



MIGUEL ANGEL...  
UNIVERSIDAD...  
QUAYACUIL - EC

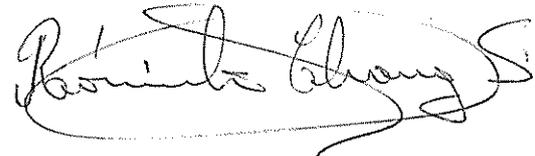
"GEOLOGIA Y GEOTECNIA DE LA REPRESA  
DAULE-PERIPA,  
ESTUDIOS DEFINITIVOS"

DIRECTOR DE TESIS



ING. RAUL MARURI DIAZ

A U T O R



ROMULO CHANG SALAS



\*D-4052\*

DECLARACION EXPRESA:

DECLARO QUE: La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en esta tesis corresponden exclusivamente a su autor y que el patrimonio intelectual de la misma corresponde a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL.

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

A MI MADRE

A MI PADRE

A MIS HERMANOS

# CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
1.1. Objeto del estudio	2
1.2. Localización y acceso	2
1.3. Descripción del proyecto	3
1.3.1. Presa	5
1.3.2. Obras de descarga	5
1.3.3. Estructuras de control de la descarga.	6
1.3.4. Vertedero	6
1.3.5. Diques laterales	7
1.3.6. Vertedero de emergencia	7
1.4. Clima y vegetación	7
1.5. Estudios anteriores realizados en el área	8
1.5.1. Prospección geofísica	8
1.5.2. Prospección mecánica	9
1.5.3. Propiedades geomecánicas de los materiales.	10
2. INVESTIGACIONES EFECTUADAS PARA ESTUDIOS DEFINITIVOS DE LA PRESA EN EL SITIO "B" Y SU JUSTIFICACION.	22
3. GEOLOGIA REGIONAL	26
3.1. Fotogeología y geomorfología	26
3.2. Estratigrafía	27
3.3. Estructuras	29
3.4. Historia geológica	31
3.5. Historia sísmica	35

4. GEOLOGIA Y GEOTECNIA LOCALES	37
4.1. Eje de presa	39
4.1.1. Corte geológico	39
4.1.2. Corte que incluye dureza <u>re</u> lativa y cementación.	42
4.1.3. Corte que registra permeabi <u>l</u> idad y fracturación existen <u>t</u> es.	44
4.2. Vertedero	68
4.2.1. Corte geológico a lo largo de la alineación del verte- dero.	68
4.2.2. Corte que incluye dureza <u>re</u> lativa, permeabilidad y frac <u>t</u> uración a lo largo de la a- lineación del vertedero.	70
4.3. Túneles	78
4.3.1. Corte geológico a lo largo de la alineación del túnel # 1.	79
4.3.2. Corte que incluye dureza <u>re</u> lativa, permeabilidad y frac <u>t</u> uración a lo largo de la a- lineación del túnel # 1.	80
4.4. Dique y vertedero de emergencia	93
5. HIDROGEOLOGIA	100
5.1. Sistemas de aguas subterráneas	100
5.2. Conductividad hidráulica	103

	Pág.
6. MATERIALES DE CONSTRUCCION	104
7. CONCLUSIONES	109
8. RECOMENDACIONES	116
9. GRAFICOS	119
10. ANEXO N <sup>o</sup> 1: Registros geológicos de campo de los sondeos ejecutados a lo largo del río Daule durante la fase de estudios definitivos.	151
11. BIBLIOGRAFIA	180

## I. INTRODUCCION

Esta tesis pretende dar una idea del trabajo realizado durante la fase II, denominada de Estudios Definitivos, para la construcción de la presa Daule-Peripa y obras auxiliares así como también ayudar a dar posibles soluciones a los problemas presentados, originados por la debilidad general de las rocas, zonas de alta permeabilidad, presencia de artesianismo entre otros en el sitio del eje de presa y en obras auxiliares.

El motivo principal que se tuvo para elegir el tema fue la necesidad de presentar un trabajo con el propósito de recibir el título de ingeniero.

Esta tesis lo pude hacer a partir de un trabajo que me encomendó CEDEGE (Comisión de Estudios para el Desarrollo de la Cuenca del Río Guayas), Institución en la cual laboro actualmente, y que consistió en fiscalizar las perforaciones realizadas por INERHI (Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos) durante la fase II de estudios antes mencionada, así que en su mayoría se deriva de los datos tomados de esas perforaciones realizadas desde Mayo de 1978 hasta Enero de 1979, pues el tiempo me estaba limitado por mi trabajo de fiscalizador.

### 1.1. OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto de este trabajo es presentar soluciones que puedan ayudar a otros a resolver con más facilidad los problemas presentes en la construcción y vida posterior de la represa Daule-Peripa.

### 1.2. LOCALIZACION Y ACCESO

El terraplén de la represa Daule-Peripa se ubicará a unos 7 km. (medidos en línea recta y en dirección y sentido SO) de la unión de los ríos Daule y Peripa, este su mayorafuente del curso superior.

El sitio de la presa se encuentra dentro de la esquina NO de la denominada cuenca del río Guayas (Gráfico # 1).

El acceso desde Guayaquil se lo hace en su mayor parte a través de las carreteras asfaltadas indicadas en el Gráfico # 2. Una pequeña parte, unos 16 km. (línea de traza en el mismo gráfico), no está construída hasta la fecha, yendo desde un punto situado más o menos unos 8 km. al E de la población de Pichincha (entre Pichincha y El - Empalme sobre la carretera asfaltada) hasta el campamento que va a servir de base de los trabajos a realizarse para

la construcción de la represa; esta pequeña parte seguramente se habilitará en el futuro. Hasta la ejecución de la Fase II de estudios definitivos el acceso desde la carretera asfaltada que une Pichincha y El Empalme se lo ha hecho por el camino que sirve de entrada a la hacienda Alajuela y cuya casa principal ha servido de campamento base, siendo un camino de tipo veraniego.

### 1.3. DESCRIPCION DEL PROYECTO

La represa Daule-Peripa es parte de lo que se denomina Primera Etapa de desarrollo del llamado Proyecto de Propósito Múltiple Daule-Peripa creado por CEDEGE (Comisión de Estudios para el Desarrollo de la Cuenca del río Guayas), proyecto que traerá entre otros los siguientes beneficios: almacenar agua para regar por lo menos 50000 Ha. en el valle bajo del río Daule entre las poblaciones de Colimes y Petrillo; trasvasar aguas desde el río Daule hacia la Península de Sta. Elena, para lograr bajo riego al desarrollo agropecuario de 50000 Ha; retener el volumen correspondiente a crecientes de hasta 25 años de recurrencia, con el fin de controlar las inundaciones que se producen en el valle bajo del Daule; abastecer de agua para consumo urbano a Guayaquil y a las ciudades ribereñas del Daule y mantener el caudal necesario para el control de salinidad y contaminación en el

río; proveer agua para la generación de energía hidroeléctrica de 710 millones de kilovatios/hora al año, mediante la construcción de una central hidroeléctrica de 130000 kilovatios de potencia instalada al pie de la presa; recreación, turismo y pesca en el lago artificial de 27000 Ha. que se creará con la presa.

Los detalles técnicos generales de la presa se consignan abajo:

Lecho del río, en el sitio	Cota 12 (aprox.)	m.
Corona de la presa	Cota 90	"
Nivel permanente de agua en el embalse	Cota 85	"
Nivel mínimo del embalse	Cota 45	"
Nivel máximo extraordinario	Cota 88	"
Volumen del embalse		
A la cota 88	6.000.000.000	m <sup>3</sup>
A la cota 85	5.300.000.000	m <sup>3</sup>
A la cota 45	300.000.000	m <sup>3</sup>
Volumen de agua disponible para la generación de energía y utilización aguas abajo.	5.000.000.000	m <sup>3</sup>
Volumen de almacenamiento disponible para el control de crecientes.	700.000.000	m <sup>3</sup>

Volumen de almacenamiento

inactivo. 300.000.000 m<sup>3</sup>

Se incluye además una central de energía a instalarse en la margen izquierda y que podrá alojar hasta 4 unidades de generación de 65 MW.

A continuación se sintetiza la descripción de los varios elementos de la represa.

#### 1.3.1. Presa

Está constituida por un terraplén de 75 m. de altura, medido sobre el lecho del río y de alrededor de 90 m. sobre la cota de cimentación más baja, con taludes laterales de 1 a 2.7 en ambas direcciones. La longitud de la corona es de 250 m.

#### 1.3.2. Obras de descarga

Están constituidas por dos túneles, previstos para el desvío del río, excavados en el estribo izquierdo. Ambos túneles tienen un diámetro de 9 m. y una capacidad de descarga de 450 m<sup>3</sup>/seg. cada uno.

La capacidad combinada de los túneles es igual a la crecien-

te de estiaje producida una vez cada 200 años. La longitud de los túneles 1 y 2 es de 527 m. y 490 m. respectivamente. La gradiente longitudinal de la solera es de 0.0035 y 0.0037 respectivamente.

### 1.3.3. Estructuras de control de la descarga

El túnel # 1 que servirá para regular las descargas de riego tendrá una torre que alojará los mecanismos de control del sistema de compuertas. Esta torre de 74 m. de altura estará provista de tomas a varias cotas que permitirá el ingreso selectivo del agua. La torre está separada del portal de entrada por un espacio de 20 m., que permitirá en caso de sismo severo, el colapso del paramento del portal, sin causar la destrucción de la estructura de toma. El túnel # 2 que alojará los túneles a presión y la tubería forzada para la central de generación, tiene una estructura de toma sumergida, controlada por compuertas deslizables inclinadas. Durante la derivación del río este túnel tendrá un control de entrada provisional.

Ambos túneles poseen aguas abajo, estructuras disipadoras convencionales de energía.

### 1.3.4. Vertedero

Va a construirse en la margen izquierda y tiene una capa-

cidad máxima de  $3600 \text{ m}^3/\text{seg.}$  a la cota máxima de operación del embalse y contiene una estructura apor<sup>4</sup>ticada, que aloja tres compuertas radiales de 8 m. de alto por 17 m. de ancho.

#### 1.3.5. Diques laterales

Para conseguir la cota máxima del embalse expuesta en el numeral 1.3, es necesario construir un dique lateral, el cual seguirá la divisoria natural de los ríos Peripa y Congo, que se extiende por una distancia aproximadamente de 18 km. La cota del coronamiento del dique es la misma que la de la corona de la presa y es la 90 y la altura promedio es de 15 m. Habrá diques subsidiarios de alturas mayores de 15 m., de longitud que totalizan 1 km. (Ver gráfico # 11).

#### 1.3.6. Vertedero de emergencia

Esta estructura se localiza a unos 12 km. al NE del sitio de presa. Tiene unos 500 m. de largo, y una capacidad de descarga de alrededor de  $750 \text{ m}^3/\text{seg.}$  (Ver gráfico # 11).

### 1.4. CLIMA Y VEGETACION

El clima de la región es tropical monzón según el mapa de zonas climáticas que consta en el Gráfico # 3. Para más detalle la temperatura es siempre mayor de 15 grados centígra

dos y la precipitación media anual mayor de 75 cm. (promedio de 160-180 cm.); además, como características presenta dos estaciones marcadas (invierno y verano), siendo el invierno la estación lluviosa (Enero a Abril), presentándose escasas lluvias en la estación veraniega (Mayo a Diciembre).

La vegetación está caracterizada por pasto, habiendo escasos bosques que han sido diezmados por la tala excesiva. Además hay cultivos de banano, plátano, arroz, yuca, naranjas, algodón, café, entre otros.

#### 1.5. ESTUDIOS ANTERIORES REALIZADOS EN EL AREA

Antes de esta fase de estudios definitivos se habían investigado dos sitios como probables para construir la presa, denominados A y B. El sitio A se encuentra a más o menos 1.5 - km. aguas abajo del sitio B. Fundamentalmente se escogió el sitio B por tener una topografía y geometría más favorables, ya que la geología es esencialmente la misma.

##### 1.5.1. Prospección geofísica

Esta solo se ha efectuado en el sitio A mediante el método de sísmica de refracción, habiendo dado los siguientes resultados, basados en el diferente grado de compactación de

las diversas rocas:

Velocidad de 1200-1400 m/seg.: Corresponden a estratos de arenisca conglomerática, con intercalaciones de toba, poco compactos y bastante permeables.

Velocidad de 1400-1700 m/seg.: Estratos alternantes de tobas y areniscas medianamente compactadas y permeables.

Velocidad de 2400-3200 m/seg.: Areniscas muy compactas con intercalaciones de tobas lutíticas muy consolidadas.

#### 1.5.2. Prospección mecánica

Entre Marzo de 1971 y Abril de 1972 en el sitio A de represamiento de los ríos Daule y Peripa se hicieron 17 sondeos a rotación con broca de diamante, de diámetro NX totalizando una longitud de 1150 m., además de 3 túneles, 2 trincheras en los empotramientos y un cierto número de calicatas (ver gráfico # 4). Las trincheras fueron efectuadas exactamente en el eje de la presa.

Durante 1976 y 1977 se llevaron a cabo 10 sondeos totalizando 549 m. en el sitio A y 14 totalizando 751 m. en el sitio B. Además de esto se hicieron perforaciones en el aluvial del río (para conocer su volumen) y algunas calicatas. Ver gráficos # 4,5,6 y 7.

### 1.5.3. Propiedades geomecánicas de los materiales

De las exploraciones realizadas entre Marzo de 1971 y Abril de 1972 se deduce entre otras cosas:

- Las areniscas y tobas que componen el manto del sitio de represamiento son relativamente suaves porque carecen de cemento silicoso o calcáreo, y porque han sido consolidadas en su mayor parte solo por compactación debido al peso de los sedimentos suprayacentes.
- La roca es claramente sólida y competente para constituir la fundación de una presa de tierra o enrocamiento de una altura de aproximadamente 70 m., tal como se propuso entonces.
- Los valores bajos para la resistencia a la compresión no confinada de 4 a 123 kg/cm<sup>2</sup> que se obtuvieron de ensayos en el laboratorio no descalifican necesariamente el sitio para la construcción del tipo de presa propuesto.

- El sitio no es adecuado para la construcción de presa de gravedad de concreto o de arco, porque estos dos tipos de estructura requieren que las rocas de la ladera y del lecho posean definitivamente, resistencias más altas a la compresión y al esfuerzo cortante que las que han demostrado tener las rocas pobremente consolidadas y suaves.
- Los ensayos efectuados en los sondeos de exploración revelaron permeabilidades en el rango de  $10^{-4}$  a  $10^{-9}$  cm/seg., y promediando alrededor de  $10^{-6}$  cm/seg. Estos valores son lo suficientemente bajos como para prevenir infiltraciones por los flancos o debajo de la presa.
- No se ha evidenciado la existencia de fallas o paleocanales que pudieran actuar como posibles rutas de tránsito del agua a través del manto rocoso.
- El manto rocoso existente en las laderas del área inmediatamente vecinas al sitio de presa está caracterizado por taludes muy empinados promediando 45 grados o más, revelando ser firme, con un mínimo de derrumbes.
- En general todos los túneles requerirán de revestimiento, puesto que las rocas ofrecerán poca resistencia al efecto erosivo de las aguas fluyendo con elevada velocidad.

- Los resultados de los ensayos de laboratorio han indicado que el material clasificado como constituyente potencial del núcleo impermeable contiene partículas del tamaño de limo y arcilla en exceso al 90% con aproximadamente un 50% en el rango de las arcillas. El límite líquido del material oscila entre 60 y 80%, y el índice de plasticidad entre 30 y 40. Los ensayos de compactación Proctor Modificado han indicado una densidad máxima en seco de  $1400 \text{ kg/m}^3$  y un contenido óptimo de humedad cercano al 30%. Estos materiales ensayados fueron tomados cerca del sitio A y desde el punto de vista de permeabilidad son ideales para el núcleo impermeable. Posibles fuentes de arcilla para el corazón impermeable de la presa se indican en el Gráfico # 8.
  
- Se tomaron muestras de las fuentes de arena y grava en los ríos Quevedo y Daule (ver gráfico # 9) y se determinaron sus granulometrías. En algunos especímenes se efectuó también el ensayo de abrasión de Los Angeles. De la inspección de los resultados de las investigaciones en el campo y de los ensayos de laboratorio se puede aseverar que existe suficiente material adecuado para usarse como agregados del hormigón y como material para filtros en la presa y las estructuras hidráulicas correspondientes. Para satisfacer los requerimientos de

gradación habría necesidad de procesar el material mediante trituración y tamizado.

De las investigaciones realizadas durante 1976 y 1977 se obtuvieron estos datos entre otros:

- Del sitio A se tomaron 9 testigos, de los que se obtuvieron 13 muestras que sirvieron para hacer ensayos de compresión y que dieron los siguientes resultados de resistencia:

Arenisca-como recibida	40-75 kg/cm <sup>2</sup>
-saturada	45-70 "
Arenisca tobácica-como recibida	15-60 "
saturada	30 "
Limolita tobácica-saturada	17 "
Argilita tobácica-saturada	24 "

Los resultados a continuación indican las siguientes resistencias a la compresión en roca intacta para las rocas del sitio B:

Argilita	5 kg/cm <sup>2</sup>
Limolita	20 "
Cenizas volcánicas	12 "
Arenisca limosa	20 "

Arenisca limosa	40 Kg/cm <sup>2</sup>
Arenisca	20 "

De los resultados anteriores todas las rocas ensayadas serían clasificadas como débiles de acuerdo con las escalas normales de dureza usada en ingeniería geológica.

- Las densidades secas medidas en los sitios A y B son bajas. En el sitio B tienen un rango de 1.05 a 1.81 - ton/m<sup>3</sup> y un promedio de 1.5 ton/m<sup>3</sup>.
- No existe una relación clara entre la densidad y resistencia dentro de un mismo tipo de roca.
- Se efectuaron ensayos de compactación Proctor Modificado, y las granulometrías antes y después de compactación en los varios tipos de roca; todas las muestras - mostraron rompimiento de partículas durante la compactación; el contenido de finos (malla-200) luego de la compactación de las areniscas fue entre 10 y 20%, de - manera que no pueden ser usadas como relleno de drena- je libre. A pesar de esto se alcanzaron densidades de compactación altas y tal parece que no existe objeción al uso de este material como arena compactada en la construcción de una presa alta. Todos estos ensayos fueron hechos de muestras de roca tomadas de calicatos que constan con la letra S en el gráfico # 4. (Se hicieron 6).

Las muestras tobácicas tuvieron contenidos de finos superior al 40% luego de compactación. De esta manera, excavación y compactación las habría reducido a suelo impermeable, y esto es confirmado por las densidades compactadas bajas y altos contenido de humedad óptima.

Tres muestras de roca tobácica compactada fueron sujetas a ciclos de humedecimiento y secado durante 14 días para evaluar deterioración posterior posible luego de compactación. Todas mostraron desintegración continuada que en el caso de la limolita fue muy sustancial. Así es probable que el estado de tal material luego de un número de años muestre deterioro considerable con relación a aquel cuando recién compactado. Una objeción posterior al uso de material excavado como relleno es el rango amplio con respecto al requerimiento de contenido de humedad.

En vista de estos resultados se concluye que de los varios estratos de la columna geológica local, el único material adecuado para uso en el terraplén es la arenisca y aún esta debe ser triturada y usada como un suelo impermeable mas bien que como una roca. Si se considera necesario puede ser mezclada con algo de limo para aumentar el porcentaje de finos.

- Se investigó un área de colinas bajas al E. del sitio A (ver gráfico # 8), de la que se consideraba se podía obtener una arcilla plástica para usar en el núcleo impermeable, removiendo la capa fina de suelo meteorizado que cubre la arenisca. Sin embargo los resultados indican una calidad de material pobre con propiedades índices altas y densidad compactada baja compresibilidad alta y coeficiente de consolidación bajo. La cantidad disponible reportada ( $12500 \text{ m}^3$ ) era considerablemente inferior a la requerida para la construcción de la pantalla.
  
- Adyacente al sitio B de presa y en el banco izquierdo están localizadas las arcillas plásticas de los depósitos lacustrinos. Una cantidad muy grande de arcilla puede ser excavada conveniente y económicamente de esta fuente, de manera que un programa extensivo de muestreo y ensayo fue efectuado. (Ver gráfico # 6). Los resultados indican una arcilla de alta plasticidad con las siguientes principales objeciones para su uso:
  1. Densidad compactada baja
  2. Contenido de humedad natural alto, con frecuencia arriba del contenido de humedad óptimo en el Proctor.

3. Coeficiente de consolidación muy bajo, que causaría que las altas presiones de poro de construcción se mantengan y se disipen muy lentamente.
4. Alta compresibilidad, resultando en asentamientos posteriores a la construcción no aceptables cuando el exceso de presión de poros eventualmente se disipe.

Un resultado favorable fue notado en el ensayo de dispersión en el que la arcilla mostró una buena resistencia a la erosión.

Calicatas adicionales designadas con la letra D en el Gráfico # 5 fueron localizadas a rededor de 2 km. de las calicatas de la serie "B", donde la inspección de la superficie del terreno y muestras superficiales parecían indicar un suelo de gradación más gruesa. Los resultados de laboratorio muestran que el cambio fue solo superficial y que bajo 1 metro de profundidad la arcilla tiene la misma plasticidad y alto contenido de humedad natural que se observó en el área de préstamo original.

- Se investigaron los limos arcillosos de las terrazas del río mediante 6 calicatas designadas con la letra C en el Gráfico # 5), para ver su adecuabilidad como material para la panta-

3. Coeficiente de consolidación muy bajo, que causaría que las altas presiones de poro de construcción se mantengan y se disipen muy lentamente.
4. Alta compresibilidad, resultando en asentamientos posteriores a la construcción no aceptables cuando el exceso de presión de poros eventualmente se disipe.

Un resultado favorable fue notado en el ensayo de dispersión en el que la arcilla mostró una buena resistencia a la erosión.

Calicatas adicionales designadas con la letra D en el Gráfico # 5 fueron localizadas a rededor de 2 km. de las calicatas de la serie "B", donde la inspección de la superficie del terreno y muestras superficiales parecían indicar un suelo de gradación más gruesa. Los resultados de laboratorio muestran que el cambio fue solo superficial y que bajo 1 metro de profundidad la arcilla tiene la misma plasticidad y alto contenido de humedad natural que se observó en el área de préstamo original.

- Se investigaron los limos arcillosos de las terrazas del río mediante 6 calicatas designadas con la letra C en el Gráfico # 5), para ver su adecuabilidad como material para la panta-

lla impermeable. Variaciones notables entre las terrazas fueron encontradas y aún dentro de cada terraza. Las propiedades índices de las muestras de 2 terrazas estuvieron cercanas a aquellas aceptables para una pantalla de una presa alta, pero la tercera (aguas arriba, a la altura de la hacienda Alajuela) dió valores altos no aceptables. A pesar de esto, densidades compactadas sobre  $1500 \text{ kg/m}^3$  pueden ser alcanzadas aún con este material desfavorable y tal parece que la alta plasticidad es debida a una fracción arcillosa excepcionalmente activa - mas bien que a un alto porcentaje de partículas de arcilla; con este suelo fuera de lo común, las propiedades índices pudieran no ser un parámetro confiable para estimar su adecuabilidad. Las terrazas del río en consecuencia satisfacen los requerimientos básicos para material de relleno de la pantalla. Un obstáculo mayor a su uso sin embargo, es presentado por los altos contenidos de humedad natural, que siempre aumentan con profundidad y están substancialmente arriba del límite plástico. Las dificultades prácticas en el uso de este material serían en consecuencia considerables.

- El aluvial del río fue muestreado, mas o menos desde el sitio B de presa hasta cerca de la población de Pichincha (Ver gráfico # 5). El porcentaje de finos de todas

las muestras obtenidas es notablemente similar (0,4 -1%). Ensayos de compactación Proctor-Modificado fueron efectuados en cuatro muestras. Todas mostraron excelentes características de compactación con densidades secas máximas - mayores de 2 ton/m<sup>3</sup>. Los ensayos de granulometría hechos después de la compactación muestran cierta desintegración con hasta 7% de contenido de finos y el tamaño del "pasante" 15% en el rango de arena fina. Considerando la porosidad del material luego de compactado, se espera que el material tendrá una permeabilidad de moderada a baja cuando se lo use como relleno compactado.

- Muestras para agregados de concreto fueron tomadas de los aluviones de los ríos San Pablo, Quevedo, Babahoyo, Vinces, y por supuesto Daule, además de canteras aledañas a la ciudad de Guayaquil (Ver gráfico # 10).

Se hicieron ensayos para determinar la resistencia a los sulfatos y a la abrasión y el contenido de impurezas orgánicas junto con granulometría del tamaño de las partículas.

Los agregados gruesos del río San Pablo, mostraron una excelente resistencia a la abrasión y a la acción del sulfato.

to de sodio. La arena procesada de esta fuente es también adecuada pero requiere de lavado para alcanzar resultados satisfactorios en el ensayo de contenido de impurezas orgánicas.

La muestra de Pichilingue (río Quevedo) fue esencialmente similar a aquella del río San Pablo, pero con resultados inconclusos en el ensayo de resistencia a los sulfatos. Los agregados gruesos del área de Guayaquil también tienen una buena resistencia a la abrasión. Los análisis realizados en las muestras de Pichilingue y Guayaquil fueron insuficientes.

Las muestras de arena natural de la parte inferior de la cuenca del río Guayas tienen cantidades variables de impurezas orgánicas. La muestra de Vinces es limpia y puede ser usada directamente, pero la de Babahoyo requiere de un buen lavado. Ninguna de estas arenas naturales es satisfactoria en términos de granulometría, existiendo distintas deficiencias de tamaño de partículas de arena gruesa.

La arena y grava del aluvión del río Daule está también siendo considerada para uso como agregados de concreto,

Ya que las ventajas económicas serían grandes si no hubiera pérdida de calidad. Sin embargo, las primeras indicaciones dicen que hay demasiadas partículas débiles para producir un concreto satisfactorio, y en adición hay un contenido significativo de minerales peligrosos, tales como pedernal y jaspe.

## 2. INVESTIGACIONES EFECTUADAS PARA ESTUDIOS DEFINITIVOS DE LA PRESA EN EL SITIO "B", Y SU JUSTIFICACION

Antes del inicio de las perforaciones en Mayo de 1978, CE-DEGE (Comisión de Estudios para el Desarrollo de la Cuenca del Río Guayas) tenía el programa de perforaciones a efectuarse según las prioridades, el cual fue ejecutado por INNERHI (Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos, contratista que ha efectuado todas las perforaciones realizadas hasta ahora para la ejecución del proyecto Daule-Peripa), con leves modificaciones:

- Para las estructuras de control de toma y portales de aguas arriba de los túneles:

P-213, P-214, P-215

- Para la estructura de compuertas del vertedero:

P-221, P-222.

- Para los portales de aguas abajo de los túneles, estanques amortiguadores y canal del vertedor:

P-219, P-220, P-223, P-224.

- Para los túneles:

P-217, P-218.

- Para el estribo izquierdo de la presa:

P-205, P-206, P-207, P-210.

- Para el estribo derecho de la presa:

P-201, P-202, P-203, P-208

- Para el cauce del río en el sitio de presa:

P-204, P-209, P-212.

- Para el dique a lo largo de la divisoria de drenaje y vertedor de emergencia:

P-261 al P-270.

- Para la cantera que va a dar los materiales para el núcleo impermeable:

P-251 al P-255.

Además en el apéndice 1 de las especificaciones técnicas del contrato celebrado entre CEDEGE e INERHI para la realización de estas perforaciones consta una serie de perforaciones a ejecutarse en el río Daule con el objeto de conocer el volumen de su aluvión. Estas iban desde la RB-1 hasta la RB-20, pero debido a que el cauce del río estaba seco, solo se hizo desde la RB-5 en adelante, excep-

tuándose la RB-7, que no se la hizo por considerársela in  
necesaria. Posteriormente se vió la necesidad de más per  
foraciones de este tipo, para constatar bien el volumen -  
del aluvi6n del río, completándose hasta la RB-30 inclusi  
ve.

A medida que se realizaron los sondeos según las priorida  
des estipuladas arriba, se vió la necesidad de efectuar  
más perforaciones, así tenemos:

- Para determinar el espesor del suelo lacustrino en la zo  
na del vertedor:

P-216, P-211.

- Para el estribo derecho de la presa:

P-229.

- Para la casa de máquinas:

P-225, P-226, P-227

- Para los conductos de presión (de acero) que llevan el a  
gua desde el túnel # 2 a la casa de máquinas:

P-228.

- Para el dique a lo largo de la divisoria de drenaje:

P-271 y P-272.

- Para la cantera de arenisca triturada:

P-256 y P-257.

Las localizaciones de los diferentes sondeos constan en los gráficos # 7, 11 y 12.

### 3. GEOLOGIA REGIONAL

#### 3.1. FOTOGEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA

Inicialmente se pensó hacer la fotointerpretación en toda el área que comprende el embalse de la presa Daule-Peripa a partir de fotografías a escala 1:60000 tomadas por el I.G.M. (Instituto Geográfico Militar) a fines de 1970, pero no fue posible debido a que estas no existían ni en CEDEGE ni en la Politécnica, Instituciones a las cuales se tenía acceso. Se hicieron gestiones tendientes a conseguir estas fotos por medio de este último organismo, pero con resultados negativos hasta la fecha, por lo que se resolvió hacer solo la fotointerpretación del sitio de presa a partir de las fotos # 426, 427 y 428 de la línea denominada Reservorio, tomadas el 17 de Diciembre de 1971, por el I.G.M. y a escala 1:4000. El resultado de esta consta en el gráfico # 13.

Con respecto a la geomorfología del área de la presa, puede decirse, que hacia el Oeste del sitio de presa existe un relieve más ondulado y pronunciado que hacia el Este, denotando el primero la presencia de la formación Balzar, mientras que hacia el Este el relieve bajo y suavemente ondulado denota la presencia de los depósitos lacustrinos.

Esto se denota también por la densidad del drenaje, siendo el drenaje más denso en la formación Balzar que en los depósitos lacustrinos. El río Daule parece haber alcanzado su etapa de madurez, al estar enclavado en el fondo del valle por un curso de agua constante y transitado por canoas. Puede decirse que en general el drenaje es dendrítico. No se aprecia un control estructural evidente, por lo menos en el área estudiada en el Gráfico # 13. El río Daule junto con su afluente principal - del curso superior, el Peripa, presentan un buen número de meandros; casualmente uno de estos, denominado como sitio "B" es el escogido como el sitio de presa.

Como información adicional se adjunta el mapa geológico regional en el Gráfico # 14, facilitado por CEDEGE a través del consorcio TAMS-AHT-INTEGRAL. En el puede verse que el drenaje en la cuenca es en general dendrítico subparalelo, el que podría estar asociado a algún determinado control estructural, cosa que no se aprecia en este mapa.

### 3.2. ESTRATIGRAFIA

La cuenca de drenaje del río Daule arriba del sitio de presa está asentada sobre estratos sedimentarios terciarios.

rios y cuaternarios de origen volcánico pertenecientes a la formación Balzar y grupo Daule, que comprende las formaciones Borbón, Onzole y Angostura. La columna estratigráfica regional, basada en perforaciones de exploración de petróleo puede ser resumida así:

Formación Piñón: (Cretáceo): Compuesta en su mayoría de rocas extrusivas tipo basalto o andesita basáltica. Espesor: 2000m.

Formación San Mateo (Eoceno): Constituida principalmente por arenistas finas a medias con interestratificaciones de conglomerados. Espesor: 33 m.

Formación Tosagua (Oligo-Mioceno): Formada por fragmentos de cuarzo en matriz arcillosa, arcillas café chocolate, lutitas diatomeácicas y argilitas tobácicas. Espesor 300 m.

Formación Angostura (Mioceno sup.): Empieza con un conglomerado basal con guijarros de material volcánico. Siguen areniscas de granulación gruesa a fina. Espesor: 500 m.

Formación Onzole (Mioceno Sup.): Consiste predominantemente de limolitas azules (en afloramientos frescos), meteorizando café-amarillo. Ocurren también lutitas limosas y ra

ramente areniscas y conglomerados. Espesor: 300-600 m.

Formación Borbón (Mioceno sup.): Se trata de areniscas de color gris azulado de grano medio a grueso con abundantes megafósiles en bolsones irregulares, con intercalaciones de toba volcánica gris, además con lentes de conglomerados y generalmente un conglomerado basal. Espesor: 100-300 m.

Formación Balzar (Mio-Plioceno): Consiste de capas bien estratificadas de conglomerado, areniscas, arcillas y limos. Espesor: 550 m.

### 3.3. ESTRUCTURAS

En general el área ha sido afectada por escasa actividad volcánica, pues las rocas yacen esencialmente horizontales desde su depositación.

No se han identificado fallas grandes. A la altura del río Cocopí se localiza una pequeña falla normal con rumbo Noroeste (15 km. en dirección y sentido NNE a partir del sitio de presa).

Pliegues pequeños se han detectado en las márgenes del río

Daule a 2 km. aguas abajo de la confluencia con el Peripa.

En el sitio de presa se investigaron las diaclasas de tres diferentes afloramientos, que tuvieron dos principales sistemas de diaclasas con las siguientes orientaciones: NW-SE y NE-SW, lo cual puede verse claramente en el Gráfico 14a, teniendo un ángulo de 45 grados respecto a la alineación del río Daule, siendo por lo tanto consecuentes del fenómeno llamado relajamiento tensional. Sus buzamientos son en general del orden de 70 grados tanto hacia el Este como el Oeste. En un primer afloramiento, detectado en el camino que va del sondeo P-213 al P-215 se presentan los dos sistemas de diaclasas con una frecuencia aproximada de una fractura por metro lineal, siendo planares, estando en general oxidadas y algunas de ellas con relleno arcilloso y raíces; estas últimas abiertas generalmente menos de dos mm. En el segundo afloramiento, detectado en el camino de acceso al sondeo P-207, se presentan también dos sistemas de fracturación con una frecuencia de 1-2 fracturas por metro lineal y son todas rellenas de arcilla, siendo planares y teniendo también en general una abertura menor de 2 mm. muchas de ellas con raíces y algunas oxidadas. En un tercer afloramiento, detectado cerca de los sondeos P-205 y P-206, se encuentran también los dos sistemas de diaclasas con una frecuencia similar al del afloramiento anterior y estando -

prácticamente todas rellenas de arcilla, de carácter planar y también con una abertura menor de 2 mm., muchas de ellas oxidadas y algunas de ellas con raíces. Es de notar que todos estos sistemas son superficiales, pues en los sondeos efectuados se aprecia que el diaclasamiento disminuye tangiblemente a partir de una cierta profundidad, generalmente 40 m.

#### 3.4. HISTORIA GEOLOGICA

La cuenca del río Daule está situada dentro de la provin cia geológica llamada Planicie Costera, limitada al Este por la cordillera Occidental de la cadena montañosa de los Andes y hacia el Oeste por el Océano Pacífico. La Planicie Costera está dividida en base de su topografía presente en las cordilleras de colinas costeras hacia el Este, conocida como la Depresión Fuayaquil en la que fluyen los ríos mayores. Estas fronteras están mostradas - en el Gráfico # 15. Cuatro subregiones geológicas parecen haber existido desde los tiempos terciarios, a saber: El Golfo de Guayaquil.

La Plataforma Daule limitada por líneas que unen Quevedo, Pichincha, Santa Ana, Jipijapa y Puerto López, Guayaquil y Babahoyo.

La cuenca Norte, que se extiende desde la plataforma Daule hasta Quinindé (el sitio de presa está localiza-

do en esta zona en la cercanía de su límite Sur).

La parte Nor-oeste del Ecuador, correspondiente a la provincia de Esmeraldas.

Estas fronteras están también mostradas en el Gráfico # 15.

La historia de la cuarta sub-región no es de ninguna relevancia directa para el proyecto y no es tratada posteriormente. La historia geológica de las otras tres regiones - puede ser resumida de la manera siguiente:

Cretáceo inferior y anterior: Sedimentos del Cretáceo inferior y períodos anteriores son aparentes solamente en las fronteras de la Planicie Costera; consecuentemente, la paleogeografía muy temprana de la región es poco conocida.

Cretáceo superior (formación Piñón): El período Cretácico superior corresponde a la fase tectónica principal de la orogénesis de los Andes, conocida como la Fase Laramídica. Para la Planicie Costera esta estuvo caracterizada por el desparramiento de efusiones vastas de basalto con deposiciones asociadas silícicas, dando origen a la formación Piñón.

La formación Piñón está considerada como el basamento rocoso de la Planicie Costera, ha sido encontrada en la vecindad del sitio de presa a profundidades entre 1600 y 2500 m. a través de investigaciones de refracción sísmica efectuadas por el Servicio General de Geología y Minas.

Siguiendo el período de las efusiones volcánicas basálticas, la Planicie Costera fue levantada sobre el nivel del mar, resultando en una fase de erosión. Una excepción fue la costa cerca de Manta que muestra la misma clase de sedimentación marina antes y después de las efusiones basálticas.

Período Terciario inferior (formaciones San Mateo, Zapotal, Progreso, Tosagua y Charapotó): Después o durante la fase de erosión continental de los períodos Cretáceo superior y/o Paleoceno, la Planicie Costera se dividió en cuatro sub-regiones previamente definidas. Las divisiones fueron hechas según las fallas y levantamientos a lo largo de la dirección N30 grados E, que fue la orientación de la fase tectónica Laramídica.

Las sub-regiones Golfo de Guayaquil y cuenca Norte entonces subsidieron con relación a la plataforma Daule, y en

el período Eoceno fueron transgredidas por el mar. El Golfo de Guayaquil parece haber re-emergido en el Eoceno superior, mientras la cuenca Norte continuaba siendo subsidente hasta el fin del Mioceno inferior.

Período Terciario Superior y Cuaternario inferior (Pleistoceno) (Formación Progreso, grupo Daule y formación Balzar): Al fin del Mioceno inferior, los movimientos separados del Golfo de Guayaquil, la plataforma Daule, y la cuenca Norte terminaron, y la Planicie Costera nuevamente se movió junta como una sola unidad. Prosiguió una fase subsidente posterior, de manera que hacia el fin del Mioceno medio la Planicie Costera formó una cuenca de pié de monte, llena con sedimentos erosionados de la cordillera de los Andes, que pueden ser llamados molasas.

Durante el Mioceno superior ocurrió la fase tectónica Andina con el levantamiento final de la Cordillera Occidental. El levantamiento asociado de una serie de colinas hacia el Oeste, el cerro de Puca, cordillera de Balzar y montañas de Convento, aislaron la depresión Guayaquil de El Pacífico para formar la presente cuenca eugeosinclinal.

Algunas fallas grandes orientadas E-O y ENE-OSO, correspondientes al sistema tectónico general de la fase tectó

nica Andina, rompen las colinas de la costa.

Detritos piroclásticos abundantes correspondientes al movimiento orogénico final y erupciones volcánicas generales de la Cordillera Andina caracterizan los sedimentos clásticos que llenaron la cuenca geosinclinal. La deposición fue generalmente en agua pero con períodos de emergencia parcial o completa.

Una emergencia general con erosión terminó este período - de manera que una falta de sedimentos caracteriza al Pleistoceno.

Cuaternario Reciente: La acumulación de sedimentos clásticos en el geosinclinal ha continuado en el Cuaternario reciente, pero sin el alto contenido piroclástico anterior.

### 3.5. HISTORIA SISMICA

En el Gráfico # 16 se han registrado los movimientos telúricos en el Ecuador, datos que fueron tomados de diferentes fuentes como es anotado en dicho gráfico.

Se ha circunscrito un área con un radio de 100 km. a partir del sitio de presa con el objeto de estudiar los eventos más significativos que son los que nos competen para

el proyecto en estudio. Dentro de esta área existen una serie de movimientos sísmicos cuya magnitud es relativamente baja en todo el alrededor del sitio de presa, especialmente al S. del mismo, y que no son de importancia significativa para el proyecto que se discute. Pero existen tres registros que merecen ser nombrados, especialmente uno. Dos de ellos se encuentran a aproximadamente 100 km. del sitio de presa en dirección E y ONO con magnitud de 7 y 7.5 respectivamente, los cuales se encuentran en regiones de geología compleja y con fallas mayores, y parecen en consecuencia estar asociados con características especiales de dichas localidades y es improbable que estos eventos se repitan más cercanamente al sitio de presa. El tercero es de importancia significativa para el diseño de la presa ya que sucedió apenas 10 km. al SE del sitio de presa, con magnitud de 6.5 y no hay razón aparente de que por lo menos un evento similar sea repetido por lo menos una vez durante la vida de operación del proyecto. Debe notarse sin embargo, que este terremoto ocurrió en 1924, de manera que la magnitud y localización debieron haber sido determinadas por reconocimiento de campo y no por registro directo. En una región sin ninguna disturbancia geológica visible, es de lo más probable que el límite superior del rango estimado sea excedido.

#### 4. GEOLOGIA Y GEOTECNIA LOCALES

En el Reporte de Geología y Suelos, presentado por CEDEGE con fecha de Octubre, 1977 se definen tres límites geológicos mayores entre cuatro unidades designadas respectivamente A, B, B' y C tal como constan en la naturaleza de arriba hacia abajo y en el sitio de presa. En mi criterio puede definirse una quinta unidad, que es llamada D y que estratigráficamente se encuentra debajo de la unidad C. Se pasa a describir las diferentes unidades:

-Unidad A (cota sobre 58 m.): Compuesta principalmente de arenisca con alto porcentaje de fragmentos piroclásticos e interestratificación de capas limo-arcillosas. El nivel más bajo es un conglomerado con una matriz arenosa, suprayacendo la arcillolita de la parte superior de la Unidad B; la inconformidad no está muy clara y algunas veces las guijas se pierden permaneciendo solo la arenisca de grano medio.

-Unidad B (cota de 40 a 58 m.): Es un nivel de rocas constituidas por depósitos finos. Es principalmente limosa y arcillosa con alguna ocurrencia de arenisca fina.

-Unidad B' (cota de 20 a 40 m.): Representa los depósitos

de estratificación cruzada, los cuales pueden ser vistos a lo largo del río. La estratificación cruzada es característica de deposición fluvial. Consiste generalmente de arenisca de grano medio y lentes de conglomerado en una matriz arenosa de grano medio. El espesor de la capa es variable.

- Unidad C (cota de -36 a 20 m.): Es un depósito de limolita y arenisca fina a media y algo de arenisca microconglomerática, que muestra en su parte superior huesos de mamíferos y raíces. Esta unidad está limitada en su parte superior por un terreno duro (hard ground) o superficie de oxidación, constituyendo la superficie discordante que la separa de la unidad B'.
- Unidad D (cota por debajo de -36 m.): Hasta donde se perforó en el P-204 está constituida por limolita arcillosa o arcillolita limosa, intercalada por lentes de arenisca limosa.

Al Este del sitio de presa se ha descubierto una red hidrográfica antigua diferente a la actual, rellena con depósitos lacustres finos. Estos son arenosos principalmente en la parte inferior con niveles de turba (escasos) y arcilla plástica encima. Se presenta también laterización en el to

pe de la formación.

A lo largo del río se observa la presencia de terrazas - constituidas por arena fina y limo con trazas de arcilla.

#### 4.1. EJE DE PRESA

Se hicieron los sondeos P-201, P-202, P-203, P-229, P-204, P-205, P-206 y P-207, que sirvieron para hacer los cortes que se describen a continuación.

##### 4.1.1. Corte geológico

Este, mostrado en el Gráfico # 17, sirve para demostrar la clara correlación y horizontalidad existente entre los diversos estratos. La correlación existente se ve interrumpida por la presencia de algunos lentes: De limolita arenosa y arenisca en la unidad B; mayormente de conglomerado en la unidad B', habiendo también tres de arcillolita, uno en el estribo izquierdo importante, y otro de limolita arcillosa o arcillolita limosa en el estribo derecho. En la unidad C también encontramos lentes: Uno importante de conglomerado que es atravesado por los sondeos P-202, P-229, P-203 y P-204 y otros menos importantes de arenisca, limolita, arenisca limosa y arenisca microconglomerática.

Según la interpretación que se hace, la Unidad A queda por encima de la cota 50 m., la unidad B entre las cotas 38 y 50 m, la B' entre las cotas 20 y 38 m. la Unidad C entre las cotas -36 y 20 m. y por último la D, por debajo de la cota -36 m.

Se puede decir que existen variaciones laterales en por lo menos el 50% de la columna estratigráfica, manifestándose por ejemplo cambios de limolita a arcillolita en la parte más alta de la unidad B y de microconglomerados a arenisca limosa en la Unidad B', también en su parte alta.

En la leyenda del corte hay una roca denominada limolita arcillosa o arcillolita limosa; en realidad son dos, pero por sus características similares de dureza y cementación resolví denominarlas con el mismo símbolo litológico para el presente trabajo.

Es de notar además las siguientes cinco características

- Un deslizamiento en el estribo derecho, que va desde el pie del sondeo P-201 hasta el comienzo del P-203, cruzando el P-202, alcanzando una profundidad de hasta 5 m. aproximadamente y el cual debe ser totalmente

removido para la construcción de la presa.

- Presencia en el cauce del río de un aluvial bastante potente, que alcanza el espesor de 9.50 m. en el centro del mismo a la altura del sondeo P-204, el cual está constituido por grava y arena con escasos bloques productos del colapso de la ladera y el cual debe ser removido también. Es de notar que la presencia de grandes bloques y muy duros requerirá el uso de explosivos para remover estos en ciertos casos.
- Una terraza en el estribo izquierdo de la presa que alcanza profundidades de 7.90 m. en los sondeos P-205 y P-206, los cuales la atraviesan y que está constituida principalmente por arena fina y la cual debe ser removida también.
- Presencia de escaso suelo recubriendo la roca en algunos puntos, especialmente del estribo izquierdo y el cual debe ser removido también.
- Presencia de afloramientos de roca en ambos estribos de la presa y especialmente en sus partes superiores, de los cuales debe ser removida la parte meteorizada.

#### 4.1.2. Corte que incluye dureza relativa y cementación

En vista de la gran correspondencia entre la dureza relativa y la cementación, se eligieron estos dos calificativos de la calidad de la roca para elaborar el corte geotécnico que consta en el gráfico # 18.

La dureza relativa es un término descriptivo de la calidad de la roca y queda definida por los siguientes términos:

- Muy débil (MD): La roca es fácil de picar y se rompe fácilmente con los dedos.
- Débil (D): Fácil de picar, se corta fácilmente con el cuchillo, puede ser quebrada con dificultad por los dedos.
- Dura (Du): Difícil de picar, pero puede ser quebrada fácilmente con un martillo, puede ser cortada con dificultad con un cuchillo.

La cementación así mismo queda definida por los siguientes términos:

- Sin cemento (SC): Queda explicado por sí solo.
- Levemente cementada (LC): Al rascarse la roca con la

uña se desprenden partículas de ella fácilmente o muy fácilmente.

- Moderadamente

cementada (MC): Al rascarse la roca con la uña se desprenden partículas de ella difícilmente.

- Bien cementada

(BC): Al rascarse la roca con la uña no se desprenden partículas.

En general puede decirse que existe la siguiente correspondencia entre dureza y cementación: Una roca muy débil es levemente cementada, y una roca débil o dura es moderadamente cementada. Existen casos aislados en que la roca es bien cementada y más aislados aún (los registrados) en que esta no tiene cemento: Sólo en el P-204 a la cota de aproximadamente -40m. en un estrato de arenisca limosa de cerca de dos m. de espesor, cosa que creo reviste poca importancia para la cimentación ya que por la naturaleza misma de esta roca existe una resistencia al corte provocada por el roce existente entre los granos de la misma; habría que estudiarse las posibles pérdidas por tubificación. La roca es bien cementada a la cota de 25 m. en el P-207, a la de -23 m. en el P-205; a la de 8 m. y -15 m. en el P-229,

y a la cota de 23 m. en el P-201, existiendo como puede verse una clara correlación entre los resultados del P-201 y P-207.

En lo que respecta a la dureza relativa existe en general una correlación, que se ve interrumpida por la varia  
ción lateral litológica existente.

Como se ve claramente en lo que respecta a la dureza relativa el término muy débil predomina en todo el análisis, siguiendo en importancia el término débil y por último el término duro, con lo que queda comprobada la mar  
cada debilidad de las rocas de la zona, con todo la gran alternancia de estos términos como se presentan en la na  
turaleza, sugiere que en general van a dar un buen apoyo para la obra que se requiere como es una presa de tierra.

#### 4.1.3. Corte que registra permeabilidad y fracturación existentes

En este corte que consta en el Gráfico # 19, muestra la permeabilidad y fracturación existentes en el eje de presa.

En los cuadros que constan en las páginas siguientes se

hace un análisis de la permeabilidad en base a su causa: La porosidad efectiva y/o fracturación existentes en la roca, además de un análisis de los resultados obtenidos en cada ensayo, 5 para cada uno generalmente, cuando los ensayos realizados fueron del tipo LUGEON (todos menos uno, el primero del P-203, el cual es de tipo LEFRANC). En el corte no se registran los datos que parecen incongruentes, los cuales son los que en los cuadros no aparecen registradas sus permeabilidades relativas.

Del corte pueden hacerse las siguientes observaciones:

- La alta fracturación de la roca es bastante evidente hasta la cota de aproximadamente 30 m. (1.6 - 1.7 - fracturas por metro de perforación), siendo más marcada en el estribo derecho (esto último deducido de los registros geológicos de campo, pues en el corte no se aprecia bien). Incluso es causa evidente de una mayor permeabilidad que la zona por debajo de dicha cota (al menos en los sondeos P-201 y P-207).
- Por debajo de aproximadamente la cota 30 m, en general puede decirse que la calidad de la roca respecto a su fracturación es buena, pues esta es escasa (pro

medio de una fractura cada 10 m.).

- Las rocas denominadas arcillolitas, limolitas arcillosas o arcillolitas limosas, en general son frágiles, - tendiendo a fracturarse fácilmente con espejos de falla (slickensides), lo que debe prestar especial cuidado al ejecutar las obras de ingeniería, por su fácil tendencia a una falla eventual, por lo que se registra a continuación dichas zonas tomando como referencia cada sondeo. Es de observar que en algunas zonas la fragilidad y tendencia a fracturarse con espejos de falla es mayor que en otras, cosa que no se especifica aquí.

- P-201: - En arcillolita de 3.20 a 4.20 m. de profundidad. Cota: Aproximadamente 65 m.
- En arcillolita de 22.60 a 26.55 m. de profundidad. Cota: Aproximadamente 46 m.
  - En limolita arcillosa de 29.00 a 31.00 m. de profundidad. Cota: Aproximadamente 41 m.
  - En limolita arcillosa de 37.25 a 40.80 m. de profundidad. Cota: Aproximadamente 33 m.
  - En arcillolita de 42.10 a 43.40 m. de profundidad. Cota: Aproximadamente 30 m.

- En arcillolita de 44.90 a 45.80 m. de profundidad. Cota: Aproximadamente 28 m.
- P-202: - En arcillolita de 2.15 a 4.70 m. de profundidad. Cota: Aproximadamente 40 m.
- En limolita arcillosa de 4.70 a 6.75 m. de profundidad. Cota: Aproximadamente 37 m.
- P-203: - No hay registradas.
- P-229: - En arcillolita de 19.75 a 19.90 m. de profundidad. Cota: Aproximadamente 3 m.
- En arcillolita de 36.00 a 36.25 m. de profundidad. Cota: Aproximadamente -13 m.
- P-204: - En arcillolita de 11.80 a 13.10 m. de profundidad. Cota: Aproximadamente 2 m.
- En arcillolita de 28.55 a 36.25 m. de profundidad. Cota: Aproximadamente - 15 m.
  - En limolita arcillosa de 38.55 a 39.20 m. de profundidad. Cota: Aproximadamente - 38 m.
  - En arcillolita de 59.35 a 60.05 m. de profundidad. Cota: Aproximadamente - 46 m.

## P-201 (estribo derecho)

#	Profundidad (m)	Permeabilidad (cm/seg.)	Interpretación de Permeabilidad (K)	Permeabili- dad relati- va.
1	5.30 a 8.30	$4 \times 10^{-4}$	K es debido a roca principalmen <u>te</u> .	Baja
2	7.70 a 11.30	$2.8 \times 10^{-4}$	Idem	Baja
3	10.50 a 14.30	$1.3 \times 10^{-4}$	Idem, la cual se satura a la ú <u>l</u> tima presión: 9 psi.	Baja
4	13.70 a 17.20	Defectuoso	.	
5	15.10 a 20.20	$8.3 \times 10^{-4}$	K es debido a abundantes fractu <u>ras</u> que se abren con presión.	Baja
6	20.40 a 23.20	$1.6 \times 10^{-3}$	K es debido a fracturas princi <u>palmente</u> , que deben estar abier <u>tas</u> debido a K.	Media
7	24.10 a 26.20	$1.4 \times 10^{-3}$	K es debido a fracturas princi <u>palmente</u> que se abren con presi <u>ón</u> .	Media
8	27.00 a 29.00	$6.7 \times 10^{-5}$	K es debido a escasas fracturas princi <u>palmente</u> , que se abren y se cierran con presión.	Baja
9	29.00 a 32.00	$8.5 \times 10^{-4}$	Resultado incongruente con poro <u>sidad</u> y fracturación de la roca.	
10	32.30 a 35.30	$1.1 \times 10^{-4}$	K es debido a abundantes fractu <u>ras</u> princi <u>palmente</u> . Estaban cerradas, pero con ensayo se abren.	Baja

#	Profundidad (m)	Permeabilidad (cm/seg)	Interpretación de Permeabilidad (K)	Permeabili- dad relativa
11	34.80 a 38.00	$5.2 \times 10^{-5}$	K es debido a fracturas y a roca	Baja
12	37.80 a 40.80	$1.7 \times 10^{-5}$	K es debido más a escasas fracturas que se abren y se cierran con presión.	Baja
13	39.80 a 43.80	$2.8 \times 10^{-5}$	K es debida principalmente a escasas fracturas, las cuales deben ser pequeñas ya que roca se satura a última presión: 10 psi.	Baja
14	43.60 a 48.80	$8.6 \times 10^{-5}$	K es debida roca	Baja
15	46.50 a 51.80	$1.2 \times 10^{-4}$	Idem	Baja
16	49.00 x 54.80	$1.4 \times 10^{-4}$	Idem	Baja

## PERDIDAS DE AGUA

#	Profundidad (m)	Pérdida de agua (%)	Interpretación pérdida de agua (P.A.)
1	20.20 a 23.20	100	P.A. es debida a fracturas principalmente.
2	23.20 a 26.20	50	Idem
3	32.00 a 32.30	100	P.A. es debida a roca
4	54.80 a 57.50	100	P.A. es debida a roca

NOTA: - La profundidad es referida al nivel de la boca del sondeo, cuya cota es 67.87 m. y en la dirección del mismo.

- Cuando se dice el término principalmente, este es relativo entre roca y fracturación.
- Cuando se habla del término roca, indica que K es debido a porosidad efectiva de la misma.

## P-202 (estribo derecho)

#	Profundidad (m)	Permeabilidad (cm/seg.)	Interpretación de Permeabilidad (K)	Permeabili- dad relati- va.
1	4.90 a 8.90	$1.8 \times 10^{-5}$	K es debido a roca que se satu- ra después de máxima presión: 14 psi.	Baja
2	8.50 a 12.30	$3.7 \times 10^{-4}$	K es debido a roca principal- mente, la cual a la presión de 4 psi, tanto inicial como fi- nal es impermeable.	Baja
3	12.30 a 15.30	Defectuoso		
4	12.30 a 18.30	Defectuoso		
5	15.58 a 18.30	Defectuoso		
6	18.75 a 23.50	Defectuoso		
7	24.00 a 26.50	$1.4 \times 10^{-4}$	K es debido a roca	Baja
8	27.50 a 32.50	$4.7 \times 10^{-5}$	Idem	Baja
9	31.00 a 35.50	$5.2 \times 10^{-5}$	Idem	Baja
10	36.30 a 41.50	$1.4 \times 10^{-4}$	K es debido a roca, la cual co- mienza a saturarse a última pre- sión: 10 psi.	Baja

#	Profundidad (m)	Permeabilidad (cm/seg.)	Interpretación de Permeabilidad (K)	Permeabili- dad relati- va
11	42.50 a 44.50	$3.0 \times 10^{-4}$	Incongruente con resultado pos- terior.	
12	43.15 a 47.50	$6.8 \times 10^{-5}$	K es debido a roca, la cual co- mienza a saturarse a última pre- sión: 10 psi.	Baja
13	47.00 a 50.50	Defectuoso		
14	56.50 a 59.50	$1.4 \times 10^{-4}$	K es debido a roca principalmen- te.	Baja
15	54.00 a 59.50	$8.2 \times 10^{-5}$	Idem	Baja
16	60.28 a 63.40	$3.4 \times 10^{-5}$	K es debida a roca	Baja

#### PERDIDAS DE AGUA

No hay registradas

- NOTAS: - La profundidad es referida al nivel de la boca del son-  
deo, cuya cota es 42.51 m. y en la dirección del mismo.
- Cuando se dice el término principalmente, este es rela-  
tivo entre roca y fracturación.
  - Cuando se habla del término roca, indica que K es debi-  
do a porosidad efectiva de la misma.

## P-203 (Estribo derecho)

#	Profundidad (m)	Permeabilidad (cm/seg.)	Interpretación Permeabilidad (K)	Permeabili- dad relati- va.
1	0.00 a 7.00	$3.6 \times 10^{-4}$	K es debido a roca	Baja
2	6.90 a 10.00	$2.8 \times 10^{-4}$	K es debido a roca principal- mente.	Baja
3	10.50 a 13.60	$1.8 \times 10^{-4}$	K es debido a roca la cual se satura a última presión a 3 psi.	Baja
4	12.70 a 16.50	$3.7 \times 10^{-6}$	Escasa K es debido a roca, la cual es impermeable a la pre- sión de 4 psi, tanto inicial como final.	Muy baja
5	12.20 a 16.90	$2.0 \times 10^{-5}$	K es debida a roca, la cual se satura a la última presión: 4 psi.	Baja
6	21.60 a 26.60	$7.1 \times 10^{-4}$	K es debido a roca principal- mente.	Baja
7	44.80 a 48.50	$8.7 \times 10^{-5}$	Idem	Baja
8	48.50 a 51.50	$2.5 \times 10^{-4}$	K es debido a roca y a una fractura.	Baja
9	50.50 a 54.50	$2 \times 10^{-4}$	No concordante con resultado posterior.	
10	54.50 a 57.50	$8.0 \times 10^{-5}$	K es debido a roca, la cual se satura a última presión: 10 psi.	Baja

#	Profundidad (m)	Pérdida de agua (%)	Interpretación de pérdida de agua (P.A.)
---	-----------------	---------------------	--

1	39.00 a 39.50	50	P.A. es debido a roca
---	---------------	----	-----------------------

NOTAS: - La profundidad es referida al nivel de la boca del son deo, cuya cota es 22.58 m., y en la dirección del mismo.

- Cuando se dice el término principalmente, este es rela tivo, entre roca y fracturación.

- Cuando se habla del término roca, indica que K es debi do a porosidad efectiva de la misma.

## P-229 (estribo derecho)

#	Profundidad (m)	Permeabilidad (cm/seg.)	Interpretación de Permeabilidad (K)	Permeabilidad relativa.
1	21.50 a 26.00	$4.5 \times 10^{-4}$	K es debido a roca	Baja
2	32.00 a 38.00	$1.4 \times 10^{-4}$	Idem	Baja

#	Profundidad (m)	Pérdida de agua (%)	Interpretación de pérdida de agua (P.A.)
1	27.00 a 29.00	50	P.A. es debido a roca
2	29.00 a 31.00	50	Idem

NOTAS: - La profundidad es referida al nivel de la boca del sondeo cuya cota es 22.58 m., y en la misma dirección.

- Cuando se habla del término roca, indica que K es debido a porosidad efectiva de la misma.

## P-204 (Lecho del río Daule)

#	Profundidad (m)	Permeabilidad (cm/seg.)	Interpretación Permeabilidad (K)	Permeabilidad relativa.
1	12.00 a 15.00	$2 \times 10^{-3}$	Resultado dudoso respecto a porosidad y fracturación de la roca.	
2	15.68 a 18.80	$1.9 \times 10^{-3}$	K es debido a roca	Medio
3	16.70 a 21.80	$1.3 \times 10^{-3}$	Idem	Medio
4	21.80 a 24.75	$2.9 \times 10^{-3}$	Idem	Medio
5	25.47 a 30.75	$1.6 \times 10^{-3}$	Idem	Medio
6	27.75 a 30.75	$1.4 \times 10^{-3}$	Resultado dudoso respecto a porosidad y fracturación existente.	
7	30.75 a 33.75	$7.4 \times 10^{-4}$	Resultado usualmente alto respecto a similares, pero posiblemente K se deba a roca.	Baja
8	33.75 a 36.75	$1.3 \times 10^{-3}$	Discordante con porosidad y fracturación de la roca.	
9	36.75 a 39.75	$1.3 \times 10^{-3}$	Resultado alto respecto a similares. Fracturas son consecuencia de la mala calidad de la roca, pero in situ no hay.	

#	Profundidad (m)	Permeabilidad (cm/seg.)	Interpretación (K)	Permeabilidad relativa
10	39.75 a 42.75	$1.3 \times 10^{-3}$	Talvez K se deba a roca, pues el resultado es alto respecto a similares.	Medio
11	42.75 a 45.75	$1.3 \times 10^{-3}$	Idem	Medio
12	44.75 a 47.75	$3.9 \times 10^{-4}$	K es debida a roca, la cual se satura a última presión: 10 psi.	Baja
13	47.75 a 50.75	$1.1 \times 10^{-3}$	K es debida a roca	Media
14	50.75 a 53.75	$1.2 \times 10^{-3}$	Talvez se deba a roca, pues el resultado es alto respecto a similares.	Medio
15	53.75 a 56.75	$4.1 \times 10^{-4}$	K es debido a roca	Baja
16	56.75 a 59.75	$7.7 \times 10^{-5}$	Idem	Baja
17	59.75 a 62.75	$1.4 \times 10^{-4}$	Idem, la cual comienza a saturarse después de máxima presión (50 psi), a 30 y 20 psi.	
18	62.75 a 65.75	$6.7 \times 10^{-4}$	K es debido a roca	Baja

## PERDIDAS DE AGUA

No pueden sucederse por presencia de acuífero artesiano.

NOTAS: - La profundidad es referida al nivel de la boca del sondeo en el lecho del río, y la cual está a la cota de 14.16 m. y en la dirección del mismo.

- Cuando se habla del término roca, indica que K es debido a porosidad efectiva de la misma.

## P-205 (estribo izquierdo)

#	Profundidad (m)	Permeabilidad (cm/seg)	Interpretación Permeabilidad (K)	Permeabili- dad relativa
1	12.30 a 19.30	$4.6 \times 10^{-4}$	K es debido a escasas fractu- ras y a roca	Baja
2	31.25 a 33.75	$4.5 \times 10^{-4}$	Resultado no concordante con posterior.	
3	33.85 a 36.35	$1.4 \times 10^{-4}$	K es debido a roca	Baja
4	36.00 a 42.00	$5.5 \times 10^{-5}$	Idem	Baja
5	41.65 a 45.00	$1.2 \times 10^{-4}$	Idem	Baja
6	46.90 a 49.00	$2.8 \times 10^{-6}$	Escasa K es debido a roca, la cual se satura desde 20 psi. final, también por lo tanto a 10 psi.	Muy baja
7	49.00 a 52.00	$2.2 \times 10^{-6}$	Escasa K es debido a roca, la cual solo permite el paso del agua a máxima presión: 40 psi.	Muy baja
8	52.00 a 55.00	$3.6 \times 10^{-4}$	K es debido a roca	Baja
9	56.00 a 59.20	$1.8 \times 10^{-4}$	Idem	Baja
10	59.20 a 62.20	$9.9 \times 10^{-4}$	K es debido a roca principal- mente.	Baja
11	62.20 a 65.20	$1.1 \times 10^{-4}$	Idem	Baja
12	65.20 a 68.20	$1.2 \times 10^{-4}$	K es debido a roca	Baja
13	67.70 a 70.70	$1.9 \times 10^{-4}$	Idem	Baja

#	Profundidad (m)	Pérdida de agua (%)	Interpretación de Pérdida de Agua (P.A.)
1	25.50 a 26.10	100	P.A. es debido a roca
2	36.00 a 36.75	100	Idem
3	38.15 a 38.65	100	Idem

NOTAS:- La profundidad es referida al nivel de la boca del sondeo, cuya cota es 24.45 m., y en la dirección del mismo.

- Cuando se dice el término principalmente, este es relativo entre roca y fracturación.
- Cuando se habla del término roca, indica que K es debido a porosidad efectiva de la misma.

## P-206 (Estribo izquierdo)

#	Profundidad (m)	Permeabilidad (cm/seg)	Interpretación Permeabilidad (K)	Permeabili- dad relati- va.
1	10.70 a 16.20	$6.0 \times 10^{-5}$	K es debido a roca y escasas fracturas.	Baja
2	16.20 a 19.20	$9.8 \times 10^{-5}$	K es debido a roca, la cual comienza a saturarse desde máxima presión (28 psi), a 14 y 7 psi.	Baja
3	19.60 a 22.70	$5.2 \times 10^{-5}$	K es debido a roca, la cual se satura después de máxima presión (30 psi), a 20 y 10 psi.	Baja
4	26.00 a 28.70	$5.8 \times 10^{-4}$	K es debido a roca, la cual se satura a última presión (15 psi)	Baja
5	28.00 a 31.20	$1.5 \times 10^{-6}$	K es debido a roca, la cual se satura después de máxima presión (40 psi), a 20 y 10 psi.	Muy baja
6	31.00 a 34.00	$7.3 \times 10^{-6}$	Idem	Muy baja
7	33.70 a 36.70	$4.3 \times 10^{-5}$	Idem	Baja
8	34.00 a 39.70	$4.5 \times 10^{-5}$	Idem	Baja
9	40.60 a 45.70	$1.0 \times 10^{-5}$	Idem	Baja
10	46.00 a 50.00	$1.2 \times 10^{-4}$	K es debido a roca, la cual se satura a última presión: 10 psi.	Baja

#	Profundidad (m)	Pérdida de agua (%)	Interpretación de Pérdida de agua (P.A.)
1	43.70 a 45.70	50	P.A. es debida a roca

- NOTAS: - La profundidad es referida al nivel de la boca del sondeo, cuya cota es 24.45 m., y, en la dirección del mismo.
- Cuando se habla del término roca, indica que K es debido a porosidad efectiva de la misma.

## P-207 (estribo izquierdo)

#	Profundidad (m)	Permeabilidad (cm/seg.)	Interpretación Permeabilidad (K)	Permeabilidad relativa.
1	9.70 a 12.20	$2.1 \times 10^{-4}$	K es debido a roca, la cual comienza a saturarse a última presión: 4 psi.	Baja
2	11.90 a 14.90	Defectuoso		
3	15.70 a 21.70	$3.9 \times 10^{-4}$	K se debe más a fracturas que a roca.	Baja
4	22.30 a 24.20	$1.6 \times 10^{-4}$	Idem	Baja
5	24.20 a 27.20	$5.8 \times 10^{-5}$	K se debe más a fracturas que a roca, las cuales deben ser pequeñas pues roca se satura después de máxima presión: 36 psi.	Baja
6	26.70 a 30.20	0	Impermeable y es microconglomerado.	Prácticamente impermeable.
7	28.40 a 32.90	$1.1 \times 10^{-6}$	Escasa K es debido a microconglomerado y escasas fracturas	Muy baja
8	31.00 a 35.80	$1.1 \times 10^{-6}$	Escasa K es debido a microconglomerado, que se satura después de máxima presión: 40 psi.	Muy baja
9	34.80 a 39.10	$4.2 \times 10^{-6}$	Escasa K es debido a roca, la cual se satura después de máxima presión: 40 psi.	Muy baja
10	39.40 a 44.00	$5.7 \times 10^{-7}$	Muy escasa K es debido a roca lo cual se satura después de máxima presión: 40 psi.	Muy baja

#	Profundidad (m)	Permeabilidad (cm/ség.)	Interpretación Permeabilidad (K)	Permeabilidad relativa.
11	42.40 a 47.00	$1.2 \times 10^{-6}$	Escasa K es debido a roca, la cual se satura después de máxima presión: 40 psi.	Muy baja
12	47.00 a 53.00	$1.9 \times 10^{-5}$	K es debido a roca principalmente, la cual se satura a última presión: 10 psi.	Baja
13	55.90 a 59.40	$1.7 \times 10^{-6}$	Escasa K es debido a roca y a una fractura, la cual se satura después de primera presión: 10 psi. Es 0 a la máxima presión: 40 psi.	Muy baja

#	Profundidad (m)	Pérdida de agua (%)	Interpretación de Pérdida de agua (P.A.)
---	-----------------	---------------------	--

1	1.30 a 2.80	20	P.A. es debido más a abundantes fracturas que a roca.
2	15.20 a 18.20	40	P.A. es debido más a fracturas que a roca.

NOTAS: - La profundidad es referida al nivel de la boca del sondeo, cuya cota es 60.80 m., y en la dirección del mismo.

- Cuando se dice el término principalmente, este es relativo entre roca y fracturación.

- Cuando se habla del término roca, indica que K es debido a porosidad efectiva de la misma.

P-205: - En arcillolita de 30.90 a 31.00 m. de profundidad.

Cota: Aproximadamente 3 m.

- En arcillolita de 56.55 a 56.70 m. de profundidad.

Cota: Aproximadamente - 15 m.

P-206: - En arcillolita de 25.80 a 26.70 m. de profundidad.

Cota: Aproximadamente 2 m.

P-207: - En arcillolita de 14.40 a 16.00 m. de profundidad.

Cota: Aproximadamente 47 m.

- En arcillolita de 20.10 a 21.35 m. de profundidad.

Cota: Aproximadamente 42 m.

- En arcillolita de 26.00 a 27.05 m. de profundidad.

Cota: Aproximadamente 37 m.

- En arcillolita de 37.10 a 41.25 m. de profundidad.

Cota: Aproximadamente 26 m.

NOTA: Las profundidades se refieren al nivel de la boca del sondeo y en la dirección del mismo, excepto en el P-204 en el cual la profundidad es referida al lecho del río en el punto del sondeo.

- Puede verse claramente que la permeabilidad en el estribo

derecho es mayor que en el izquierdo.

- Los valores de permeabilidad en el centro del eje de presa (P-204) son altos en general, en relación con la porosidad efectiva y fracturación existentes, por lo que debe hacerse otro sondeo cuando estén desviadas - las aguas del curso principal para comprobar esto, ya que la corriente del río no permite efectuar los ensayos con precisión por la movilidad que comunica a la máquina que efectúa el ensayo.

De los cuadros pueden anotarse las siguientes conclusiones:

- La Columna de permeabilidad relativa fue hecha a partir del siguiente cuadro de permeabilidad relativa, usado para suelos, el cual fue elaborado por Terzaghi y Peck, en 1967.

Mayor de $10^{-1}$ cm/seg.	Alta
$10^{-1}$ a $10^{-3}$ cm/seg.	Media
$10^{-3}$ a $10^{-5}$ cm/seg.	Baja
$10^{-5}$ a $10^{-7}$ cm/seg.	Muy baja
Menor de $10^{-7}$ cm/seg.	Prácticamente impermeable.

Este cuadro parece demasiado cauteloso para el presente caso, pero se usó porque es el mejor encontrado. Esta observación es respecto a la cantidad de agua que se pierde porque por ejemplo a una permeabilidad de  $1.9 \times 10^{-5}$  cm/seg. corresponde un gasto de 54 litros en 10 minutos a la máxima presión (40 psi.), por lo que debería inyectarse la roca en aquellos puntos donde la permeabilidad relativa va de media a baja, ya que no existen puntos donde la permeabilidad sea alta.

- Lo anterior no es una Ley. porque hay algunos puntos en que la permeabilidad es registrada como baja pero que no son representativos, pues la roca se satura - ya sea parcial o totalmente a una determinada presión, por eso para la inyección conviene eliminar en general zonas donde ocurra esto.
  
- La permeabilidad en el estribo derecho (denotada por los datos del P-201) es mucho mayor que la del estribo izquierdo (denotada por los datos del P-207), siendo la roca en el estribo izquierdo incluso prácticamente impermeable bajo la cota de 38 m., ya que los valores de permeabilidad son muy bajos o la roca se satura a una determinada presión.

## 4.2. VERTEDERO

Para la geología y geotecnia a lo largo de la alineación del vertedero, este estudio se basa en los sondeos P-224, P-223, P-216, P-211, P-222 y P-221, de la Fase II y P-109, P-105, P-108 de la Fase I.

A continuación se describen y analizan los cortes hechos.

### 4.2.1. Corte geológico a lo largo de la alineación del vertedero

En este corte, registrado en el Gráfico # 20, se registra muy claramente una aparente menor correlación que en el eje de presa, cosa que se justifica en parte ya que existe una mayor distancia entre los diferentes sondeos, cosa que no se aprecia claramente en el gráfico, pues la escala horizontal es el doble más pequeña que la del corte hecho en el eje de presa. Es de notar además que los sondeos P-224 y P-222 tienen inclinaciones en el gráfico con un ángulo mayor al registrado en la realidad debido a que están dibujados con una escala horizontal diferente de la vertical. El ángulo escrito en el gráfico es el que debe corresponder si ambas escalas fueran las mismas.

Según la interpretación que se hace la Unidad A queda por

encima de la cota 50 m., la unidad B entre las cotas 50 y 37 m., la unidad B' entre las cotas 37 y 18 m. y la unidad C por debajo de la cota 18 m. La unidad D no es atravesada por ninguno de los sondeos de este gráfico.

Se puede decir que existen variaciones laterales en un porcentaje mucho mayor que en el eje de presa, siquiera en el 80% de la columna estratigráfica.

Es de resaltar además en todos los sondeos, excepto en el P-223 y P-224 un importante espesor de suelo lacustrino, que alcanza una potencia de hasta 32.00 m. en el P-108. En el P-223 y P-224 existe la presencia de una pequeña capa de suelo. Todo esto deberá ser eliminado para la construcción del vertedero. La solera del canal superior del vertedero pasa por aproximadamente la cota de 51 m. y en el P-216 existe suelo lacustrino hasta la cota de aproximadamente 43.50 m., por lo tanto en este punto el suelo deberá ser también eliminado y alcanzar la cota de la solera del vertedero mediante el relleno de este "hueco" con material adecuado. En el P-108 la cota que define el contacto suelo-roca es más o menos 51.50 m., pero existe un problema y es que a la cota de 48 m. aproximadamente existe una capa de suelo constituido por arena, arcilla, limo y arcilla de arriba hacia -

abajo y de un metro de espesor, así que también sería de excavar hasta eliminar toda esta capa de suelo y rellenar después con material adecuado. Esta capa de suelo puede ser resultado de la alteración de la roca original, pues según el respectivo registro de campo del sondeo existen restos de la roca original dentro de la misma.

4.2.2. Corte que incluye dureza relativa, permeabilidad y fracturación a lo largo de la alineación del vertedero.

Al hacerse este corte, que consta en el Gráfico # 21, hubiera sido mejor incluir en él los datos de cementación, pero no se hizo porque estos solo existían en el P-211 y P-216, pero en general puede decirse que debe existir la misma correspondencia con la dureza relativa que se observa en el eje de presa.

Se puede mencionar también que existe en general una correlación lateral en lo que respecta a dureza relativa en los sondeos P-109, P-216, P-105, P-211 y P-108, correlación que se ve disminuída entre los sondeos P-224 y P-223, y P-222 y P-221, cosa que estimo favorable especialmente para la cimentación del vertedero, pues esto garantiza - (en estos puntos) que un determinado estrato calificado -

como muy débil pueda ser calificado como débil a duro a una distancia relativamente cerca.

El calificativo muy débil predomina en los niveles superiores, observándose un acrecentamiento de la dureza de la roca con profundidad.

A continuación se discute la permeabilidad. Esta como pue de verse solo se averiguó en dos sondeos: P-223 y P-221, y en el primero solo desde bajo la cota de 21 m. aproximadamente, pues no se necesitan datos en cotas superiores, ya que este sondeo prácticamente perfora lo que va a ser el estanque amortiguador y el cual se encuentra en el diseño a una cota relativamente más baja al canal superior y la rápida del vertedero.

En los cuadros que constan a continuación de esta página se hace un análisis de la permeabilidad, tal como se lo hace en el eje de presa. En el P-221, los ensayos # 1 y # 3 son de tipo LEFRANC, el resto, incluyendo los del P-223, son de tipo LUGEON, por lo que en estos el análisis se lo hace en base a la porosidad efectiva y/o fracturación existentes en el caso de roca, y solo al primero de estos calificativos para el caso de suelo.

## P-223

#	Profundidad (m)	Permeabilidad (cm/seg)	Interpretación Permeabilidad (K)	Permeabilidad relativa
1	24.05 x 27.05	$3.7 \times 10^{-5}$	K es debido a roca, la cual es impermeable a la mínima presión ( $0.6 \text{ Kg/cm}^2$ ) tanto inicial como final.	Baja
2	27.05 a 30.05	$5.2 \times 10^{-6}$	Escasa K es debido a roca, la cual es impermeable desde presión de 20 psi final, por lo tanto también a 10 psi.	Muy baja
3	30.05 a 33.05	$2.2. \times 10^{-6}$	Idem	Muy baja
4	33.05 a 36.05	$5.2 \times 10^{-7}$	Muy escasa K es debido a roca, la cual es impermeable a la presión de 10 y 20 psi. iniciales y 10 psi. final.	Muy baja
5	36.05 a 39.05	$1.6 \times 10^{-6}$	Escasa K es debido a roca, la cual es impermeable a la presión de 10 psi. inicial.	Muy baja
6	39.05 a 44.05	$4.5 \times 10^{-6}$	Escasa K es debido a roca, la cual es impermeable a la presión de 10 psi inicial y 20 y 10 psi. finales.	Muy baja

## PERDIDAS DE AGUA

No hay registradas

NOTAS: - La profundidad es referida al nivel de la boca del sondeo, cuya cota es 45.21 m.

- Cuando se habla del término roca, indica que K es debido a porosidad efectiva de la misma.

## P-221

#	Profundidad (m)	Permeabilidad (cm/seg)	Interpretación Permeabilidad (K)	Permeabili- dad relati- va.
1	16.00 a 27.60	$2.7 \times 10^{-5}$	K es debido a suelo, a roca y a escasa fractura dentro de la roca.	Baja
2	27.60 a 30.60	$1.4 \times 10^{-4}$	K es debido a estrato de arenisca media a gruesa, microconglomerática principalmente.	Baja
3	30.60 a 34.10	$6.1 \times 10^{-6}$	Escasa K es debido a fracturas y a roca.	Muy baja
4	31.10 a 34.10	Defectuoso		
5	33.45 a 36.45	$9.3 \times 10^{-5}$	K es debido a fracturas y a roca.	Baja
6	36.45 a 39.45	$1.1 \times 10^{-6}$	Escasa K es debido a roca	Muy baja
7	39.45 a 42.45	$2.1 \times 10^{-3}$	K es debido a roca	Baja
8	42.45 a 45.45	0	Prácticamente impermeable y roca es limolita hasta 43.20 m. y luego arenisca F(+)- M.	Prácticamente impermeable.
9	45.45 a 48.45	$3.3 \times 10^{-6}$	Escasa K es debido a roca, la cual se satura desde máxima presión (40 psi) y se debe a arenisca fina a media.	Muy baja

#	Profundidad (m)	Permeabilidad (cm/seg)	Interpretación (K)	Permeabilidad relati <u>va</u> .
10	47.45 a 50.45	$5.5 \times 10^{-7}$	Muy escasa K es debido a roca, la cual se satura desde máxima presión (40 psi). La roca es arenisca fina a media hasta 48.65 m., luego limolita hasta 49.45 y luego arcillolita.	Muy baja

#### PERDIDAS DE AGUA

No hay registradas

- NOTAS: - La profundidad es referida al nivel de la boca del sondeo, cuya cota es 74.33 m.
- Cuando se dice el término principalmente, este es relativo entre roca y fracturación.
  - Cuando se habla del término roca, indica que K es debido a porosidad efectiva de la misma.

En general puede concluirse lo siguiente: Que los valores de permeabilidad son menores que en el eje de presa y que los valores del P-223 son más bajos que los del P-221. Según información personal proporcionada por el Dr. Peter Avegherinos, Jefe del Departamento de Geología y Suelos del Consorcio TAMS-AHT-INTEGRAL, que hizo los estudios de la Fase I y II, solo se van a efectuar inyecciones en el área de compuertas del vertedero, es decir, en la zona que perfora el P-221. Partiendo del mismo criterio utilizado para el eje de presa puede decirse que solo se necesitará inyección en ciertos niveles, en aquellos donde la permeabilidad relativa es baja, pues en el resto de la zona investigada la permeabilidad es muy baja o prácticamente impermeable como es de 42.45 a 45.45 m. de profundidad, es decir de la cota 31.88 a la de 28.88 m.

Sobre la fracturación, se observa en el corte lo siguiente:

- La existencia de algunas zonas con una frecuencia de fracturas mayor de dos por metro de perforación, viéndose que estas corresponden generalmente a arcillolita, la cual es una roca que se presenta tal como se dijo en el eje de presa generalmente frágil y con tendencia a

fracturarse con espejos de falla. A continuación se anotan estas zonas, pues pueden ser de relativa importancia al construir las obras de ingeniería:

P-223: - En arcillolita de 6.85 a 10.86 m. de profundidad. Cota: Aproximadamente 27 m.

- En arcillolita de 29.25 a 35.85 m. de profundidad. Cota: Aproximadamente 11 m.

- En arcillolita limosa de 38.30 a 40.25 m. de profundidad. Cota: Aproximadamente 7 m.

P-223: - En arcillolita de 37.70 a 39.05 m. de profundidad. Cota: Aproximadamente 7 m.

P-109: - No hay registradas.

P-216: - No hay registradas.

P-105: - En arcillolita de 17.90 a 21.70 m. de profundidad. Cota: Aproximadamente 54 m.

- En arcillolita de 22.90 a 25.10 m. de profundidad. Cota: Aproximadamente 49 m.

P-211: - En arcillolita de 35.10 a 42.20 m. de profundi  
dad: Cota: Aproximadamente 44 m.

P-108: - En arcillolita de 38.00 a 39.20 m. de profundi  
dad. Cota: Aproximadamente 45 m.

P-222: - En arcillolita de 23.25 a 25.25 m. de profundi  
dad. Cota: Aproximadamente 53 m.

P-221: - En arcillolita de 33.20 a 35.00 m. de profundi  
dad. Cota: Aproximadamente 40 m.

NOTA:-La profundidad es referida al nivel de la boca del  
sondeo y en la dirección del mismo.

-En general se tiene que la fracturación disminuye  
con profundidad.

#### 4.3. TUNELES

Para este estudio se emplearon los sondeos P-213, P-215,  
P-217, P-218 y P-219 que se hicieron en la Fase II de  
estudios; además se analizan los resultados de resisten  
cia a la compresión simple hallados en el laboratorio de

muestras tomadas de los huecos P-215, P-217, P-218 y P-219. Esto último se lo analiza en el numeral 4.3.2, el cual describe el corte en el que se tienen datos de la geología, dureza relativa, permeabilidad y fracturación existentes.

A continuación se describen e interpretan los respectivos cortes hechos a lo largo de la alineación del túnel # 1, el cual puede verse en el Gráfico # 7.

#### 4.3.1. Corte geológico a lo largo de la alineación del Túnel #1

En este corte, registrado en el Gráfico # 22, se puede anotar la misma observación realizada en el corte geológico en el vertedero y es la de que se registra también muy claramente una aparente menor correlación que en el eje de presa. También como se observa en dicho gráfico, los sondeos P-215, P-218 y P-219 tienen inclinaciones - con un ángulo mayor al registrado en la realidad debido a que están dibujados con una escala horizontal diferente de la vertical.

Según la interpretación hecha en el gráfico la unidad A queda por encima de la cota 53 m., la unidad B entre las

cotas 53 y 37 m., la unidad B' entre las cotas 37 y 20 m. y la unidad C por debajo de la cota 20 m. La unidad D no es atravezada por ninguno de los sondeos.

Como en el vertedero, existen variaciones laterales en un porcentaje mucho mayor que en el eje de presa, más o menos en el mismo porcentaje que en el vertedero, es decir en un 80%.

Es de destacar la presencia de suelo lacustrino en los sondeos P-217 y P-218, hasta un espesor de 7.75 m. en el último sondeo, pero que no afecta en nada para la construcción de los túneles.

#### 4.3.2. Corte que incluye Dureza Relativa, Permeabilidad y Fracturación a lo largo de la alineación del Túnel # 1 (Gráfico # 23).

No se incluyeron datos de cementación en este corte, pues solo se tenían en el P-219.

En general puede decirse que existe una correlación lateral en lo que respecta a la dureza relativa, tal como se observa en los cortes semejantes que se hicieron a lo

largo de la alineación del vertedero y en el eje de presa.

En lo que respecta a la permeabilidad puede decirse: Solo en el P-213 no se hicieron ensayos. Estos fueron hechos con el objeto de ver alguna posible filtración que haya en el momento de construcción de los túneles. De los cuadros que constan a continuación en los que se hace un análisis de la permeabilidad, puede decirse que en general la permeabilidad es más baja que en el eje de presa, pero más alta que en la zona del vertedero. Además se debe anotar que todos los resultados registrados en los sondeos P-215 y P-218 son provenientes de ensayo tipo LEFRANC, mientras que en el resto son de tipo LUGEON. No se van a efectuar inyecciones en esta parte de la represa, pues no se necesita; lo que si se va a efectuar es que mientras se excavan los túneles estos se los van revistiendo con una lechada de cemento, con el objeto de impedir la alteración de la roca y la filtración de agua en el túnel.

Con respecto a la fracturación puede decirse que esta es menor que en el eje de presa, pero algo mayor que en el vertedero, cosa que está en relación directa con la per-

## P-215

#	Profundidad (m)	Permeabilidad (cm/seg.)	Interpretación (K)	Permeabilidad relati <u>va</u> .
1	9.00 a 17.00	$1.6 \times 10^{-4}$	K es debido a fracturas principalmente.	Baja
2	14.85 a 20.00	$8.8 \times 10^{-5}$	Idem	Baja
3	14.85 a 23.00	$1.1 \times 10^{-4}$	K es debido a fracturas principalmente.	Baja
4	23.50 a 27.20	$7.2 \times 10^{-5}$	K es debido a roca princi <u>palmente</u> .	Baja
5	24.00 a 30.20	$6.3 \times 10^{-5}$	Idem	Baja
6	29.00 a 33.20	$5.8 \times 10^{-5}$	K es debido a roca	Baja
7	32.50 a 36.20	$2.3 \times 10^{-4}$	Idem	Baja
8	37.37 a 40.00	$6.7 \times 10^{-5}$	K es debido a fracturas y a roca.	Baja
9	37.37 a 42.75	$4.8 \times 10^{-5}$	K es debido a roca princi <u>palmente</u> .	Baja
10	37.45 a 45.75	$2.4 \times 10^{-5}$	Idem	Baja
11	29.60 a 48.45	$2.4 \times 10^{-5}$	Idem	Baja

## PERDIDAS DE AGUA

No hay registradas

NOTAS: - La profundidad es referida al nivel de la boca del

sondeo, cuya cota es 57m., y en la dirección del mismo.

- Cuando se dice el término principalmente, este es relativo entre roca y fracturación.
- Cuando se habla del término roca, indica que K es debido a porosidad efectiva de la misma.

## P-217

#	Profundidad (m)	Permeabilidad (cm/seg)	Interpretación Permeabilidad (K)	Permeabili- dad relati- va
1	34.86 a 36.86	$4.1 \times 10^{-5}$	K es debido a fractura prin- cipalmente.	Baja
2	36.86 a 39.86	$1.3 \times 10^{-4}$	K es debido a roca	Baja
3	39.26 a 42.26	$6.6 \times 10^{-6}$	K es debido a roca y escasas fracturas.	Muy baja
4	42.26 a 48.26	$5.4 \times 10^{-5}$	K es debido a roca	Baja
5	45.26 a 48.26	$2.4 \times 10^{-5}$	Idem	Baja
6	48.11 a 51.11	$5.8 \times 10^{-6}$	K es debido a escasas fractu- ras principalmente.	Muy baja
7	51.11 a 54.11	$5.9 \times 10^{-6}$	K es debido a roca	Baja
8	54.11 a 57.11	$1.7 \times 10^{-5}$	Idem	

#	Profundidad (m)	Pérdida de agua (%)	Interpretación de pérdida de agua (P.A.)
1	1.65 a 3.15	30	P.A. es debido a porosidad efecti- va de suelo.
2	19.50 a 20.00	100	P.A. es debido a roca
3	a 58.09 (fondo del sondeo)	100	Idem

- NOTAS: - La profundidad es referida al nivel de la boca del sondeo, cuya cota es 76 m., y en la dirección del mismo.
- Cuando se dice el término principalmente, este es relativo entre roca y fracturación.
- Cuando se habla del término roca, indica que K es debido a porosidad efectiva de la misma.

## P-218

#	Profundidad (m)	Permeabilidad (cm/seg)	Interpretación Permeabilidad (K)	Permeabili- dad relati- va
1	28.90 a 33.18	$4.9 \times 10^{-5}$	K es debido a fracturas principalmente.	Baja
2	33.18 a 35.70	$2.9 \times 10^{-5}$	K es debido a roca	Baja
3	34.30 a 36.90	$6.2 \times 10^{-5}$	Idem	Baja
4	36.90 a 39.40	$3.9 \times 10^{-5}$	K es debido a fracturas principalmente.	Baja
5	38.80 a 45.90	$9.3 \times 10^{-6}$	K es debido a roca principalmente.	Muy bajo
6	38.80 a 42.90	$9.1 \times 10^{-5}$	K es debido a fractura y a roca	Baja
7	38.80 a 48.90	$1.4 \times 10^{-5}$	Idem	Baja

## PERDIDA DE AGUA

No hay registrada

NOTAS: - La profundidad es referida al nivel de la boca del sondeo, cuya cota es 67 m., y en la dirección del mismo.

- Cuando se dice el término principalmente, este es relativo entre roca y fracturación.

- Cuando se habla del término roca, indica que K es debido a porosidad efectiva de la misma.

## P-219

#	Profundidad (m)	Permeabilidad (cm/seg)	Interpretación Permeabilidad (K)	Permeabilidad relativa.
1	17.84 a 20.84	$3.9 \times 10^{-4}$	K es debido más a una fractura que a roca.	Baja
2	19.35 a 24.35	$4.4 \times 10^{-4}$	K es debido más a fractura - que a roca.	Baja
3	28.50 a 30.50	$4.3 \times 10^{-5}$	Idem	Baja
4	30.54 a 33.54	$1.1 \times 10^{-4}$	K es debido más a una fractura que a roca.	Baja

#	Profundidad (m)	Pérdida de agua (%)	Interpretación de pérdida de agua (P.A.)
1	39.04 a 41.04	40	P.A. es debido a roca
2	41.04 a 44.04	20	Idem

NOTAS: - La profundidad es referida al nivel de la boca del sondeo, cuya cota es 57 m., y en la dirección del mismo.

- Cuando se habla del término roca, indica que K es debido a porosidad efectiva de la misma.

## RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE

P-215

Muestra	Profundidad (m)	Cota (m)	Roca	Resistencia a la compresión simple (kg/cm <sup>2</sup> )
1	19.12 - 19.48	40.49 - 40.18	Limolita, débil.	32.2, 27.7
2	20.40-20.70	39.38 - 39.12	Arenisca micronglo- merática, débil.	21.22
3	26.42 - 26.69	34.17 - 33.94	Arenisca microconglo merática dura	32.44, 18.96
4	39.33 - 39.49	22.99 - 22.85	Arenisca, dé bil a dura.	No
5	39.49 - 22.67	22.85 - 22.67	Arenisca dé bil a dura	15.5, 20.7
6	41.00 - 41.35	21.54 - 21.24	Arenisca, muy débil.	9,86, 10.98

NOTA: NO significa que la muestra se desintegra al ser su mergida en agua durante dos horas, cosa que se hizo con todas las muestras.

## RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE

P-219

Muestra	Profundidad (m.)	Cota (m.)	Roca	Resistencia a compresión simple (kg/cm <sup>2</sup> )
QA	20.40 - 20.72	39.19 - 38.92	Limo arcillosa, débil.	NO
1	26.49 - 26.63	33.92 - 33.80	Arcillolita, dura.	NO
2	27.79 - 28.00	32.79 - 32.61	Arcillolita, dura.	NO
3	30.54 - 30.87	30.41 - 30.13	Arcillolita, dura.	NO
4	40.73 - 40.90	21.59 - 21.44	Arenisca microconglomerática, dura	8.0
5	40.90 - 41.04	21.44 - 21.32	Conglomerado, duro.	6.5

NOTA: NO significa que la muestra se desintegra al ser su mergida en agua durante dos horas, cosa que se hizo con todas las muestras.

## RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE

P-218

Muestra	Profundidad (m.)	Cota (m.)	Roca	Resistencia a compresión sim- ple (kg/cm <sup>2</sup> )
OA	31.30 - 31.52	40.13 - 39.94	Arcillolita, dura	NO
OB	31.52 - 31.82	39.94 - 39.68	Arcillolita, dura.	NO
1	34.65 - 35.00	37.23 - 36.93	Arcillolita, dura.	NO
1C	38.05 - 38.38	34.29 - 34.00	Arenisca micro- conglomerática, dura.	33.24, 35.22
2	41.15 - 41.48	31.60 - 31.32	Arcillolita li- mosa, débil a dura.	NO
2D	44.73 - 44.93	28.50 - 28.33	Arenisca, débil	NO
2E	44.93 - 45.18	28.33 - 28.11	Arenisca, débil	4.97
2F	53.00 - 53.40	21.34 - 20.99	Arcillolita, du- ra.	NO

NOTA: NO significa que la muestra se desintegra al ser su-  
mergida en agua durante dos horas, cosa que se hizo  
con todas las muestras.

## RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE

P-217

Muestra	Profundidad (m)	Cota (m)	Roca	Resistencia a compresión simple (kg/cm <sup>2</sup> )
1	36.00 - 36.35	39.97 - 39.62	Limolita arcillosa, débil.	NO
2	43.57 - 43.75	32.46 - 32.22	Arcillolita, muy débil a débil.	NO
3	44.44 - 44.74	31.53 - 31.23	Arenisca, muy débil a débil.	14.23, 10.21
4	49.93 - 50.21	26.04 - 25.76	Arcillolita limosa, débil.	NO
5	51.61 - 51.90	24.36 - 24.07	Arcillolita limosa (con más limo que el anterior), débil.	49.33

NOTA: NO significa que la muestra se desintegra al ser sumergida en agua durante dos horas, cosa que se hizo con todas las muestras.

meabilidad. Lo que si se ve es que disminuyen las zonas con tendencia a fracturarse con espejos de falla, lo que si es favorable para la construcción de los túneles proyectados, pues disminuiría la posibilidad de derrumbes debido a ellas. De todas maneras se describen a continuación estas escasas zonas:

P-213: - No hay registradas

P-215: - No hay registradas

P-217: - En arcillolita, de 11.15 a 13.10 m. de profundidad. Cota: Aproximadamente 64 m.

P-218: - En arcillolita, de 23.00 a 34.50 m. de profundidad. Cota: Aproximadamente 45 m.

P-219: - No hay registradas

De las zonas registradas la única que prácticamente revisite mayor peligro es la del P-218, pues se encuentra a 7 m. aproximadamente por encima de los túneles.

A continuación de los cuadros en que se analiza la permeabilidad constan los datos que se obtuvieron en el laboratorio de INERHI en Quito de ensayos de compresión simple que se hicieron en diferentes testigos de roca para anali

zar la calidad de la misma, ensayos que recalcan su naturaleza débil dentro de escalas de dureza usadas normalmente en ingeniería geológica hallada también en ensayos efectuados antes en otras muestras en fases anteriores de estudio (ver numeral 1.5.3).

En general puede decirse que el túnel no presentará problemas para su excavación, la cual va a ser de tipo mecánico y tampoco va a presentar problemas en la estabilidad de sus paredes, esto deducido principalmente de la experiencia que se ha tenido en la construcción de tres pequeños túneles de aproximadamente 1 x 1.70 m. de sección en el sitio A en etapas anteriores de estudio, además de la fracturación y dureza relativa existentes.

#### 4.4. DIQUE Y VERTEDERO DE EMERGENCIA

Para lograr elevar la cota del nivel de agua en el embalse y obtener por consiguiente el volumen de almacenamiento de aproximadamente 6000 millones de metros cúbicos de agua, es necesario ejecutar un dique con su correspondiente vertedero de emergencia a lo largo de más de 18 km. de la divisoria situada en la margen izquierda del embalse. Las características de este dique y su vertedero es-

tán expuestas en los numerales 1.3.5. y 1.3.6. Una idea del mismo puede obtenerse en el gráfico # 11.

La capa superficial está constituida por una arcilla mediana a altamente plástica, cuyo espesor sobrepasa en general los 3 m. y con una cobertura orgánica con un espesor promedio de 0.60 m., esto producto de la investigación realizada mediante 93 calicatas a lo largo del dique y vertedero de emergencia de 3 m. de profundidad hechas durante los meses de Agosto y Septiembre de 1978. La ubicación de estas puede verse en el gráfico # 11.

Además de las 93 calicatas se hicieron 12 sondeos con un mínimo de 15 m. y un máximo de 31.70 m., los cuales en general se hicieron siguiendo el criterio de escoger los puntos donde la divisoria era estrecha y baja. Estos se encuentran ubicados en el mismo gráfico # 11. Solo en uno de los sondeos, el P-263 se llegó a la roca, un microconglomerado que se encontró a la cota de aproximadamente 61 m.; el resto de los huecos se los perforó en prácticamente suelos de arcilla, limo, arena y muy escasa grava, ya sean puros (a excepción de la grava) y/o mezclados. Estos son los suelos lacustrinos encontrados al Este de la presa y descritos en el numeral 4. Geológica-

mente estos materiales se describen como suelos, pero mecánicamente se comportan como rocas muy débiles, pues dan resultados muy altos en los ensayos de penetración standard que se hicieron en los sondeos P-271 y P-272. Los resultados obtenidos se anotan a continuación:

P-271

<u>Profundidad (m.)</u>	<u># de golpes N</u>
7.50 a 7.80 : 0.30	66
9.00 a 10.30: 0.30	57
10.50 a 10.69: 0.19	61
12.00 a 12.05: 0.05	31
15.00 a 15.05: 0.05	50
16.50 a 16.54: 0.04	51
18.00 a 18.14: 0.14	50
19.65 a 19.95: 0.30	60
21.00 a 21.23: 0.23	81
22.50 a 22.57: 0.07	35
24.00 a 24.12: 0.12	60
25.50 a 25.79: 0.29	61
27.00 a 27.19: 0.19	52
28.65 a 28.87: 0.22	55
30.00 a 30.30: 0.30	50

P-272

<u>Profundidad (m.)</u>	<u># de golpes N</u>
6.40 a 6.70: 0.30	2
7.65 a 7.97: 0.32	2
9.15 a 9.45: 0.30	8
10.65 a 10.95: 0.30	31
13.65 a 13.95: 0.30	21
15.15 a 15.45: 0.30	37
16.50 a 16.78: 0.28	50
18.15 a 18.41: 0.26	55
19.65 a 19.91: 0.26	48
21.00 a 21.28: 0.28	55
22.65 a 22.95: 0.30	29
24.15 a 24.42: 0.27	55
25.65 a 25.90: 0.25	56
27.15 a 27.45: 0.30	50
30.15 a 30.40: 0.25	52

Según el libro Soil Mechanics in Engineering Practice estos suelos se tratan en su mayoría de muy densos en el caso de las arenas y de duros en el caso de arcillas; a continuación se exponen dichas tablas para una mejor comparación:

Densidad relativa de arenas de acuerdo a resultados del  
Ensayo de Penetración Standard

<u># de golpes N</u>	<u>Densidad relativa</u>
0 - 4	Muy suelto
4 -10	Suelto
10 -30	Medio
30 -50	Denso
Mayor de 50	Muy denso

Relación de la consistencia de la arcilla y el número de  
golpes N

<u>Consistencia</u>	<u># de golpes N</u>
Muy suave	Menor de 2
Suave	2 - 4
Media	4 - 8
Resistente	8 - 15
Muy resistente	15 - 30
Dura	Mayor de 30

Comparando los valores obtenidos en los sondeos P-271 y P-272, puede verse claramente que el primero posee en su totalidad suelos muy densos o duros, mientras que en el segundo prácticamente tiene las mismas características, pero desde los 16.50 m. de profundidad. Encima se encuentran suelos desde suaves a duros en el caso de arcillas y densidad relativa media en el caso de tenerse arena (únicamente el valor de 13.65 a 13.95 m. de profundidad).

En el Gráfico # 24 se tienen los registros geológicos - de los 12 sondeos realizados, con características de oxidación en los diferentes niveles, además de los porcentajes de recuperación obtenidos. La oxidación se considera como un dato de importancia, pues le da cierta consistencia al suelo por lo menos arenoso, aunque en el gráfico no se observa una aparente correlación. En lo que respecta a una posible correlación geológica, puede verse que esta es muy pobre, aunque en general puede decirse que bajo la capa superficial de arcilla los suelos se tornan predominantemente arenosos, lo que implica que debe prestarse especial atención a estas partes por la potencial filtración que puede suceder a través

de ellos cuando se efectúe el llenado del reservorio, cosa que se corrobora en los sondeos P-266, P-268 y P-270, donde se pierde en algunas partes el agua de perforación, especialmente en el segundo, en el cual se pierde el 100% del agua de perforación desde los 13.40 a los 25.70 m. de profundidad. Como se observó esta gran pérdida de agua, en los sondeos P-271 y P-272 que se hicieron posteriormente se efectuaron ensayos de permeabilidad tipo LEFRANC, los cuales dieron resultados que variaron desde  $9 \times 10^{-6}$  a  $8 \times 10^{-5}$  cm/seg. Según la tabla que clasifica los suelos de acuerdo a su permeabilidad usada por Terzaghi y Peck, estos valores catalogan estos suelos como de permeabilidad relativa muy baja a baja y equivalen a un gasto que va de 3.38 a 22.19 litros en 10 minutos.

## 5. HIDROGEOLOGIA

### 5.1. SISTEMAS DE AGUAS SUBTERRANEAS

Puede decirse que el número de piezómetros instalados (un total de 8) son insuficientes para un estudio más adecuado del sistema de aguas subterráneas, pues se ve claramente en el Gráfico # 7, que los sondeos en los cuales se instalaron los piezómetros y que son el P-101, P-102, P-104, P-106, P-208, P-210, P-217 y P-225 quedan prácticamente al pie del lecho del río, a excepción del instalado en el P-217 y no dan como consecuencia una cantidad de datos suficientes como para elaborar un mapa de curvas isopiezas. - Los primeros cuatro fueron instalados en la primera fase, mientras que los demás en esta fase de estudios. Lo que si se tomaron fueron lecturas piezométricas durante un espacio de aproximadamente 20 meses y que sirvieron para ejecutar el Gráfico # 25, donde puede verse claramente como es lógico que los piezómetros instalados cerca del lecho del río dan lecturas aproximadamente iguales y que varían de una manera conjunta con el nivel del río, de donde en estos puntos el nivel freático se encuentra influenciado de una manera muy estrecha por las variaciones del río Daule. El P-217 en cambio exhibe un nivel freático

situado muy por arriba del resto de piezómetros, lo cual es debido seguramente a la presencia de un acuífero colgado. Este sondeo se lo realizó a la altura de los túneles, los cuales van aproximadamente desde la cota 20 a la 30 m. lo cual garantiza que va a haber filtración de agua en la construcción del túnel, pues la cota aproximada a la que se encuentra el nivel piezométrico es la 50 m. De lo dicho anteriormente se concluye que el sistema de aguas subterráneas está constituido por un nivel freático general conectado e influenciado directamente con el nivel de agua del río y una serie de acuíferos colgados en los niveles de roca permeables superiores y los cuales se manifiestan en los estribos del río por pequeñas filtraciones que fueron observadas durante el verano, las cuales es lógico que se vean incrementadas durante la temporada invernal. Esta forma de manifestarse el agua subterránea es una lógica consecuencia de la presencia de las rocas en la zona, como una secuencia alternante de estratos de areniscas, conglomerados, limolitas y arcillolitas, en que las capas acuíferas serán las más gruesas y las selladoras las más finas. Según la explicación de personas del lugar es abundante la presencia de manantiales, los cuales serían manifestaciones de los acuíferos colgados fundamentalmente. Es de notar que además de las precipitaciones gran canti-

dad de pequeños riachuelillos que desembocan en el río Daule servirían de fuente de alimentación a estos acuíferos. Estos manantiales serían aumentados en su flujo y cantidad con el llenado del embalse.

Es de observar debajo del río Daule la presencia de presión artesiana que aumenta con profundidad, cosa que fue detectada en todos los sondeos ejecutados en el río. En el P-204, el más profundo que se hizo, se detectó una presión artesiana de hasta 14 libras por pulgada cuadrada, equivalente a una altura de agua de 10 m., por encima del nivel del río. Este flujo artesiano es consecuencia directa de la filtración de agua que ocurre en las tierras altas adyacentes y en general producto del drenaje de las aguas de toda la cuenca hacia el río Daule. Esto hace pensar que los acuíferos colgados deben estar comunicados con el nivel freático general ya sea a nivel de fracturas o mediante la porosidad efectiva de la roca. Esta presión artesiana va a ser contrarrestada cuando se construya y se llene el embalse, pero no se puede preveer en que medida afectará a la estructura, aunque no creo que la afecte pues va a haber una cortina de inyecciones que impediría esto.

## 5.2. CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA

Esta, más bien conocida como permeabilidad en el presente informe prácticamente se la ha estudiado y analizado en los cortes que se han hecho viendo la permeabilidad en el eje de presa, los túneles y el vertedero.

## 6. MATERIALES DE CONSTRUCCION

Los materiales básicos de relleno van a ser arenisca triturada, grava y arena del río Daule para el cuerpo de la presa; arcilla para el dique, y pueden ser obtenidos de la localidad. Los demás materiales de mayor calidad, para el enrocado, filtros, agregados de concreto, etc. van a ser traídos en su mayoría del río San Pablo al Noreste de Quevedo.

La arenisca triturada va a ser usada en el núcleo y parte de los espaldones de la presa (ver gráfico # 26) y va a provenir de canteras situadas en las lomas de la orilla Oeste del Río Daule. Esta zona se estudió mediante la perforación de los sondeos P-251, P-252, P-253, P-254, P-255, P-256 y P-257 que se encuentran dibujados en los gráficos # 27 y # 28 con sus correspondientes características de dureza relativa y correlación geológica. Puede verse una clara correspondencia entre la correlación geológica y la dureza relativa, por lo que se han puesto estos dos datos en espera de que puedan servir de alguna utilidad en el momento de aprovechamiento de la cantera. Estos cortes se encuentran señalados en el Gráfico # 12, donde se observa la colina "A", señalada

por el consorcio TAMS-AHT-INTEGRAL, compañía contratista que hizo los estudios de las fases I y II para CEDEGE a servir de cantera para la obtención de la arenisca triturada, y la cual provee hasta la cota de 70 m. un volumen de material estimado en 4 1/2 millones de metros cúbicos, frente a un requerimiento de 2 millones. Se puede incrementar este volumen mediante expansión sin límites hacia el Oeste. La dureza relativa, propiedad de la roca que se explicaba en el numeral 4.1.2., varía de muy débil a dura en todos los sondeos, excepto en el P-256 y P-257, donde la dureza relativa varía de débil a dura, por lo que la roca podrá ser disgregada con maquinaria pesada; de todas maneras no debe excluirse la posibilidad de utilizar explosivos para explotar estratos duros, que se presentan en gran proporción, siquiera en un 50% en la colina "A" hasta la cota de 70 m., La arenisca es bastante variable en su granulometría y contiene lentes de limolita, limolita arcillosa o arcillolita limosa, arcillolita y uno de conglomerado en el P-253. Prácticamente todos los lentes se van a utilizar mezclados con la arenisca triturada, excepto los de arcillolita, los cuales van a ser descartados en el momento de utilización de la cantera. El lente más importante de arcillolita regis-

trado en la colina "A" mediante el sondeo P-254 va de la cota 110 a 114 m. Mediante los sondeos P-256 y P-257 se registra otro lente de arcillolita que no se alcanzó a perforar con el P-254 y que se encuentra aproximadamente a la cota de 76 m., siendo su espesor de 2 m. y 1.20 m. respectivamente. No existen más lentes de arcillolita según las perforaciones efectuadas.

La grava y arena del río Daule van a ser utilizadas en parte de la construcción de los espaldones de la presa (ver Gráfico # 26). Las perforaciones aguas arriba de la presa fueron bastante limitadas por la poca profundidad del agua, lo que impidió el acceso de la balsa que soportaba la máquina perforadora, pero sus escasos resultados indican que en este sitio el aluvial presenta escaso espesor, por lo que no es explotable económicamente. A partir de la perforación RB-17 hasta la RB-20 (ubicadas en el Gráfico # 11) cerca de Pichincha se ve que el contenido de grava es muy escaso, por lo que en este tramo el material no será adecuado para los espaldones de la presa. Según el informe Suplementario de las Investigaciones de la Segunda Fase, Presa Daule-Peripa, el volumen final probado de aluvial adecuado es de 2 millones de metros cúbicos, valor que ha sido derivado de los resulta-

dos de 37 perforaciones que constan también graficadas - en dicho informe y ubicadas en este estudio en el Gráfico # 11. Durante la fase II que es a la cual corresponde este estudio se hicieron 25 perforaciones, cuyos registros constan en el Anexo I.

En cuanto a los materiales provenientes del río San Pablo puede decirse que las rocas andesíticas del aluvial que conforman son esencialmente las mismas en lo que respecta a su composición, excepto en cuanto a granulometría. En total deben ser transportados alrededor de 300000 metros cúbicos de materiales de construcción y 500000 de agregados de concreto. El material de enrocado que se va a colocar para protección del talud aguas arriba va a consistir de un material con un tamaño medio de piedras de 50 Kg., un mínimo de 6 Kg., y un máximo de 200 Kg. En cuanto a la grava de base y de enrocado y drenaje libre (Ver gráfico # 26) que va a ser puesta en el cuerpo de la presa también será traída del río San Pablo, lo mismo que el material para filtros y drenes (ver Gráfico # 26). Agregados para el hormigón también se usarán de dicha fuente.

En cuanto al dique, el cual requiere de aproximadamente 5

millones de metros cúbicos de material compactado, va a ser constituido de la arcilla mediana a altamente plástica proveniente de los niveles superiores de los depósitos lacustrinos. Las áreas de préstamo están señaladas en el Gráfico # 11. Este dique va a tener menos de 10 m. de alto en 2/3 de su longitud y en alrededor de 1 km. tendrá una altura sobre los 15 m. Bajo la cota de 82.5 m. serán puestos filtros que servirán de dren, los cuales también van a proceder de gravas procesadas del río San Pablo.

No se incluye la granulometría de los materiales de construcción debido a ser datos confidenciales hasta que la construcción de la presa salga a licitación. Por este motivo también no se incluye la carta de la plasticidad de las arcillas encontradas a lo largo del dique y de los materiales de préstamo para el mismo.

## 7. CONCLUSIONES

- Se definen 4 unidades en el sitio de presa, denominadas A, B, B' y C en el Reporte de Geología y Suelos publicado por CEDEGE en 1977.

En mi criterio puede definirse otra unidad, la D, por debajo de la cota - 36 m. y constituida por limolita arcillosa o arcillolita limosa, intercalada con lentes de arenisca limosa.

- Los depósitos lacustrinos situados al Este del sitio de presa son en la parte inferior predominantemente arenosos, mientras que encima se encuentran niveles de arcilla plástica y escasos de turba.
- En todos los cortes efectuados se ve una clara correlación geológica determinada por la horizontalidad de los estratos, además de una correspondencia tangible con la dureza relativa y la cementación, los que en algunos casos se ha graficado.
- Las rocas denominadas arcillolita limosa y limolita arcillosa se resolvió ponerlas bajo un mismo signo geológico

en base a sus características similares de dureza relativa y cementación.

- En el sitio "B" de presa existe un deslizamiento en el estribo derecho, de una profundidad de hasta 5 m. aproximadamente y el cual debe ser removido para la construcción del terraplén.
- En el cauce del río Daule, a la altura del sitio "B" de presa existe un potente aluvial, de hasta 9.50 m. aproximadamente, y el cual va a ser removido para la construcción de la presa.
- En el estribo izquierdo de la presa (sitio "B"), existe una terraza que alcanza profundidades de hasta 7.90 m. en los sondeos P-205 y P-206, constituida principalmente por arena fina y la cual debe ser removida para la construcción de la presa.
- Existe escaso suelo recubriendo la roca en algunos puntos de los estribos del sitio "B", y el cual debe ser también removido para la construcción de la presa.
- Estudiando los registros de los sondeos efectuados en el sitio de presa, puede decirse, que en el estribo derecho se necesitarán eliminar aproximadamente 3m. de

roca alterada o meteorizada, en el lecho del río, nada o casi nada y en estribo izquierdo más o menos 2 m.

- En general puede decirse que existe la siguiente correspondencia entre dureza relativa y cementación: Una roca muy débil es levemente cementada y una roca débil o dura es moderadamente cementada.
- En el corte hecho en el eje de presa registrado en el Gráfico # 18, se ve claramente que en lo que respecta a dureza relativa, el término muy débil predomina en todo el análisis, siguiendo en importancia el término débil y por último el término duro, con lo que queda comprobada la marcada debilidad de las rocas de la zona.
- En el sitio "B" de presa la alta fracturación de la roca es bastante evidente hasta la cota de aproximadamente 30 m., siendo más marcada en el estribo derecho, incluso es causa evidente de una mayor permeabilidad que la zona por debajo de dicha cota.
- Las rocas denominadas arcillolitas, limolitas arcillosas o arcillolitas limosas son en general frágiles, tendiendo a fracturarse fácilmente con espejos de falla

(slickensides) por lo que esas zonas en el eje de presa, túneles y vertedero se han descrito en el cuerpo de la tesis.

- En el eje de presa la permeabilidad es mayor en el estribo derecho que en el izquierdo.
- Los valores de permeabilidad hallados en el centro del eje de presa mediante el sondeo P-204, me parece son altos en general, con relación a la porosidad efectiva y fracturación existentes.
- En el vertedero y los túneles existe muy claramente una aparente menor correlación con el eje de presa, existiendo siquiera variaciones laterales del orden de 80% de la columna estratigráfica, mientras que en el eje de presa son del orden de un 50%.
- En todos los sondeos del vertedero, excepto en el P-223 y P-224, existe un importante espesor de suelo lacustrino, el que alcanza una potencia de hasta 32.00 m. en el P-108 y el cual debe ser eliminado para la construcción del vertedero.
- Relativamente hablando, en general, la permeabilidad rere

sultó ser más baja en el vertedero, ascendiendo en los túneles y por último más alta en el eje de presa, lo que indica que la permeabilidad de las rocas decrece conforme se aleja uno del cauce del río.

- En lo que respecta a la fracturación, puede decirse que es menor en el vertedero, aumenta algo en los túneles y por último es más alta en el eje de presa, lo que está en relación directa con la permeabilidad.
- En general puede decirse que el túnel no presentará problemas para su excavación, la cual va a ser de tipo mecánico y tampoco va a presentar problemas en lo que respecta a estabilidad de sus paredes.
- Según los ensayos de S.P.T. que se hicieron en los sondeos P-271 y P-272, la mayoría del suelo lacustrino sobre el cual se va a asentar el dique se trata de muy denso en el caso de arena y de duro en el caso de arcilla.
- En número de piezómetros instalados y más que nada su distribución espacial son insuficientes para efectuar un mapa de curvas isopiezas.
- El sistema de aguas subterráneas está constituido por un nivel freático general conectado e influenciado directamente

te por el agua del río Daule y una serie de acuíferos colgados en los niveles de roca permeables superiores.

- Es de observar debajo del cauce del río Daule la presencia de presión artesiana que aumenta con profundidad, cosa que fue detectada en todos los sondeos ejecutados en el río. Este flujo artesiano es consecuencia directa de la filtración de agua que ocurre en tierras altas adyacentes y en general producto del drenaje de las aguas de toda la cuenca hacia el río Daule.
- En la cantera de arenisca triturada existe un 50% de la columna estratigráfica constituida por estratos duros hasta la cota de 70 m., por lo que no se descarta la necesidad de utilizar explosivos en ellos. El resto podrá ser disgregado con maquinaria pesada.
- En la cantera de arenisca triturada los lentes de arcillolita se van a descartar. El más importante se registró en el sondeo P-254, yendo de la cota 110 a 114 m. En los sondeos P-256 y P-257 se registra otro lente de arcillolita, siendo su espesor de 2.00 a 1.20 m. respectivamente y estando a la cota de aproximadamente 76 m. No existen más lentes de arcillolita según las perforaciones efectuadas sobre la cota de 70 m.

- Aguas arriba del sitio de presa existe poco aluvial, no explotable económicamente para las necesidades de la re presa. Aguas abajo, a partir de la perforación RB-17 hasta la RB-20, el contenido de grava es muy escaso, - por lo que en este tramo el material no será adecuado para los espaldones de la presa.

## 8. RECOMENDACIONES

- Se debería hacer la fotointerpretación por lo menos a escala 1:60000 de toda el área de embalse pues podrían descubrirse principalmente deslizamientos potenciales que originarían un peligro para la estabilidad de la re presa.
- Ya que los valores de permeabilidad registrados en el centro del eje de presa (sondeo P-204) me parece . son altos, debería hacerse otro sondeo equivalente con prue bas de permeabilidad cuando se haya efectuado el desvío de las aguas del río Daule, es decir, cuando el le cho del río en este punto esté seco y además descartado el aluvial existente para comprobar la veracidad de los resultados de permeabilidad obtenidos.
- Se sugiere que debería inyectarse la roca en aquellos puntos donde la permeabilidad relativa va de media a ba ja. Lo anterior no es una ley, porque hay algunos casos en que la permeabilidad es registrada como baja, pero no son representativos, pues la roca se satura ya sea parcial o totalmente a una determinada presión, de donde para la inyección se propone eliminar en general zonas donde ocurra esto.

- A la altura del sondeo P-216 la solera del canal superior del vertedero pasa por aproximadamente la cota de 51 m. y en cambio el suelo lacustrino llega hasta la cota de aproximadamente 43.50 m., por lo que en este punto el suelo deberá ser eliminado y alcanzar la cota de la solera del vertedero mediante el relleno de este "Hueco" con material adecuado. En el P-108 la cota que define el contacto suelo-roca es más o menos 51.50 m., pero existe un problema, y es que a la cota de aproximadamente 48 m. existe una capa de suelo de 1 m. de espesor, así que también sería de excavar hasta eliminar toda esta capa de suelo y rellenar después con material adecuado hasta alcanzar la solera del canal superior del vertedero.
  
- Existiendo algunos niveles acuíferos bajo el lecho del río, es recomendable se instale un sistema de piezómetros en el área de la presa, a fin de determinar la influencia del llenado del reservorio en el sistema de aguas subterráneas.
  
- En el sitio "A", el cual tiene características geológicas similares al sitio "B", deberían hacerse ensayos de permeabilidad hasta con una presión manométrica máxima

equivalente a  $9 \text{ kg/cm}^2$ , pues esta sería la real presión que ejercería el agua, estando lleno el embalse, sobre la cota de cimentación más baja. El objetivo principal sería el de estudiar el posible fracturamiento hidráulico que podría causarse en la roca de naturaleza débil, pues en base a este peligro fue que se decidió en el sitio "B" efectuar los ensayos con un máximo de presión manométrica de  $3 \text{ Kg/cm}^2$ .

## LISTA DE GRAFICOS

1. Localización
2. Acceso
3. Mapa de zonas climáticas
4. Sitio "A", Programa de investigación superficial (Fase I, Factibilidad).
5. Localización de las calicatas y huecos en el aluvión - del río (Fase I, Factibilidad).
6. Localización de calicatas - Serie "B" (Fase I, Factibilidad).
7. Ubicación de las perforaciones en el sitio "B" de presa. (Fase I y II, Factibilidad y Estudios Definitivos).
8. Localización de posibles fuentes de arcilla para el corazón impermeable de la presa, Sitio "A" (Prefactibilidad).
9. Localización de la presa Daule-Peripa y posibles fuentes de agregados para hormigón (Prefactibilidad).
10. Localización de muestras de materiales de construcción - (Fase I, Factibilidad).
11. Localización de pozos y calicatas en la línea del dique y en el cauce del río Daule (Fase II, Estudios Definitivos).

12. Ubicación de las perforaciones y trincheras en área de cantera, Fase II (Estudios definitivos).
13. Fotogeología del sitio de presa.
14. Mapa geológico regional.
- 14a. Proyección estereográfica de diaclasas.
15. Fronteras geológicas mayores.
16. Registros de los movimientos sísmicos.
17. Corte geológico, eje de presa.
18. Dureza relativa y cementación, eje de presa.
19. Permeabilidad y fracturas, eje de presa.
20. Corte geológico a lo largo de la alineación del vertedero.
21. Dureza relativa, permeabilidad y fracturación a lo largo de la alineación del vertedero.
22. Corte geológico a lo largo de la alineación del túnel # 1.
23. Dureza relativa, permeabilidad y fracturación a lo largo de la alineación del túnel # 1.

24. Registros geológicos y recuperación de los sondeos realizados a lo largo de la alineación del dique y del vertedero de emergencia.
25. Lecturas piezométricas hasta Diciembre 1978.
26. Presa, secciones de relleno.
27. Correlación geológica y dureza relativa en la cantera, sección A-B.
28. Correlación geológica y dureza relativa en la cantera, sección C-D.

81°

80°

79°

78°

Océano  
Pacífico

Límites de la Cuenca  
del río Guayas

Escala: 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100 Km.

0°

Bahía de Caráquez



1°

Manta

Portoviejo

Sitio de  
Presas

2°

Guayaquil

3°

**ESPOL**

Escuela Superior Politécnica del Litoral

## LOCALIZACIÓN

Por: Rómulo Chang Salas

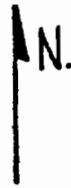
Fecha: Marzo 1980 | GRAFICO # 1

Fuente: Reporte de Geología y Suelos, presa  
Daule - Peripa, Diciembre 1977

Océano  
Pacífico

Escala: 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100 Km.



- Carretera de acceso al campamento
- Carretera asfaltada en servicio
- Ríos

**ESPOL**

Escuela Superior Politécnica del Litoral

**ACCESO**

Por: Rómulo Chang Salas

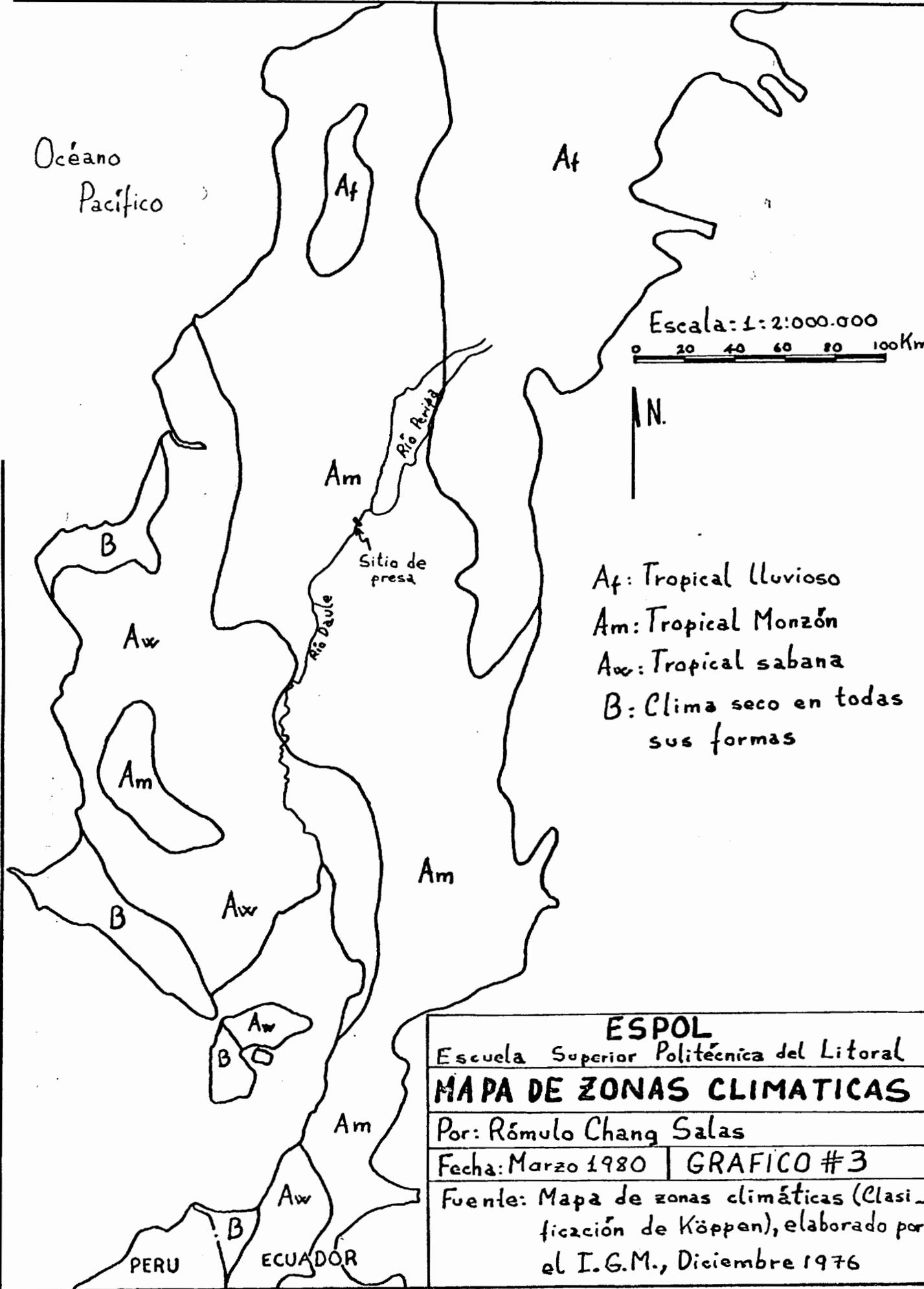
Fecha: Marzo 1980 | GRAFICO #2

Fuente: Mapa vial elaborado por el  
I.G.M., 1976

PERU

ECUADOR

Océano  
Pacífico



Escala: 1:2.000.000



- Af: Tropical lluvioso
- Am: Tropical Monzón
- Aw: Tropical sabana
- B: Clima seco en todas sus formas

**ESPOL**

Escuela Superior Politécnica del Litoral

**MAPA DE ZONAS CLIMATICAS**

Por: Rómulo Chang Salas

Fecha: Marzo 1980 | GRAFICO #3

Fuente: Mapa de zonas climáticas (Clasificación de Köppen), elaborado por el I.G.M., Diciembre 1976

PERU

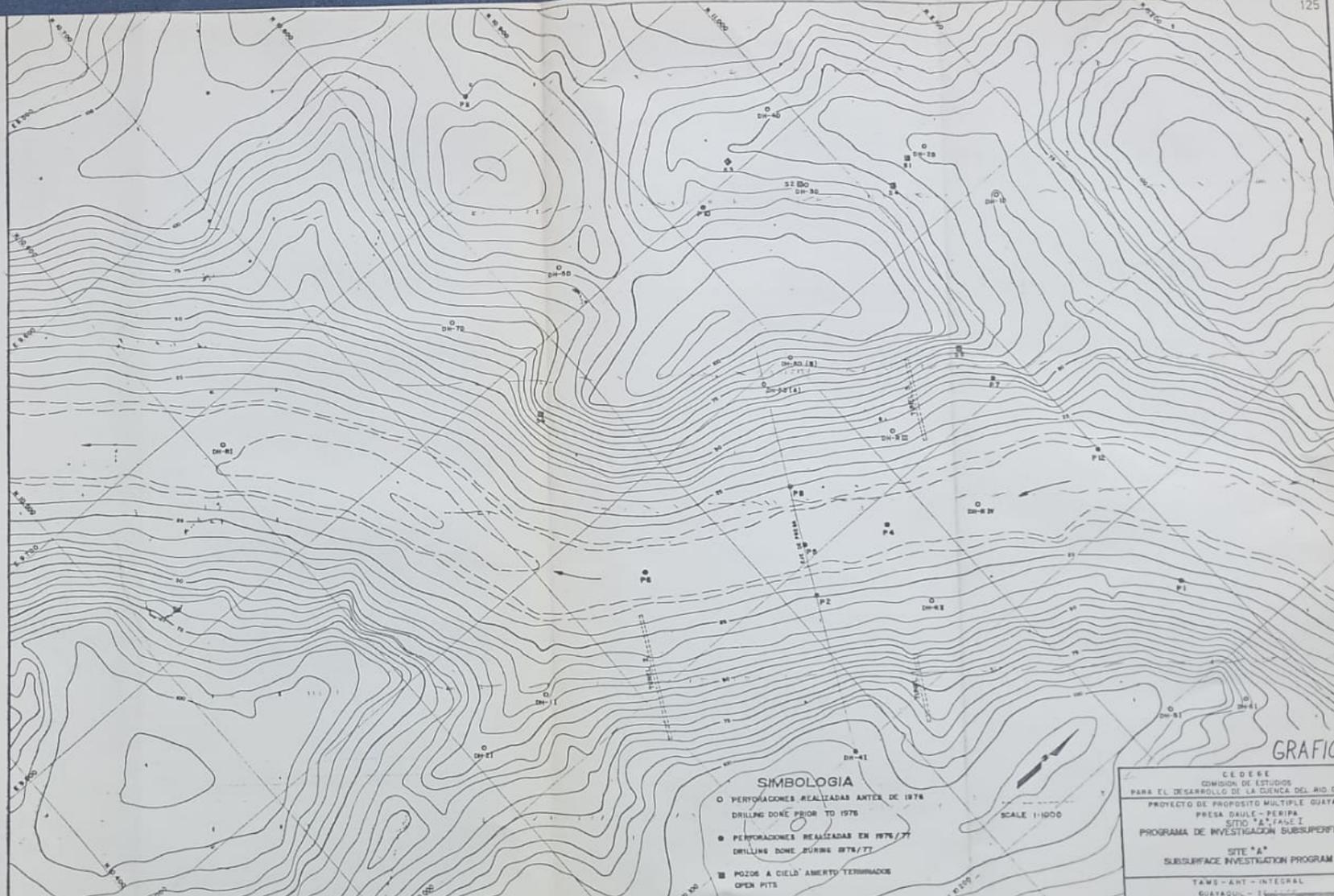
ECUADOR



GRAFICO #5

ESCALA 1:25,000

C.E.D.E.G.  
 COMISION DE ESTUDIOS  
 PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO GUAYAS  
 PROYECTO DE PROPOSITO MULTIPLE GUAYAS  
 PRESA DAULE PERIPA  
 LOCALIZACION DE LAS CALKATAS Y HUEZOS EN  
 EL ALLIVEN DEL RIO, PARC 7  
 LOCATION OF TEST PITS AND RIVER  
 ALLIUVEN BORCHOLLES  
 TAMS ANT INTEGRAL  
 GUAYAS, ECUADOR



**SIMBOLOGIA**

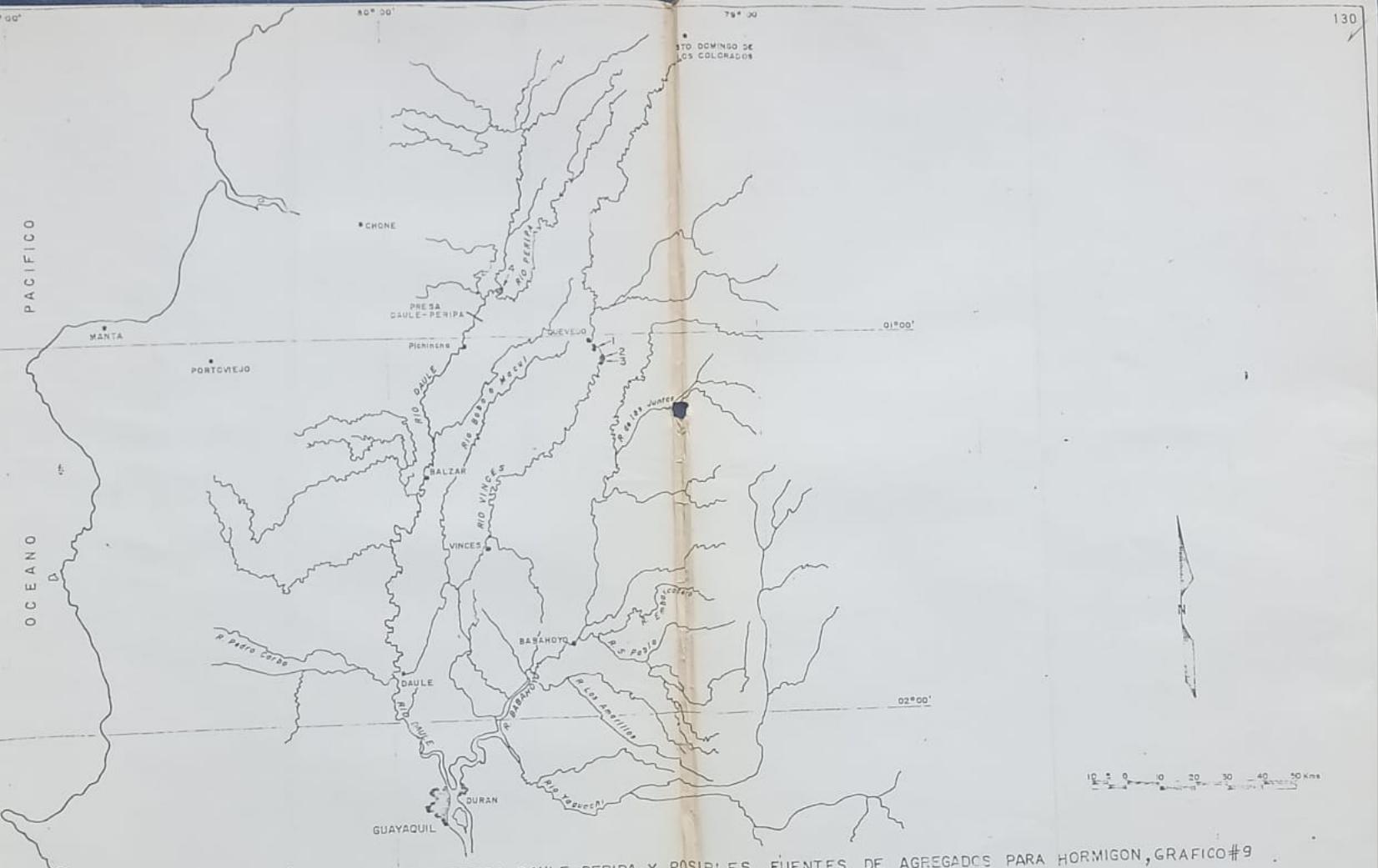
- PERFORACIONES REALIZADAS ANTES DE 1976  
DRILLING DONE PRIOR TO 1976
- PERFORACIONES REALIZADAS EN 1976/77  
DRILLING DONE DURING 1976/77
- POZOS A CIERTO ABERTO TERMINADOS  
OPEN PITS

SCALE 1:1000



GRAFICO#

C E D E E  
 COMISION DE ESTUDIOS  
 PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO GUATZA  
 PROYECTO DE PROPOSITO MULTIPLE GUATZA  
 PRESA DAULE - PERIPA  
 SITIO "A" STAGE I  
 PROGRAMA DE INVESTIGACION SUBSUPERFICIAL  
 SITE "A"  
 SUBSURFACE INVESTIGATION PROGRAM  
 TAMS - ANT - INTEGRAL  
 GUATACUL - I



LOCALIZACION DE LA PRESA DAULE-PERIPA Y POSIBLES FUENTES DE AGREGADOS PARA HORMIGON, GRAFICO #9

PREFACTIBILIDAD

GEPAO CONSULTANTS LIMITED  
GUAYASCONSULT

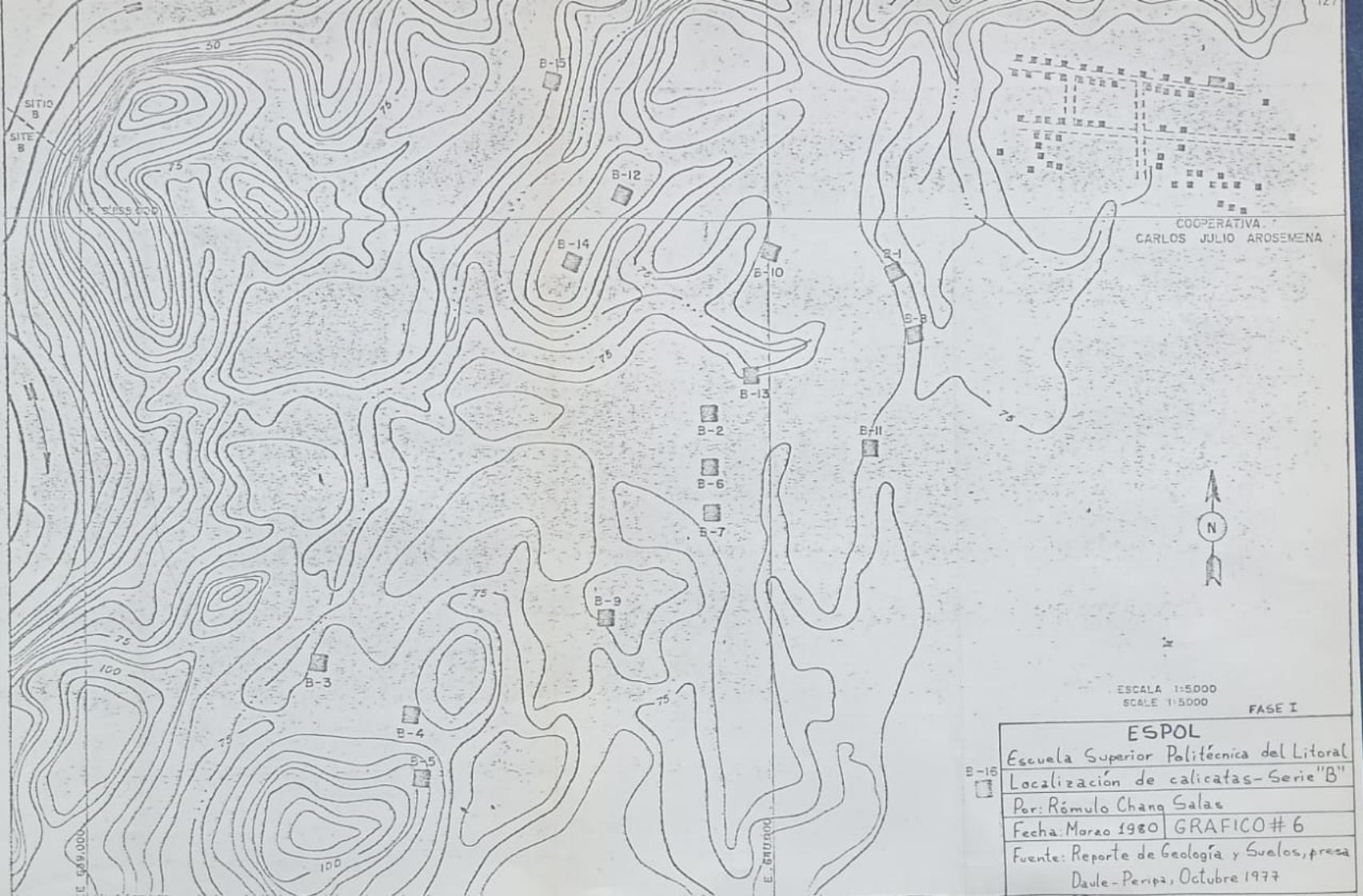


ESCALA 1:2000  
0 20 40 60 80

UBICACION DE LAS PERFORACIONES DE LA PRIMERA FASE  
LOCATION OF FIRST PHASE DRILL HOLES

UBICACION DE LAS PERFORACIONES DE LA SEGUNDA FASE  
LOCATION OF SECOND PHASE DRILL HOLES

REVISION	FECHA	DESCRIPCION	PAF
<b>C E D E G E</b> COMISION DE ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO SURPAS PRESA DAULE - PENIA Y OBRAS AUXILIARES UBICACION DE LAS PERFORACIONES EN EL SITIO DE PRESA "B" FASES I Y II LOCATION OF DRILL HOLES AT DAMSITE "B"			
TAME - AHT - INTEGRAL ASOCIACION DE EMPRESAS CONSULTORAS, S.A.			
DIBUJADO POR: VERIFICADO POR: PRESENTADO POR:	INGENIERO CIVIL INGENIERO CIVIL INGENIERO CIVIL	P.144 MAYO, 1979	# 7

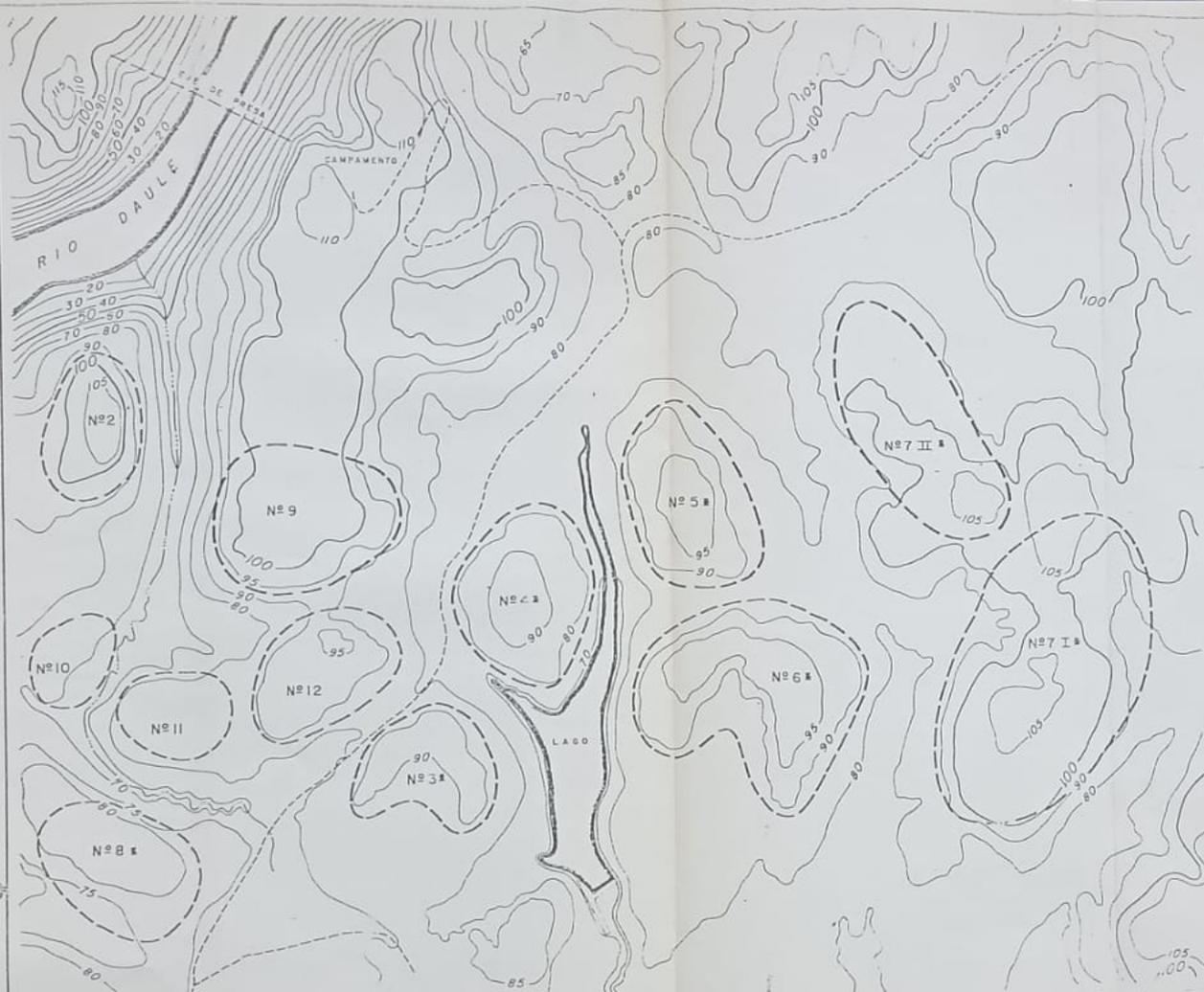


LOCALIZACION DE POSIBLES FUENTES  
DE ARCILLA PARA EL CORAZON IMPER-  
MEABLE DE LA PRESA, SITIO "A"  
GRAFICO #8

NOTA: LAS LOCALIZACIONES DE LAS DIFEREN-  
TES FUENTES Y CURVAS DE NIVEL SON  
APROXIMADAS.

○ N°8 LIMITES APROXIMADOS DE LAS FUEN-  
TES Y N°

N°8# FUENTES DE LAS QUE SE OBTUVIERON  
MUESTRAS PARA ENSAYARLAS EN EL  
LABORATORIO



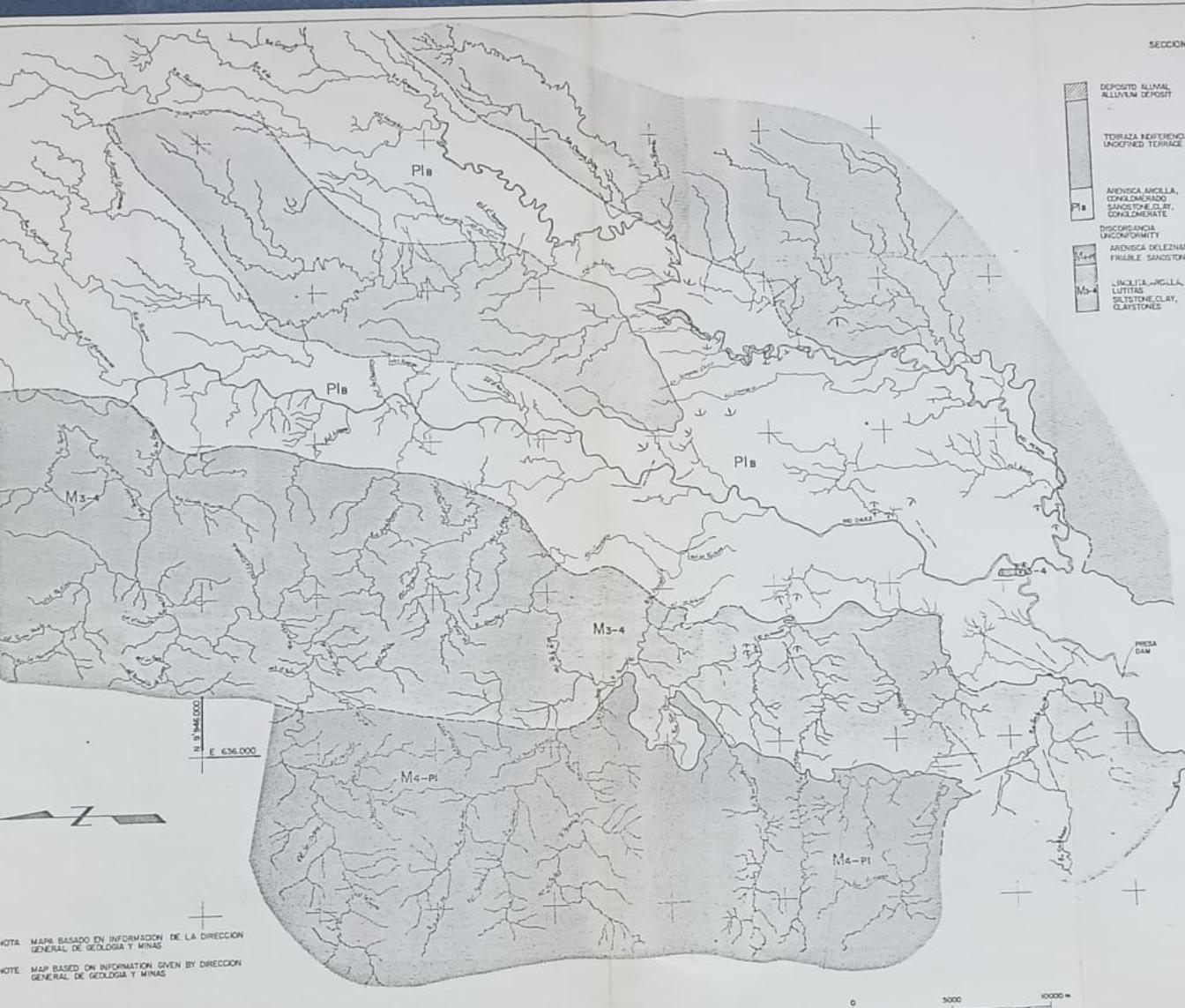
ESCALA 1:4000  
PREFACTIBILIDAD

LEYENDA  
SECCION GEOLOGICA GENERALIZADA

DEPOSITO ALUVIAL ALLUVIUM DEPOSIT		HOLOCENO	CUATERNARIO
TERRAZA INDEFINIDA UNDEFINED TERRACE	TERRAZA >4000 m	PLEISTOCENO	
ARENISCA ANGILLA, CONSOLIDADO SANDSTONE CLAY, CONGLOMERATE	Pl <sub>a</sub>	PLUOCENO	TERCIARIO
DISCONFORMIDAD UNCONFORMITY			
ARENISCA DELEZABLE FRAGILE SANDSTONE	Ms-4	GRUPO DAULE	
LIMLITIS, ANGILLA, LUTITAS SILTSTONE CLAY, CLAYSTONES	M <sub>4</sub> -PI	MOCEÑO	
		FORMACION BALZAR 314 m	
		FORMACION BOHON 290 m	
		FORMACION OZOLE 340 m	

SIMBOLOGIA

- CONTACTO COMPROBADO  
VERIFIED CONTACT
- CONTACTO INFERIDO  
INFERRED CONTACT
- FALLA CUBIERTA  
CONCEALED FAULT
- FALLA INFERIDA  
INFERRED FAULT
- BUZAMIENTO SUAVE  
DIP



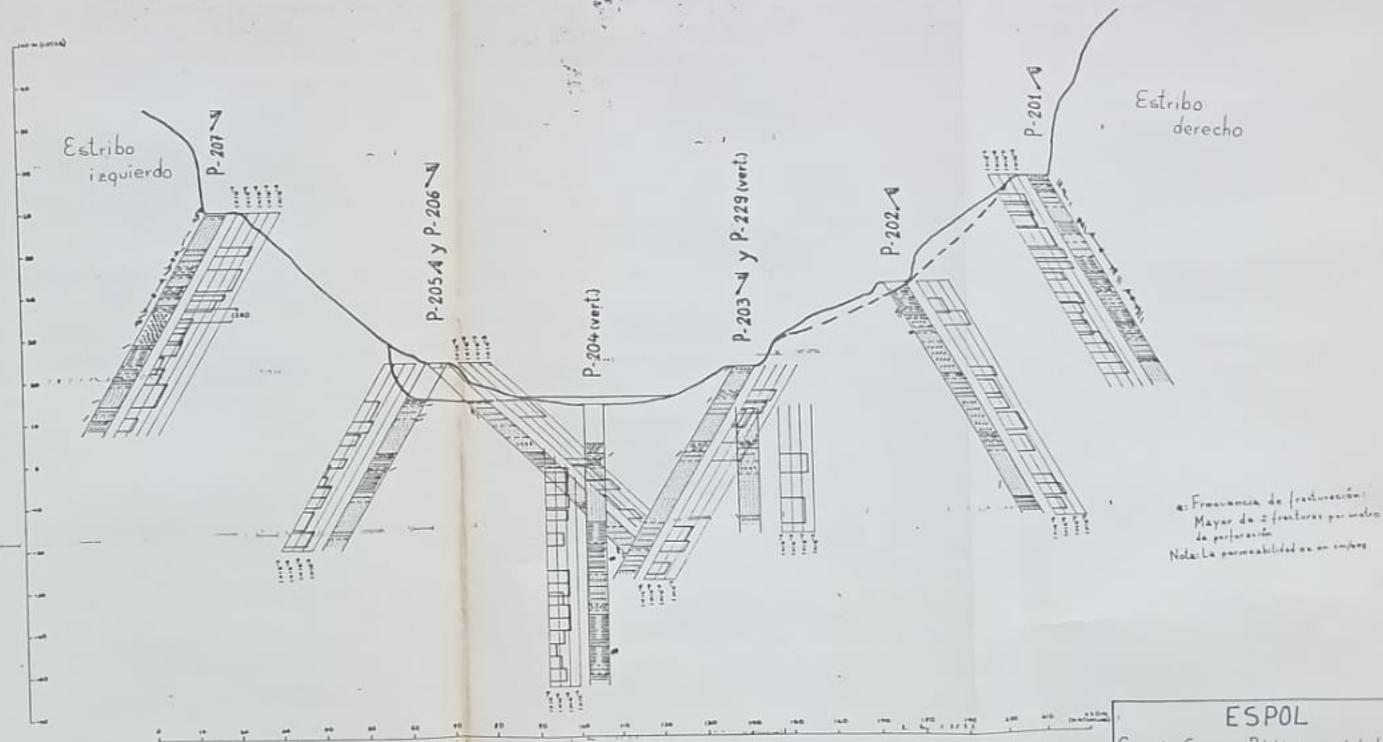
N. 3746000  
E. 636000

NOTA: MAPA BASADO EN INFORMACION DE LA DIRECCION GENERAL DE GEOLOGIA Y MINAS  
NOTE: MAP BASED ON INFORMATION GIVEN BY DIRECCION GENERAL DE GEOLOGIA Y MINAS

0 5000 10000 m  
ESCALA 1:100,000 SCALE

SECRETARIA	
MINISTERIO DE MINAS	
COMISION DE ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO GUAYASQUE	
PRESA DAULE - PERIPA Y OBRAS AUXILIARES	
MAPA GEOLOGICO REGIONAL REGIONAL GEOLOGIC MAP	
TAMS - ANT - INTEGRAL	
ASOCIACION DE EMPRESAS CONSTRUCTORA GUAYASQUE	
ELABORADO POR: R.G.P.	REVISADO POR: M.M.
PROYECTADO POR: M.M.	DIRECCION DEL PROYECTO: M.M.
DIRECCION TECNICA: M.M.	DIRECCION EJECUTIVA: M.M.

GR #



ESPOL

Escuela Superior Politécnica del Litoral

PERMEABILIDAD Y FRACTURAS

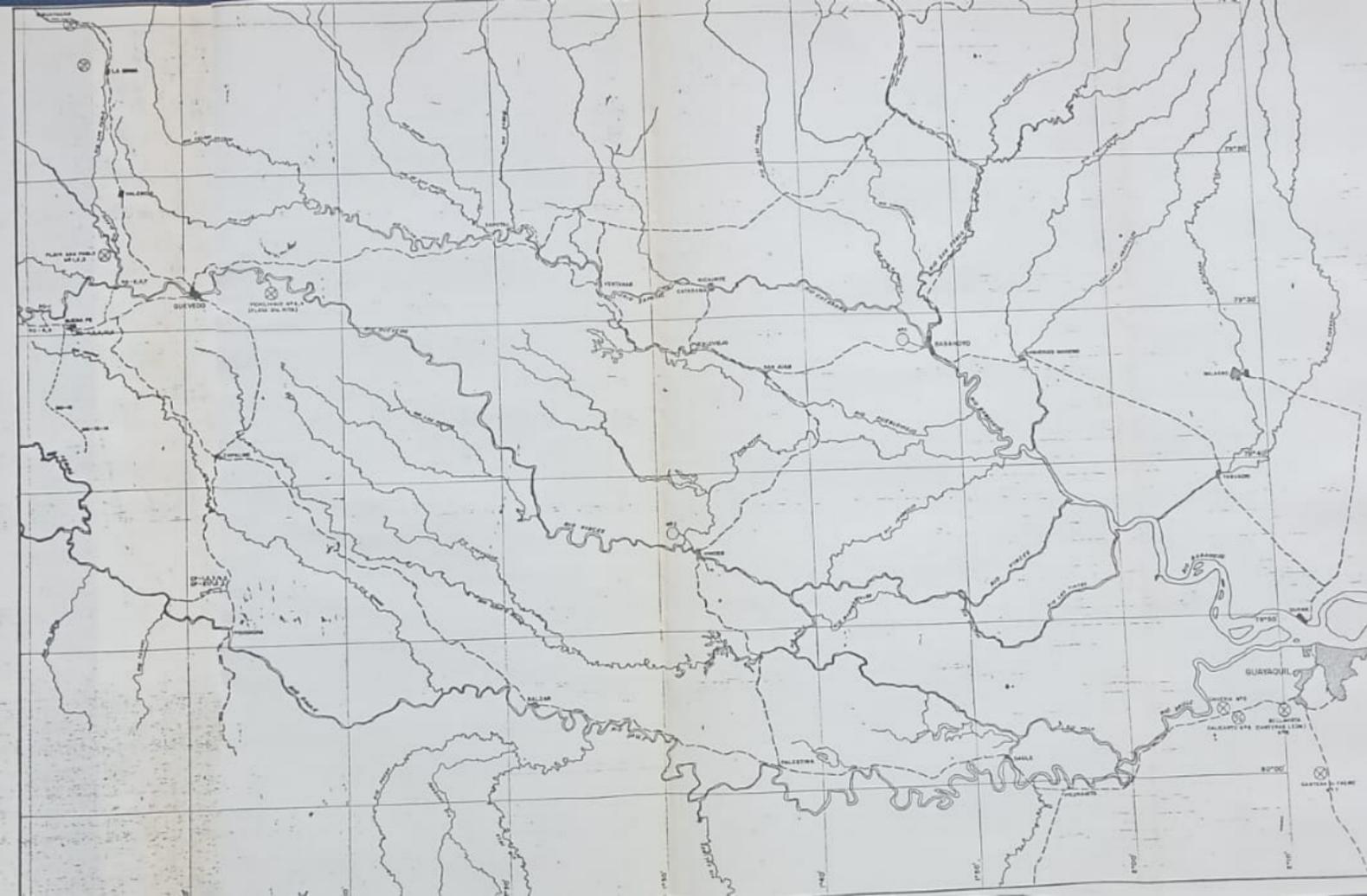
EJE DE PRESA

Por: Rómulo Chang Salas

Fecha: Marzo 1980

GRAFICO #19

Fuente: Registros geológicos de campo de los sondeos ejecutados en la Fase II

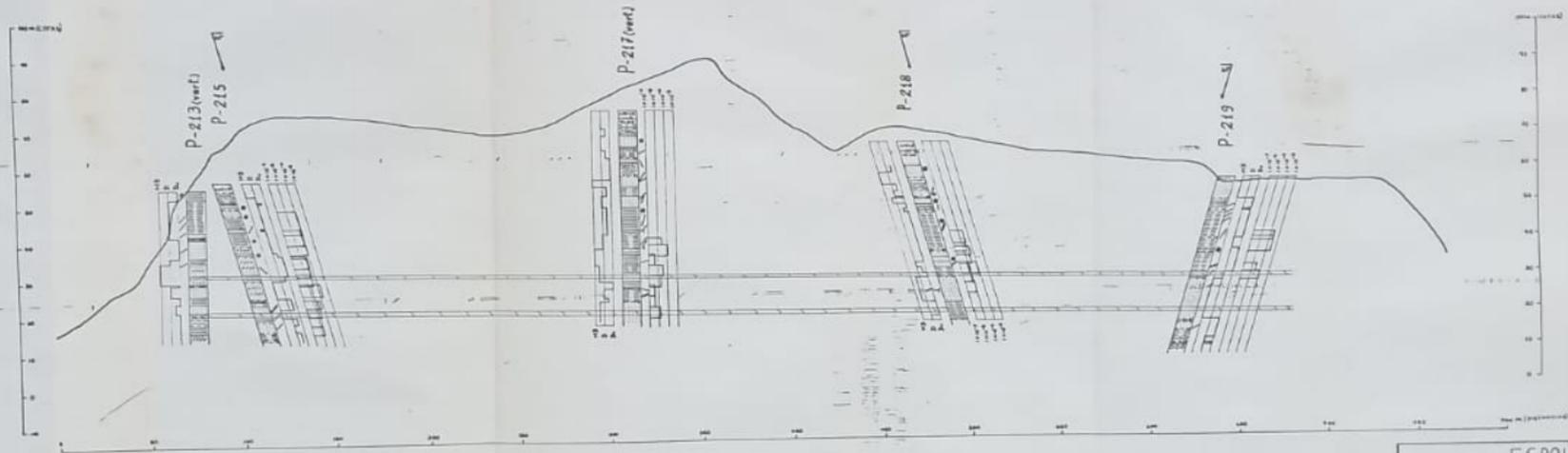


SIMBOLOGIA

GRAB	⊗	GRAVEL
EXPOSICION	⊙	RP-SMP
ARENA	⊘	SAND

**GRAFICO #10**  
 ESCALA 1:200,000  
 SCALE

**GRAFICO #10**  
 C E E S E  
 COMISION DE ESTUDIOS  
 PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA DEL RIO GUAYAS  
 PROYECTO DE PROPOSITO MULTIPLE GUAYAS  
 PRESA DAULE - PERIPA  
 LOCALIZACION DE MUESTRAS DE  
 MATERIALES DE CONSTRUCCION  
 FASE 2  
 LOCATION OF SAMPLES FOR CONSTRUCTION  
 MATERIALS  
 TAMS - INT - INTEGRAL  
 SURVEILL - EQUADOR



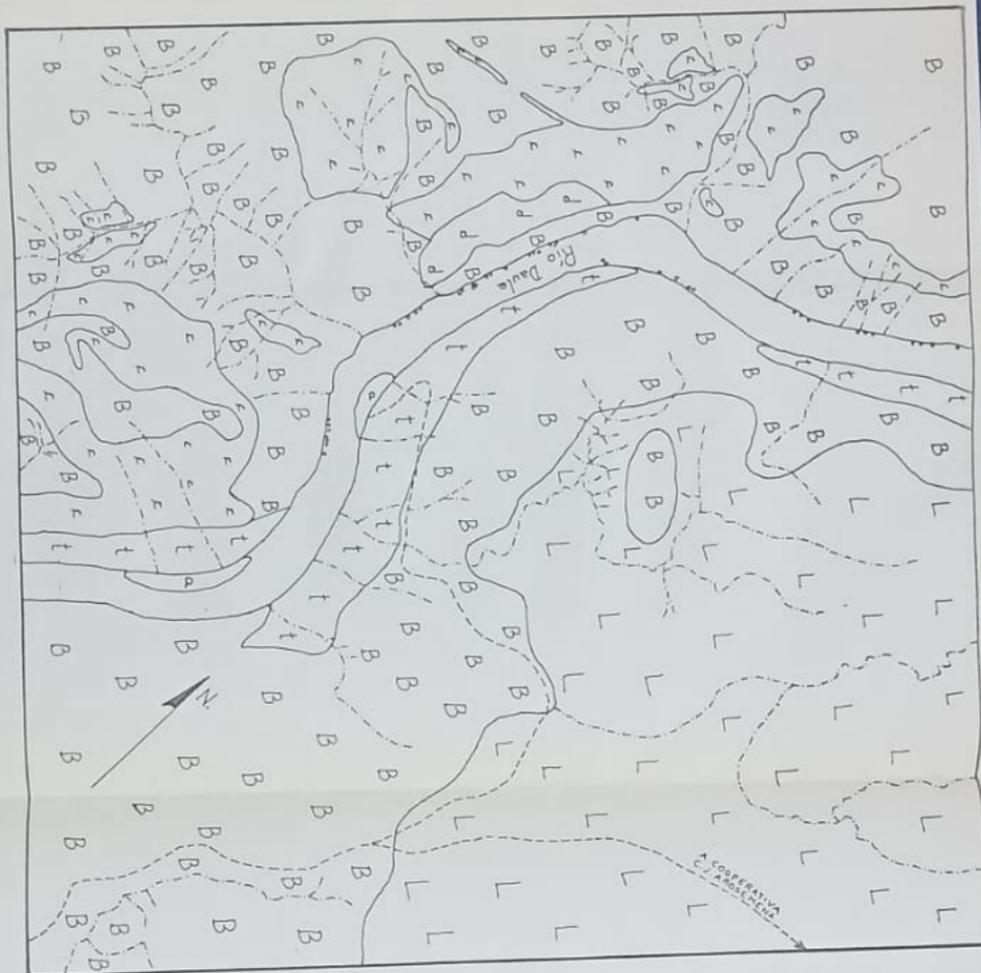
Dureza Relativa:

- MD: Muy débil
- D: Débil
- Du: Dura

• Frecuencia de fracturación es mayor de dos fracturas por metro de perforación  
 Nota: La permeabilidad está en cm/sig

ESPOL	
Escuela Superior Politécnica del Litoral	
DUREZA RELATIVA, PERMEABILIDAD Y FRACTURACION A LO LARGO DE LA ALINEACION DEL TUNEL N°1	
Por: Rimulo Chang Salas	
Fecha: Marzo 1980	GRAFICO #23
Fuente: Registros geológicos de campo de los sondeos ejecutados en la fase II	





### LEYENDA

- |   |                                 |
|---|---------------------------------|
| <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">d</span> Deslizamiento         | ▲ Bloques                       |
| <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">c</span> Coluvio               | - - - - - Quebrada intermitente |
| <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">a</span> Aluvial               | - - - - - Corraterra de verano  |
| <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">t</span> Terraza               | — / — Contacto entre unidades   |
| <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">L</span> Depósitos lacustrinos |                                 |
| <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">B</span> Formación Balaar      |                                 |

Escala 1:4000



**ESPOL**  
Escuela Superior Politécnica del Litoral  
**FOTOGEOLOGIA DEL SITIO  
DE PRESA**

Por: Rómulo Chang Salas

Fecha: Marzo 1980

**GRAFICO #13**

Fuente: Fotos tomadas el 17/Diciembre/71

PERFORACIONES  
PILES

TRINCHERAS  
TEST TRENCHES

CAMINO DEL ACCESO  
ACCESS ROAD

LÍNEA DE SECCIONES GEOLÓGICAS  
LINE OF GEOLOGICAL SECTION

TOPOGRAFÍA SOBRE NIVEL + 110 m NO INCLUIDO  
GROUND TOPOGRAPHY ABOVE ELEVATION + 110m NOT SHOWN

ESCALA  
SCALE 1:10000



DESIGNO FECHA	DESCRIPCIÓN	PIE
<b>CEDEGE</b> COMISION DE ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO GUAYAS PRESA DAULE - PERIPA Y OBRAS AUXILIARES <b>UBICACION DE LAS PERFORACIONES          Y TRINCHERAS EN AREA DE CANTERA          FASE II</b> <b>LOCATION OF HOLES AND TRENCHES          IN QUARRY AREA</b>		
TAMS - INT - INTEGRAL		
ASOCIACION DE COMPAÑIAS CONSULTORAS, GUAYABUL, ECUADOR		
DISEÑADO POR REVISADO POR APROBADO POR	PERFORADO POR TRINCHERAS APROBADO POR	FECHA MAYO 1979
DISEÑO DEL PROYECTO DIRECTOR TÉCNICO		<b>GRAFICO</b> <b># 12</b>



**ESPOL**

Escuela Superior Politécnica del Litoral

## FRONTERAS GEOLOGICAS MAYORES

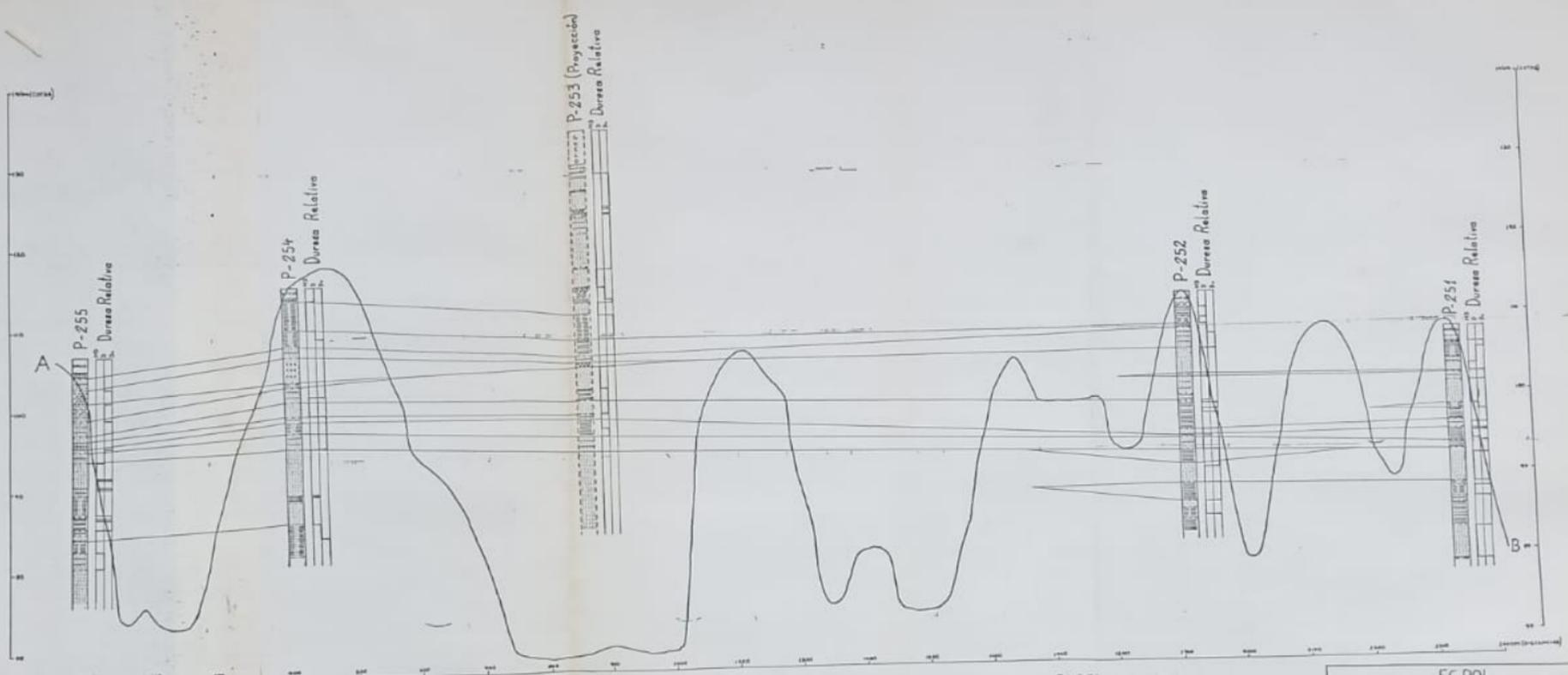
Por: Rómulo Chang Salas

Fecha: Marzo 1980

GRAFICO # 15

Fuente: Reporte de Geología y Suelo,

Los, presa Daule-Peripa, Dcubre. 1977



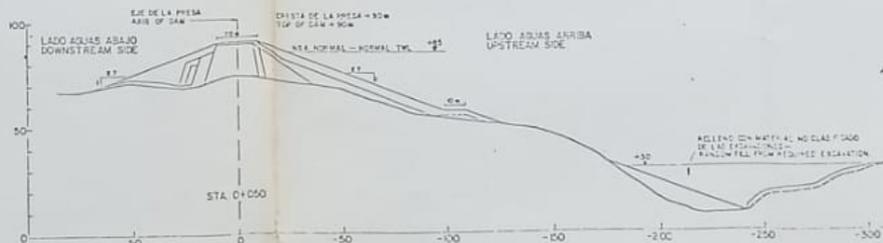
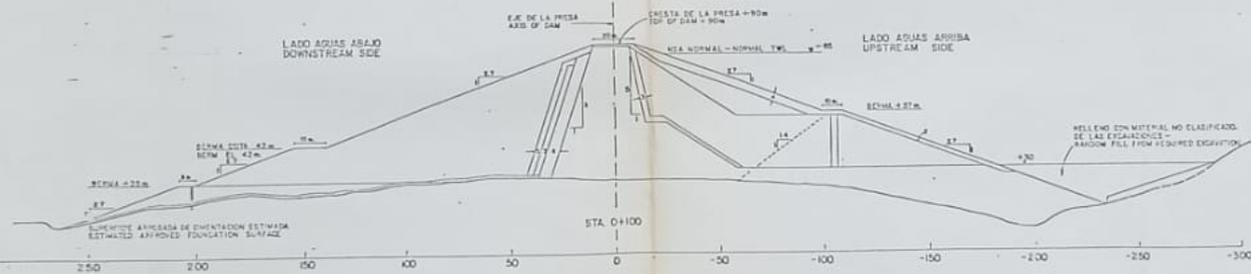
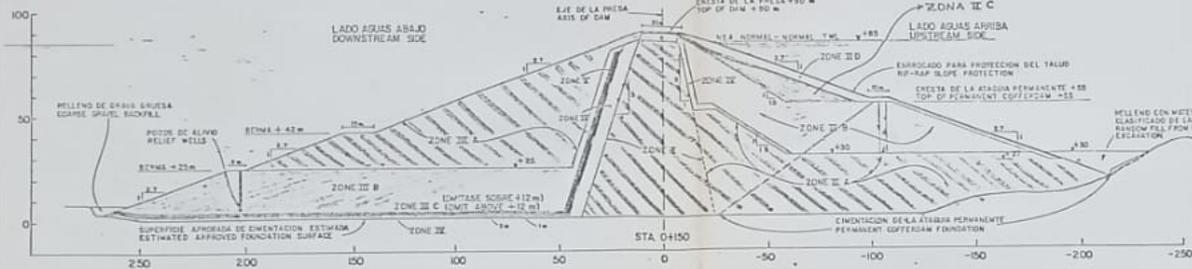
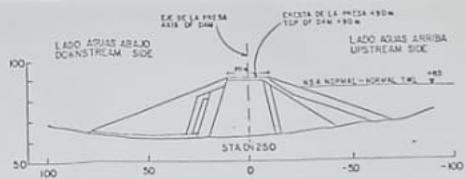
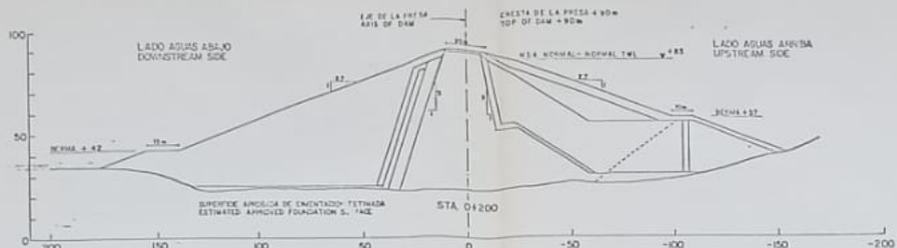
LEYENDA

- Arenisca
- Arenisca limosa
- Limolita arenosa
- Limolito
- Arenisca micromanglomerática
- Limolito arcillosa e arcilolita limosa
- Arcillolita
- Micromanglomerado
- Conglomerado
- Contacto entre estratos

DUREZA RELATIVA:

- MD: Muy débil
- D: Débil
- Du: Dura

ESPOL  
 Escuela Superior Politécnica del Litoral  
**CORRELACION GEOLOGICA Y DUREZA RELATIVA EN LA CANTERA, SECCION A-**  
 Por: Rómulo Chang Salas  
 Fecha: Marzo 1980      GRAFICO #27  
 Fuente: Registros geológicos de campo de las unidades ejecutadas durante la Fase II

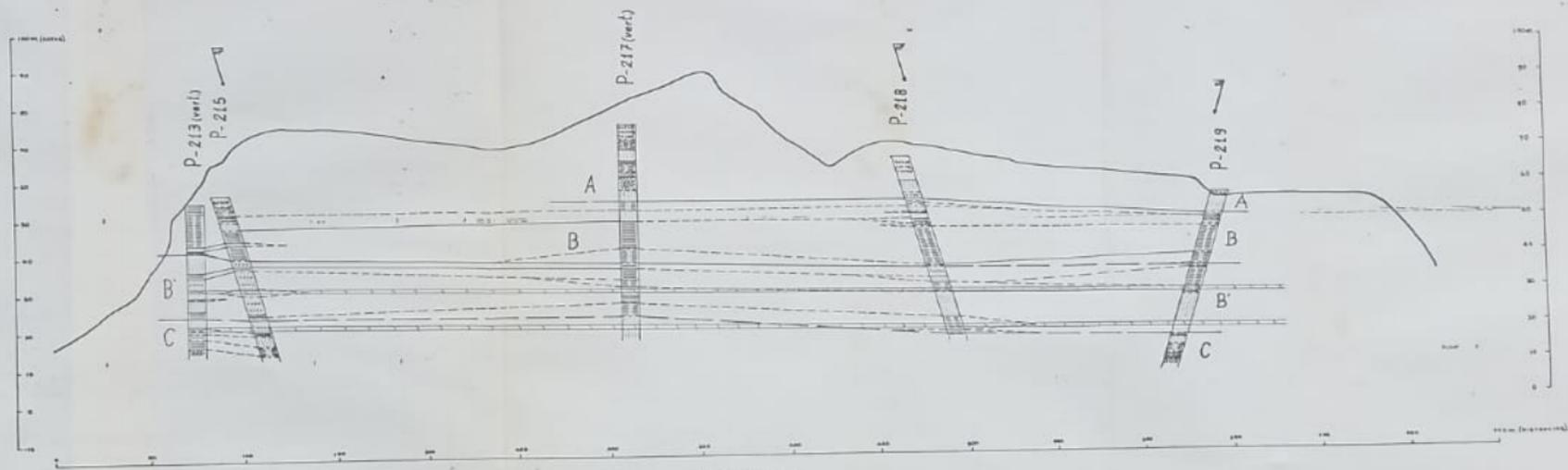


LOCALIZACION LOCATION	ZONA ZONE	MATERIAL MATERIAL
MUJED SUPERFICIA, BLE-IMPENETRABLE CORE	I	ARENISCA TRITURADA CRUSHED SANDSTONE
CENTINA INTERMEDIA BLE AGUAS ARRIBA-IMPENETRABLE UP-STREAM BLANKET	IIA	ARENISCA TRITURADA CRUSHED SANDSTONE
ESPALDON AGUAS A ARRIBA-UPSTREAM SHELL	II B	ARENA Y GRAVA DEL RIO SAN PABLO RIVER SAND AND GRAVEL
ESPALDON AGUAS A, ESTBA-UPSTREAM SHELL	II C	ARENA Y GRAVA SELECCIONADAS SELECTED SAND AND GRAVEL
ESPA DE ENBOCADO Y LIBRE DRENALNE AGUAS ARRIBA-UPSTREAM FREE-DRAINING AND UP-RAP BEDDING	II D	GRAVA DEL RIO SAN PABLO RIVER SAN PABLO GRAVEL
ESPALDON AGUAS ABAJO SOBRE +25 DOWNSTREAM SHELL ABOVE +25	III A	ARENISCA TRITURADA CRUSHED SANDSTONE
ESPALDON AGUAS ABAJO BAJO +25 DOWNSTREAM SHELL BELOW +25	III B	ARENA Y GRAVA DEL RIO DAILE RIVER DAILE SAND AND GRAVEL
ESPA DE ENBOCADO Y LIBRE DRENALNE AGUAS ARRIBA-UPSTREAM FREE-DRAINING AND UP-RAP BEDDING	III C	ARENA Y GRAVA SELECCIONADAS SELECTED SAND AND GRAVEL
FILTRO-FILTER	IV	FILTRO-FILTER
DREN DE CHIMENEA CHENEY DRAIN	V	GRUPO DE LIBRE DRENALNE DEL RIO SAN PABLO SAN PABLO FREE DRAINING DRAIN

A SER LEIDO CONJUNTAMENTE CON PLANO Nº 212 TO BE READ IN CONJUNCTION WITH CHG Nº 212

PROYECTO	DESCRIPCION	ESCALA
CEDEGE	COMISION DE ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO E 1745	
PRESA DAULE-PEPIA Y OTRAS AUXILIARES		
SECCIONES DE RELLENO DAM EMBANKMENT SECTIONS		
TAMA - ANT - INTEGRAL		
LOCALIZACION DE LAS SECCIONES EN EL PLANO GENERAL DEL PROYECTO		
PROYECTO POR	DISEÑADO POR	REVISADO POR
ELABORADO POR	APROBADO POR	FECHA
PROYECTO Nº	FECHA	

GRAFICO # 26



### LEYENDA

- |                              |  |                                  |
|------------------------------|--|----------------------------------|
| Conglomerado                 | Arenisca limosa                          | Contacto entre unidades          |
| Microconglomerado            | Limolita arenosa                         | Contacto probable entre unidades |
| Arenisca                     | Limolita                                 | Contacto entre estratos          |
| Arenisca microconglomerática | Limolita arcillosa -& arcillolita limosa | Contacto probable entre estratos |
| Arenisca arcillosa           | Arcillolita                              |                                  |

<b>ESPOL</b>	
Escuela Superior Politécnica del Litoral	
<b>CORTE GEOLOGICO A LO LARGO DE LA ALINEACION DEL TUNEL N°1</b>	
Por: Rómulo Chang Salas	
Fecha: Marzo 1980	GRAFICO # 22
Fuente: Registros geológicos de campo de las sondas ejecutadas en la Fase II	

SITIO DE LA PRESA (B)  
DAMSITE B



BANCOS DE PRESTAMO DEL DIQUE  
DIKE BORROW AREAS

AREA	PRICE VOL. (m <sup>3</sup> )
I	7 000 000
II	7 400 000
III	7 500 000
IV	2 800 000
V	4 100 000
VI	2 800 000
VII	500 000

CEDEGE  
COMISION DE ESTUDIOS  
PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO CUAYAS

PRESA DAULE-PERIPA Y OBRAS AUXILIARES  
LOCALIZACION DE POZOS Y CALICATAS  
EN LA LINEA DEL DIQUE Y EN EL CAUCE  
DEL RIO DAULE, FASE II

LOCATION OF HOLES AND TEST PITS  
ALONG DIKE AND RIVER DAULE CHANNEL

TAMS - ANT - INTEGRAL  
ASOCIACION DE EMPRESAS CONSULTORAS, GUAYASQUIL, ECUADOR

ELABORADO POR:	ELABORACION POR:	FECHA
REVISADO POR:	REVISACION POR:	1975
VERIFICADO POR:	APROBADO POR C.E.E. S.E.	
PROYECTADO POR:	DIRECCION DEL PROYECTO	
	DIRECCION TAMS	
APR. DE 1975	DIRECCION LOCAL	

FAJA TOPOGRAFICA DE LA DIVISION DE AGUAS. PRIMERA FASE  
FIRST PHASE SURVEY LINE OF DRAINAGE DIVIDE.

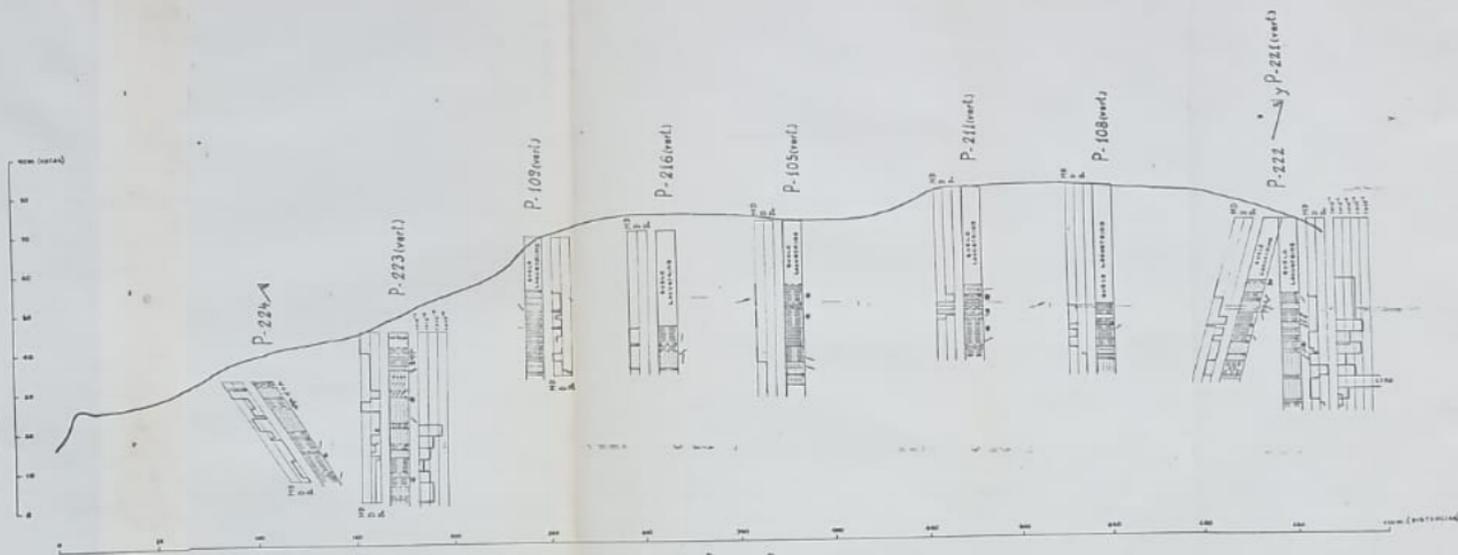
CALICATAS  
TEST PITS

PERFORACIONES EN LA LINEA DEL DIQUE  
DRILL-HOLES ALONG DIKE

SECCIONES INVESTIGADAS DEL RIO DAULE  
SECTIONS INVESTIGATED OF RIVER CHANNEL

ESCALA 1:100,000

GRAFI  
#11



Dureza Relativa:

- MD: Muy débil
- D: Débil
- Du: Dura

\* Frecuencia de fracturación es mayor de dos fracturas por metro de perforación.  
 Nota: La permeabilidad está en cm/dg.

ESPOL	
Escuela Superior Politécnica del Litoral	
DUREZA RELATIVA, PERMEABILIDAD Y FRACTURACION A LO LARGO DE LA ALINEACION DEL VERTEDERO	
Por Rómulo Cheng Salas	
Fecha: Marzo 1980	GRAFICO #21
Fuente: Registros geológicos de campo de los años 1970, recopilados en las Fases I y II	

1977

1978

1979

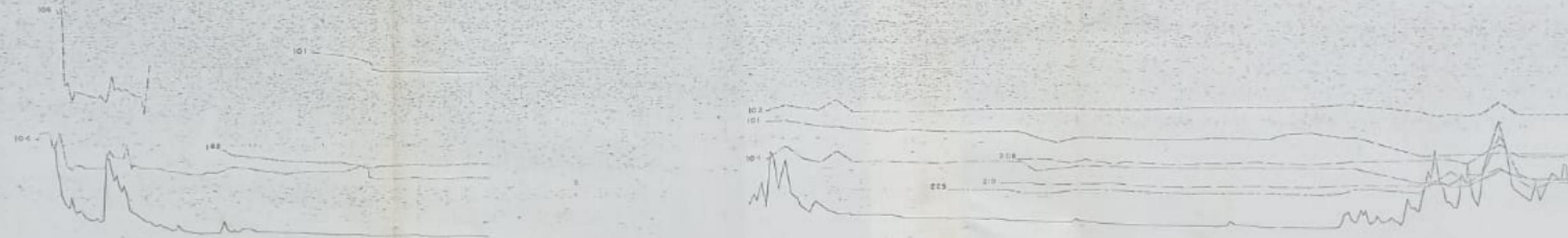
147

MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIEMBRE  
 1 5 10 15 20 25 30 1 5 10 15 20 25 30 1 5 10 15 20 25 30 1 5 10 15 20 25 30 1 5 10 15 20 25 30

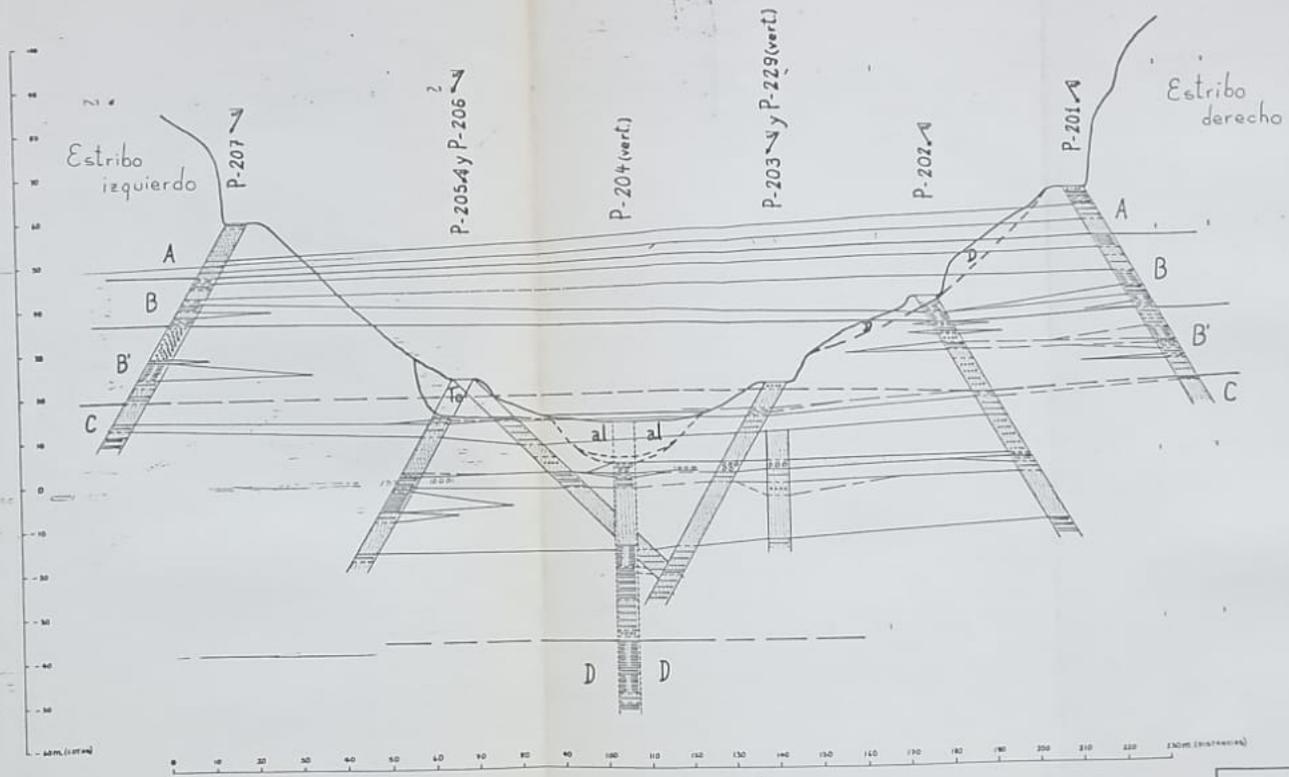
MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIEMBRE OCTUBRE NOVIEMBRE DICIEMBRE ENERO FEBRERO MARZO ABRIL  
 1 5 10 15 20 25 30 1 5 10 15 20 25 30 1 5 10 15 20 25 30 1 5 10 15 20 25 30 1 5 10 15 20 25 30 1 5 10 15 20 25 30 1 5 10 15 20 25 30 1 5 10 15 20 25 30

P-101  
 P-102  
 P-104  
 P-106  
 P-208  
 P-210  
 P-217  
 P-225  
 Nivel de agua del río  
 River Water level

PIEZOMETRO PIEZOMETER	TAPON DE CEREA (COTAS) CLAY PLUG (ELEVATIONS)	CUBETA DE GRAVA (COTAS) GRAVEL BM. GROUND (ELEV)	PIEDRA PERFORA (BADA COTAS) PERFORATED PIPE (ELEVATION)	ORA DEL TOPE DEL TUBO ELEVATION OF TOP OF TUBE
P-101	+0.56 +14.75	+14.75 +0.55	-0.18 -0.18	81.48
P-102	+1.75 +7.15	7.15 -0.95	+2.45 -14.45	84.15
P-104	+19.85 +19.85	+19.85 -2.15	+4.55 -0.95	87.85
P-106	+8.85 -8.85	-8.85 -12.55	-8.85 -12.55	89.15
P-208	+0.38 -1.02	-1.02 -8.02	-8.02 -8.02	41.88
P-210	-1.04 -3.34	-3.34 -9.94	-9.94 -9.94	38.78
P-217	+42.0 +42.0	+42.0 +27.3	+27.3 +27.3	79.00
P-225	+0.88 -3.31	-3.31 -12.4	-12.4 -12.4	31.88



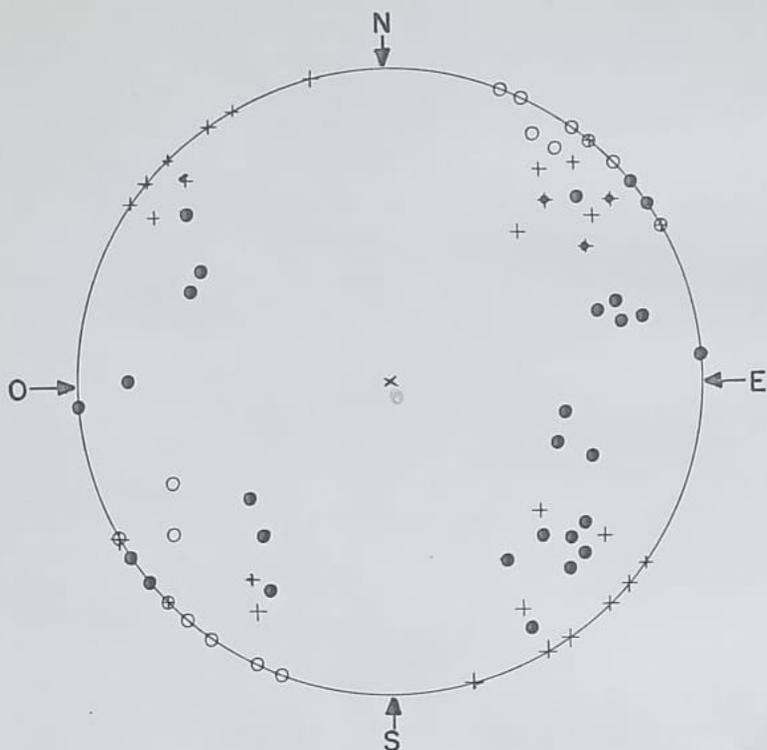
ESPOL  
 Escuela Superior Polit. del Litoral  
 LECTURAS PIEZOMETRICAS  
 HASTA DICIEMBRE 78  
 Por Remulo Chang Salas  
 Fecha Marzo 1980 [GRAFICO#]  
 Fuente: Prens. Dado-Paripa, Guale y Soales, Informe Suplementario de las Investigaciones de la Segunda...



### LEYENDA

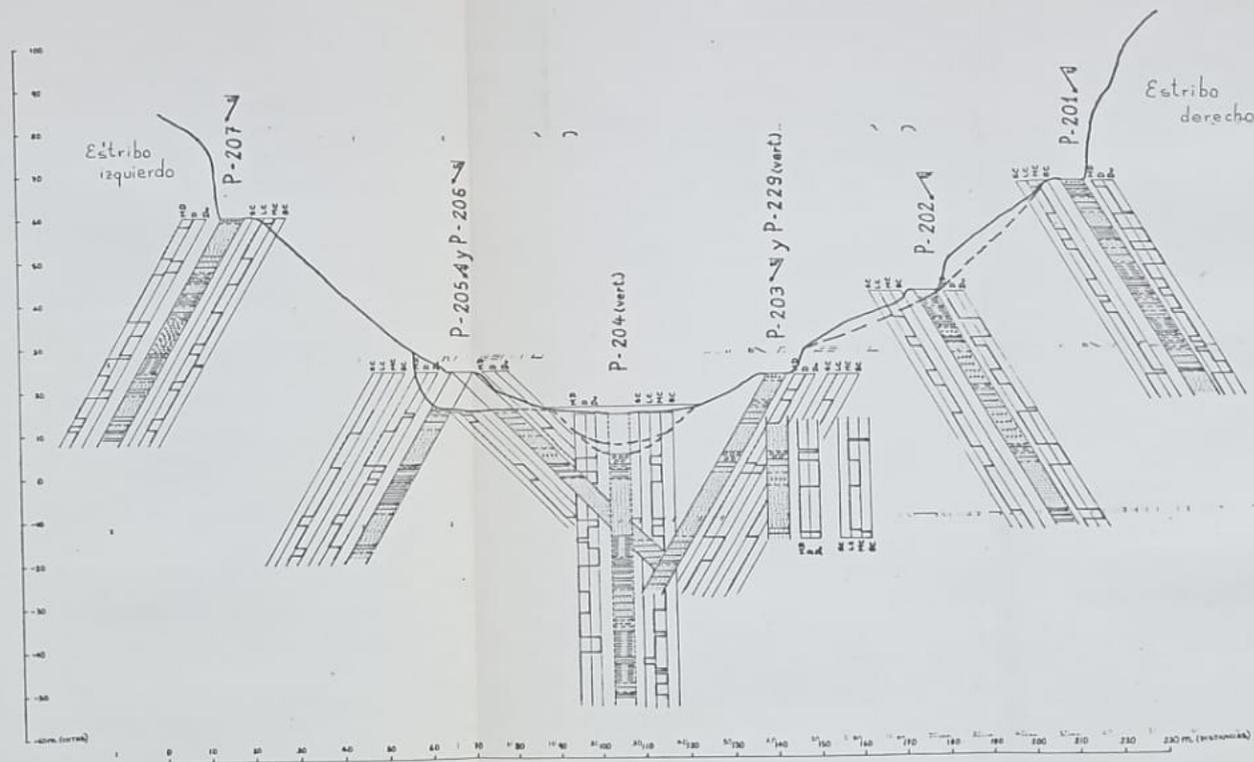
- |                  |   |                 |                                  |
|------------------|---|-----------------|----------------------------------|
| Arenisca         | Arenisca microconglomerática            | Conglomerado    | Contacto entre unidades          |
| Arenisca limosa  | Limolita arcillosa o arcillolita limosa | al Aluvial      | Contacto probable entre unidades |
| Limolita arenosa | Arcillolita                             | to Terraza      | Contacto entre estratos          |
| Limolita         | Microconglomerado                       | D Deslizamiento | Contacto probable entre estratos |

ESPOL  
 Escuela Superior Politécnica del Litoral  
 CORTE GEOLÓGICO  
 EJE DE PRESA  
 Por: Rómulo Chang S. y As  
 Fecha: Marzo 1980 GR-FICO# 17  
 Fuente: Registros geológicos de campo de  
 las sondas ejecutadas en la Fase II



- CAMINO DE P - 213 a P - 215
- CAMINO al P - 207
- + AFLORAMIENTO CERCA DE P - 205 y P - 206

<b>E S P O L</b>	
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL	
PROYECCION ESTEREOGRAFICA DE DIACLASAS	
POR: ROMULO CHANG SALAS	
FECHA: <i>Mayo 1980</i>	GRAFICO N°14a
FUENTE: TRABAJO DE CAMPO EN SITIO DE PRESA	



Dureza relativa:

MD: Muy débil

D: Débil

Du: Dura

Cementación:

SC: Sin cemento

LC: Levemente cementada

MC: Moderadamente cementada

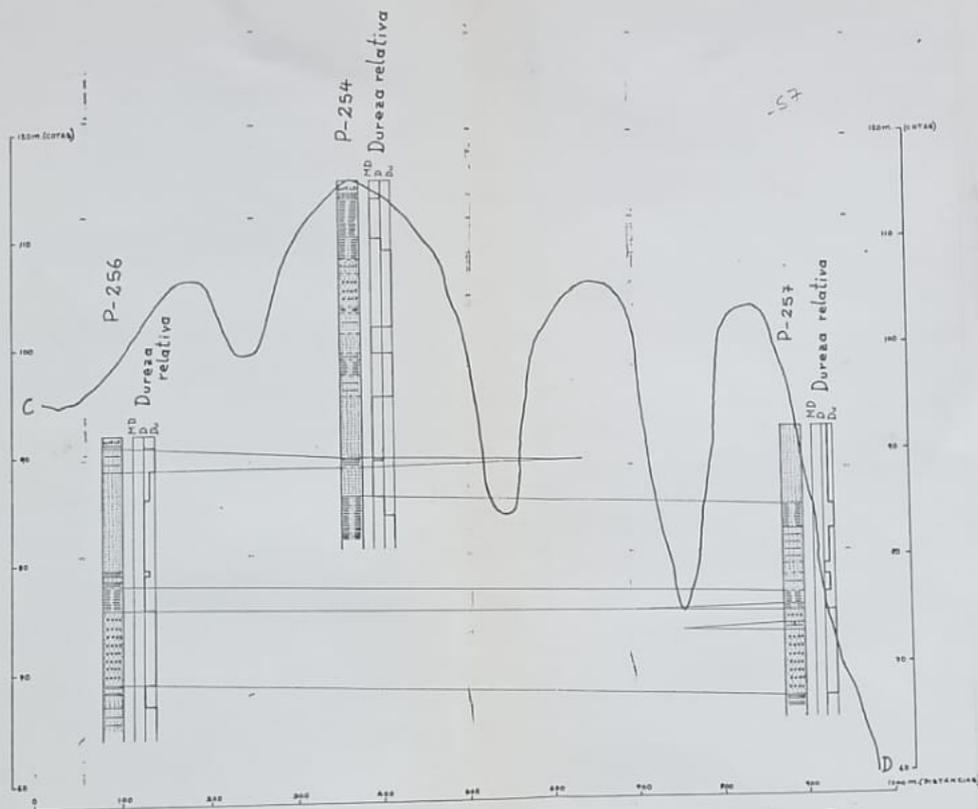
BC: Bien cementada

ESPOL  
Escuela Superior Politécnica del Litoral  
Dureza relativa y Cementación  
Eje de Presa

Por: Rómulo Chang Salas

Fecha: Marzo 1980 GRAFICO #18

Fuente: Registros geológicos de campo de los sondeos ejecutados en la Fase II



### LEYENDA

- |  |  |                           |
|--|--|---------------------------|
|  |  |                           |
|  |  | — Contacto entre estratos |
|  |  |                           |
|  |  |                           |

### Dureza Relativa:

- MD: Muy débil  
D: Débil  
Du: Duro

ESPOL

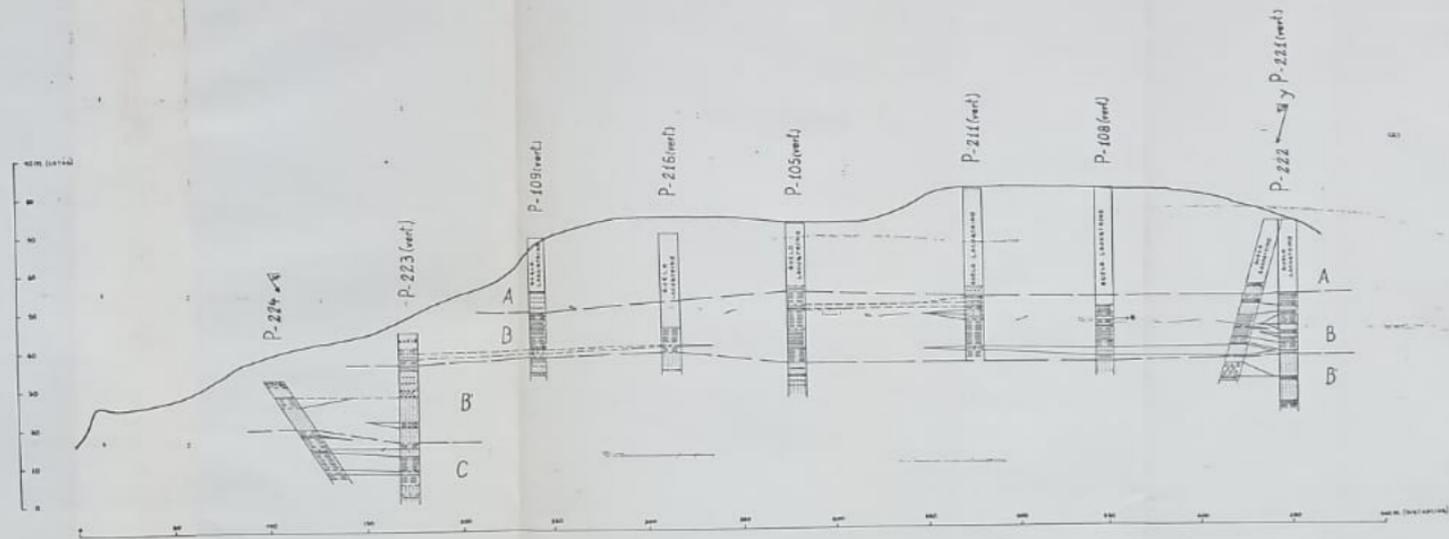
Escuela Superior Politécnica del Litoral  
CORRELACION GEOLOGICA Y DUREZA RELATIVA EN LA CANTERA, SECCION C-D

Por: Rómulo Chang Salas

Fecha: Marzo 1980

GRAFICO # 28

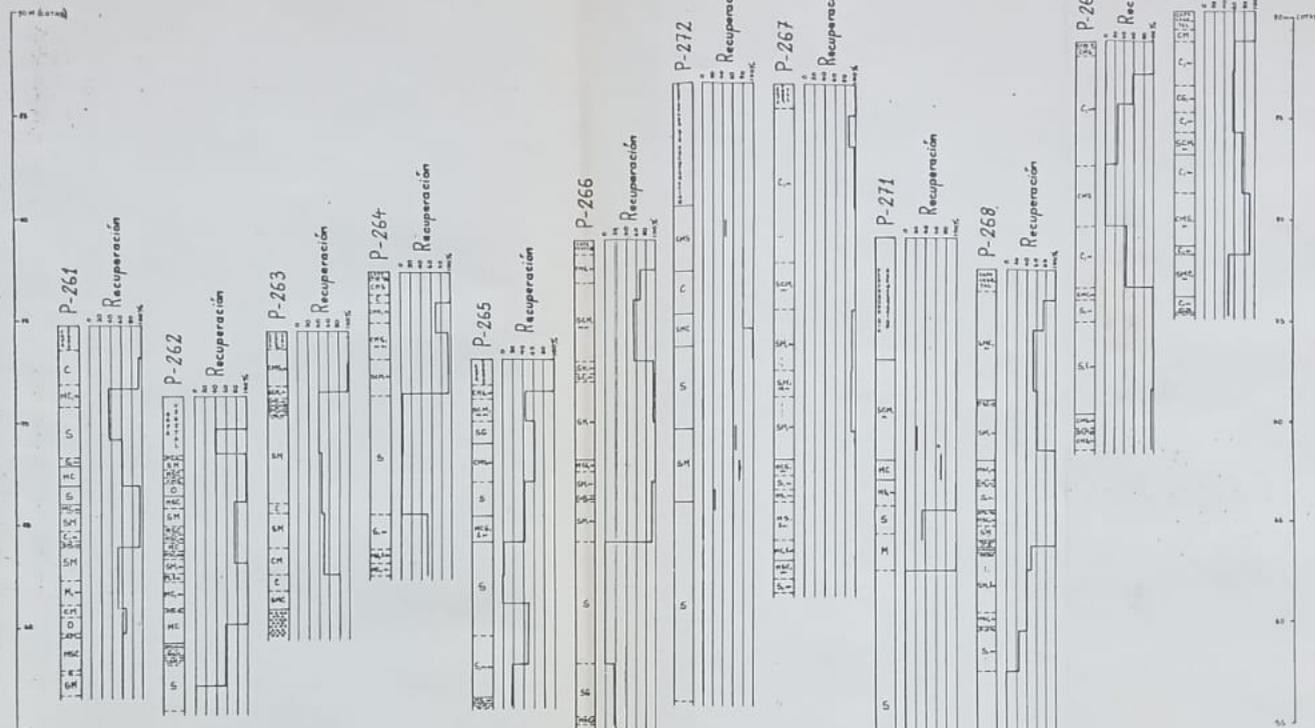
Fuente: Registros geológicos de campo de los sondeos efectuados durante la Fase II



### LEYENDA

- |                              |   |   |
|------------------------------|---|---|
| Conglomerado                 | Arenisca limosa                         | Contacto probable entre unidades  |
| Microconglomerado            | Limolita arenosa                        | Contacto entre estratos   |
| Arenisca                     | Limolita                                | Contacto probable entre estratos  |
| Arenisca microconglomerática | Limolita arcillosa o arcillolita limosa | Estrato de suela constituido por arena, arcilla, limo y arcilla de arriba hacia abajo |
| Arenisca arcillosa           | Arcillolita                             |   |

<b>ESPOL</b> Escuela Superior Politécnica del Litoral <b>CORTE GEOLOGICO A LO LARGO DE LA ALINEACION DEL VERTEDERO</b>	
Por Pío Chong Solas Fecha Marzo 1980   <b>GRAFICO #20</b>	
Fuente Registros geológicos de campo de los sondeos ejecutados en las Fosas 1 y 2	



### LEYENDA

- G: Grava
- S: Arena
- M: Limo inorgánico
- C: Arcilla inorgánica
- O: Limo y/o arcilla inorgánica
- I: Ligeramente oxidada
- II: Oxidada
- m: Muy oxidada
- MI: Microconglomerado

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)  
 REGISTROS GEOLOGICOS Y RECUPERACION  
 DE LOS SONDEOS REALIZADOS A LO LARGO  
 DE LA ALINEACION DEL DIQUE Y DEL  
 VERTEDERO DE EMERGENCIA

Por: Rómulo Chang Salas  
 Fecha: Marzo 1980

GRAFICO #24

Fuente: Registros geológicos de campo de los sondeos  
 ejecutados durante la Fase II



HUECO No. RB-9

HOJA 1 DE 1

LOCALIZACION LECHO DEL RIO DAULE COORDENADAS \_\_\_\_\_ FECHA 17/STBRE

MAQUINA GRAELIUS: XC90-6 ANGULO VERTICAL COTA \_\_\_\_\_ DATUM \_\_\_\_\_

CONTRATISTA (INEAH) PERFORADORES: L. AGUAS INSPECTOR R. CHANI  
Y. VASCONEZ

PROFUNDIDAD EN METROS (COTA)	CLASES DE MATERIAL	RECUPERACION %	TAMANO DE LOS PEDAZOS DE ROCA (CMS.)	DESCRIPCION	MUESTREADOR Y BROCA	C/D CAMISA	BARRILLADA AVANCE m/min.	PROFUNDIDAD	No. DE PEDAZOS COMPLETOS	% DE GRAVA	R O D	PERMEABILIDAD ENSAYOS DE PRE-
1		100	-	ARENA (UN 80%) F-M-G(+), CURZOSA, GRIS; LOS GRANOS DE QZ ANGULARES, EL RESTO EN GENERAL SUBANGULARES. RESTO: GRAVA DE ORIGEN MAGMATICO, EN GENERAL SUBRED. CON $\phi$ prom.: 2cm. Y $\phi$ max.: 6cm	BAILER 220mm. O.D.	325mm. O.D.	1	0.00 a 1.00	-	-	-	
2		100	-	ARENA (UN 60%) F-M-G(+), CURZOSA, GRIS VERDOSA; LOS GRANOS DE CUARZO ANGULARES, LOS DEMAS EN GENERAL SUBANGULARES. RESTO: GRAVA DE ORIGEN PRINCIPALMENTE MAGMATICO, ESCASO SEDIMENTARIO, EN GENERAL SUBREDONDEADA, CON $\phi$ prom.: 1cm. Y $\phi$ max.: 10cm.	①	168mm. O.D.	2	1.00 a 2.00	-	-	-	
		100	-		②	168mm. O.D.	3	2.00 a 2.50	-	-	-	
3		67	11	ARCSA F(+)-M, LIMOSA, GRIS, DURA Y BIEN CEM., VESICULAR MASIVA, CON ESCASOS LENTES CON GRANOS MAGMATICOS REDONDEADOS, DE 0.5cm. $\phi$ prom. TRAZAS DE POMER (ALTERADOS)	116mm. O.D. D.T.C.B.	168mm. O.D.	4	2.50 a 3.10	1	73	18	
		100	86	DE 0.1cm. $\phi$ prom. CON INCLUSIONES DE MADERA TURBIDIZADAS (ALARGADAS).		168mm. O.D.	5	3.10 a 3.98	1	0	48	
				FIN DEL SONDEO: 3.98m.								
				① BAILER 220mm. O.D. Y SOPAPO 140mm. O.D.								
				② ZT 168mm. O.D. (S.T.C.B.) Y SOPAPO								
				PROF. DEL RIO: 0.60m.								

## A N E X O N° 1

Registros geológicos de campo de los sondeos ejecutados a lo largo del -- Río Daule durante la fase de estudios definitivos.





HUECO No. RB-6

HOJA 1 DE 1

LOCALIZACION LECHO DEL RIO DAULE COORDENADAS \_\_\_\_\_ FECHA 15/11/81 STAB. I.

MAQUINA RAELIUS: XC96-6 ANGULO VERTICAL COTA \_\_\_\_\_ DATUM \_\_\_\_\_

CONTRATISTA INERHI PERFORADORES: L. AGUAS INSPECTOR R. CHANG  
V. VASCOZ

PROFUNDIDAD EN METROS (COTA)	CLASES DE MATERIAL	RECUPERACION %	TAMANO DE LOS PEDAZOS DE ROCA (CMS.)	DESCRIPCION	MUESTREADOR Y BROCA	C/D CAMISA	BARRILLADA AVANCE (m/min)	PROFUNDIDAD	No. DE PEDAZOS COMPLETOS	% DE GRAVA	ROD	PERMEABILIDAD ENSAYOS DE PRENSION DE AGUA	
100		100	-	ARENA (UN 50%) F-M-G(4), CUARZOSA, GRIS, CON GRANOS EN GENERAL SUBANGULARES, LOS DE 0.2 ANGULARES. RESTO: GRAVA DE ORIGEN PRINCIPALMENTE MAGMATICO, ESCASO SEDIMENTARIO, CON Ø PROM. 1.0cm. y Ø M. Y 1.1cm., EN GENERAL SUBRED.	①		1	0.00 0.56	-	-	-		
100		100	-	BLOQUE DE MICROCONCRETO, RADO, GRIS, DURO, BIEN CEM., CRI- DADO, CON GUAJARRAS MAGMATICAS Y ESCASOS DE POMER Y ESCASOS SEDIMENTARIOS DE 0.5cm. Ø PROM. SUBANGULARES, EN UNA MATRIZ ARENOLIMOSA.	②		2	0.56 0.85	-	-	-		
84		84	25 10 21 8 15 14	GRAVA DE ORIGEN MAGMATICO, EN GENERAL SUBRED., CON Ø PROM. 1.0cm. y Ø M. Y 1.1cm. LIMOLITA ARCILLOSA, ALGO ARENOSA, VERDE OSCURO, DURA, MODERAD. CEM., MASIVA, POROSA		140mm. O.D. D.T.C.B.	3	0.85 2.50	6	19	52		
98		98	5 4 29	ARENCA F-M-G(4), MICROCONCRETO, RATA, GRIS, LIMOSA Y VERDE GRIS, SACA HASTA 2.00. DURA, MODERAD. CEM., ALTAM. FRACTURADA, MAL CLASIF., SIN GRAD. CON GRANOS MAGMATICOS Y ESCASOS DE POMER (AL TERAZOS) Y ESCASOS SEDIMENTARIOS CON 0.5cm. Ø PROM. SUBANGULARES O SUBREDONDEADOS. FRACTURAS INCIPIENTES, SUBHORIZONTALES, SEMIPARALELAS A 2.70, 2.83 Y 3.07, CON ESCASO RELLENO ARCILLOSO CAFE. FRACTURA DE 40° A 3.20, LIMPIA PERDIDO DE 2.23 a 2.50		SIN REVESTIMIENTO	4	2.50 4.90	11		87		
				ARENCA F, CUARZOSA, GRIS, MUY DEBIL, SIN CEMENTO, ALTAM. FRACTURADA, BIEN CLASIF., SIN GRADUACION. FRACTURAS PERPENDICULARES DE 35° Y 40° A 4.00 Y 4.26, UN PIS. ARCILLOLITA LIMOSA, ALGO ARENOSA, VERDE OSCURO, DEBIL, MODERAD. CEM., MODERAD. FRACTURADA, POROSA, CON ESCASAS INCLUSIONES ARENOSAS MUY DEBILES. FRACTURA INCLINADO DE 30° A 4.82, LIMPIA, CON ESPEJO DE FALLA. PERDIDO DE 4.85 a 4.90		116mm. O.D. D.T.C.B.							
				FIN DEL SONDEO: 4.90m.									
				① BAILER 220mm. O.D. Y SOPA POS 168mm. Y 140mm. O.D.									
				② 168mm. O.D. (S.T.C.B.)									
				PRDF. DEL RIO: 0.90m.									

LOCALIZACION LECHO DEL RIO DAULE COORDENADAS \_\_\_\_\_ FECHA 16/STRE./78

MAQUINARIA RAELIUS: XC 90-6 ANGULO VERTICAL COTA \_\_\_\_\_ DATUM \_\_\_\_\_

CONTRATISTA INERHI PERFORADORES: L. AGUAS INSPECTOR R. CHANG  
V. VASCONEZ

PROFUNDIDAD EN METROS (COTA)	CLASES DE MATERIAL	RECUPERACION %	TAMARO DE LOS PEDAZOS DE ROCA (CMS.)	DESCRIPCION	MUESTREADOR Y BROCA	C/D CAMISA	BARRILLADA AVANCE cm/min.	PROFUNDIDAD	No. DE PEDAZOS COMPLETOS	% DE GRAVA	R O D	PERMEABILIDAD ENSAYOS DE PRE-SION DE AGUA
1		100	1	<p>ARENA (UN 40%) F-M-G(+), CUARZOSA, GRIS; LA MAYORIA DE LOS GRANOS SUBANGULARES, LOS DE G<sub>2</sub> ANGULARES. RESTO: GRAVA DE ORIGEN PRINCIPALMENTE MAGMATICO, ESCASO SEDIMENTARIO, DE SUBRED. O SUBANG., CON <math>\phi</math> prom.: 4cm. Y <math>\phi</math> m<sub>ax</sub>: 9cm.</p> <p>ARSCA F(+)-M, CUARZOSA, GRIS, DURA Y BIEN CEM., MASAIVA, BIEN CLASIF., CON ESTRATIF. CRUZADA.</p>	<p>① 140 mm. O.D. D.T.C.B.                  ↓                  SIN REVESTIM. →</p>	1	0.00 0.20	1	—	—	—	
		100	30 68			2	0.20 1.20	2	0	48		
		100	47			3	1.20 1.70	3	1	0	94	
				FIN DEL SONDEO: 1.70m.								
				① BAILER 220mm. O.D. Y 50 PAPOS 168mm. Y 140mm. O.D.								
				② 325 mm. O.D.								
				PROF. DEL RIO: 0.80m.								



HUECO No. RB-9  
HOJA 1 DE 1

LOCALIZACION LECHO DEL RIO DAULE COORDENADAS \_\_\_\_\_ FECHA 17/STBR  
MAQUINA CAELIUS: XC90-6 ANGULO VERTICAL COTA \_\_\_\_\_ DATUM \_\_\_\_\_  
CONTRATISTA INERHI PERFORADORES: L. AGUAS INSPECTOR R. CHAN  
Y. VASCONEZ

PROFUNDIDAD EN METROS (COTA)	CLASES DE MATERIAL	RECUPERACION %	TAMANO DE LOS PEDAZOS DE ROCA (CMS.)	DESCRIPCION	MUESTREADOR Y BROCA	C/D CAMISA	BARRILLADA AVANCE m/min.	PROFUNDIDAD	No. DE PEDAZOS COMPLETOS	% DE GRAVA	R O D	PERMEABILIDAD
1		100	-	ARENA (UN 80%) F-M-G(+), CLAR ZOSA, GRIS; LOS GRANOS DE QZ ANGULARES, EL RESTO EN GENERAL SUBANGULARES. RESTO: GRAVA DE ORIGEN MAGMATICO, EN GENERAL SUBRED, CON $\phi$ prom.: 2cm. Y $\phi$ max.: 6cm	BAILER 220mm. O.D.	325mm. O.D.	1	0.00 a 1.00	-	-	-	
2		100	-	ARENA (UN 60%) F-M-G(+), CLAR ZOSA, GRIS VERDESA; LOS GRANOS DE CUARZO ANGULARES, LOS DE MAS EN GENERAL SUBANGULARES. RESTO: GRAVA DE ORIGEN PRINCIPALMENTE MAGMATICO, ESCASO SEDIMENTARIO, EN GENERAL SUBREDONDEADA, CON $\phi$ prom.: 1cm. Y $\phi$ max.: 10cm.	①	168mm. O.D.	2	1.00 a 2.00	-	-	-	
		100	-		②		3	2.00 a 2.50	-	-	-	
3		67	11	ARSCA F(+)-M, LIMOSA, GRIS, DURA Y BIEN CEM., VESICULAR MASIVA, CON ESPASOS LENTES CON GRANOS MAGMATICOS REDONDEADOS, DE 0.5cm. $\phi$ prom. TRAZAS DE POMER (ALTERADOS) DE 0.1cm. $\phi$ prom. CON INCLUSIONES DE MADERA TURBIDIZADAS (ALARGADAS).	16mm. O.D. D.T.C.B.	SIN REVESTIM.	4	2.50 a 3.10	1	73	18	
		100	86				5	3.10 a 3.98	1	0	98	
				FIN DEL SONDEO: 3.98m.								
				① BAILER 220mm. O.D. Y SOPAPO 140mm. O.D.								
				② ZT 168mm. O.D. (S.T.C.B.) Y SOPAPO								
				PROF. DEL RIO: 0.60m.								

LOCALIZACION LECHO DEL RIO DAULE COORDENADAS \_\_\_\_\_ FECHA 12/Sept/61

MAQUINA CRAELIUS: X940-6 ANGULO VERTICAL COTA \_\_\_\_\_ DATUM \_\_\_\_\_

CONTRATISTA INERHI PERFORADORES: L. AGUAS INSPECTOR R. CHANG  
Y. VASCONEZ

PROFUNDIDAD EN METROS (COTA)	CLASES DE MATERIAL	RECUPERACION %	TAMARO DE LOS PEDAZOS DE ROCA (CMS.)	DESCRIPCION	MUESTREADOR Y BROCA	CID CAMISA	BARRILLADA AVANCE m/min.	PROFUNDIDAD	No. DE PEDAZOS COMPLETOS	% DE GRAVA	ROD	PERMEABILIDAD ENSAYOS DE PRE. ENsayos de PERMEABILIDAD	
1		100	-	ARENA F-M-G(+), CUARZOSA, GRIS, LOS GRANOS DE 4/2 ANGULARES, EL RESTO EN GENERAL SUB-ANGULARES.	①	325mm. O.D.	1	0.00 a 0.50	-	-	-		
		100	-	ARSCA F(+)-M, LIMOSA, GRIS, DURA Y BIEN CEM., VESICUL.	②	140mm. O.D. D.T.C.B.	2		-	-	-		
		100	53	LAR, CON ESCASOS LENTES CON GRANOS MAGMATICOS RED. DE 0.5 CM. φ PROM. TRAZAS DE POMEZ (ALTERADOS) DE C.1 CM. φ PROM.	③	140mm. O.D. D.T.C.B.	3	0.65 a 1.20	1	0	96		
		100	40	LIMOLITA ARENOSA, MICRO, CON ELGEMERATICA, GRIS, DURA, BIEN CEM., MODERAD. FRACTURADA, CON GUIÑAROS MAGMATICOS Y SEDIMENTARIOS EN GENERAL RED. DE 0.5 CM. φ PROM. Y 3 CM. φ MAX. CON INCLUSIONES DE PIRITA DE TAMANO DE LIMO.		116mm. O.D. D.T.C.B.	4	1.20 a 2.50	4	SANAR T	72		
2			33	CON INCLUSIONES DE MADERA TURBIDIZADAS (UNA ALARCADA DE 4x2x2 CM). FRACTURAS SEMI PARALELAS DE 50 Y 70° A 2.67 Y 2.90, LIMPIAS PERDIDOS ULTIMOS 15 CM.									
				FIN DEL SONDEO: 2.50m.	① BAILER 220mm. O.D. ② ZT 168mm. O.D. (S.T.C.B.) y SOPAPO 140mm. O.D. ③ 168mm. O.D.								
				PROF. DEL RIO: 1.20m.									

LOCALIZACION LECHO DEL RIO DAULE COORDENADAS \_\_\_\_\_ FECHA 18-19/STERE

MAQUINA CRAELIUS: XC40-6 ANGULO VERTICAL COTA \_\_\_\_\_ DATUM \_\_\_\_\_

CONTRATISTA INERHI PERFORADORES: L. AGUAS INSPECTOR R. CHANG  
Y. VASCOZ

PROFUNDIDAD EN METROS (COTA)	CLASES DE MATERIAL	RECUPERACION %	TAMARO DE LOS PEDAZOS DE ROCA (CMS.)	DESCRIPCION	MUESTREADOR Y BROCA	CID CAMISA	BARRILLADA AVANCE m/min	PROFUNDIDAD	No. DE PEDAZOS COMPLETOS	% DE GRAVA	ROD	PERMEABILIDAD ENSAYOS DE PRE-SION DE AGUA
1		100	-	ARENA F-M-G(4), CUARZOSA, ERIS LOS GRANOS DE $\phi$ 3 ANGULARES, EL RESTO EN GENERAL SUBANGULARES. CON UN 10% DE ERAVA DE ORIGEN PRINCIPALMENTE MAGMATICO, EN GENERAL SUB-REDONDEADA, CON $\phi$ prom.: 2cm y $\phi$ m $\acute{a}$ x.: 7cm.	①	325mm. O.D.	1	0.00	-	-	-	-
								0.80	-	-	-	
	2		100	-	LIMOLITA ARENOSA, VERDE OSCURO GRISACEA, DURA Y MODERAD. CEM. MASIVA, VESICULAR, CON UN 20% DE POMERZ (ALTERADOS) DE 0.1cm. $\phi$ prom.	②	168mm. O.D.	0.80	-	-	-	-
								1.80	-	-	-	
	3		95	36	ARSCA. F(4)-M-G, LIHOSA, ALGO MICROCONCLOMERATICA, GRIS VERDOSA, DURA, BIEN CEM. MASIVA MAL CLASIF. SIN GRADACION Y SICIALAR, CON UN 30% DE POMERZ (ALTERADOS) DE 0.1cm. $\phi$ prom. CON ESCASOS GUIJARROS MAGMATICOS Y SEDIMENTARIOS EN GENERAL REDONDEADOS DE 0.3cm. $\phi$ prom. Y 1cm. $\phi$ m $\acute{a}$ x.	116mm. O.D. D.T.C.B.	SIN REVESTIMIENTO	3	1.80	1	0	95
				2.18								
				4				2.18	1	0	100	
		100	55				5	2.73	1	0	100	
		100	112				5	2.73	1	0	100	
							5	3.85				
				FIN DEL SONDEO: 3.85m.								
				① REVESTIMIENTO 325mm. O.D. Y BAILER 220mm. O.D.								
				② ZT 168mm. O.D. Y SOPAPO (S.T.C.B.) 140mm. O.D.								
				PROF. DEL RIO: 1.05m.								





LOCALIZACION LECHO DEL RIO DAULE COORDENADAS \_\_\_\_\_ FECHA 6/OTBRE./7

MAQUINARIA ELIUS: XC90-6 ANGULO VERTICAL \_\_\_\_\_ COTA \_\_\_\_\_ DATUM \_\_\_\_\_

CONTRATISTA INERHI PERFORADORES: L. AGUAS INSPECTOR R. CHANG  
V. VASCONEZ

PROFUNDIDAD EN METROS (COTA)	CLASES DE MATERIAL	RECUPERACION %	TAMAÑO DE LOS PEDAZOS DE ROCA (CMS.)	DESCRIPCION	MUESTREADOR Y BROCA	C/D CAMISA	BARRILLADA AVANCE m/min.	PROFUNDIDAD	No. DE PEDAZOS COMPLETOS	% DE GRAVA	ROD	PERMEABILIDAD ENSAYOS DE PRE-SION DE AGUA
4		—	—	ARENA (UN 40%) F-M-G(H), GRIS CUARZOSA, CON GRANOS EN GENERAL ANGULARES, MODERAD. CLASIF. RESTO: GRAVA EN GENERAL SUBRED., DE ORIGEN PRINCIPALMENTE MAGMATICO, CON $\phi$ PROM. 1 CM. Y $\phi$ MAX.: 7 CM.	①	325 mm. O.D.	1	0.00 1.30	—	—	—	—
2	98	12	95	ARSCA. F. CUARZOSA, LIMOSA, GRIS DURA, MODERAD. CEM., DE ALTA MODERAD. FRACTURADA, MODERAD. CLASIF., SIN GRADUACION, CON MUY ESCASAS INCLUSIONES DE MADERA TURBIDIZADAS. FRACTURA DE 70° a 1.65, LEVEMENT. EXIDADA, CON ESCASO RELLENO ARCILLOSO CAFE. FRACTURA DE 30° a 1.74, CON ESCASO RELLENO ARCILLOSO CAFE, PERPENDICULAR A LA ANTERIOR. FRACTURA INCIPIENTE DE 65° a 1.85, CASI PERPENDICULAR A LA ANTERIOR. FRACTURA DE 80° a 3.00, LIMPIA.	②	116 mm. O.D. P.T.C.B.	2	1.30 1.50	—	—	—	—
3		12			③	SIN REVESTIMIENTO	3	1.50 3.00	3	0	79	
				FIN DEL SONDEO: 3.00m.								
				① BAILER 220 mm. O.D. Y SOPAPO 168 mm. O.D.								
				② ZT 168 mm. O.D. (S.T.C.B.) Y SOPAPO 140 mm. O.D.								
				③ 168 mm. O.D.								
				PROF. DEL RIO: 1.00m.								

LOCALIZACION LECHO DEL RIO DAULE COORDENADAS \_\_\_\_\_ FECHA 6-7/OCTBRE-78

MAQUINACRAEUS: XC90-6 ANGULO VERTICAL \_\_\_\_\_ COTA \_\_\_\_\_ DATUM \_\_\_\_\_

CONTRATISTA INERHI PERFORADORES: L. AGUAS, INSPECTOR R. CHANG  
V. YASCONEZ

PROFUNDIDAD EN METROS (COTA)	CLASES DE MATERIAL	RECUPERACION %	TAMANO DE LOS PEDAZOS DE ROCA (CMS)	DESCRIPCION	MUESTREADOR Y BROCA	CIP CAMISA	BARRILLADA AVANCE <small>mm/min</small>	PROFUNDIDAD	No. DE PEDAZOS COMPLETOS	% DE GRAVA	R O D	PERMEABILIDAD ENSAYOS DE PRE-SION DE AGUA
1				ARENA (UN 60%) F-M-G(4), CUARZOSA, GRIS, BIEN CLASIF., CON GRANOS EN GENERAL ANGULARES. RESTO: GRAVA EN GENERAL SUBRED., DE ORIGEN PRINCIPALMENTE MAGMATICO, CON $\phi$ prom.: 2cm. y $\phi$ máx.: 6cm.								
2				ARENA F-M-G(4), CUARZOSA, GRIS, BIEN CLASIF., CON GRANOS EN GENERAL ANGULARES, CON TRAZAS DE GRAVA DE ORIGEN MAGMATICO, EN GENERAL SUBRED. CON $\phi$ prom.: 1cm. y $\phi$ máx.: 2cm.								
3				IDEM, PERO LA GRAVA TIENE $\phi$ prom.: 0.5cm. y $\phi$ máx.: 1cm.				0.00				
4				GRAVA (UN 60%) EN GENERAL SUBRED., DE ORIGEN PRINCIPALMENTE MAGMATICO, CON $\phi$ prom.: 2cm. y $\phi$ máx.: 10cm. RESTO: ARENA F-M-G(4), CUARZOSA, GRIS, BIEN CLASIF., CON GRANOS EN GENERAL ANGULARES.				6.00				
5												
6												
7	100		8 30 2 57	LIMLITA ARENOSA, GRIS VERDOSA, DURA Y BIEN CEM. MODERAD. FRACTUADA, VESKULAR. FRACTURA DE 35° a 7.15, LIMPIA.	116mm. O.D. * D.T.C.B.	SIN REVESTIM.		6.00 a 7.15	4		77	TRAZAS



LOCALIZACION LECHO DEL RIO DAULE COORDENADAS \_\_\_\_\_ FECHA 7-8/OTBRE.71

MAQUINACRAELIUS: KC90-6 ANGULO VERTICAL \_\_\_\_\_ COTA \_\_\_\_\_ DATUM \_\_\_\_\_

CONTRATISTA INERHI PERFORADORES: L. AGUAS INSPECTOR R. CHANG  
Y. VASCONER

PROFUNDIDAD EN METROS (COTA)	CLASES DE MATERIAL	RECUPERACION %	TAMARO DE LOS PEDAZOS DE ROCA (CMS.)	DESCRIPCION	MUESTREADOR Y BROCA	CID CAMISA	BARRILLADA AVANCE m/min.	PROFUNDIDAD	No. DE PEDAZOS COMPLETOS	% DE GRAVA	R O D	PERMEABILIDAD ENSAYOS DE PRE- SION DE AGUA
1				ARENA (UN 50%) F-M-G(H), CUARZOSA, GRIS, MAL CLASIF. CON GRANOS EN GENERAL SUBANGULARES. RESTO: GRAVA DE ORIGEN PRINCIPALMENTE MAGMATICO, EN GENERAL SUBRED., CON $\phi$ prom.: 0.5 cm. y $\phi$ max.: 5 cm.	1		1	0.00 P 0.65				
2				GRAVA (UN 70%) DE ORIGEN PRINCIPALMENTE MAGMATICO, EN GENERAL SUBRED., CON $\phi$ prom.: 1 cm. y $\phi$ max.: 7 cm. RESTO: ARENA F(H)-M-G, CUARZOSA, GRIS, MODERAD. CLASIF.; LOS GRANOS DE $\phi$ 2 ANGULARES, EL RESTO EN GENERAL SUBANGULARES.				0.65 P 3.50				
3				IDEM, PERO LA GRAVA TIENE $\phi$ max.: 10 cm.								
3				ARENA F-M-G(H), MICROCONGLOMERATICA, GRIS; LOS GRANOS G PRINCIPALMENTE MAGMATICOS Y SUBRED., LOS GRANOS F PRINCIPALMENTE DE $\phi$ 2, CON GULAS DE MAGMATICOS EN GENERAL SUBRED. Y DE 0.5 cm. $\phi$ prom. - TRAZAS DE GRAVA DE ORIGEN PRINCIPALMENTE MAGMATICO, EN GENERAL SUBRED., CON $\phi$ 3 1 cm.								
4	94		8 25 10	ARSCA. F, LIMOSA, VERDE GRISACEA, DURA, MODERAD. CEM., MASIVA, VESICULAR, CON TRAZAS DE POHEZ (ALTERADOS) DE 0.1 cm. $\phi$ prom. - MICROCONGLOMERADO TCBACEO, GRIS VERDOSO, DURO, MODERAD. CEM., ALTAM. FRAC. VESICULAR, CON GRANOS DE POHEZ (ALTERADOS), MAGMATICOS Y SEDIMENTARIOS, EN GENERAL SUBRED. DE 0.3 cm. $\phi$ prom. EN UNA MATRIZ SIMILAR A LA ARENISA DE ARRIBA, FRACTURA DE 65° a 4.00, MUY LEV. OXIDADA				3.50 a 5.10	3	27	22	
5				LIMOLITA ARENOSA, AL COMIENZO ARENOLOSA, VERDE GRISACEA, DURA, MODERAD. CEM., ALTAM. FRACTURADA, VESICULAR, CON TRAZAS DE POHEZ (ALTERADOS) DE 0.1 cm. $\phi$ prom. - FRACTURA DE 85° a 4.55 m. LEVEM. OXIDAD, LEV. RUGOSA. 3 FRACTURAS SUBVERTICALES DESDE 1.4.75 a 5.00 m., LEV. OXID, LEVEM. RUGOSAS, PERDIDO DE 5.00 a 5.10 m.								

FIN DEL SONDEO: 5.10 m.  
 ① BAILER 220 mm.-O.D Y SUPAPO 168 mm.-O.D.  
 ② 325 mm.-O.D.  
 PROF. DEL RIO: 1.10 m.

LOCALIZACION LECHO DEL RIO DAULE COORDENADAS \_\_\_\_\_ FECHA 9/OCTBRE-78

MAQUINA GRAFIUS:XC90-6 ANGULO VERTICAL \_\_\_\_\_ COTA \_\_\_\_\_ DATUM \_\_\_\_\_

CONTRATISTA INERHI PERFORADOR ES: L.AGUAS INSPECTOR R.CHANG  
V.VASCONEZ

PROFUNDIDAD EN METROS (COTA)	CLASES DE MATERIAL	RECUPERACION %	TAMANO DE LOS PEDAZOS DE ROCA (CMS.)	DESCRIPCION	MUESTREADOR Y BROCA	CP CAMISA	BARRILLADA AVANCE m/min	PROFUNDIDAD	No. DE PEDAZOS COMPLETOS	% DE GRAVA	R O D	PERMEABILIDAD ENSAYOS DE PRE-SION DE AGUA
0.00				ARENA F-M-G(4), CUARZOSA, GRIS CLARO, MODERAD. CLASIF.; LOS GRANOS DE Q2 ANGULARES, EL RESTO DE SUBRED. O SUBANGULARES, CON TRAZAS DE GRAVA EN GENERAL SUBRED., DE ORIGEN PRINCIPALMENTE MAGMATICO, CON $\phi_{prom.}$ : 1cm. y $\phi_{max.}$ : 3cm.	①	②	1	0.00				
0.50				ARENA M-G(4), CUARZOSA (MAS QUE LA ANTERIOR), GRIS, BIEN CLASIF., CON GRANOS EN GENERAL SUBANGULARES, CON TRAZAS DE GRAVA DE ORIGEN PRINCIPALMENTE MAGMATICO, EN GENERAL SUBRED., CON $\phi_{prom.}$ : 1cm. y $\phi_{max.}$ : 2cm.								
				ARENA F-M(4)-G, CUARZOSA, GRIS, MODERAD. CLASIF., CON GRANOS EN GENERAL SUBANGULARES.								
				ARENA F-M(4)-G, CUARZOSA, GRIS, BIEN CLASIF., CON GRANOS EN GENERAL SUBANGULARES, CON MUY ESCASA GRAVA, EN GENERAL SUBRED., DE ORIGEN MAGMATICO, CON $\phi_{prom.}$ 1cm. y $\phi_{max.}$ : 2cm.				0.50				
				IDEM, PERO CON UN 30% DE GRAVA EN GENERAL SUBRED., DE ORIGEN PRINCIPALMENTE MAGMATICO, CON $\phi_{prom.}$ : 0.5cm. y $\phi_{max.}$ : 4cm.				8.60				

ET 168mm. O.D. (S.T.C.B.)  
Y SOPAPO 140mm. O.D.  
168mm. O.D.





HUECO No. RB-18

HOJA 1 DE 2

LOCALIZACION DAULE - PERIPA : LECHO DEL RIO COORDENADAS \_\_\_\_\_ FECHA 9-10/OTORE-1

MAQUINA CAELIUS : XC 90-6 ANGULO VERTICAL \_\_\_\_\_ COTA \_\_\_\_\_ DATUM \_\_\_\_\_

CONTRATISTA INERHI PERFORADORES: L. AGUAS INSPECTOR R. CHANG  
V. YASCONEZ

PROFUNDIDAD EN METROS (COTA)	CLASES DE MATERIAL	RECUPERACION %	TAMANO DE LOS PEDAZOS DE ROCA (CMS.)	DESCRIPCION	MUESTREADOR Y BROCA	CLD CAMISA	BARRILLADA AVANCE m/min.	PROFUNDIDAD	Nº. DE PEDAZOS COMPLETOS	% DE GRAVA	R O D	PERMEABILIDAD ENSAYOS DE PRE-SION DE AGUA
1				ARENA F-M-G(4), CUARZOSA, GRIS, MODERAD. CLASIF., CON GRANOS EN GENERAL SUBANGULARES, LOS DE $\phi 2$ ANGULARES; CON TRAZAS DE GRAVA DE ORIGEN MAGMATICO Y SEDIMENTARIO, EN GENERAL SUBRED., CON $\phi$ PROM.: 1cm. Y $\phi$ MÁX.: 3cm.	①	325mm. O.D.	1	0.00 1.50	-	-	-	
2				ARENA F-M-G(4), CUARZOSA, GRIS, BIEN CLASIF. LOS GRANOS DE $\phi 2$ ANGULARES, EL RESTO EN GENERAL SUBRED.; CON TRAZAS DE GRAVA EN GENERAL SUBRED., DE ORIGEN PRINCIPALMENTE MAGMATICO, CON $\phi$ PROM. 1cm. Y $\phi$ MÁX.: 3cm.								
3				ARENA F-M-G(4) CUARZOSA, GRIS, MODERAD. CLASIF., CON GRANOS EN GENERAL SUBANGULARES, CON TRAZAS DE GRAVA DE ORIGEN PRINCIPALMENTE MAGMATICO, EN GENERAL SUBRED.; CON $\phi$ PROM.: 1cm. Y $\phi$ MÁX.: 2cm.								
4				IDEM, PERO CON ALGO MAS DE GRAVA DE LAS MICHAS CARACTERISTICAS.				1.50 6.20	-	-	-	
5				IDEM, PERO CERCA DEL 10% DE GRAVA, EN GENERAL SUBRED., DE ORIGEN PRINCIPALMENTE MAGMATICO, CON $\phi$ PROM.: 2cm. Y $\phi$ MÁX.: 4cm.								
6				ARSCA. F(4)-M-G, CUARZOSA, LIMOSA, GRIS OSCURO VERDOSA, DURA, MODERAD. CEM., MASIVA, MODERAD. CLASIF., CON ESCASOS GUARROS SUBRED. O SUBANGULARES DE 0.5cm. $\phi$ PROM.								
7				ARSCA. F-M-G(4), CUARZOSA, GRIS OSCURO, DEBIL, LEVEM. CEM., MASIVA, MODERAD. CLASIF., SIN GRA.								

± 168mm. O.D. (S.T.C.B.)  
 Y SOPAPO 140mm. O.D.

116mm. O.D.  
 D.T.C.B.

SIN REVES.



LOCALIZACION LECHO DEL RIO DAULE COORDENADAS \_\_\_\_\_ FECHA 10/01/ORE.138

MAQUINA CRAELIUS: XC90-6 ANGULO VERTICAL COTA \_\_\_\_\_ DATUM \_\_\_\_\_

CONTRATISTA INERHI PERFORADORES: L. AGUAS INSPECTOR R. CHANG  
Y. YASCONEZ

PROFUNDIDAD EN METROS (COTA)	CLASES DE MATERIAL	RECUPERACION %	TAMARO DE LOS PEDAZOS DE ROCA (CMS.)	DESCRIPCION	MUESTREADOR Y BROCA	CPD CAMISA	BARRILLADA AVANCE	PROFUNDIDAD	Nº. DE PEDAZOS COMPLETOS	% DE GRAVA	ROD	PERMEABILIDAD ENSAYOS DE PRESSION DE AGUA
1				GRAVA (UN 60%) EN GENERAL SUBRED., DE ORIGEN PRINCIPALMENTE MAGMATICO, CON $\phi$ PROM. 2. CM. Y $\phi$ MAX.: 9 CM. RESTO: ARENA F.M.H. - G, CUARZOSA, MODERAD. CLASIF., CON GRANOS EN GENERAL SUBANGULARES.			1	0.00				
2		100	53 17	LINDLITA ARENOSA, CUARZOSA, VERDE GAIACEA, DURA, MODERAD. CEM., DE ALTA Q. MODERAD. FRACTURADA, VESICULAR, CON TRAZAS DE POMEZ (ALTERRADOS) DE 0.1 CM. $\phi$ PROM. LENTE PREDOMINANTEMENTE ARENOSO DE 1.10 a 1.20 M. FRACTURA DE 20° a 1.17 M. LIMPIA, LEVEM. RUGOSA, SUBPARALELA a LA POSTERIOR. FRACTURA DE 45° a 1.20 M., LIMPIA, LISA. FRACTURA DE 40° a 1.72 M., LIMPIA, LEVEM. RUGOSA, PARALELA a LA ANTERIOR. FRACTURA DE 50° a 1.95 M., LIMPIA, LEVEM. RUGOSA, SUBPARALELA a LA ANTERIOR.	116 MM. O.D. D.T.C.B.	SIN REVEST. 168 MM. O.D.	2	1.00 2.00	2	16	70	
				FIN DEL SONDEO: 2.00 m.								
				① 2T 168 mm. O.D. (S.T.C.B.) Y SOPAPO 140 mm. O.D.								
				PROF. DEL RIO: 3.60 m.								



HUECO No. RB-20

HOJA 1 DE 1

LOCALIZACION LECHO DEL RIO DAULE COORDENADAS \_\_\_\_\_ FECHA 10-11/OTBRE

MAQUINA CRAELIUS-XC90-6 ANGULO YEATICAL COTA \_\_\_\_\_ DATUM \_\_\_\_\_

CONTRATISTA INERHI PERFORADORES: L. AGUAS INSPECTOR R. CHANG  
V. VASCOEZ

PROFUNDIDAD EN METROS (COTA)	CLASES DE MATERIAL	RECUPERACION %	TAMARO DE LOS PEDAZOS DE ROCA (CMS.)	DESCRIPCION	MUESTREADOR Y BROCA	C/D CAMISA	BARRILLADA AVANCE m/min	PROFUNDIDAD	Nº. DE PEDAZOS COMPLETOS	% DE GRAVA	ROD	PERMEABILIDAD ENSAYOS DE PRESSION DE AGUA	
1				ARENA F-M-G(F), CUARZOSA, MICRO CONGLOMERATICA, MODERAD. CLASIF., CON GUIJARROS EN GENERAL SUBRED. DE ORIGEN PRINCIPALMENTE MAGMATICO, CON $\phi$ PROM.: 0.5CM.; LOS GRANOS DE $\phi$ 2 ANGULARES, EL RESTO EN GENERAL SUBANGULARES. TRAZAS DE GRAVA CON $\phi$ 2CM. EN GENERAL SUBRED., DE ORIGEN SEDIMENTARIO Y MAGMATICO, CON $\phi$ PROM.: 2CM Y $\phi$ MAX.: 4CM.			1	0.00 a 0.90	1				
2		100	26 109	LIMOLITA ARENOSA, CUARZOSA, GRIS VERDOSA, DEBIL Y LEVEMENT., MODERAD. FRACTURADA, VESICULAR, CON INCLUSIONES Y ESCASOS LENTES MUY DELGADOS (MAXIMO: 1CM.) DE ARCILLOLITA VERDE, MUY DEBIL			2	0.90 a 2.30	2	LENTES	96		
				FIN DEL SONDEO: 2.30m.									
				① ZT 168mm. O.D. (S.T.C.B.) Y SOPAPO 140mm. O.D.									
				PROF. DEL RIO: 6.60m.									



LOCALIZACION LECHO DEL RIO DAULE COORDENADAS \_\_\_\_\_ FECHA 6/ENERO/

MAQUINA CRAELIUS: XC90-6 ANGULO VERTICAL COTA \_\_\_\_\_ DATUM \_\_\_\_\_

CONTRATISTA INERHI PERFORADOR L. AGUAS INSPECTOR M. LUJO

PROFUNDIDAD EN METROS (COTA)	CLASES DE MATERIAL	RECUPERACION %	TAMARO DE LOS PEDAZOS DE ROCA (CMS)	DESCRIPCION	MUESTREADOR Y BROCA	C/D CAMISA	BARRILLADA AVANCE <small>ml/min.</small>	PROFUNDIDAD	No. DE PEDAZOS COMPLETOS	% DE GRAVA	ROD	PERMEABILIDAD ENSAYOS DE PRESION DE AGUA
0				ARENA MEDIA, MAL GRADUADA, CEN CANTOS Y PORCENTAJE DE GRAVA QUE AUMENTA CON PROFUNDIDAD				0.00				
2												
4												
6								11.40				
8				AVUMENTA EL PORCENTAJE DE ARENA.								
10												
				FIN DEL SONDEO PROF. DEL RIO: 2.70m.								

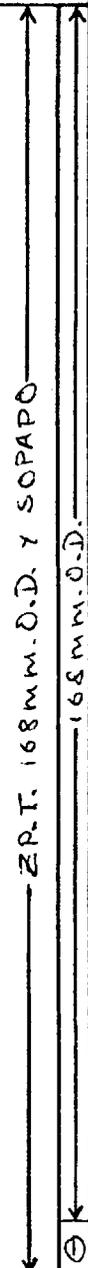
ET. 168 MM. O.D. y SOPAPO D.T.C.B. 168 MM. O.D. SIN REVEST.



HUECO N° RB-23  
 HOJA 1 DE 1

LOCALIZACION LECHO DEL RIO DAULE COORDENADAS \_\_\_\_\_ FECHA 8-9/ENERO  
 MAQUINARIA ELIUS:XC90-6 ANGULO VERTICAL \_\_\_\_\_ COTA \_\_\_\_\_ DATUM \_\_\_\_\_  
 CONTRATISTA INERHI PERFORADOR L. AGUAS INSPECTOR M. LUYO

PROFUNDIDAD EN METROS (COTA)	CLASES DE MATERIAL	RECUPERACION %	TAMAÑO DE LOS PEDAZOS DE ROCA (CMS)	DESCRIPCION	MUESTREADOR Y BROCA	Ø CAMISA	BARRILLADA AVANCE m/m/ft.	PROFUNDIDAD	No. DE PEDAZOS COMPLETOS	% DE GRAVA	R O D	PERMEABILIDAD ENSAYO DE PRENSION DE AGUA
0				ARENA MEDIA-GRUESA CON Poca GRAVA (10%) EN LA PARTE SUPERIOR. AUMENTA EL PORCENTAJE DE GRAVA CON PROFUNDIDAD. PRESENCIA DE CANTOS.								
2												
4												
6								2.00				
8								9	1			
10								13.00				
12												
				ROCA. FIN DEL SONDEO.								
				① SIN REVESTIMIENTO								
				PROF. DEL RIO: 1.30m.								











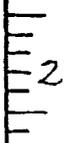
HUECO No RB-27

HOJA 1 DE 1

LOCALIZACION LECHO DEL RIO DAULE COORDENADAS \_\_\_\_\_ FECHA 12/ENERO/7

MAQUINA GRAELIUS XC90-6 ANGULO VERTICAL COTA \_\_\_\_\_ DATUM \_\_\_\_\_

CONTRATISTA INERHI PERFORADOR L. AGUAS INSPECTOR M. LUYO

PROFUNDIDAD EN METROS (COTA)	CLASES DE MATERIAL	RECUPERACION %	TAMÑO DE LOS PEDAZOS DE ROCA (CMS)	DESCRIPCION	MUESTREADOR Y BROCA	C/D CAMISA	BARBILLADA AVANCE <small>m/min</small>	PROFUNDIDAD	No. DE PEDAZOS COMPLETOS	% DE GRAVA	ROU	PERMEABILIDAD/ ENSAYOS DE PERMEACION DE AGUA
1		1	1	ARENA GRUESA CON GRAVA Y CANTOS	116mm. O.D. D.T.C.B.	SIN REVES. 168mm. O.D.		0.00	1	1	1	
		1	1	ARENISCA FINA-MEDIA(+), DURA, GRIS, CON INCLUSIONES DE MADERA FOSILIZADAS				0.90	1	1	1	
				FIN DEL SONDEO. ① Z.T. 168mm. O.D. Y SOPAPO.  PROF. DEL RIO: 1.50m.				0.90 1.40	1	1	1	







## 9. BIBLIOGRAFIA

- CEDEGE: Dirección del Proyecto. "Proyecto de Propósito Múltiple Guayas, Presa Daule-Peripa: Informe final de ejecución de la primera fase de estudios". Guayaquil, Ecuador, Octubre 1978.
- CEDEGE: "Informe del Progreso de los Estudios Presa Daule-Peripa". Guayaquil, Ecuador, 1977.
- CEDEGE. "Reporte de Geología y Suelos, Presa Daule-Peripa, Proyecto de Propósito Múltiple Guayas, Borrador" Guayaquil-Ecuador, Octubre, 1977.
- Proaño Cadena Gastón' "Estudios Geológicos y Geotécnicos para la Construcción de la Presa Daule-Peripa". Guayaquil, Ecuador, 1975.
- Bristow et Hoffstetter avec la collaboration de T. Feininger et M.T. Hall. "Lexique Stratigraphique International". Volumen V, Amérique Latine, Fascicule 5 a 2, Ecuador.
- CEDEGE. "Geología del sitio de represamiento Daule-Peripa". Guayaquil, Ecuador, Agosto 1972.

- CEDEGE. "Estado actual de los estudios presa Daule-Peripa, borrador". Guayaquil, Ecuador, Agosto 1972.
- Lambe y Whitman. "Mecánica de Suelos". México. Segunda Reimpresión, 1976. Editorial Limusa.
- Terzaghi, Peck. "Soil Mechanics in Engineering Practice". New York, Londres, Sydney, Second Edition, 1967. John Wiley and Sons, Inc.
- CEDEGE. "Presa Daule-Peripa, Geología y Suelos, Informe Suplementario de las Investigaciones de la Segunda Fase Borrador". Guayaquil, Ecuador, Junio 1979.
- G. Castany. "Tratado Práctico de las Aguas Subterráneas". Barcelona, España. Ediciones Omega, 1971.