonte esta compuesto casi exclusivamente por caliza, de color gris a gris oscura con venillas de calcita, en algunos tramos abundante presencia de microfósiles, también en algunas suturas presencia de estílolitas con materia orgánica principalmente en la parte más profunda de este tramo y muy escasamente presencia de pirita diseminada.
C	130.00 a 164.00	Presenta intercalaciones entre caliza y caliza margosa de color gris oscuro, en el cual se tiene estílolitas frecuentes y concentraciones de fósiles en algunos niveles, así como la presencia de venillas de calcita esta presente en algunos tramos, la pirita también esta de modo diseminado en ciertas capas reconocidas principalmente en los 10 últimos metros de este horizonte.
D	164.00 a 206.00	Predominio de rocas de caliza de alta ley sobre la caliza, de color gris, con algunas diseminaciones de pirita y la presencia de venillas de calcita en gran parte de la roca con forma de venillas anchas que alcanzan algunos centímetros, ocurrencias esporádicas de óxidos de fierro, así como en algunas fracturas se tiene estílolitas con materia orgánica, siendo los niveles fosilíferos escasos.
E	206.00 a 254.00	Presencia de roca caliza de color gris a gris oscura, teniendo algunos niveles presencia de microfósiles, escasa presencia de pirita diseminada en ciertos niveles, sin embargo se tiene materia orgánica en algunas suturas que llega hasta 1 cm de espesor, en los últimos 25 metros disminuye ligeramente la presencia de materia orgánica y aumenta el contenido de calcita en venillas.
F	254.00 a 277.25	Predominio de margas calcáreas que se encuentran interestratificadas con la caliza margosa de color gris, en ciertas zonas más oscuras se tiene presencia de materia carbonosa (generalmente menor de 1 cm), entre los estratos de espesor variable, los tramos gris muestran menor contenido de esta materia orgánica y aumento ligero de contenido de calcita en venillas, la presencia de fósiles es escaso en este horizonte así como la pirita diseminada.

PARA H-7

HORIZONTE	PROF. (m)	DESCRIPCION
FORMACION CELENDIN	00.00 a 58.00	Se tiene predominio de las margas calcáreas sobre la caliza margosa, estas rocas se encuentran interestratificadas con algunas capas de margas que presenta fractura astillosa, color predominante de la roca es gris con tonos pardos y verdusco generalmente en capas delgadas, con escasos fósiles y poca estilolitas como pirita diseminado, la caliza gris y gris oscuro presentan venillas de calcita más gruesas.
A	58.00 a 96.00	Predominio de rocas calizas sobre las calizas margosas que están interestratificadas, la coloración predominante es gris y gris oscura, se tiene presencia de estilolitas en algunos niveles con contenido de materia orgánica, así como la presencia de microfósiles, la presencia de venillas de calcita varia siendo en algunos tramos escaso y en otros notorio, la pirita diseminada sólo se encuentra de modo puntual.
B	96.00 a 164.00	Compuesto predominantemente de roca caliza de color gris y en algunos tramos de color gris oscuro, presenta gran parte del horizonte venillas de calcita que alcanza algunos centímetros de espesor y en otros se presenta de modo irregular, por otro lado las estilolitas con relleno de material carbonosa no es frecuente, tampoco la diseminación de pirita.
C	164.00 a 196.00	Predominio de la caliza sobre la caliza margosa que están intercaladas, el color predominante es gris oscuro debido a la abundancia de la materia orgánica que se encuentran en las estilolitas, también se tiene algunos niveles con presencia de pirita diseminada, las venillas de calcita están presente en escasa cantidad.
D	196.00 a 220.70	Interestratificación de caliza con caliza de alta ley, de color gris, con presencia de algunos fósiles en muchos niveles de este horizonte, mientras que las estilolitas son menos frecuentes, así como la diseminación de pirita, la calcita se encuentra presente mayormente en venillas y en algunos casos en granos irregulares.

PARA H-8

HORIZONTE	PROF. (m)	DESCRIPCION
FORMACION CELENDIN	00.00 a 72.00	Se tiene intercalaciones de capas variables intercaladas con predominio de las margas calcáreas con menor predominio de caliza margosa, margas y caliza en ese orden de importancia, la coloración es variable de gris, pardos, verduscos y marrón, con ocurrencia ocasional de venillas de calcita y algunos óxidos de fierro y manganeso, se tiene presencia de algunos microfósiles en el nivel inferior de este horizonte.
A	72.00 a 88.00	Interstratificación de caliza con caliza margosa siendo la caliza margosa menos importante, de color gris con venillas de calcita, también es algo frecuente la ocurrencia de microfósiles, mientras que la estilolitas con materia orgánica es muy escasa.
B	88.00 a 152.00	Roca caliza de color gris clara con intercalaciones de capas muy delgadas de materia orgánica, que en algunos casos puede tener presencia de calcita esta forma de ocurrencia puede tener un espesor de hasta 5 cm, en algunos niveles se tiene presencia de microfósiles y en otros pirita diseminada, las venillas de calcita no son muy frecuentes, pero algunas veces estas calcitas ocurren de modo irregular, las estilolitas son escasas.
C	152.00 a 186.00	Presencia de intercalaciones de caliza y caliza margosa predominando las primeras, el color es variable de gris a gris oscuro, se tiene presencia de materia carbonosa en capas delgadas y en algunos niveles más continuos, las venillas de calcita son poco frecuentes, mientras que en muchos niveles se puede reconocer la ocurrencia de pirita diseminada, los microfósiles son hallados en ciertos niveles y las estilolitas son muy eventuales.
D	186.00 a 230.00	Presencia de intercalaciones de caliza y caliza de alta ley con predominio de este último, de color gris con contenido de calcita en venillas y de modo irregular, el contenido de estilolitas es poco frecuente así como el contenido de materia orgánica, la presencia de pirita diseminada es muy escasa, así como los microfósiles.
E	230.00 a 246.75	Roca caliza con capa intermedia de roca margosa, estas rocas son de color gris a gris oscuro, con poca presencia de calcita en venillas, el contenido de pirita diseminada aumenta respecto al horizonte anterior, las estilolitas están relacionadas aparentemente con la ocurrencia de materia carbonosa.

4.1.4 INFORMACION GEOFISICA DE LOS SONDAJES DIAMANTINOS

Se han determinado información como porcentaje de recuperación, RQD y grado de fracturamiento en gran parte de las corridas de los tres últimos sondajes como se muestra a continuación:

RQD (ROCK QUALITY DESIGNATION)

Sirve para estimar el grado de fracturamiento de la roca, mide el porcentaje de recuperación de testigos modificado, considerando a los trozos de testigos sólidos mayores de 10 cm como recuperación.

El siguiente es la expresión matemática de la recuperación para el RQD:

$$RQD = 100 \times \frac{\text{Longitud de testigos mayores de 10 cm}}{\text{Longitud de la perforación}} = 100 \sum X_i / L$$

DEERE (1964) propuso la siguiente relación entre el valor numérico RQD y la calidad de la roca:

RQD	< 25 %	25 - 50 %	50 - 75 %	75 - 90 %	90 - 100
Calidad de roca	Muy mala	Mala	Regular	Buena	Muy buena

Para los sondajes realizados se puede notar que el RQD es bastante variable para el horizonte superior que corresponde a la Formación Cajamarca Superior en los tres últimos sondajes (H-6, H-7 y H-8), se nota que para H-6 tiene valores excelente para los horizontes B al F, para H-7 presenta valores variables superior a 70 % para casi todos sus datos, que se puede explicar porque este sondaje se encuentra ubicado cerca del eje del sinclinal principal que afecta a la caliza de nuestra cantera. Para H-8 la ocurrencia es similar al H-7, siendo su valor más bajo 58.2 % que esta dentro del horizonte C, para los otros horizontes de este sondaje (B, D, E y F) el valor de RQD es bastante aceptable superando el 90 %.

RECUPERACION DE TESTIGOS

Es un primer indicador de la calidad de la roca, ya que existe una relación directa entre recuperación y calidad, así por ejemplo una recuperación de 100 % se obtiene en una roca de muy buena a excelente calidad geotécnica y una recuperación baja indica una calidad deficiente.

En nuestros gráficos se puede apreciar que tiene mejor porcentaje de recuperación el horizonte D, luego el horizonte C, salvo para un tramo que pertenece al H-7. La menor recuperación se aprecia para la Formación Cajamarca Superior.

GRADO DE FRACTURAMIENTO

Se puede clasificar el grado de fracturamiento como: *intenso*.- cuando el fracturamiento es apreciado en los testigos en tramos cortos que pueden ser menores de 10 cm, *moderado*.- el fracturamiento se presenta en tramos comprendido entre 10 a 100 cm y *débil*.- cuando el fracturamiento observado en los testigos se aprecia en tramos mayores a 100 cm.

En resumen la caliza de Tembladera presenta la siguiente clasificación para sus distintos horizontes reconocidos:

Formación Celendín.- Tiene fracturamiento predominantemente moderado con alternancia de intensas que se reconoce en H-7 y H-8 en el nivel superior, pero cerca del contacto con el horizonte A es mayormente débil.

Horizonte A.- Fracturamiento débil y moderado con pequeñas capas de fracturamiento intenso.

Horizonte B.- Fracturamiento débil a moderado en la parte superior luego moderado.

Horizonte C.- Fracturamiento débil a moderado y sólo pequeñas capas con fracturamiento intenso.

Horizonte D.- Fracturamiento débil a moderado con pequeñas capas que es intensa.

Horizonte E.- Fracturamiento débil a moderado.

Horizonte F.- Fracturamiento débil a moderado.

4.1.5 INFORMACION DE ANALISIS POR Rx.

Se han realizado análisis completo a las muestras que se han obtenido de los últimos sondajes diamantinos (H-6, H-7 y H-8) y de los muestreos superficiales, los valores que se obtienen se puede interpretar de la siguiente manera:

- valores altos de CaO y CO₂, indica que la caliza está formada principalmente de calcita.
- valores de 1 a 2 % de MgO, indica presencia de mineral dolomita y puede ser considerado como caliza magnesianas.
- valores altos de SiO₂, indica la presencia de muchos detritos o la presencia de pedernal (chert).
- valores altos de alumina conjuntamente con SiO₂, puede deberse a componentes de amterial pizarrosa asociadas a la caliza arcillosa, formado en un ambiente, menos estable.

Se han elaborado cuadros indicando los resultados de la composición química de la roca caliza; estos análisis han influenciado para hacer la clasificación de los diferentes horizontes, como se resume en el ANEXO 8.1.3.

4.2 CORRELACION CON EL MAPEO SUPERFICIAL

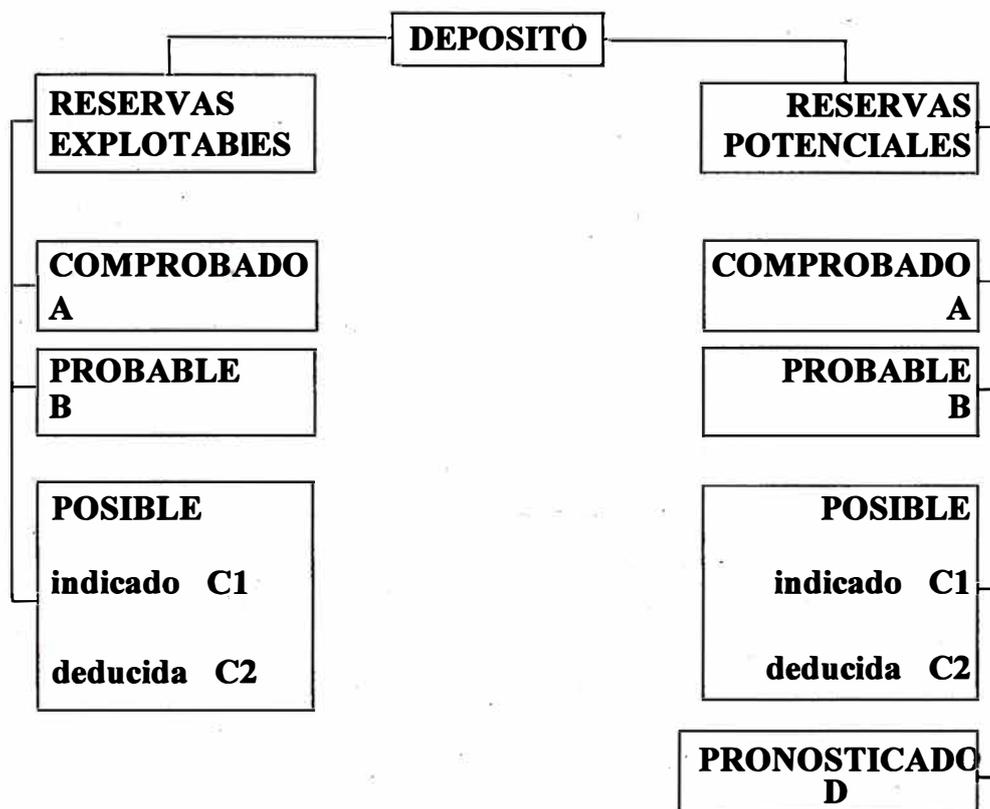
La correlación de los sondajes con el mapeo superficial se hizo con el apoyo de tres líneas de muestreo superficial que se ubicaron estratégicamente donde se podía tener acceso, teniendo en cuenta que la variación horizontal de la calidad del estrato es mínima, se pudo correlacionar cada horizonte determinado en los sondajes diamantinos como en el muestreo superficial.

Con estos resultados se ha elaborado un cuadro donde se resume la calidad del principal componente ($\text{CO}_3^{=}$) para cada horizonte determinado de la cantera, en el cual se puede notar la semejanza en la calidad entre los sondajes y muestreos superficiales, sucediendo lo mismo con los demás componentes que se obtiene en los análisis de Rx, ver ANEXO 8.1.3.

CAPITULO V

5.1 CALCULO DE RESERVAS

Para el cálculo de reservas se ha tenido como criterio el sistema alemán de clasificación de depósitos que tiene dos grupos de depósitos como se muestra en la tabla siguiente:



Reservas explotables .- Son aquellas que convienen desde el punto de vista de la calidad bajo las condiciones actualmente vigentes.

Reservas potenciales .- Son aquellas que aunque no cumplen con los requisitos de calidad vigentes en la actualidad, puede tener utilidad en el futuro, además dentro de estos también están las reservas que no son accesibles en la actualidad por alguna razón (como puede ser alguna construcción), pero que pueden ser explotadas en el futuro.

El sistema alemán de clasificación tiene la ventaja de definir el error sistemático de la estimación como se muestra en la tabla siguiente:

GRUPOS					
CLASE	Probado	Probable	Posible		pronosticado
			Indicado	deducido	
Límite de error (%)	± 10	± 20	± 30	± 30	ninguno
Fiabilidad de la predicción	> 90	70 - 90	50 - 70	30 - 50	10 - 30

5.1.1 CRITERIO PARA EL CALCULO DE RESERVAS

Los criterios tomados en el cálculo de reservas para la cantera son:

- La estructura geológica del depósito:
 - * Tectónica
 - * estratificación, capas
 - * buzamientos y rumbos
 - * Sobrecarga
- Límite cualitativo (características)
 - * químico
 - * mineralógico
 - * físico
- Leyes y restricciones
- Aspectos económico
- Nivel de agua subterráneas y freáticas, drenajes.

5.1.2 METODO PARA EL CALCULO DE RESERVAS

El método para el cálculo de reservas para la cantera actual de explotación se realizó en base a secciones cada 100 metros, en el cual se ha localizado los diferentes horizontes obtenidos en el mapeo geológico; estas secciones se han realizado en la dirección norte sur vistas al este.

5.1.3 CUADRO RESUMEN DE LAS RESERVAS

Para determinar este cálculo se ha realizado para cada horizonte el cual se muestra a continuación:

HORIZONTE	AREA (m ²)	DISTANCIA (m)	VOLUMEN (m ³)	P. E. (TM/m ³)	PESO (TM)
CELENDIN	36,195.8	100	3,619,577.0	2.5	9,048,942.5
A	18,151.3	100	1,815,133.5	2.5	4,537,833.8
B	115,161.7	100	11,516,165.5	2.5	28,790,413.8
C	98,517.2	100	9,851,716.0	2.5	24,629,290.0
D	115,587.5	100	11,558,747.0	2.5	28,896,867.5
E	152,933.6	100	15,293,361.5	2.5	38,233,403.8
F	56,466.9	100	5,646,690.5	2.5	14,116,726.3
	593,013.9	100	59,301,391.0	2.5	148,253,477.5

Considerando sólo la caliza explotable, las nueva reserva de acuerdo a la calidad del material excluye a los horizontes de Fm. Celendín, A y F, quedando finalmente la siguiente reserva:

HORIZONTE	AREA (m ²)	DISTANCIA (m)	VOLUMEN (m ³)	P. E. (TM/m ³)	PESO (TM)
B	115,161.7	100	11,516,165.5	2.5	28,790,413.8
C	98,517.2	100	9,851,716.0	2.5	24,629,290.0
D	115,587.5	100	11,558,747.0	2.5	28,896,867.5
E	152,933.6	100	15,293,361.5	2.5	38,233,403.8
	482,200	100	48,219,990.0	2.5	120,549,975.1

Es decir la caliza explotable probada es 120`549,975.1 TM (-10%) = **108`494,977.50 TM**.

CAPITULO VI

6.1 APLICACION DE LA GEOLOGIA EN LA CANTERA DE CALIZA

6.1.1 CONTROL DEL MATERIAL EN CANTERAS

Siendo el principal componente de materia para la elaboración del cemento, la roca caliza es necesario conocerlo bien, así como las impurezas que pueda tener, esto se puede realizar anticipadamente con un conocimiento de geología básico.

PROCEDIMIENTO:

Se hace un reconocimiento previo de las zonas de trabajo para poder diferenciar las zonas de probable explotación, se realiza el muestreo y análisis de contenido de $\text{CO}_3^{=}$ inmediatamente en el laboratorio de Canteras.

METODO DE MUESTREO

El muestreo que se realiza se hace de 3 formas:

muestreo de perforación y carguio que nos permite conocer con anticipación la ley de $\text{CO}_3^{=}$ de la caliza; y el muestreo de la tolva que es para comprobar la ley de $\text{CO}_3^{=}$ que se despacha de la Cantera a fábrica.

Muestreo de perforación.- Este muestreo se realiza de los detritos que se obtiene de cada taladro perforado con la track drill. La recuperación debe obtenerse de los 10 m de perforación (representa unas 400 Tm de material fragmentado) que sirve para el banqueo, de esta forma se tiene un control de cada zona fragmentada.

Muestreo de carguio.- Es el muestreo que se realiza después del disparo o voladura de la caliza, este muestreo es permanentemente mientras dura el carguio para tener la ley promedio del material cargado o destinarlo como un posible stock para otro posible uso, de acuerdo a los resultados de los análisis. Una muestra de 50 Kg. puede representar a 500 TM de material de carguio.

Muestreo en la tolva.- Es un muestreo representativo que se realiza en la tolva de despacho para comprobar la calidad del material que se envía a fábrica, este muestreo se realiza periódicamente, principalmente mientras dura la trituración.

Se entiende por muestras representativa de carguio y de la tolva, a aquellas muestras tomadas en el muestreo que representa a una cantidad mayor en volumen.

El muestreo de la perforación ayuda a conocer anticipadamente el tipo de material que se tiene antes del carguio, con bastante aproximación. Por ser este muestreo la representación lineal algunas veces no detecta algunos **contaminantes** como pueden ser los diques que al tener un espesor reducido se encuentra entre los taladros (sin ser perforado sobre ello), lo que tendrá que ser tenido en cuenta en los resultados que se obtenga como promedio de los disparos.

ANALISIS

El análisis que se realiza en el laboratorio de Canteras a las calizas muestreadas es específicamente del contenido de $\text{CO}_3^{=}$ por considerarse de mayor importancia para identificar el tipo de caliza y poder determinar si el rango esta dentro de lo requerido por fábrica.

Además se realiza un análisis complementario en el laboratorio de fábrica con el equipo de rayos X donde se determina los demás componentes como SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , K_2O y SO_3 .

PASOS PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE $\text{CO}_3^{=}$

- A la muestra obtenida del muestreo se lo tritura por una trituradora pequeña que lo reduce en fragmentos menores de 1 cm
- Posteriormente se realiza el cuarteo respectivo hasta obtener una muestra de 0.5 Kg.
- A la muestra obtenida se le pulveriza hasta que pase por la malla No 170 ASTM
- De la muestra pasante se pesa 1.25 grs
- Se le agrega ácido clorhídrico 0.5 N 50 ml
- Se pone en una estufa para su ebullición por 2 minutos
- Se le agrega el indicador fenoltaleina ($\text{C}_2\text{OH}_4\text{O}_4$) 3 gotas
- Se titula con hidróxido de sodio 0.25 N hasta que adquiera el color grosella.
- Se anota la cantidad de NaOH consumida
- Se obtiene el % de $\text{CO}_3^{=}$ de la siguiente forma:
 $\% \text{CO}_3^{=} = 100 - V \text{NaOH}$.

6.1.2 ESTABILIDAD DE TALUDES

Esto es importante considerarlo para los diseños de bancos de trabajo y las bermas, así como del pit final en la explotación a cielo abierto, para mantener la seguridad en las operaciones. Con este estudio se logra:

- evitar caída o deslizamiento de bloques o material suelto
- colapso parcial de un banco
- colapso general del talud de excavación.

ANALISIS DE ESTABILIDAD

Para el presente estudio se recolectó información geológica, geotécnica de líneas de detalle ubicadas sobre los cortes de la carretera y afloramientos que se tenían en diversos sectores del Cerro Este, con ensayos de roca intacta en laboratorios y complementado con las informaciones geológicas que se tenían de esta cantera.

Esta información recolectada, fue procesada y analizada mediante técnicas estereográficas por SVS, los resultado del análisis se incluyen en el anexo.

ANALISIS E INTERPRETACION DE LA INFORMACION ESTRUCTURAL

El área de los 3 bloques de explotación se encuentran dentro del Dominio Estructural 1; es decir coincide con la orientación más favorables con respecto a las características estructurales del macizo rocoso, por esta razón los ángulos de diseños de los taludes de los bancos es alto ($>70^\circ$), por lo que se puede preveer que los problemas de estabilidad serán mínimas durante la operación de la cantera.

Por esta razón es recomendable mantener una orientación de las caras del banco aproximadamente Este - Oeste, y tener cuidado con la voladura para que no deje rocas muy fracturadas (excesos de overbreak), que es riesgoso para el empuje del tractor que trabaja cerca del talud de los bancos.

Se ha notado que la zona más inestable es el sector que se aproxima al eje del plegamiento por la mayor inclinación de los estratos y por la mayor concentración de fracturas.

La información adicional ha demostrado que las características de las familias de discontinuidades presentes se mantienen salvo pequeñas diferencias en la orientación promedio.

DIACLASAMIENTO

Se observan dos sistemas de fracturas principales :

1° con rumbo N 33° y buzamiento 78° SE y

2° con rumbo N 123° y buzamiento de 90°.

Estos sistemas de fracturas se deben principalmente a esfuerzos de corte mas que de tracción.

6.1.3 CLASIFICAR LOS MATERIALES PARA ESTIMAR LAS RESERVAS

La operación en la cantera de caliza, busca cumplir con la calidad solicitada por la fábrica de cemento, para que esto ocurra se tiene que tener reconocido las zonas con los distintos materiales alternativos.

Esta clasificación se hace en base a los sondajes diamantinos, que ha permitido reconocer de modo aceptable distintos horizontes de calidad variable, sin embargo para ajustar la precisión se hace seguimiento de la calidad que se obtiene en los taladros para producción, destinándose un porcentaje del peso para diferentes usos como se muestra en los cuadros siguientes.

Ejemplo de lo que se obtiene en los sondajes diamantinos:

HORIZ.	CO ₃ ⁼	TM	COMENTARIO
CELENDIN	69.23	9,048,942	Desmonte
Hz. A	86.79	4,537,833	Caliza para cemento
Hz. B	90.76	28,790,413	Caliza para cemento
Hz. C	86.84	24,629,290	Caliza para cemento
Hz. D	94.64	28,896,867	Caliza para cal y cemento

Ejemplo de lo que se obtiene en los taladros de producción:

TL. #	CO ₃ ⁼	TM	COMENTARIO
1	88.0	393.7	Caliza para cemento
2	95.4	393.7	Caliza para cal
3	95.7	393.7	Caliza para cal
4	95.2	393.7	Caliza para cal
5	95.8	393.7	Caliza para cal
6	96.1	393.7	Caliza para cal
7	86.8	393.7	Caliza para cemento
8	95.4	393.7	Caliza para cal
9	95.9	393.7	Caliza para cal
10	62.2	393.7	Desmonte

CAPITULO VII

7.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1.1 CONCLUSIONES

- La cantera de caliza de Tembladera es una de las pocas canteras que se encuentran relativamente alejadas de la Planta, esto hace que la comunicación no sea tan fluida, lo que hace imprescindible tener el estudio geológico de la cantera y hacer un control continuo durante la explotación.
- Según la geología regional, no se tienen depósitos de caliza cercana a la planta con la calidad y cantidad deseada.
- la geomorfología es un aspecto importante dentro de la cantera, ya que de esto dependerá también los diseños de los accesos para llegar al material deseado con el menor costo y tiempo posible, generalmente estos se realizan en tramos que no presenten rocas compactas.
- La seguridad en la operación de la cantera del Cerro Este es variable, donde el flanco norte presenta estratificaciones con mayor inclinación por lo tanto el riesgo de deslizamiento de las capas o estratos es mayor, mientras que los estratos del flanco sur que presenta bajo ángulo de inclinación muestran mayor estabilidad.
- La variabilidad de la calidad de la caliza permite que se pueda diversificar la producción en la fábrica, produciéndose distintos tipos de cemento y la fabricación de la cal.
- La dureza de la caliza es un factor importante para la molienda, y es este rubro uno de los más caros en la producción del cemento por estar relacionado directamente con el consumo de energía (mayor índice de trabajo según Bond, mayor consumo de energía).

7.1.2 RECOMENDACIONES

- Completar los sondajes diamantinos recomendados (aproximadamente 2,000 metros lineales) convenientemente distribuidos, esto permitiría ajustar la calidad de la caliza y hacer un modelamiento de bloques que puede permitir aprovechar parte del material considerado estéril.
- Las zonas con estratos de fuerte buzamiento, es conveniente explotarlo desde el nivel superior y no tener varios niveles de trabajo a la vez, de esta forma se minimiza los riesgos de accidentes por posibles deslizamiento de estratos.
- Las rocas andesitas que se presenta en la cantera en forma de dique son de bastante cuidado por su composición química (alto contenido de álcalis), este contaminante debe ser seleccionado en el momento de la operación.

CAPITULO VIII

8.1 BIBLIOGRAFIA

- CONSIDERACIONES PRACTICAS PAR EL DISEÑO DE UNA CANTERA- CASO TEMBLADERA
Rómulo Mucho M.,1995
- REPOR ON THE LIMESTONE RESERVES AT THE TEMBLADERA QUARRY- PERU
Erwin Rose, 1966
- PERFORACION DIAMANTINA CERRO ESTE TEMBLADERA
Julio Castañeda M. , 1992
- RESERVAS: REMANENTES Y RESERVAS ADICIONALES: PROGRAMA PROPUESTO 1,990
Adminco
- ARCILLA.- TEMBLADERA REPORTE DE AVANCE 1,991
Adminco
- TEMBLADERA.- CALIZA DEL CERRO ESTE, 1,991
Adminco
- CANTERA TEMBLADERA - RESERVAS REMANENTE 1,991
Adminco
- DECLARACIÓN DE PRODUCCIÓN Y RESERVAS
Unidad Técnica Administrativa Tembladera, 1,987
- TOTAL LIMESTONE RESERVES AT THE TEMBLADERA QUARRY 1,966
J. Díaz Chavez.
- DICCIONARIO DE GEOLOGÍA 1,985
Alain Foucault - Jean Francois Raoult.
- LA CAL EN EL BENEFICIO DE LOS MINERALES
Alonso Arenas Fuentes, Hugo carcamo Gutierrez y Guillermo Colona Alvarez
- MANUAL DE ARIDOS
López Jimeno, 1995.
- MANUAL DE MINERALOGIA
Cornelius S. Hurlbut, Jr. 1980.
- MINERALES
Editorial Blume, S.A. , 1983
- PETROLOGIA
Walter T. Huang, 1991

ANEXO 8.1.1

ESTUDIO MINERALOGICO

MP-1, caliza de pelets, gris oscuro, de granularidad afanítica, con venas y venillas subparalelas rellenas por calcita

textura Pelets con cemento de carbonatos microcristalino

MINERALOGIA:

esenciales; cac

Accesorios; cz, OXsFe, OPs

Secundarios; cac (veas)

OBSERVACIONES:

- Se localiza venas gruesas de algunos milímetros de espesor rellenas por carbonatos y numerosas venillas irregulares rellenas por OXsFe
- Los pelets (sedimento de origen bioquímico, en estos casos son fecales) reemplazados por calcita micrítica
- Presencia de fósiles, reemplazados por calcita

MP-2, caliza biomicrítica, gris oscuro, de granularidad afanítica, con finas venillas rellenas de calcita

La textura es micrítica

MINERALOGIA:

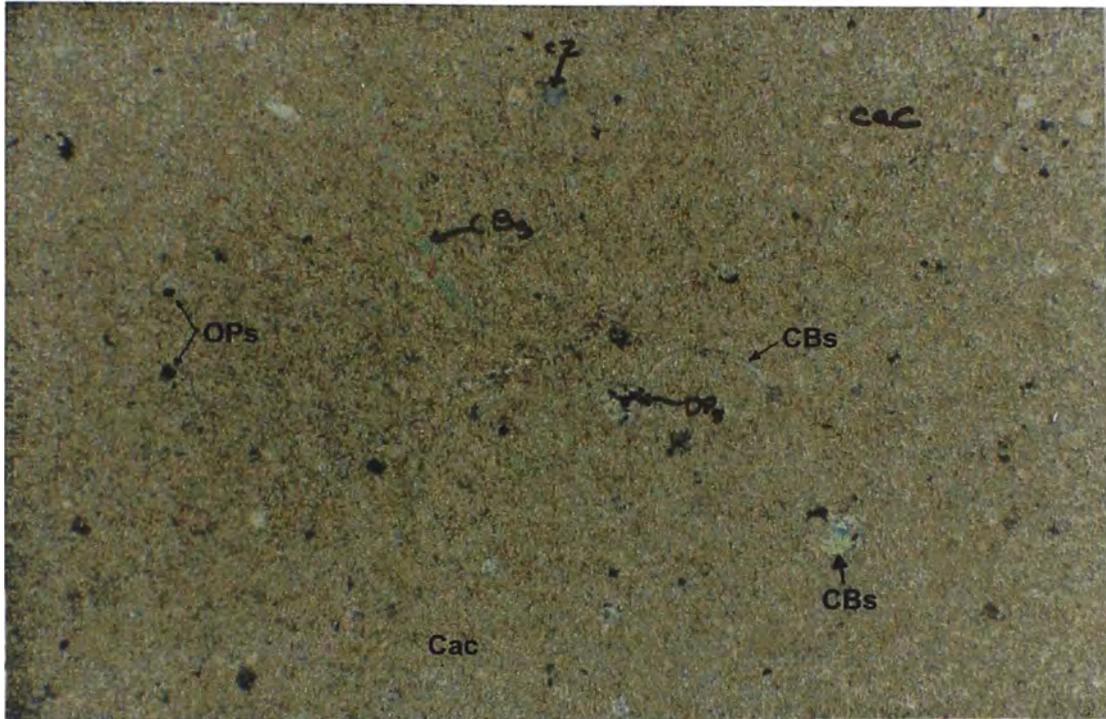
esenciales; cac

Accesorios; cz, OPs, OXsFe

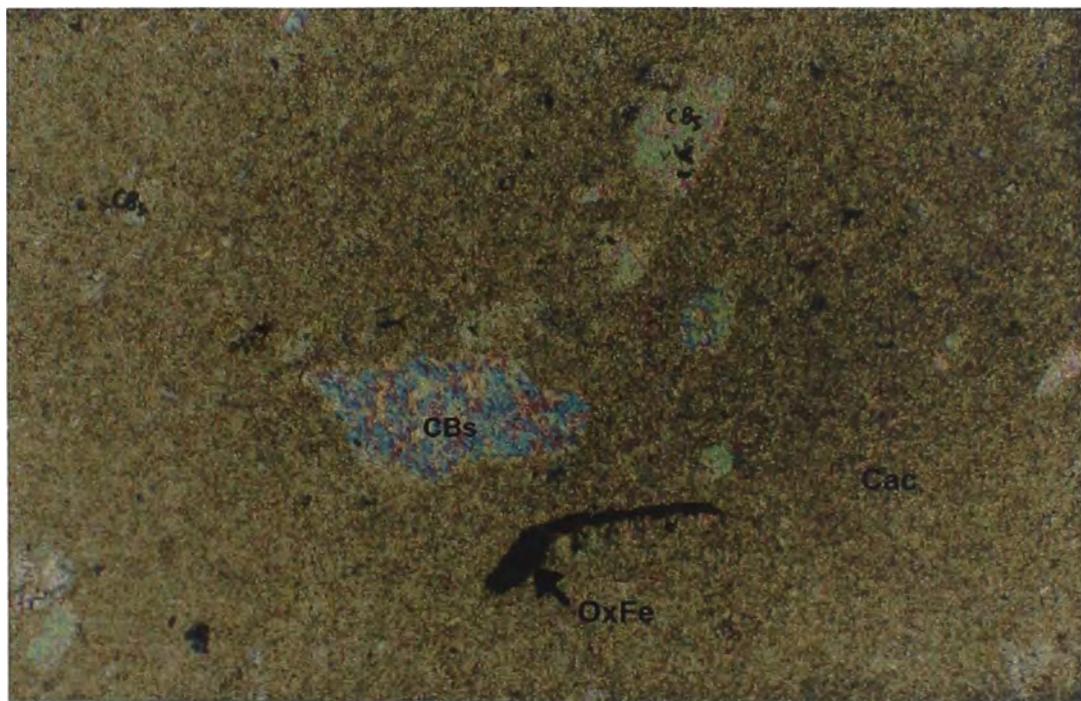
Secundarios; cac-OPs(venas), OXsFe

OBSERVACIONES:

- Se observa fragmentos de fósiles reemplazados por calcita
- Oxidos de fierro y/o carbonatos ocurren rellenas venas, cuya granulometría es un poco mayor que de la matriz, a veces las venas de calcita se hallan recristalizadas.
- Hay venas y venillas irregulares onduladas con óxido de hierro
- Se observa venas con presencia de fragmentos fósiles



MP-1.- CALIZA ALTA LEY, compuesto principalmente de carbonato microcristalino, con venas y venillas de calcita.



MP-2.- CALIZA DE ALTA LEY, fragmentos de calcita en matriz muy fino carbonatada, con alguna presencia de óxidos de hierro.

MP-3, *caliza biomicrítica*, de color gris oscuro, textura afanítica, con venas gruesas hasta de unos cms de y venillas de forma irregular onduladas, con aspecto brechoso producido por el fracturamiento.
La textura es micrítica.

MINERALOGIA:
esenciales; cac

Accesorios; cz, OPs, LIMs
Secundarios; LIMs, cz

OBSERVACIONES:

- Se observa fragmentos fósiles reemplazados por calcita y/o cuarzo
- Los minerales opacos tienen formas cuadráticas (posiblemente pirita)
- Ocurren venas rellenas por calcita recristalizada

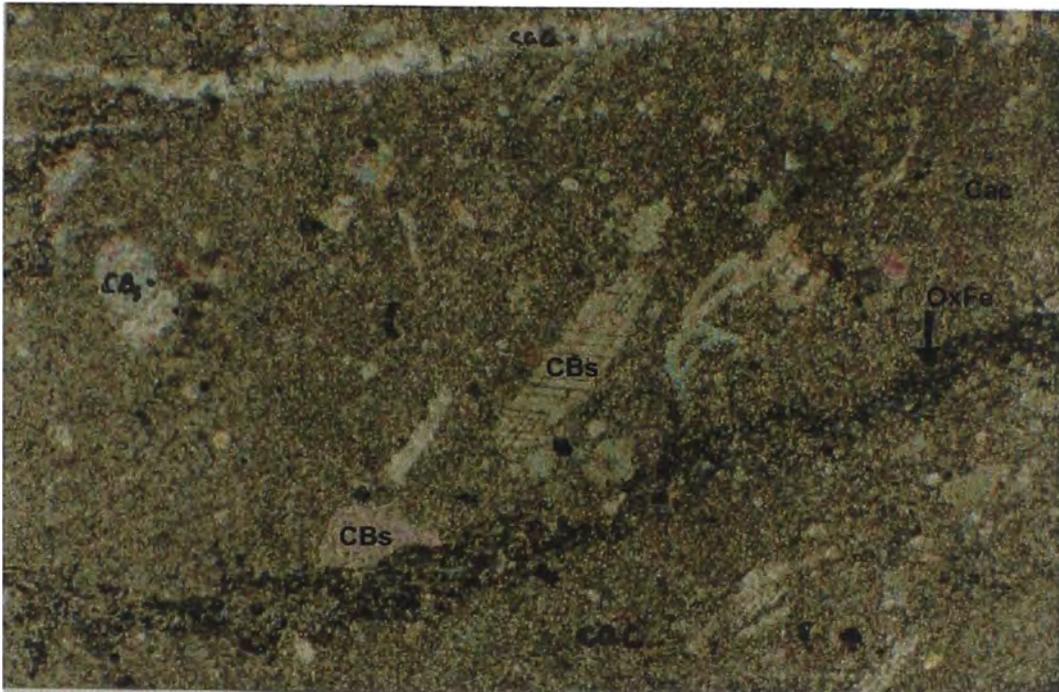
MP-4, *caliza biomicrítica*, gris oscuro, de granularidad afanítica, con venillas subparalelas, algunas entrecruzadas.
textura micrítica

MINERALOGIA:

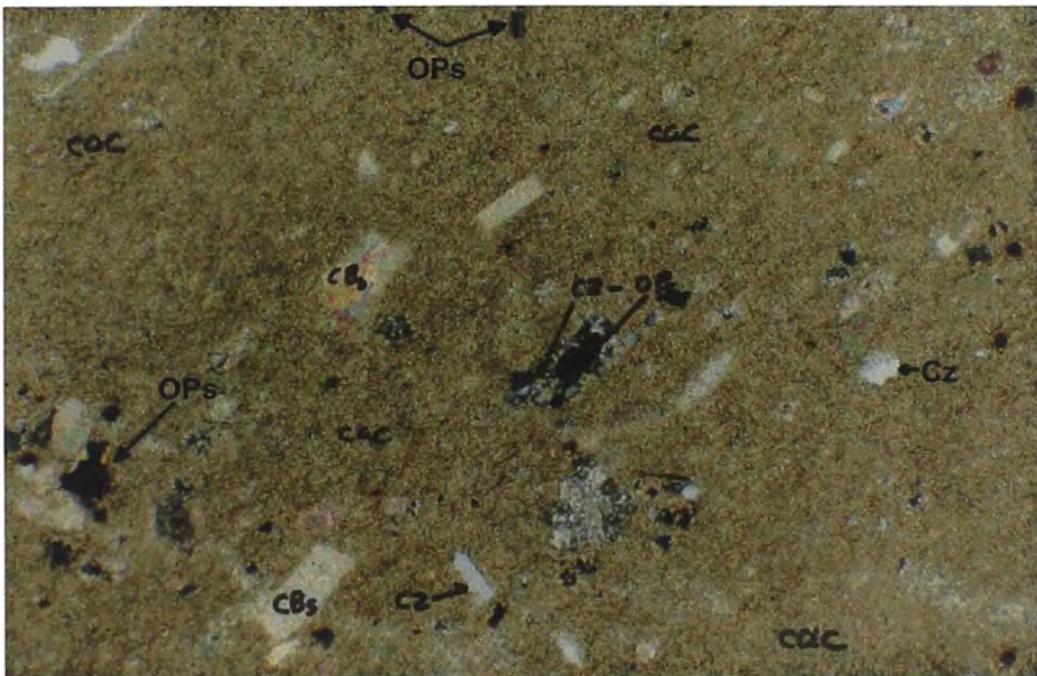
esenciales; cac
Accesorios; cz, OPs, OXsFe, CLOs
Secundarios; OXsFe, CLOs

OBSERVACIONES:

- Las venillas presentan formas irregulares algo ondulada
- Los fragmentos fósiles están reemplazados por carbonatos, algunos restos fosilíferos están reemplazados por cuarzo-calcita, en sectores se observa fragmentos fósiles con inclusiones de opacos
- Se observa formas cuadráticas de minerales opacos (posiblemente pirita) y posiblemente ha sido reemplazado por óxido de hierro
- Seudomorfos por hematita con bordes de cloritas
- Hay escasos agregados de cuarzo.



MP-3.- CALIZA PARDUSCA, con matriz de calcita micrítica y venillas de calcita y óxidos de hierro.



MP-4 .- CALIZA "NEGRA", matriz de calcita micrítica, con presencia de material orgánicos negruzco y otros opacos.

MP-5, *caliza biomicrita*, gris oscuro, de granularidad afanítica, con venillas entrecruzadas
textura

MINERALOGIA:

esenciales; cac
Accesorios; OPs, cz, OXsFe, sílice, bar
Secundarios; cac (veas), OXsFe

OBSERVACIONES:

- Se observa venas de calcita de grano grueso recristalizado y venillas irregulares, rellenos por calcita y agregados diminutos en los bordes, a veces las venillas irregulares presentan formas onduladas y están rodeados por óxidos de hierro
- Los fragmentos de fósiles están reemplazados por carbonatos, algunos de ellos presentan en los bordes diminutas inclusiones de minerales opacos
 - Se ha observado un sólo fragmento de baritina?

MP-6, *roca andesítica porfírica*, de coloración gris verdosa, parcialmente afanítica, con cavidades que se encuentra relleno con cuarzo-calcita., la ocurrencia de las venillas en forma entrecruzadas.
La textura es porfírica, con escasos fenocristales alterados a sericita en una matriz microgranular de plagioclasas con cloritas, carbonatos y sericitas intersticial, y visicular.

MINERALOGIA:

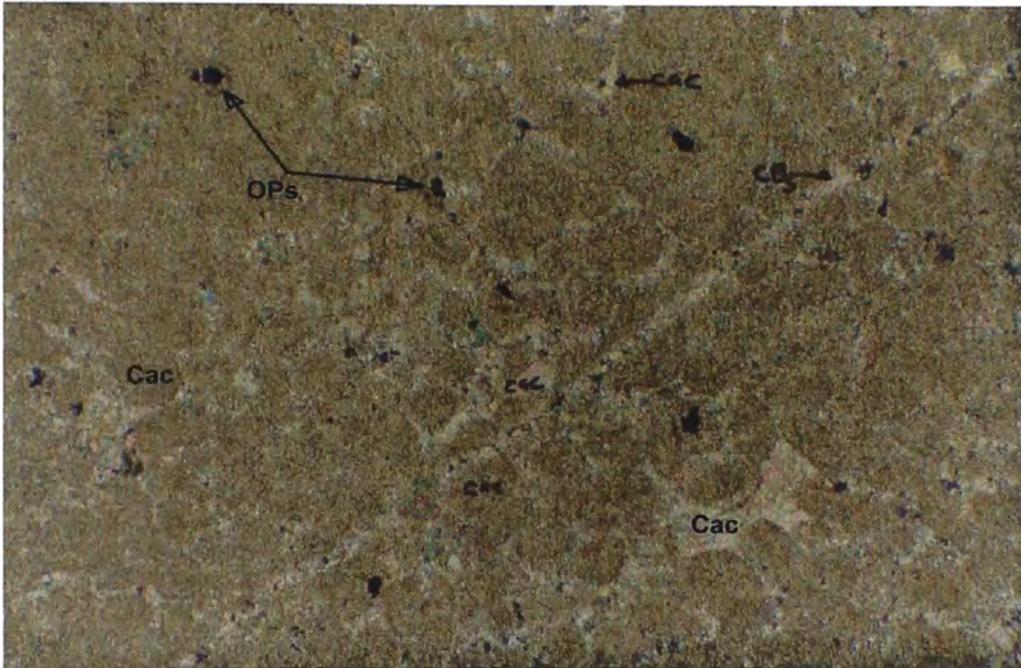
esenciales; PGLs, CLOs
Accesorios; cac, ser, cz (en venas), cz, LIMs
Secundarios; CLOs, cac, ser, cz (en venas), cz, LIMs

ALTERACIONES:

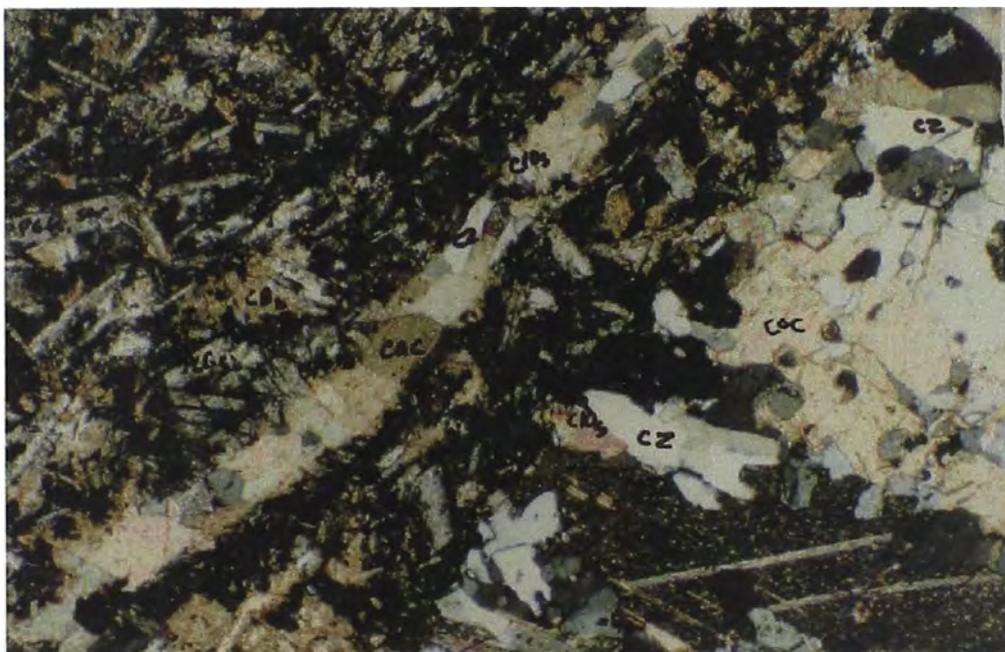
Cloritización moderada, carbonatación de débil a moderada seritización débil, epidotización y limonitización incipientes

OBSERVACIONES:

- Se observa cavidades rellenas por calcita y cuarzo en el centro
- Los fenos cristales de plagioclasas se hallan mayormente alterados a sericita.
- Las fenas son gruesas y finas rellenas por cuarzo-carbonatos
- La sericita mayormente se presenta alterando a moldes de fenocristales.



MP-5.- CALIZA "COMUN", compuesto de carbonato biomicrítico, con venillas de calcita, presencia de opacos y óxidos de fierro.



MP-6.- DIQUE ANDESITICO, presenta venillas de calcita, algunos fragmentos de cuarzo y otros minerales constituyentes de la roca andesítica.

ANEXO 8.1.2

INFORMACION GEOFISICA

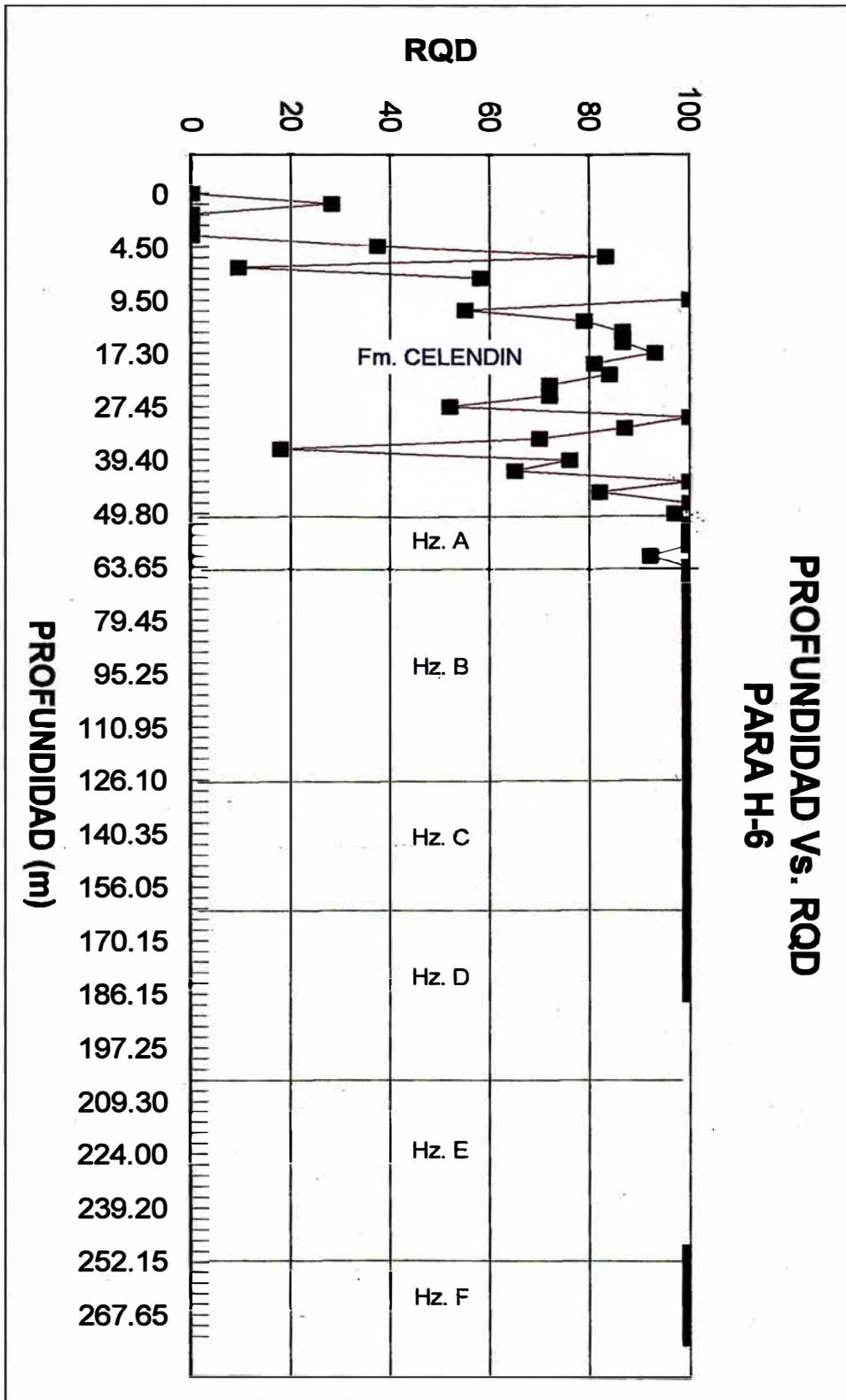
INFORMACION GEOFISICA PARA

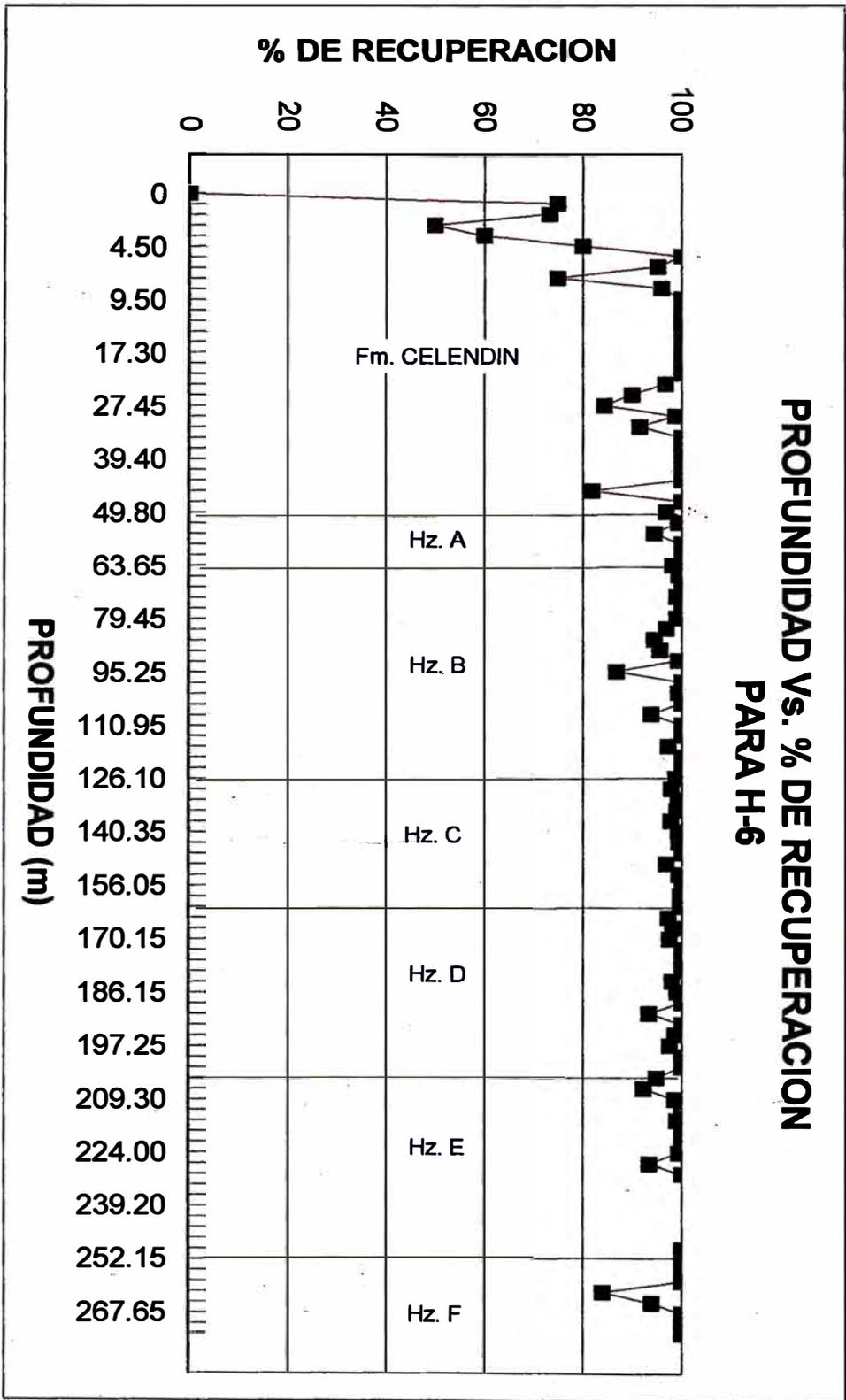
H-6

	CORRIDA	DE	A	% RECUP.	RQD	FRACTURA.
Fm.	1.00	0	1.00	0.0	0.0	I
	0.80	1.00	1.80	75.0	28.3	M
	1.50	1.80	3.30	73.3	0.0	IM
	0.70	3.30	4.00	50.0	0.0	M
	0.50	4.00	4.50	60.0	0.0	M
	0.50	4.50	5.00	80.0	37.5	M
	0.60	5.00	5.60	100.0	83.3	M
	1.05	5.60	6.65	95.2	9.5	MI
	1.60	6.65	8.25	75.0	58.1	M
	1.25	8.25	9.50	96.0		D
C	0.80	9.50	10.30	100.0	100.0	D
	2.00	10.30	12.30	100.0	55.0	M
E	1.70	12.30	14.00	100.0	79.0	D
	1.90	14.00	15.90	100.0	86.6	MD
L	1.40	15.90	17.30	100.0	86.7	D
	1.50	17.30	18.80	100.0	93.1	D
E	1.50	18.80	20.30	100.0	81.0	D
	2.25	20.30	22.55	100.0	84.0	D
N	2.90	22.55	25.45	96.8	72.0	M
	2.00	25.45	27.45	90.0	72.0	M
D	1.60	27.45	29.05	84.4	52.0	M
	3.20	29.05	32.25	98.8	100.0	MD
I	3.05	32.25	35.30	91.5	87.0	DM
	2.80	35.30	38.10	100.0	70.0	MDM
N	1.30	38.10	39.40	100.0	18.0	MI
	1.40	39.40	40.80	100.0	76.0	M
	0.40	40.80	41.20	100.0	65.0	D
	3.20	41.20	44.40	100.0	100.0	D
	2.20	44.40	46.60	81.8	82.0	D
	3.20	46.60	49.80	100.0	100.0	D
	3.20	49.80	53.00	96.9	97.0	D
H z.	3.00	53.00	56.00	99.3	100.0	
	1.25	56.00	57.25	94.4	100.0	
	3.20	57.25	60.45	100.0	100.0	
A	3.20	60.45	63.65	100.0	92.2	
	3.20	63.65	66.85	98.1	100.0	
H O R I Z O N T E	3.20	66.85	70.05	99.4	100.0	
	3.00	70.05	73.05	100.0	100.0	
	3.20	73.05	76.25	99.0	100.0	
	3.20	76.25	79.45	100.0	100.0	
	3.20	79.45	82.65	99.0	100.0	
	3.20	82.65	85.85	96.9	100.0	
	3.20	85.85	89.05	94.5	100.0	
	3.20	89.05	92.25	95.6	100.0	
	3.00	92.25	95.25	99.3	100.0	
	2.80	95.25	98.05	86.8	100.0	
	3.20	98.05	101.25	100.0	100.0	
	3.20	101.25	104.45	99.3	100.0	
	3.25	104.45	107.70	100.0	100.0	
	3.25	107.70	110.95	93.8	100.0	
	3.20	110.95	114.15	100.0	100.0	
	B	3.20	114.15	117.35	100.0	100.0
3.00		117.35	120.35	97.3	100.0	
2.90		120.35	123.25	100.0	100.0	
2.85		123.25	126.10	100.0	100.0	
3.20		126.10	129.30	98.8	100.0	

H-6

	CORRIDA	DE	A	% RECUP.	RQD	FRACTURA.
H O R I Z O N T E	1.45	129.30	130.75	97.9	100.0	
	3.20	130.75	133.95	99.3	100.0	
	3.20	133.95	137.15	99.0	100.0	
	3.20	137.15	140.35	97.8	100.0	
	3.20	140.35	143.55	99.3	100.0	
	3.20	143.55	146.75	99.4	100.0	
	2.90	146.75	149.65	100.0	100.0	
	3.20	149.65	152.85	96.9	100.0	
	3.20	152.85	156.05	99.4	100.0	
	2.30	156.05	158.35	100.0	100.0	
	3.20	158.35	161.55	99.7	100.0	
	3.20	161.55	164.75	99.7	100.0	
	H O R I Z O N T E	3.20	164.75	167.95	97.2	100.0
2.20		167.95	170.15	98.2	100.0	
3.20		170.15	173.35	97.5	100.0	
3.20		173.35	176.55	100.0	100.0	
3.20		176.55	179.75	100.0	100.0	
3.20		179.75	182.95	100.0	100.0	
3.20		182.95	186.15	98.0	100.0	
3.20		186.15	189.35	99.0	100.0	
1.85		189.35	191.20	100.0		D
1.20		191.20	192.40	93.3		I
2.70		192.40	195.10	100.0		D
2.15		195.10	197.25	98.6		D
3.20		197.25	200.45	97.5		D
H O R I Z O N T E	3.20	200.45	203.65	100.0		D
	1.20	203.65	204.85	100.0		D
	2.10	204.85	206.95	94.8		
	2.35	206.95	209.30	92.3		
	2.20	209.30	211.50	98.6		
	2.90	211.50	214.40	100.0		
	3.20	214.40	217.60	99.0		
	3.20	217.60	220.80	100.0		
	3.20	220.80	224.00	100.0		
	3.20	224.00	227.20	99.4		
	3.20	227.20	230.40	93.4		
	3.20	230.40	233.60	100.0		
	2.60	233.60	236.20			
H O R I Z O N T E	3.00	236.20	239.20			
	1.15	239.20	240.35			
	2.80	240.35	243.15			
	3.20	243.15	246.35			
	3.20	246.35	249.55			
	2.60	249.55	252.15	100.0	100.0	D
	3.00	252.15	255.15	100.0	100.0	D
	3.10	255.15	258.25	100.0	100.0	D
	3.20	258.25	261.45	100.0	100.0	D
	3.00	261.45	264.45	84.0	100.0	D
	3.20	264.45	267.65	94.0	100.0	D
	3.20	267.65	270.85	100.0	100.0	D
	3.20	270.85	274.05	100.0	100.0	D
H Z. F	3.20	274.05	277.25	100.0	100.0	D





INFORMACION GEOFISICA PARA

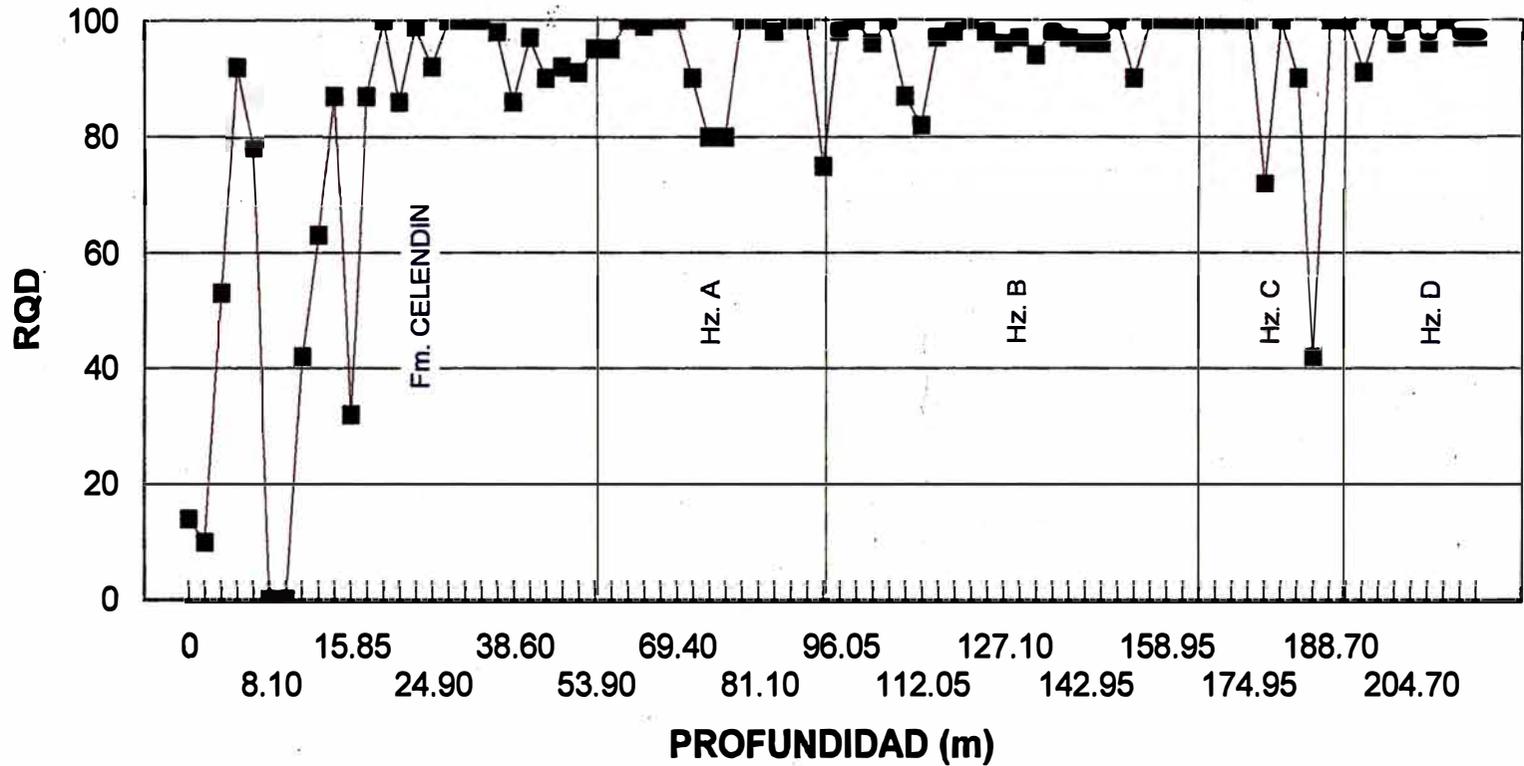
H-7

	CORRIDA	DE	A	% RECUP.	RQD	FRACTURA.
Fm.	1.55	0	1.55	80.0	14.0	M
	1.40	1.55	2.95	78.0	10.0	M
	1.40	2.95	4.35	100.0	53.0	M
	1.60	4.35	5.95	100.0	92.0	M
	2.15	5.95	8.10	100.0	78.0	I
	0.95	8.10	9.05	91.0	0.0	I
	0.85	9.05	9.90	100.0	0.0	I
	0.55	9.90	10.45	100.0	42.0	I
	2.70	10.45	13.15	94.0	63.0	I
	2.70	13.15	15.85	100.0	87.0	IM
C E L E N D I N	1.10	15.85	16.95	79.0	32.0	I
	2.35	16.95	19.30	98.0	87.0	I
	0.55	19.30	19.85	100.0	100.0	M
	1.80	19.85	21.65	96.0	86.0	M
	3.25	21.65	24.90	100.0	99.0	M
	1.95	24.90	26.85	98.0	92.0	D
	2.80	26.85	29.65	96.0	100.0	D
	2.65	29.65	32.30	97.0	100.0	D
	3.20	32.30	35.50	100.0	100.0	DM
	3.10	35.50	38.60	99.0	98.0	DM
H O R I Z O N T E A	2.35	38.60	40.95	95.0	86.0	M
	3.20	40.95	44.15	100.0	97.0	M
	3.25	44.15	47.40	98.0	90.0	M
	3.25	47.40	50.65	100.0	92.0	M
	3.25	50.65	53.90	99.0	91.0	MI
	3.25	53.90	57.15	99.0	95.0	D
	3.20	57.15	60.35	99.0	95.0	DM
	2.65	60.35	63.00	94.0	100.0	M
	3.20	63.00	66.20	99.0	99.0	D
	3.20	66.20	69.40	99.0	100.0	D
3.25	69.40	72.65	100.0	100.0	D	
1.70	72.65	74.35	100.0	90.0	M	
1.65	74.35	76.00	96.0	80.0	MI	
1.90	76.00	77.90	96.0	80.0	M	
3.20	77.90	81.10	99.0	100.0	DM	
3.20	81.10	84.30	100.0	100.0	M	
3.20	84.30	87.50	97.0	98.0	DM	
3.20	87.50	90.70	99.0	100.0	MD	
3.20	90.70	93.90	98.0	100.0	D	
2.15	93.90	96.05	89.0	75.0	I	

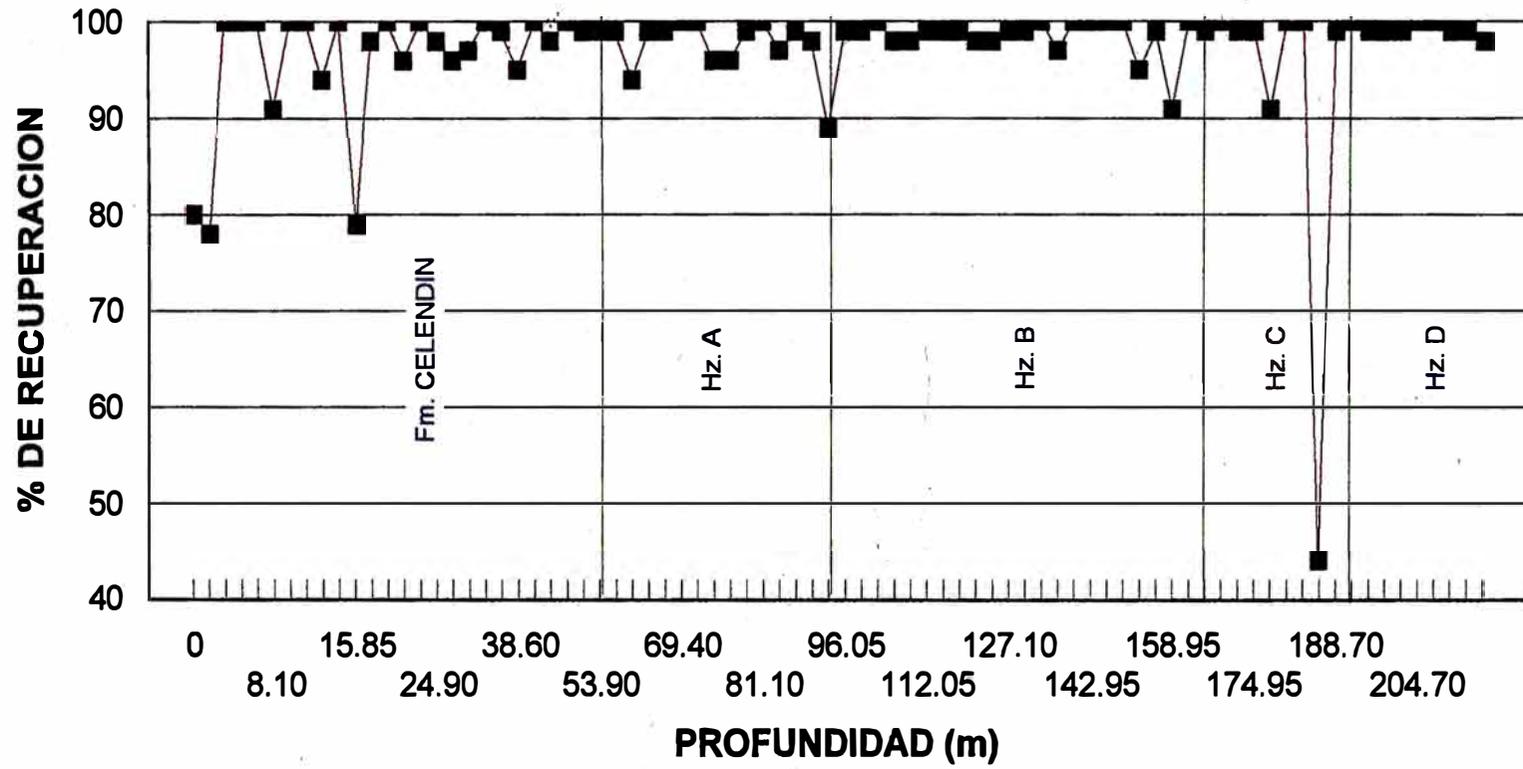
H-7

	CORRIDA	DE	A	% RECUP.	RQD	FRACTURA.
H O R I Z O N T E	3.20	96.05	99.25	99.0	98.0	D
	3.20	99.25	102.45	99.0	100.0	D
	3.20	102.45	105.65	100.0	96.0	D
	3.20	105.65	108.85	98.0	100.0	M
	3.20	108.85	112.05	98.0	87.0	MI
	2.20	112.05	114.25	99.0	82.0	M
	3.20	114.25	117.45	99.0	97.0	D
	3.25	117.45	120.70	99.0	98.0	M
	3.20	120.70	123.90	98.0	100.0	D
	3.20	123.90	127.10	98.0	98.0	D
	3.25	127.10	130.35	99.0	96.0	M
	3.20	130.35	133.55	99.0	97.0	M
	3.20	133.55	136.75	100.0	94.0	M
	3.00	136.75	139.75	97.0	98.0	M
	3.20	139.75	142.95	100.0	97.0	M
	3.20	142.95	146.15	100.0	96.0	M
	3.20	146.15	149.35	100.0	96.0	M
	3.20	149.35	152.55	100.0	100.0	M
	3.20	152.55	155.75	95.0	90.0	M
	3.20	155.75	158.95	99.0	100.0	M
	3.20	158.95	162.15	91.0	100.0	M
	3.20	162.15	165.35	100.0	100.0	M
	3.20	165.35	168.55	99.0	100.0	M
H Z. C	3.20	168.55	171.75	100.0	100.0	DM
	3.20	171.75	174.95	99.0	100.0	M
	3.20	174.95	178.15	99.0	100.0	DM
	2.15	178.15	180.30	91.0	72.0	MI
	2.00	180.30	182.30	100.0	100.0	DM
	3.20	182.30	185.50	100.0	90.0	MIM
	3.20	185.50	188.70	44.0	42.0	MI
	3.20	188.70	191.90	99.0	100.0	D
H Z. D	3.20	191.90	195.10	100.0	100.0	D
	3.20	195.10	198.30	99.0	91.0	MI
	3.20	198.30	201.50	99.0	100.0	DM
	3.20	201.50	204.70	99.0	96.0	MI
	3.20	204.70	207.90	100.0	100.0	M
	3.20	207.90	211.10	100.0	96.0	M
	3.20	211.10	214.30	99.0	100.0	M
	3.20	214.30	217.50	99.0	97.0	DI
3.20	217.50	220.70	98.0	97.0	DM	

PROFUNDIDAD Vs. RQD PARA H-7



PROFUNDIDAD Vs. % DE RECUPERACION PARA H-7



INFORMACION GEOFISICA PARA

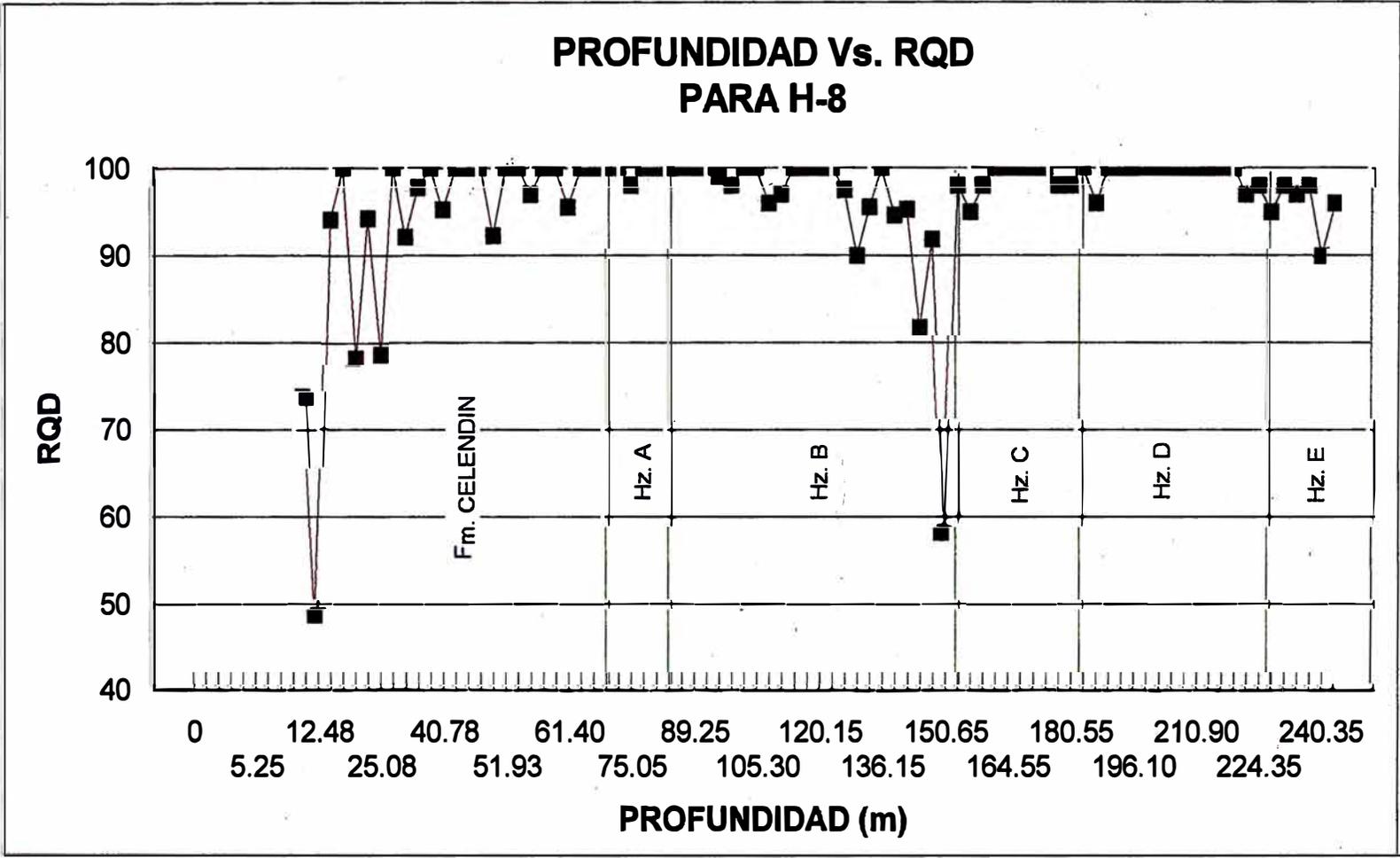
H-8

	CORRIDA	DE	A	% RECUP.	RQD	FRACTURA.
Fm.	1.00	0	1.00	93.0		I
	1.00	1.00	2.00	80.0		I
	1.10	2.00	3.10	99.1		I
	1.25	3.10	4.35	88.8		I
	0.90	4.35	5.25	93.3		M
	0.60	5.25	5.85	95.0		M
	1.35	5.85	7.20	91.9		M
	1.30	7.20	8.50	86.9		M
	1.75	8.50	10.25	98.9		D
	2.23	10.25	12.48	94.2	73.8	D
	2.85	12.48	15.33	100.0	48.7	MI
	2.50	15.33	17.83	95.6	94.1	M
C	2.00	17.83	19.83	100.0	100.0	MD
	2.25	19.83	22.08	96.4	78.3	M
E	3.00	22.08	25.08	99.0	94.3	D
	2.80	25.08	27.88	97.1	78.7	D
L	3.20	27.88	31.08	100.0	100.0	D
	3.20	31.08	34.28	99.7	92.2	DI
E	3.25	34.28	37.53	99.1	97.8	
	3.25	37.53	40.78	99.7	100.0	D
N	1.90	40.78	42.68	100.0	95.3	D
	1.50	42.68	44.18	97.3	100.0	D
D	2.05	44.18	46.23	94.6	100.0	D
	2.45	46.23	48.68	99.0	100.0	D
I	3.25	48.68	51.93	100.0	92.3	DM
	3.25	51.93	55.18	99.7	100.0	D
N	1.80	55.18	56.98	97.2	100.0	M
	1.22	56.98	58.20	97.5	97.0	D
	1.65	58.20	59.85	100.0	100.0	D
	1.55	59.85	61.40	78.7	100.0	D
	2.90	61.40	64.30	97.2	95.6	D
	2.15	64.30	66.45	97.7	100.0	D
	2.95	66.45	69.40	98.0	100.0	D
	3.00	69.40	72.40	97.0	100.0	D
H z.	2.65	72.40	75.05	98.1	100.0	D
	2.90	75.05	77.95	95.0	98.0	D
	2.90	77.95	80.85	95.2	100.0	D
	2.70	80.85	83.55	99.6	100.0	D
A	2.51	83.55	86.06	92.8	100.0	D

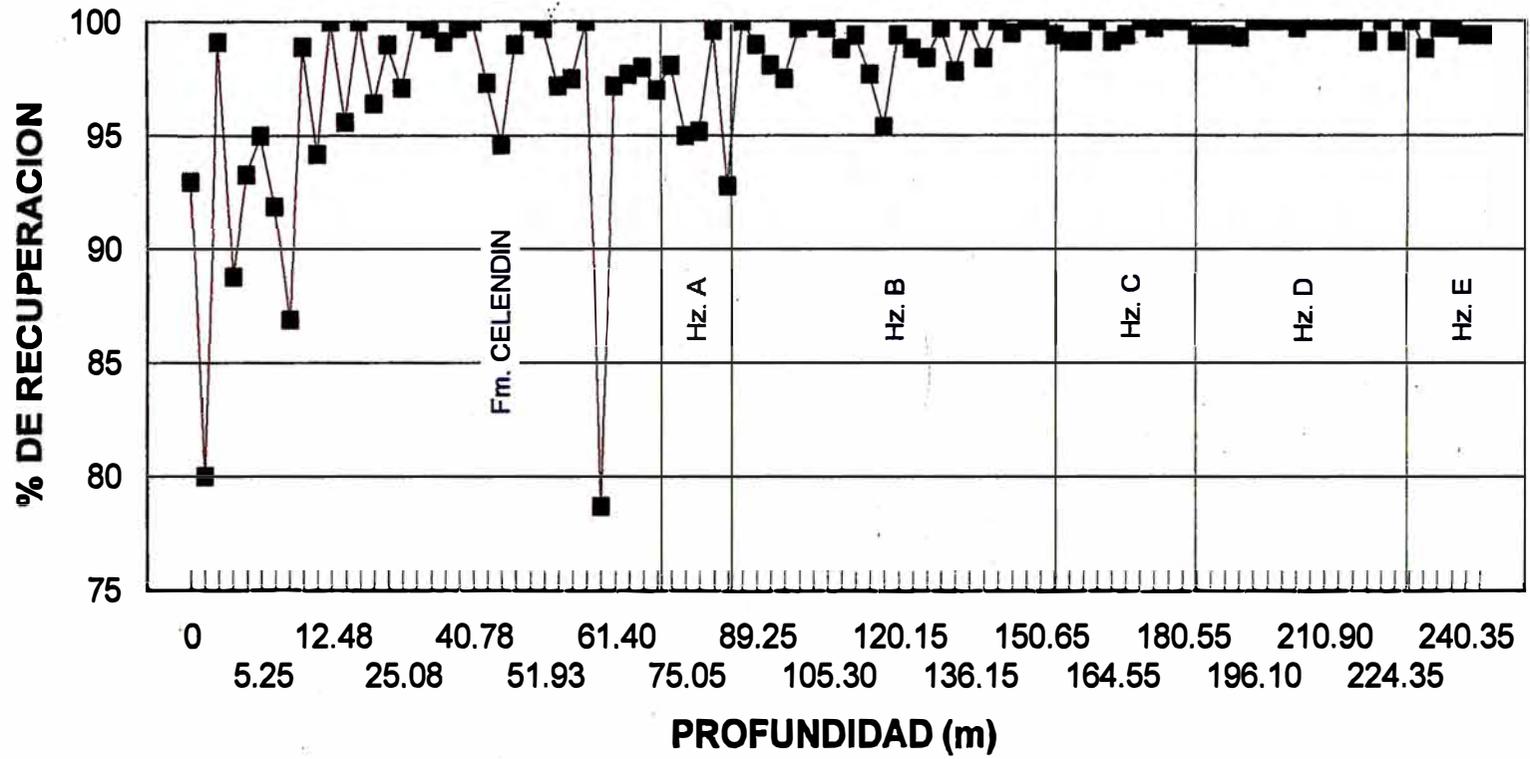
H-8

	CORRIDA	DE	A	% RECUP.	RQD	FRACTURA.	
H O R I Z O N T E	3.19	86.06	89.25	100.0	100.0	D	
	3.20	89.25	92.45	99.0	100.0	D	
	3.25	92.45	95.70	98.1	100.0	D	
	3.20	95.70	98.90	97.5	99.0	D	
	3.20	98.90	102.10	99.7	98.0	D	
	3.20	102.10	105.30	100.0	100.0	D	
	3.20	105.30	108.50	99.7	100.0	D	
	3.20	108.50	111.70	98.8	96.0	D	
	3.20	111.70	114.90	99.4	97.0	D	
	2.65	114.90	117.55	97.7	100.0	D	
	2.60	117.55	120.15	95.4	100.0	M	
	3.20	120.15	123.35	99.4	100.0	M	
	3.20	123.35	126.55	98.8	100.0	M	
	3.20	126.55	129.75	98.4	97.5	D	
	3.20	129.75	132.95	99.7	90.0	M	
	3.20	132.95	136.15	97.8	95.6	D	
	3.20	136.15	139.35	100.0	100.0	D	
	3.20	139.35	142.55	98.4	94.6	DM	
	3.20	142.55	145.75	100.0	95.3	M	
	2.20	145.75	147.95	99.5	81.8	M	
	2.70	147.95	150.65	100.0	91.9	M	
	1.10	150.65	151.75	100.0	58.2	M	
	3.20	151.75	154.95	99.4	98.0	D	
	H Z.	3.20	154.95	158.15	99.1	95.0	DM
3.20		158.15	161.35	99.1	98.0	M	
3.20		161.35	164.55	100.0	100.0	D	
3.20		164.55	167.75	99.1	100.0	D	
3.20		167.75	170.95	99.4	100.0	D	
3.20		170.95	174.15	100.0	100.0	D	
3.20		174.15	177.35	99.7	100.0	DM	
3.20		177.35	180.55	100.0	98.0	M	
3.20		180.55	183.75	100.0	98.0	M	
C	3.20	183.75	186.95	99.4	100.0	MD	
	3.20	186.95	190.15	99.4	96.0	DM	
	3.20	190.15	193.35	99.4	100.0	D	
	2.75	193.35	196.10	99.3	100.0	D	
	2.00	196.10	198.10	100.0	100.0	D	
	3.20	198.10	201.30	100.0	100.0	D	
	3.20	201.30	204.50	100.0	100.0	D	
	3.20	204.50	207.70	99.7	100.0	MI	
	3.20	207.70	210.90	100.0	100.0	M	
	0.65	210.90	211.55	100	100	I	
	3.20	211.55	214.75	100	100	DM	
	3.20	214.75	217.95	100	100	M	
H O R I Z O N T E	3.20	217.95	221.15	99.1	100	M	
	3.20	221.15	224.35	100	97	M	
	3.20	224.35	227.55	99.1	98	M	
	3.20	227.55	230.75	100	95	M	
	D	3.20	230.75	233.95	98.8	98	M
		3.20	233.95	237.15	99.7	97	M
3.20		237.15	240.35	99.7	98	M	
3.20		240.35	243.55	99.4	90	M	
3.20		243.55	246.75	99.4	96	M	
H Z.	3.20	230.75	233.95	98.8	98	M	
	3.20	233.95	237.15	99.7	97	M	
	3.20	237.15	240.35	99.7	98	M	
	3.20	240.35	243.55	99.4	90	M	
	3.20	243.55	246.75	99.4	96	M	
E	3.20	230.75	233.95	98.8	98	M	
	3.20	233.95	237.15	99.7	97	M	
	3.20	237.15	240.35	99.7	98	M	
	3.20	240.35	243.55	99.4	90	M	
	3.20	243.55	246.75	99.4	96	M	

PROFUNDIDAD Vs. RQD PARA H-8



PROFUNDIDAD Vs. % DE RECUPERACION PARA H-8



ANEXO 8.1.3

ANALISIS POR Rx DE LAS PERFORACIONES DIAMANTINAS

ANALISIS QUIMICO DE LA PERFORACION DIAMANTINA DH-6

PERF.(m)	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	CO3=	
00-02	19.24	7.23	1.97	38.28	1.43	65.80	F m.
02-04	24.34	7.51	2.02	35.15	1.33	58.00	
04-06	17.12	6.50	2.02	39.55	2.13	65.50	
06-08	17.41	5.84	2.73	38.92	1.53	68.90	
08-10	10.40	7.04	1.21	44.00	1.21	77.20	
10-11	9.22	4.48	2.02	43.25	2.06	81.40	
11-12	20.94	7.41	2.52	36.50	1.99	61.50	C
12-13	21.64	7.57	3.03	37.10	2.14	58.60	
13-14	19.76	7.22	2.83	36.40	1.23	62.80	E
14-15	15.85	6.28	2.12	40.40	1.13	68.10	
15-16	9.62	3.95	1.62	45.65	1.40	79.90	L
16-17	12.05	4.03	2.12	43.75	1.34	76.90	
17-18	17.00	7.68	2.32	38.37	1.80	67.40	E
18-19	19.82	7.98	2.52	36.25	2.16	62.80	
19-20	21.22	9.14	3.53	33.82	1.86	59.90	N
22-23	19.45	8.77	2.83	35.55	1.91	61.70	
23-24	10.57	3.82	2.83	44.50	1.27	78.00	D
27-28	22.05	8.77	3.03	33.87	2.08	59.20	
31-32	17.53	5.88	1.92	37.40	1.59	72.50	I
35-36	23.14	7.73	2.62	34.77	1.67	60.00	
39-40	24.92	8.68	1.82	33.51	1.92	52.70	N
43-44	10.92	5.34	1.21	42.10	3.06	76.50	
47-48	13.36	8.72	1.62	41.85	2.03	74.50	
51-52	18.02	6.58	2.42	39.08	1.83	65.90	
PROMEDIO	17.32	6.84	2.29	38.75	1.75	67.32	

PERF.(m)	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	CO3=	
53-54	3.90	2.34	0.61	51.65	0.89	88.30	H O R I Z O N
55-56	5.66	3.24	0.61	49.05	1.62	85.10	
57-58	6.74	3.19	1.11	48.17	1.42	85.10	
59-60	5.20	2.16	1.01	49.85	1.48	88.40	
61-62	3.52	1.89	0.81	50.70	1.15	90.10	
63-64	4.00	2.45	1.00	46.50	1.62	89.60	
PROMEDIO	4.84	2.55	0.86	49.32	1.36	87.77	A

PERF.(m)	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	CO3=	H O R I Z O N T E B
65-66	4.35	1.84	0.81	50.45	1.41	90.20	
67-68	3.92	1.89	0.71	50.92	1.09	90.90	
69-70	2.36	1.34	0.61	52.25	1.16	92.90	
71-72	2.22	1.29	0.61	51.85	1.88	92.00	
73-74	3.76	2.06	0.61	50.82	1.50	90.60	
75-76	2.43	1.22	0.50	51.95	1.73	93.10	
77-78	2.35	0.69	0.61	52.13	1.34	94.50	
79-80	2.59	0.94	0.61	52.33	1.34	93.20	
81-82	1.52	4.24	0.71	51.65	1.23	89.90	
83-84	6.34	3.39	0.81	49.40	1.77	84.80	
85-86	5.46	1.04	0.71	50.35	1.46	90.30	
87-88	4.82	0.91	0.91	50.22	1.40	91.40	
89-90	3.30	1.04	0.71	50.90	1.98	92.30	
91-92	3.64	1.24	0.71	51.35	1.64	91.70	
93-94	3.38	1.65	0.50	51.45	1.45	92.00	
95-96	9.72	3.40	0.40	45.35	1.72	85.30	
97-98	7.18	2.01	0.81	47.20	2.55	86.90	
099-100	5.60	0.66	0.81	49.30	1.70	91.00	
101-102	5.07	2.09	0.71	48.80	1.88	89.00	
103-104	2.93	0.76	0.71	51.50	1.20	93.50	
105-106	3.42	1.27	0.50	50.85	1.46	92.30	
107-108	2.96	1.37	0.50	51.62	1.66	91.60	
109-110	3.30	1.49	0.41	51.25	0.83	91.50	
111-112	4.66	0.44	0.61	50.25	2.50	89.00	
113-114	5.78	2.54	1.21	48.55	1.23	88.00	
115-116	3.70	1.39	1.01	51.55	1.10	91.90	
117-118	3.12	1.64	0.61	51.40	1.56	90.60	
119-120	2.68	1.60	0.40	51.20	1.83	92.50	
121-122	2.98	2.24	0.81	50.50	0.98	92.70	
123-124	2.64	2.69	0.81	50.69	1.03	91.90	
125-126	5.54	2.10	0.50	49.05	1.29	88.80	
127-128	5.56	1.79	0.71	49.23	1.34	89.60	
129-130	5.56	2.62	1.01	49.74	0.97	90.90	
PROMEDIO	4.09	1.72	0.69	50.49	1.49	90.81	

PERF.(m)	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	CO3=	
131-132	8.42	3.89	1.31	46.85	1.58	82.00	H O R I Z O N T E
133-134	6.32	4.19	0.81	47.10	1.36	85.10	
135-136	8.60	3.49	0.81	46.21	1.67	84.50	
137-138	11.84	5.47	1.21	43.95	1.78	77.00	
139-140	10.50	4.44	1.41	45.53	2.03	80.30	
141-142	8.41	2.87	1.21	46.12	2.50	82.60	
143-144	8.23	0.67	0.91	47.35	3.83	85.30	
145-146	17.18	6.38	2.42	38.30	2.66	70.00	
147-148	7.10	4.69	1.41	45.95	2.35	83.50	
149-150	7.00	4.54	0.81	48.30	0.87	84.30	
151-152	5.08	3.84	1.01	48.35	2.05	86.30	
153-154	3.72	2.78	0.72	50.15	0.83	91.80	
155-156	7.50	2.60	0.65	48.00	1.47	86.90	
157-158	6.42	3.78	0.72	46.50	3.88	83.30	
159-160	3.98	1.99	1.01	49.90	1.63	89.00	
161-162	4.46	2.66	0.61	50.70	1.19	88.60	
163-164	4.01	2.71	0.91	49.52	2.46	88.90	
PROMEDIO	7.57	3.59	1.06	46.99	2.01	84.08	

PERF.(m)	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	CO3=		
165-166	1.22	1.64	0.61	52.95	1.16	95.00	H O R I Z O N T E	
167-168	2.05	1.32	0.30	52.30	1.76	94.50		
169-170	0.82	0.38	0.30	53.75	1.51	97.20		
171-172	1.48	1.00	0.40	52.60	1.29	95.90		
173-174	2.02	1.40	0.40	52.50	1.45	95.10		
175-176	2.61	1.50	0.40	51.80	1.20	93.70		
177-178	1.42	0.87	0.40	53.00	1.29	96.30		
179-180	1.29	0.67	0.71	52.60	1.48	95.70		
181-182	1.88	0.69	0.61	52.93	1.04	95.40		
183-184	1.30	0.14	0.71	53.80	0.85	96.70		
185-186	2.84	1.19	0.71	50.75	1.97	93.90		
187-188	3.26	2.44	0.71	50.35	1.79	92.40		
189-190	3.96	1.65	0.71	50.27	1.63	92.10		
191-192	1.78	0.69	0.61	52.57	1.59	96.20		
193-194	1.55	0.90	0.30	52.90	1.22	96.90		
195-196	1.36	0.80	0.40	51.85	2.05	93.30		
197-198	1.30	0.44	0.61	53.00	1.47	96.00		
199-200	1.36	0.85	0.30	53.80	1.25	96.20		
201-202	1.83	0.74	0.95	53.18	0.92	95.30		D
203-204	1.85	1.04	0.51	52.50	1.38	94.20		
205-206	2.52	1.36	0.61	52.25	1.10	92.90		
PROMEDIO	1.89	1.03	0.54	52.46	1.40	95.00		

PERF.(m)	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	CO3=	H O R I Z O N T E E
207-208	4.11	1.36	0.61	51.20	1.79	89.30	
209-210	8.96	2.69	0.91	47.50	2.21	82.20	
211-212	4.44	2.59	0.71	50.65	1.30	88.30	
213-214	7.01	3.89	1.11	46.85	1.58	85.20	
215-216	6.19	3.46	0.81	48.57	1.64	87.60	
217-218	5.36	3.99	0.81	48.50	1.38	88.30	
219-220	5.13	3.94	0.97	49.15	1.75	88.20	
221-222	5.13	3.34	0.71	49.22	1.79	88.60	
223-224	3.95	2.34	1.01	50.00	1.22	91.00	
225-226	3.54	2.74	0.81	49.50	2.05	90.00	
227-228	4.41	2.07	1.01	49.28	2.01	91.70	
229-230	3.60	3.50	0.50	49.20	2.14	90.70	
231-232	5.96	4.89	0.71	46.45	2.32	86.90	
233-234	4.66	4.00	0.81	48.70	2.03	89.10	
235-236	4.36	3.89	0.71	49.45	1.30	90.00	
237-238	5.62	2.74	0.76	48.55	2.55	87.90	
239-240	5.83	2.69	1.01	49.25	2.09	88.60	
241-242	3.32	1.39	1.01	50.00	2.53	92.00	
243-244	3.56	2.04	1.21	49.05	2.10	91.00	
245-246	4.38	2.79	0.81	49.50	2.34	89.50	
247-248	3.40	2.95	1.00	49.30	1.99	89.90	
249-250	6.17	4.09	0.91	47.25	1.97	86.10	
251-252	5.31	3.50	0.81	48.30	1.60	88.90	
253-254	5.76	3.45	1.01	48.20	1.62	87.20	
PROMEDIO	5.01	3.10	0.86	48.90	1.89	88.68	

PERF.(m)	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	CO3=	H O R I Z O N T E F
255-256	8.56	5.29	1.21	46.30	1.61	83.20	
257-258	17.00	8.15	2.22	37.17	3.66	66.90	
259-260	25.13	9.89	3.13	28.27	5.62	55.20	
261-262	7.22	3.54	1.51	47.98	1.30	85.50	
263-264	4.97	2.49	0.91	49.12	2.38	89.30	
265-266	5.50	2.84	0.91	48.85	2.31	88.10	
267-268	9.97	5.02	1.31	45.08	1.44	80.80	
269-270	10.87	5.46	1.21	44.07	2.39	77.50	
271-272	12.95	6.62	1.51	42.23	1.82	74.50	
273-274	21.20	10.03	3.02	34.50	1.43	61.60	
275-276	13.76	4.30	4.80	41.20	1.83	72.20	
277-277,2	11.24	5.00	2.03	42.88	3.26	77.00	
PROMEDIO	12.36	5.72	1.98	42.30	2.42	75.98	

ANALISIS QUIMICO DE LA PERFORACION DIAMANTINA DH-7

PERF. (m)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	CO ₃ =	
0-2	14.93	5.16	1.57	40.64	1.90	71.00	F m.
2-4	8.35	3.13	1.10	46.41	1.15	83.40	
4-6	3.51	1.03	0.97	50.27	1.52	88.60	
6-8	10.54	3.84	1.29	44.00	1.44	80.20	
8-10	12.25	4.78	1.36	42.56	1.33	76.50	
10-12	12.11	4.59	1.45	42.62	1.41	78.55	
12-14	17.09	6.44	2.06	38.05	1.90	70.25	
14-16	18.16	6.17	2.00	37.94	1.68	66.35	
16-18	17.06	6.00	1.95	38.33	1.83	67.60	
18-20	16.14	6.17	1.88	38.93	1.77	69.15	
20-22	15.33	5.50	1.95	39.82	1.81	71.40	C E L E N D I N
22-24	19.90	7.39	2.43	35.73	2.06	67.30	
24-26	14.01	5.58	2.06	40.28	1.92	71.35	
26-28	21.12	9.11	3.51	32.89	2.71	52.65	
28-30	20.34	8.54	2.80	34.84	2.26	60.00	
30-32	19.38	7.82	2.82	35.59	2.23	56.20	
32-34	18.38	7.56	2.64	36.06	2.21	64.50	
34-36	15.90	6.54	2.16	38.46	1.92	71.45	
36-38	20.34	7.55	2.46	35.22	2.06	65.55	
38-40	22.06	9.61	3.92	31.52	2.92	58.60	
40-42	16.07	6.37	4.01	37.36	2.53	54.80	
42-44	9.01	3.08	1.45	44.91	2.03	75.60	
44-46	14.25	5.45	2.06	39.63	2.52	71.10	
46-48	15.22	5.92	1.94	38.94	2.59	69.85	
48-50	12.95	5.04	1.31	41.56	1.65	75.40	
50-52	13.00	5.06	1.49	40.96	1.77	74.30	
52-54	12.15	4.90	1.49	41.79	2.07	75.75	
54-56	14.03	5.88	1.69	39.88	2.28	66.95	
56-58	15.79	6.25	2.40	36.92	3.77	69.05	
PROMEDIO	15.15	5.88	2.08	39.38	2.04	69.77	

PERF. (m)	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	CO3=	H O R I Z O N T E A
58-60	5.17	1.84	0.85	48.77	1.57	86.30	
60-62	4.80	1.80	0.66	49.39	1.19	88.75	
62-64	5.85	2.46	0.82	48.15	1.30	84.25	
64-66	7.85	3.76	0.97	45.73	1.43	86.65	
66-68	7.03	3.00	0.72	47.20	1.17	83.80	
68-70	6.62	2.86	1.18	46.88	1.24	85.05	
70-72	6.62	2.63	0.72	47.58	1.30	85.30	
72-74	5.82	2.24	0.67	48.34	1.40	87.30	
74-76	5.90	2.30	0.70	48.42	1.27	86.90	
76-78	6.06	2.40	0.71	48.19	1.43	83.40	
78-80	5.75	2.30	0.75	48.33	1.37	86.80	
80-82	6.69	2.76	0.76	47.36	1.59	85.90	
82-84	5.77	2.38	0.73	48.60	1.18	89.70	
84-86	6.72	3.00	0.82	47.30	1.30	83.85	
86-88	5.01	2.05	0.61	49.39	1.26	87.25	
88-90	6.29	2.93	0.54	48.04	1.05	88.75	
90-92	2.99	1.04	0.76	50.93	1.33	91.40	
92-94	5.16	2.20	0.72	48.66	1.45	87.85	
94-96	6.26	2.64	0.63	48.03	1.01	86.95	
PROMEDIO	5.91	2.45	0.75	48.17	1.31	86.64	

PERF. (m)	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	CO3=	H O R I Z O N T E B
96-98	3.35	1.34	0.63	50.56	1.27	91.55	
98-100	2.21	0.84	0.49	51.86	1.24	92.60	
100-102	2.60	1.06	0.47	51.72	0.97	92.25	
102-104	5.59	2.61	0.69	48.42	0.98	91.10	
104-106	5.18	2.30	0.95	48.48	0.99	87.05	
106-108	3.00	1.01	0.37	51.70	0.79	92.95	
108-110	3.56	1.67	0.45	50.85	0.93	93.10	
110-112	2.53	0.91	0.55	51.90	0.83	94.05	
112-114	3.50	1.22	0.44	51.04	0.88	91.20	
114-116	9.76	3.42	0.85	45.07	1.22	78.35	
116-118	5.07	0.88	0.57	49.85	1.31	90.95	
118-120	5.69	1.59	0.63	49.13	1.08	90.30	
120-122	4.43	0.88	0.43	50.13	1.51	92.15	
122-124	5.26	1.18	0.53	48.97	1.79	92.00	
125-126	4.44	1.27	0.58	49.89	1.27	92.30	
127-128	7.37	2.14	0.61	47.22	1.37	88.50	
128-130	6.81	1.77	0.67	47.35	1.86	87.75	
130-132	6.16	0.96	0.51	48.21	2.18	88.90	
132-134	6.05	1.77	0.82	47.75	2.19	89.55	
134-136	3.71	0.45	0.34	50.18	2.34	95.40	
136-138	3.56	0.76	0.53	50.17	2.17	93.30	
138-140	3.40	0.91	0.51	49.71	2.52	92.75	
140-142	3.64	1.13	0.42	50.60	1.23	92.75	
142-144	5.67	1.87	0.53	48.46	1.77	91.20	
144-146	5.34	1.51	0.50	49.23	1.55	90.65	
146-148	5.18	1.65	0.46	49.26	1.53	89.85	
148-150	6.31	2.16	0.68	47.83	1.86	87.15	
150-152	4.81	1.66	0.48	49.57	1.33	89.05	
152-154	4.61	1.52	0.53	49.80	1.21	91.05	
154-156	3.66	1.47	0.52	49.98	1.70	85.60	
156-158	3.78	1.41	0.42	49.26	2.25	92.65	
158-160	3.02	1.06	0.40	50.58	1.57	92.40	
160-162	3.19	1.23	0.68	50.13	1.39	93.15	
162-164	4.17	1.50	0.52	49.59	1.47	92.15	
PROMEDIO	4.61	1.44	0.55	49.54	1.49	90.76	

PERF. (m)	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	CO3=	H O R I Z O N T E C
164-166	7.08	2.67	0.65	46.04	2.34	87.10	
166-168	4.29	1.45	0.72	49.17	1.63	90.30	
168-170	8.55	3.22	0.78	45.80	1.30	82.70	
170-172	10.36	3.98	1.09	43.55	1.58	79.80	
172-174	8.26	3.01	0.86	45.91	1.68	81.50	
174-176	5.47	1.51	0.84	46.89	3.14	88.40	
176-178	9.40	2.91	1.21	43.82	2.94	82.50	
178-180	10.06	3.97	1.33	42.84	2.72	76.55	
180-182	7.70	3.17	0.71	46.55	1.33	84.50	
182-184	6.82	2.94	0.64	47.12	1.27	85.80	
184-186	5.36	2.10	0.74	48.59	1.58	88.05	
188-190	8.35	3.35	0.87	46.16	1.15	74.45	
190-192	5.81	2.53	0.65	48.18	1.48	87.05	
192-194	4.30	1.69	0.55	49.84	1.12	88.55	
194-196	5.89	2.64	0.74	47.79	1.55	88.65	
PROMEDIO	7.18	2.74	0.83	46.55	1.79	84.39	

PERF. (m)	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	CO3=	H O R I Z O N T E D
196-198	4.47	1.76	0.52	49.55	1.03	92.05	
198-200	1.27	0.38	0.23	53.13	1.09	95.95	
200-202	1.39	0.48	0.28	53.03	0.91	96.55	
202-204	0.76	0.16	0.15	54.08	0.76	97.25	
204-206	1.59	0.59	0.25	52.80	1.01	95.45	
206-208	2.89	1.18	0.45	50.81	1.33	93.35	
208-210	1.94	0.66	0.38	49.95	3.22	95.75	
210-212	1.21	0.35	0.19	53.09	1.17	94.50	
212-214	1.64	0.56	0.22	52.35	1.35	95.55	
214-216	1.18	0.39	0.21	53.06	1.16	96.05	
216-218	2.60	1.06	0.34	51.55	1.09	93.85	
218-220	3.43	1.39	0.37	50.69	1.28	93.10	
220-220,7	2.85	0.98	0.34	51.10	1.36	91.60	
PROMEDIO	2.09	0.76	0.30	51.94	1.29	94.69	

ANALISIS QUIMICO DE LA PERFORACION DIAMANTINA DH-8

PERF.(m)	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	CO3=	
0-2	18.67	7.07	1.97	37.55	1.25	49.50	
2-4	7.85	2.74	0.92	47.23	1.12	81.10	
4-6	7.93	2.55	0.92	47.24	1.08	84.35	
6-8	10.48	3.30	1.15	45.08	1.26	79.10	
8-10	13.85	4.39	1.60	42.11	1.66	73.65	
10-12	18.50	6.19	1.87	38.23	1.71	67.40	
12-14	14.72	5.11	1.60	40.94	1.83	73.65	
14-16	8.67	3.15	1.20	45.92	1.55	81.75	F
16-18	11.23	4.34	1.38	43.56	1.51	76.60	m.
18-20	15.29	6.16	1.78	39.73	1.71	71.30	
20-22	17.05	6.56	2.07	38.28	2.31	68.25	
22-24	16.13	5.71	1.81	39.06	2.59	68.65	
24-26	11.29	3.99	1.43	43.28	1.89	68.80	
26-28	11.58	4.19	1.27	42.94	1.99	85.80	
28-30	7.43	2.67	1.20	46.59	1.62	71.65	C
30-32	12.37	4.63	1.31	42.41	1.42	76.60	
32-34	13.08	5.01	1.55	41.54	1.50	73.75	E
34-36	15.74	5.40	1.89	39.62	1.89	69.95	
36-38	17.64	6.04	1.97	37.97	1.82	67.60	L
38-40	16.10	5.86	1.83	38.89	1.95	68.65	
40-42	14.31	5.16	1.75	40.48	1.75	76.65	E
42-44	21.41	8.03	2.54	34.70	2.32	59.50	
44-46	14.97	6.30	2.04	38.98	2.35	71.20	N
46-48	17.78	7.86	2.68	35.37	2.93	61.85	
48-50	19.45	8.46	2.78	34.39	2.98	59.40	D
50-52	19.71	7.94	2.55	35.49	2.30	64.50	
52-54	19.08	7.83	2.59	35.53	2.57	63.15	I
54-56	16.91	7.16	2.13	37.70	2.15	70.50	
56-58	20.39	7.65	2.28	35.75	2.09	71.00	N
58-60	25.18	9.16	3.22	30.97	2.44	51.25	
60-62	21.85	7.72	2.83	33.40	2.70	55.70	
62-64	10.49	3.53	1.59	43.69	1.97	76.80	
64-66	12.76	4.51	1.79	40.91	2.64	73.50	
66-68	13.84	5.24	1.71	40.23	2.38	71.90	
68-70	12.14	4.74	1.49	41.57	2.20	74.90	
70-72	15.02	5.75	1.94	38.46	3.06	66.75	
PROMEDIO	15.02	5.61	1.85	39.88	2.01	70.18	

PERF.(m)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	CO ₃ =	H O R I Z O N T E
72-74	6.41	2.49	0.90	47.57	1.57	83.60	
74-76	6.43	2.49	0.90	47.53	1.55	86.20	
76-78	7.70	3.35	1.10	46.19	1.23	84.55	
78-80	6.90	2.69	0.71	47.38	1.42	85.60	
80-82	6.19	2.44	0.73	48.12	1.27	86.20	
82-84	5.34	2.12	0.70	48.72	1.33	86.80	
84-86	5.51	2.33	0.74	48.12	1.32	86.75	
86-88	4.29	1.61	0.57	49.63	1.05	88.15	
PROMEDIO	6.10	2.44	0.79	47.91	1.34	85.98	

PERF.(m)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	CO ₃ =	H O R I Z O N T E
88-90	3.95	1.38	0.66	49.81	1.40	91.80	
90-92	4.83	1.98	0.78	48.55	1.26	92.75	
92-94	4.52	1.69	0.61	49.08	1.41	90.10	
94-96	3.61	1.32	0.59	50.35	1.14	91.35	
96-98	3.16	1.07	0.44	51.13	0.98	93.10	
98-100	3.07	0.88	0.36	51.41	1.00	94.70	
100-102	2.92	0.78	0.34	51.56	0.99	93.15	
102-104	5.49	1.72	0.59	48.59	1.11	89.25	
104-106	5.64	1.57	0.85	47.52	1.99	88.90	
106-108	5.28	0.78	0.52	49.77	1.13	90.55	
108-110	4.64	0.63	0.43	50.08	1.43	92.25	
110-112	4.47	0.94	0.48	48.81	2.03	91.40	
112-114	4.42	1.35	0.61	49.42	1.29	89.70	
114-116	6.81	1.75	0.63	47.39	1.43	87.20	
116-118	6.84	1.79	0.69	46.97	1.96	87.65	
118-120	8.31	2.13	0.89	45.21	2.35	83.30	
120-122	4.88	0.61	0.66	47.72	3.40	90.40	
122-124	5.27	0.58	0.54	49.28	1.97	91.65	
125-126	5.99	1.92	0.80	47.18	2.34	88.55	
127-128	4.18	0.80	0.56	48.70	2.90	89.75	
128-130	2.92	0.41	0.52	49.87	2.58	94.40	
130-132	3.45	0.75	0.38	49.69	2.20	92.75	
132-134	3.75	1.19	0.54	49.17	2.04	93.00	
134-136	4.66	1.47	0.60	49.10	1.48	90.50	
136-138	5.38	1.75	0.58	47.94	1.78	89.25	
138-140	6.33	2.39	0.65	46.98	1.86	86.00	
140-142	4.28	1.46	0.46	49.63	1.22	90.95	
142-144	3.43	1.20	0.43	50.45	1.21	91.35	
144-146	4.48	1.72	0.70	48.23	1.97	90.90	
146-148	3.77	1.40	0.46	49.01	2.01	93.05	
148-150	3.03	1.09	0.75	46.93	1.41	90.45	
150-152	2.56	0.75	0.48	50.92	1.36	93.25	
PROMEDIO	4.57	1.29	0.58	48.95	1.71	90.73	B

PERF.(m)	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	CO3=	H O R I Z O N T E C
152-154	5.18	1.88	0.52	48.10	1.56	88.55	
154-156	4.68	1.64	0.62	47.96	2.19	89.40	
156-158	5.04	1.68	0.69	48.59	1.34	89.15	
158-160	8.74	3.26	0.87	45.08	1.38	81.80	
160-162	6.96	2.43	0.80	46.53	1.52	82.75	
162-164	5.58	1.43	0.83	47.13	2.71	87.45	
164-166	10.59	3.17	1.41	41.93	3.52	78.60	
168-170	7.31	3.09	0.74	46.06	1.29	83.40	
170-172	6.13	2.48	0.73	47.19	1.37	85.50	
172-174	3.35	1.26	0.61	49.72	1.88	90.05	
174-176	3.16	1.13	0.54	50.37	1.52	92.20	
176-178	6.79	3.11	0.69	46.60	1.29	85.00	
178-180	5.40	2.20	0.61	48.24	1.32	87.40	
180-182	4.50	1.79	0.54	49.15	1.15	89.35	
182-184	3.26	1.13	0.51	50.33	1.27	90.65	
184-186	3.71	1.51	0.65	49.68	1.15	89.80	
PROMEDIO	5.65	2.07	0.71	47.67	1.65	86.94	

PERF.(m)	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	CO3=	H O R I Z O N T E D
186-188	1.79	0.44	0.32	52.37	1.03	95.65	
188-190	1.20	0.35	0.33	52.71	1.00	95.70	
190-192	0.88	0.17	0.20	53.65	0.71	97.25	
192-194	0.77	0.11	0.17	53.74	0.72	95.60	
194-196	1.32	0.43	0.25	52.87	0.88	96.35	
196-198	2.33	0.88	0.46	51.22	1.10	93.85	
198-200	3.56	1.37	0.59	49.10	1.90	91.85	
200-202	1.27	0.36	0.31	50.75	3.02	94.75	
202-204	1.81	0.57	0.25	52.05	1.15	95.30	
204-206	1.88	0.59	0.29	51.83	1.21	95.60	
206-208	1.59	0.48	0.27	52.18	1.23	95.75	
208-210	2.63	1.07	0.37	51.09	1.06	92.70	
210-212	2.90	0.94	0.36	50.76	1.34	91.50	
212-214	2.93	0.96	0.44	49.54	2.55	93.30	
214-216	0.83	0.22	0.18	53.13	1.06	96.55	
216-218	1.50	0.44	0.26	51.86	1.62	95.45	
218-220	2.51	0.67	0.33	50.80	1.85	96.25	
220-222	1.16	0.32	0.21	53.01	0.98	96.00	
222-224	1.44	0.45	0.24	51.99	1.54	95.25	
224-226	2.09	0.74	0.32	51.16	1.63	93.55	
226-228	3.42	1.48	0.75	48.58	2.22	93.75	
228-230	3.18	1.23	0.48	50.06	1.63	92.00	
PROMEDIO	1.95	0.65	0.34	51.57	1.43	94.73	

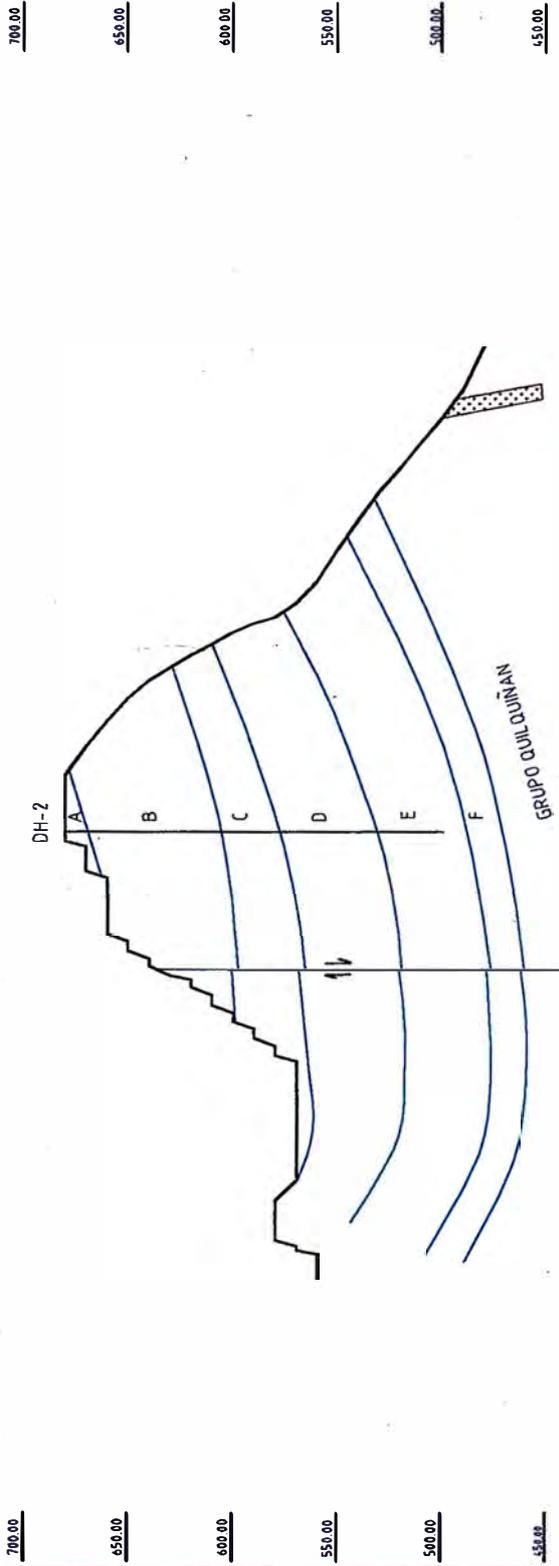
PERF.(m)	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	CO3=	H O R I Z O N T E E
230-232	3.53	1.39	0.43	49.63	1.59	88.70	
232-234	4.09	1.58	0.62	48.83	1.90	89.65	
234-236	5.79	2.31	0.77	46.59	2.46	86.95	
236-238	6.25	2.35	0.71	46.18	2.66	84.55	
238-240	7.01	2.46	0.81	45.90	2.13	88.60	
240-242	7.17	2.99	1.50	45.00	2.68	86.00	
242-244	8.61	3.03	0.97	45.10	2.00	87.70	
244-246	10.93	5.99	3.31	38.41	3.80	87.00	
PROMEDIO	6.67	2.76	1.14	45.71	2.40	87.39	

ANEXO 8.1.4

SECCIONES GEOLOGICAS DE LAS PERFORACIONES DIAMANTINAS

CAD R-13

SECCION A-A'
MIRANDO AL ESTE



NO.	FECHA	REVISADO	ELABORADO	PROYECTADO	VERIFICADO	FECHA

CEMENTOS NORTE PACASAYO S.A.
CANTON - EMBAJADERA



SECCION DH-2
REALIZADA

REV. A

D. 011103

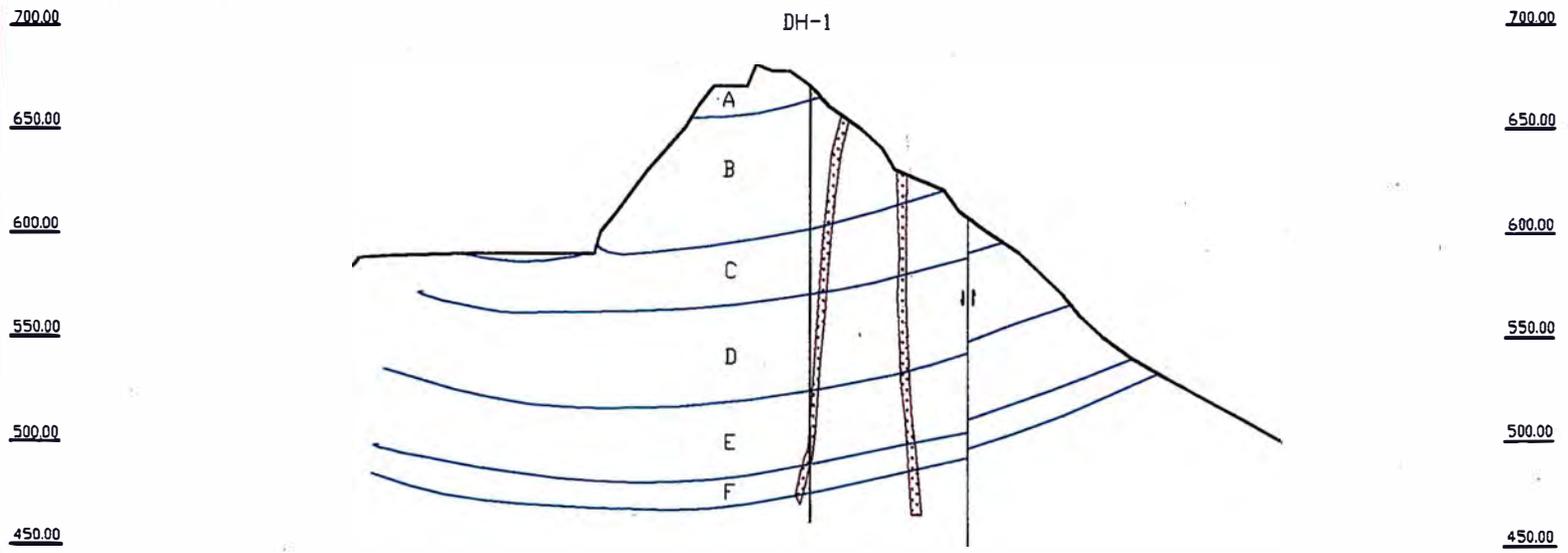
N. 9198900

N. 9198800

N. 9198700

N. 9198600

SECCION B-B' MIRANDO AL ESTE



GRUPO QUILQUIÑAN

ELABORADO	REVISADO	APROBADO
REVISADO	REVISADO	REVISADO
APROBADO	REVISADO	REVISADO
NOMBRE	FIRMA	FECHA



CEMENTOS NORTE PACASHAYO S.A.
CANTERAS - TEMBLADERA

**SECCION DH-1
REALIZADA**

ESCALA: 1 : 4.000 | PLANO N° 150005 | 01/10/2000 | REV. 1

CAD R-13

9198900

9198900

9198800

9198700

9198600

9198500

SECCION C-C' MIRANDO AL ESTE

H-6

700.00

700.00

650.00

650.00

600.00

600.00

550.00

550.00

500.00

500.00

450.00

450.00

FORMACION
CELENDIN

A

B

C

D

E

F

GRUPO QUILQUINAN

GRUPO QUILQUINAN

ESTADISTICA	DESCRIPCION	FECHA



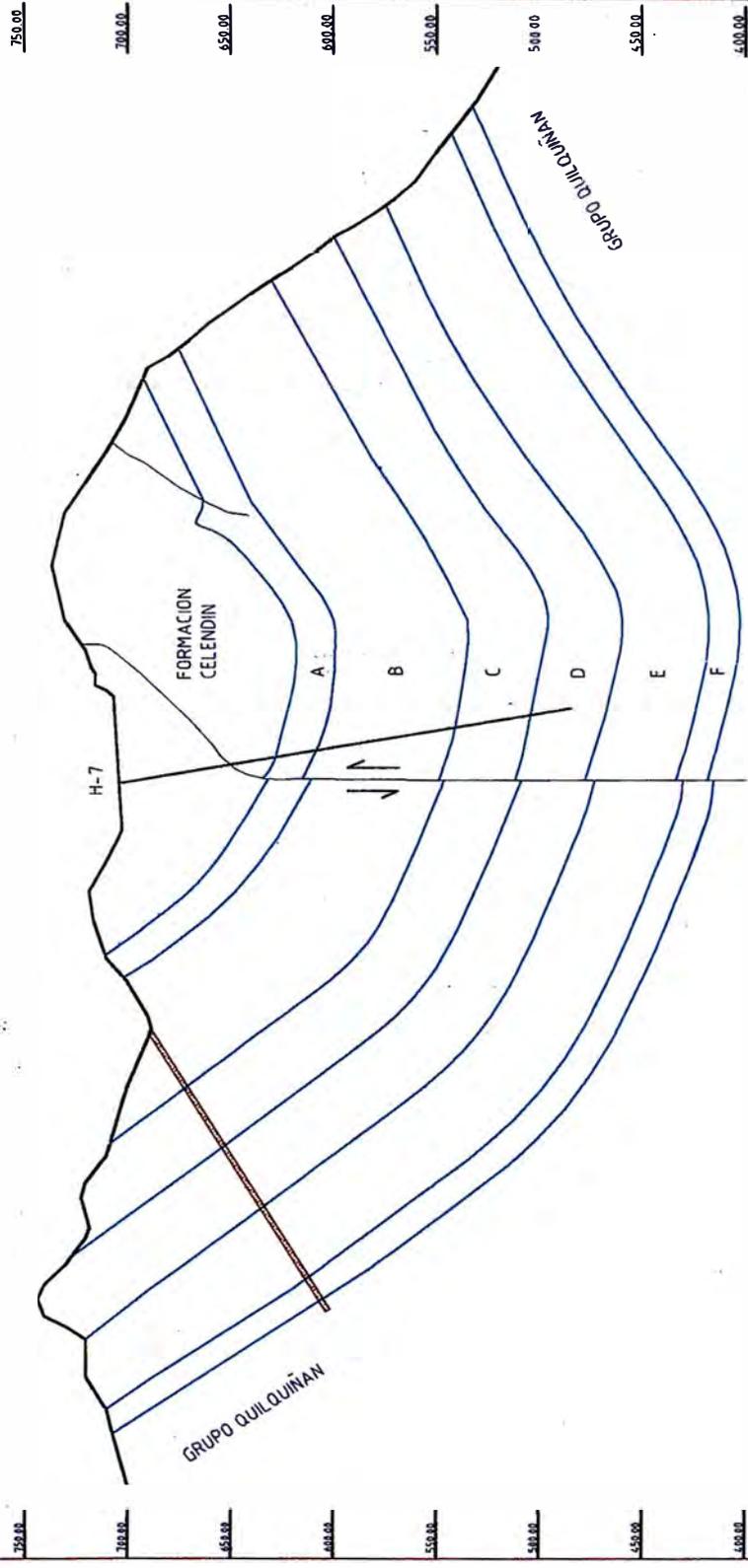
CEMENTOS NORTE PACASHAYO S.A.
CANTERAS - TENBLADERA

**SECCION H-6
REALIZADA**

ESCALA: 1:100 PLANO N° 16406 del PS 101 REV. A

CAD R-13

SECCION D - D'
MIRANDO AL ESTE



FORMAS		FORMAS		FORMAS	
AREA	ANCHO	AREA	ANCHO	AREA	ANCHO



CEMENTOS NORTE PACIFICO S.A.
CENTROS - TAMBORA

SECCION H-7
REALIZADA

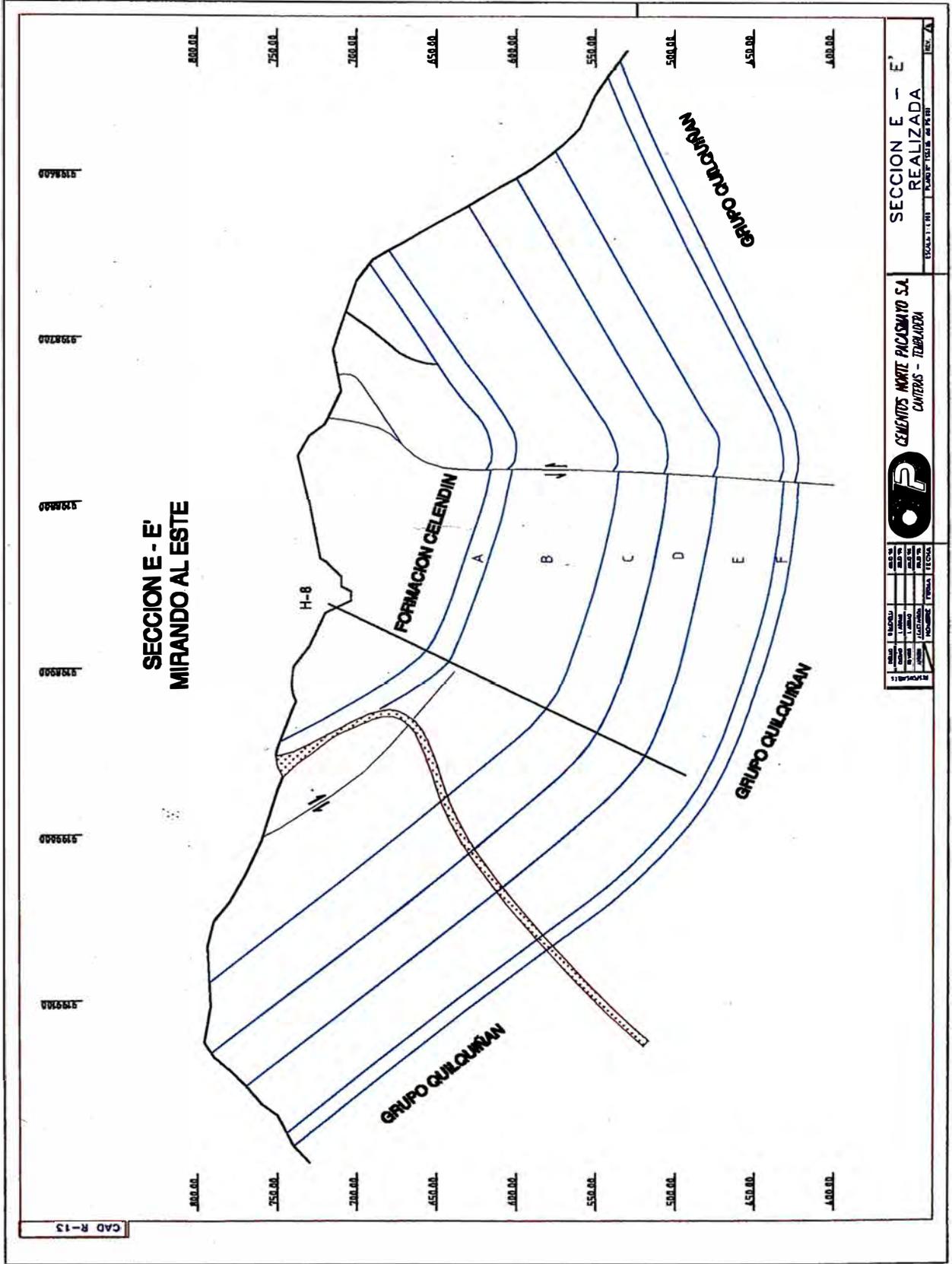
ESCALA 1:10,000

PROYECTISTA: []

REVISOR: []

FECHA: []

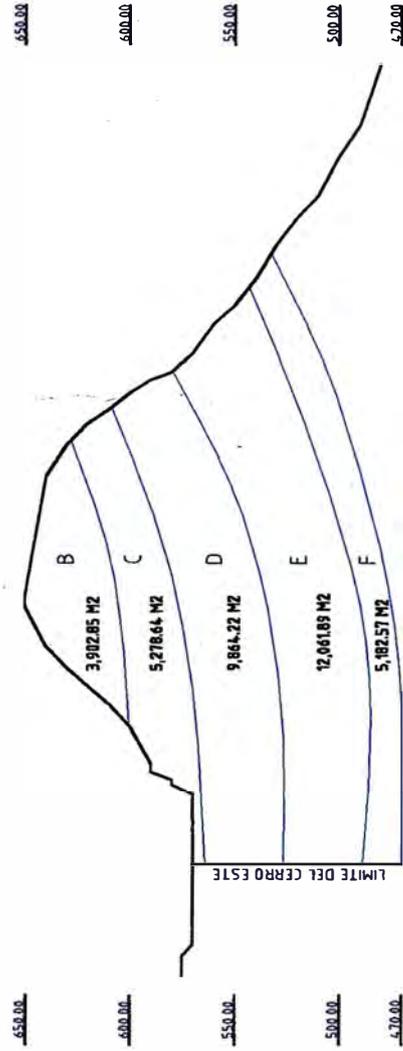
HOJA: []



ANEXO 8.1.5

SECCIONES GEOLOGICAS PARA LA CUBICACION DE RESERVAS

SECCION EN LA COORDENADA E 707500
MIRANDO AL ESTE



N 9198500

N 9198600

N 9198700

N 9198800

N 9198900

SECCION TRANSVERSAL
MIRANDO AL ESTE

CEMENTOS MONTE PASCAWAY S.A.
CALLEJAS - TUMBADERA

GRUPO	REVISOR	FECHA
1
2
3
4
5



ESCALA 1:1000

PROYECTO: ...

FECHA: ...

PROYECTO: ...

FECHA: ...

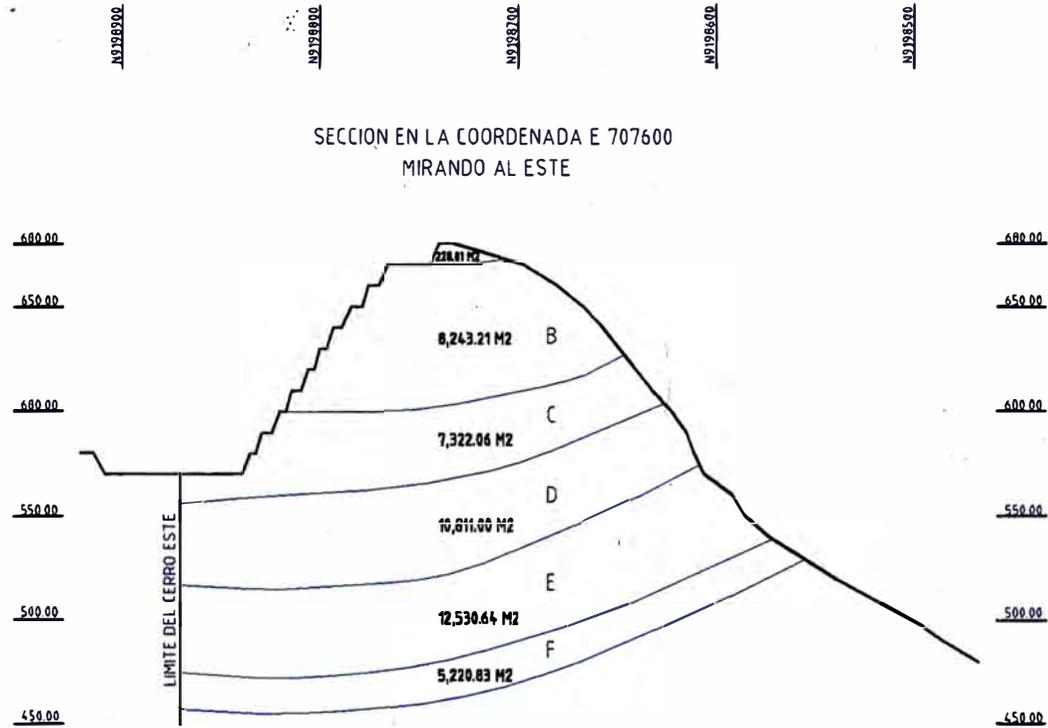
PROYECTO: ...

FECHA: ...

PROYECTO: ...

FECHA: ...

SECCION EN LA COORDENADA E 707600
MIRANDO AL ESTE



ELABORADO	REVISADO	FECHA
PROYECTO	NO. I. A. B.	NO. I. A. B.
APROBADO	NO. I. A. B.	NO. I. A. B.
MONITOREO	FECHA	FECHA



CEMENTOS NORTE PACASMAYO S.A.
CANTERAS - TEMBLADERA

SECCION TRANSVERSAL
MIRANDO AL ESTE

ESCALA 1 : 500 PLANO No. REV. A

N 9198600

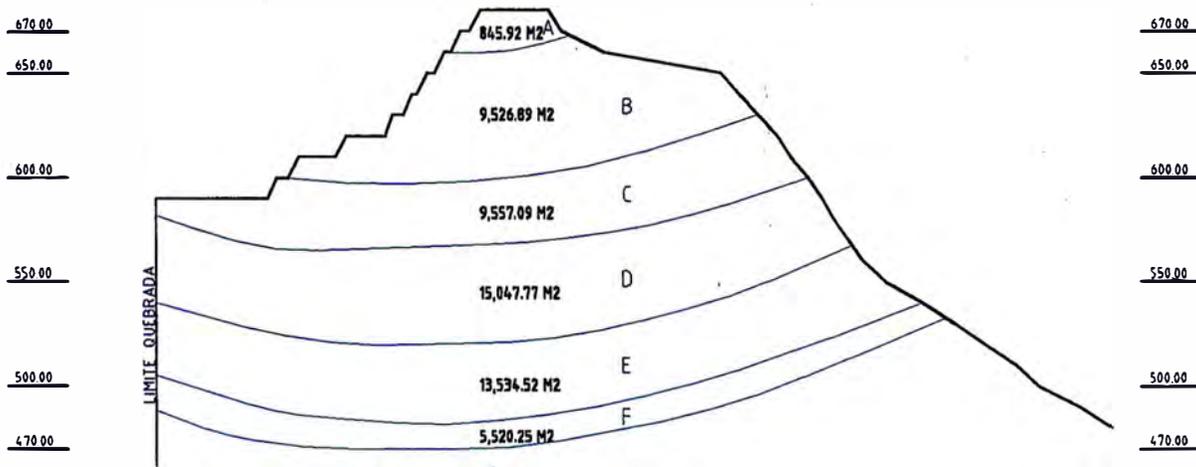
N 9198600

N 9198700

N 9198600

N 9198500

SECCION EN LA COORDENADA E 707700
MIRANDO AL ESTE



ELABORADO	REVISADO	FECHA



CEMENTOS NORTE PACASMAYO S.A.
CANTERAS - TENBLADERA

SECCION TRANSVERSAL
MIRANDO AL ESTE

ESCALA 1:100

N. 5198.000.

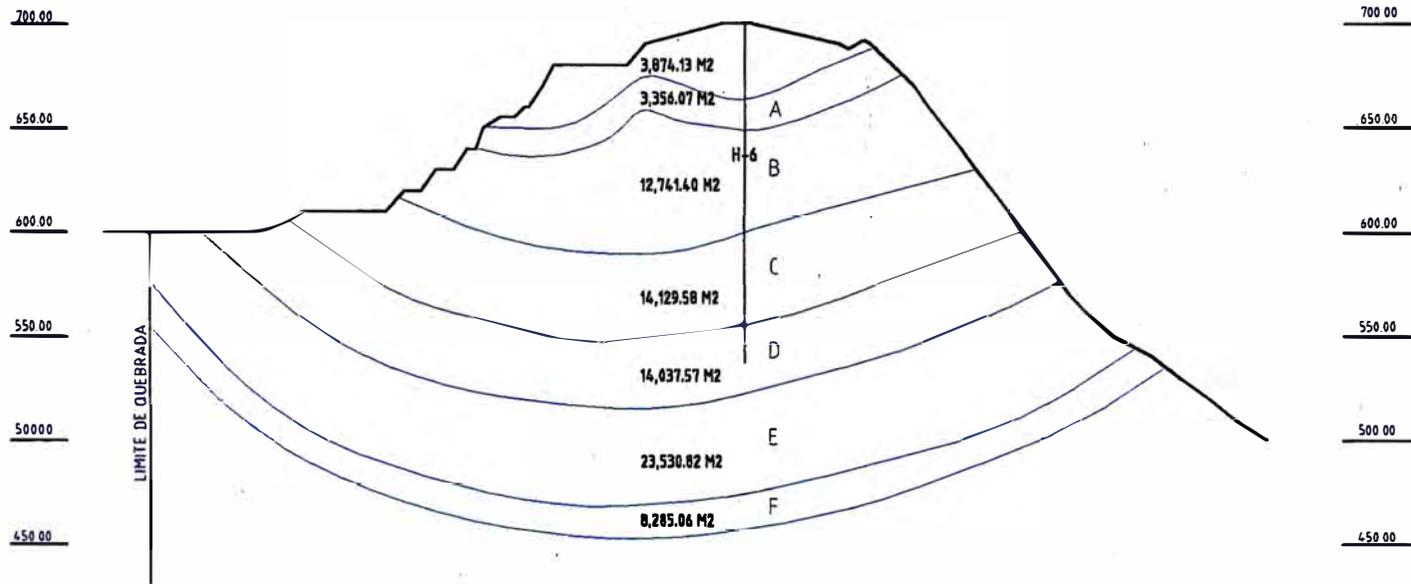
N. 5198.500.

N. 5198.600.

N. 5198.700.

N. 5198.600.

SECCION EN LA COORDENADA E 707800
MIRANDO AL ESTE



RESPONSABLE	ELABORADO	FECHA
TOPOGRAFIA	REVISADO	JULIO 78
PROYECTO	APROBADO	JULIO 78
PROYECTO	FECHA	JULIO 78
PROYECTO	FECHA	JULIO 78



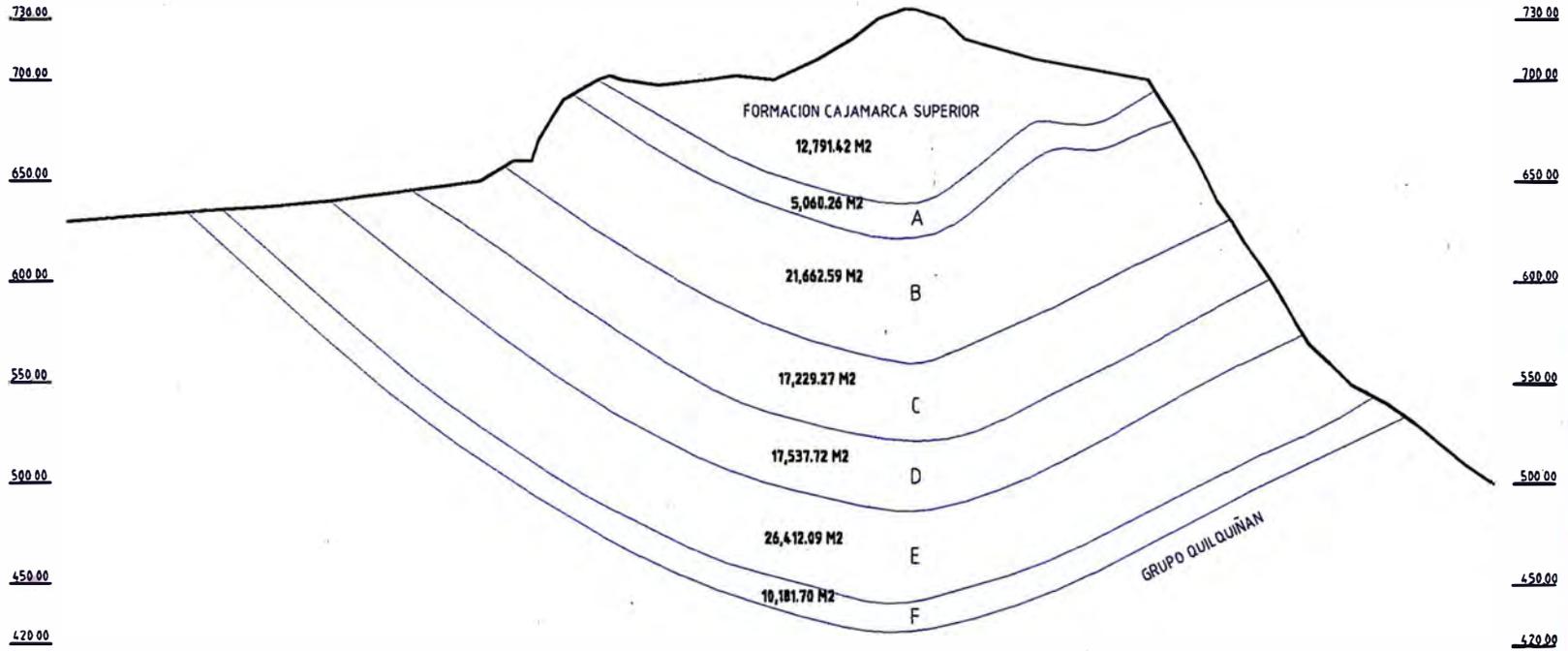
CEMENTOS NORTE PACASMAYO S.A.
CANTERAS - TEMBLADERA

**SECCION TRANSVERSAL
MIRANDO AL ESTE**

ESCALA 1:100 PLANO No. REV. A

N 5198600

SECCION EN LA COORDENADA E 707900
MIRANDO AL ESTE



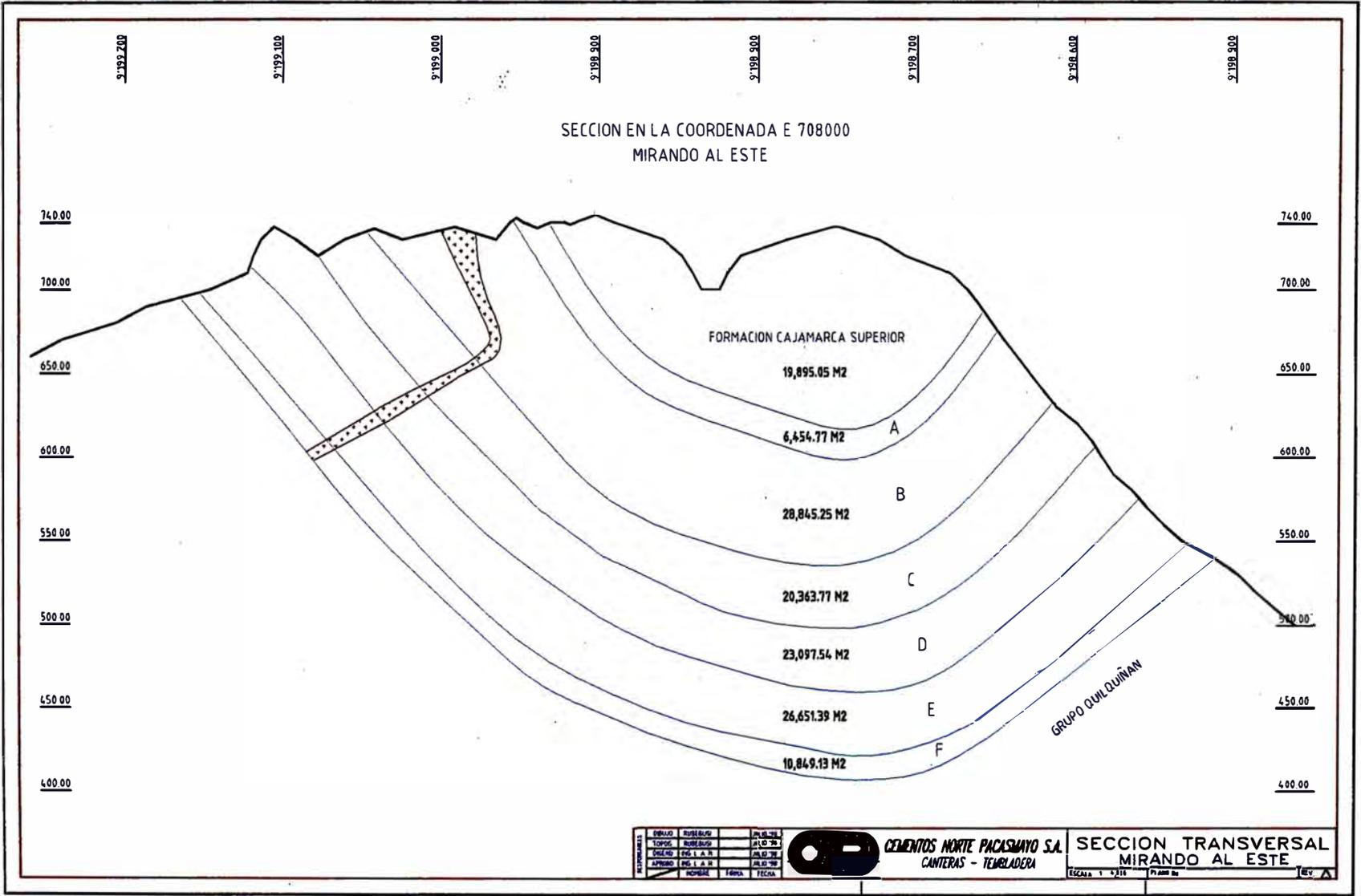
PROYECTO	CONSTRUCCION DE LA LINEA DE FERROCARRIL	FECHA	1998
CLIENTE	MINISTERIO DE TRANSPORTES	PROYECTO	LINEA DE FERROCARRIL
ELABORADO POR	ING. L. A. S.	FECHA	1998
APROBADO POR	ING. L. A. S.	FECHA	1998
REVISADO POR	ING. L. A. S.	FECHA	1998



CEMENTOS NORTE PACASMAYO S.A.
CANTERAS - TEMBLADERA

SECCION TRANSVERSAL
MIRANDO AL ESTE

ESCALA 1:1000 PLANO No. 100

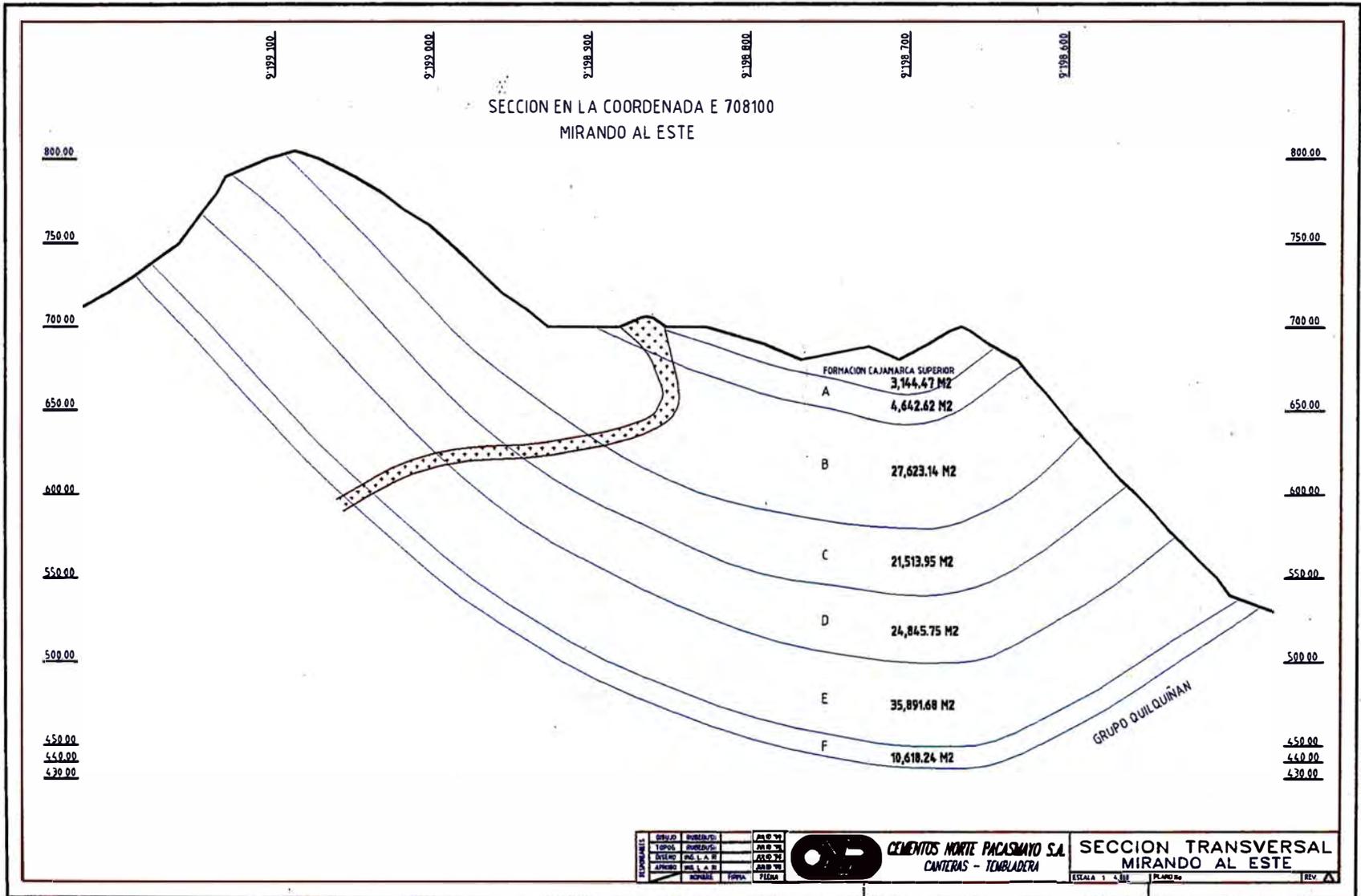


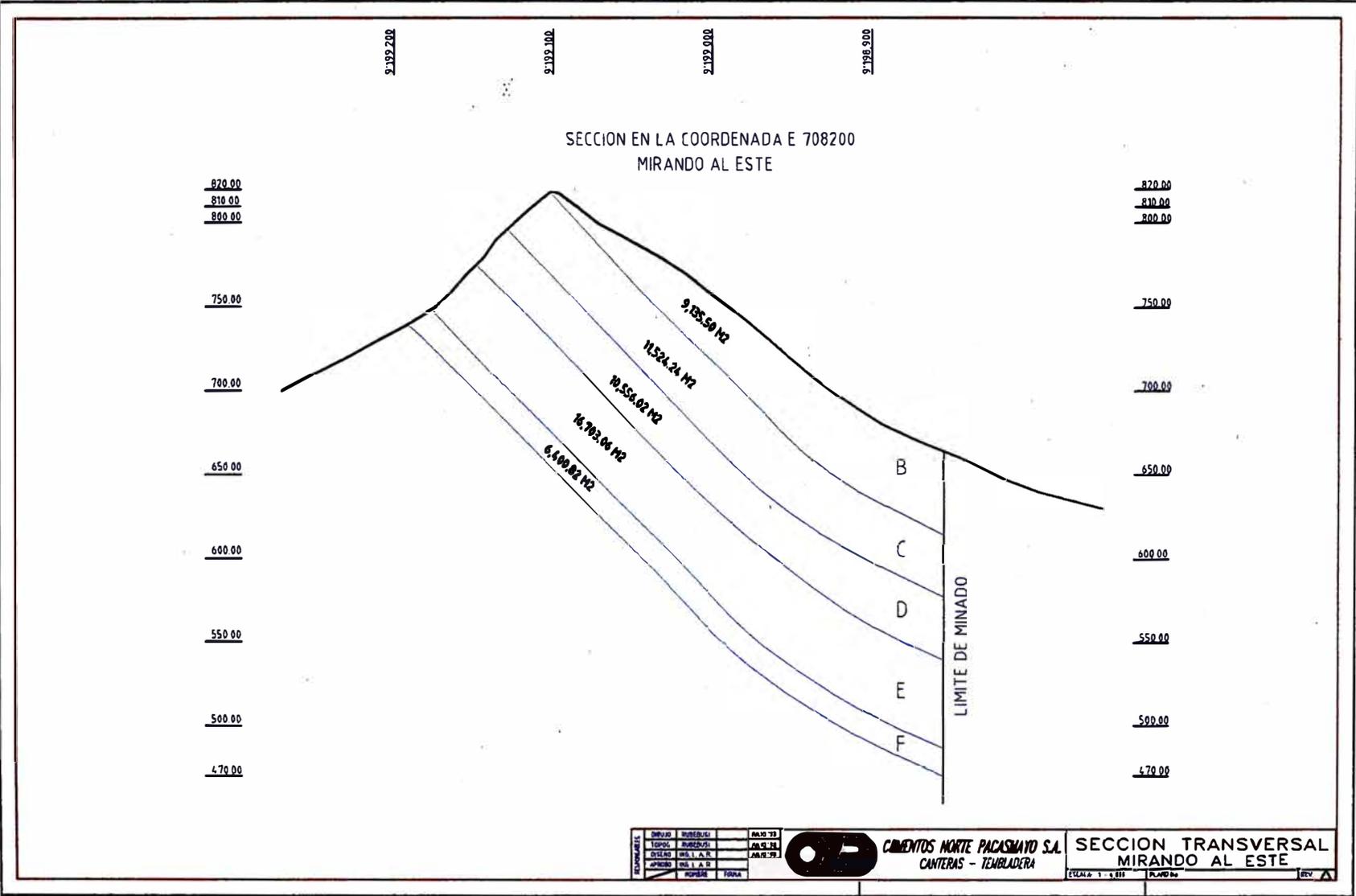
PROYECTO	DEPARTAMENTO	FECHA
OPERA	REGION	
TOPOG	REGION	
PROYECTO	FECHA	
PROYECTO	FECHA	
PROYECTO	FECHA	



CEMENTOS NORTE PACASMAYO S.A.
CANTERAS - TEMBLADERA

**SECCION TRANSVERSAL
MIRANDO AL ESTE**
ESCALA 1:1000

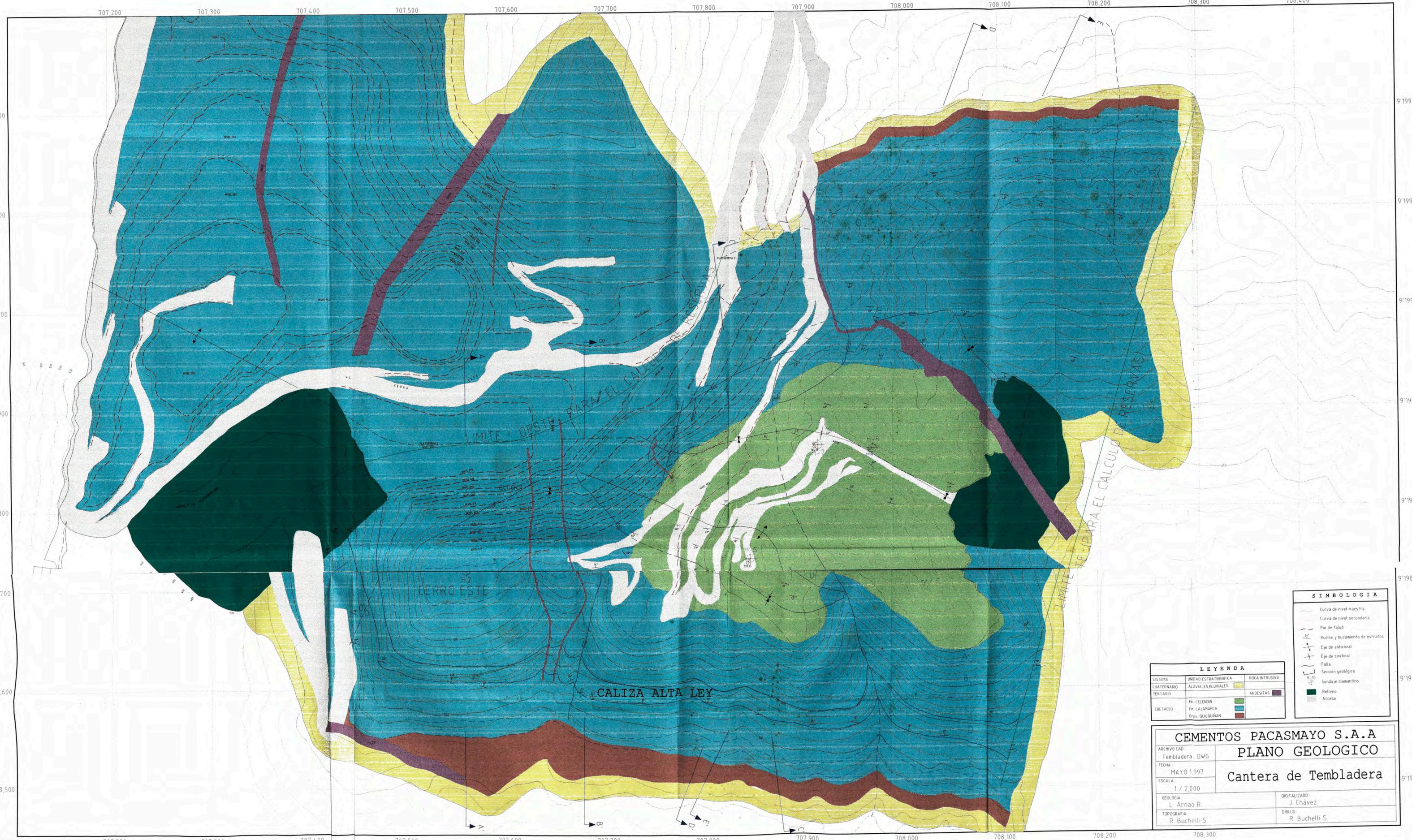




ANEXO 8.1.6

PLANO GEOLOGICO DE LA CANTERA - TEMBLADERA

PLANO 01



LEYENDA		
SISTEMA	UNIDAD ESTRATIGRAFICA	ROCA INTRUSIVA
CUATERNARIO	ALUVIALES FLUVIALES	
TERCIARIO		ANDESITAS
CRETACEO	Fm. CELENDIN Fm. CAJAMARCA Grp. QUILQUIRIAN	

SIMBOLOGIA	
	Curva de nivel maestra
	Curva de nivel secundaria
	Pie de talud
	Rumbo y buzamiento de estratos
	Eje de anticlinal
	Eje de sincinal
	Falla
	Sección geológica
	Sonda de diamantino
	Relleno
	Acceso

CEMENTOS PACASMAYO S.A.A	
PLANO GEOLOGICO	
Cantera de Tembladera	
ARCHIVO CAD: Tembladera DWG	DIGITALIZADO: J. Chávez
FECHA: MAYO 1997	DIBUJO: R. Buchelli S.
ESCALA: 1 / 2,000	
GEOLOGIA: L. Arnao R.	
TOPOGRAFIA: R. Buchelli S.	

ANEXO 8.1.7

FOTOS DE LA CANTERA



VISTA DESDE EL EXTREMO SUR DEL CERRO ESTE, mostrando los estratos de caliza expuestos



VISTA DE LA CANTERA DEL CERRO OESTE, con reservas casi agotadas



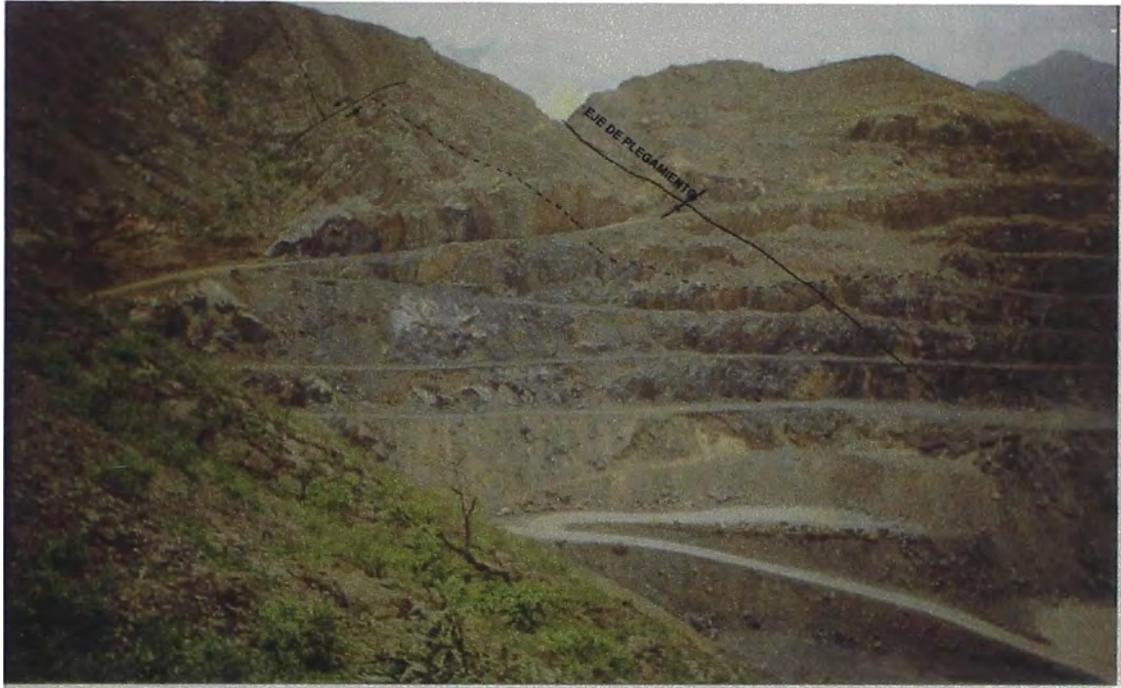
VISTA DE LA CANTERA DEL CERRO NORTE, con fuerte inclinación de sus estratos



VISTA DEL FLANCO SUR DEL SINCLINAL, con estratos que tienen un débil buzamiento.



VISTA DEL FLANCO NORTE DEL SINCLINAL, notase el fuerte buzamiento de los estratos



VISTA MOSTRANDO EL EJE DEL SINCLINAL, y la cobertura de material de desbroce que tiene en la parte superior.



VISTA MOSTRANDO LOS DIFERENTES HORIZONTES EXPUESTOS, durante la explotación.



OPERACION CERCA DE MATERIAL CON MENOR BUZAMIENTO, la calidad del material es más homogéneo en un frente más amplio.



OPERACION CERCA DEL EJE DEL PLEGAMIENTO, se tiene variación de la calidad del material en una zona pequeña.