

# REPORTE FOTOGRAFICO

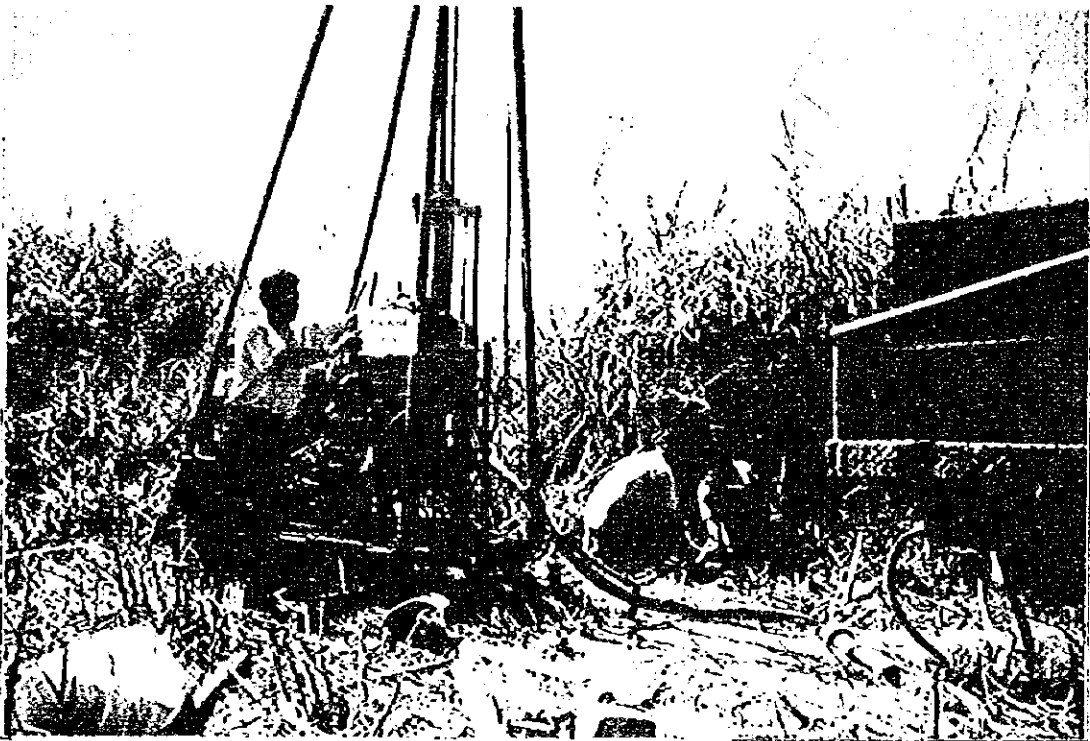


Foto N° T-1:  
Sitio Perforación P-T-1



Foto N° T-2:  
Sitio Perforación P-T-2

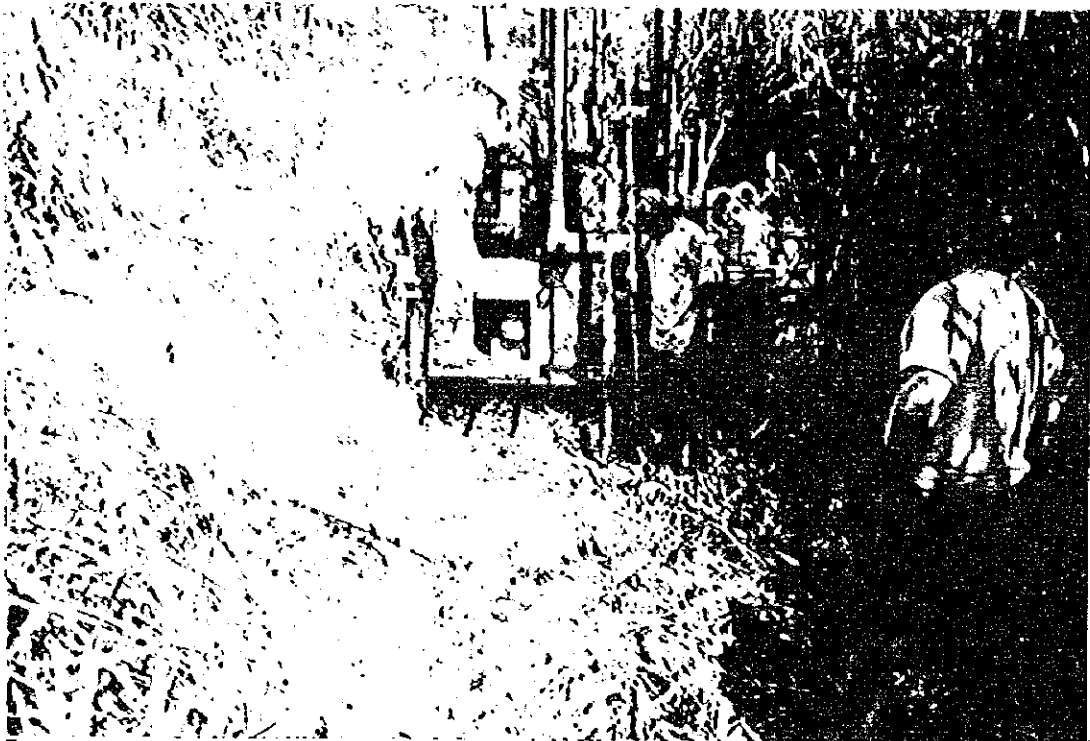


Foto N° T-3:  
Sitio Perforación P-T-3



Foto N° T-4:  
Sitio Perforación P-T-4

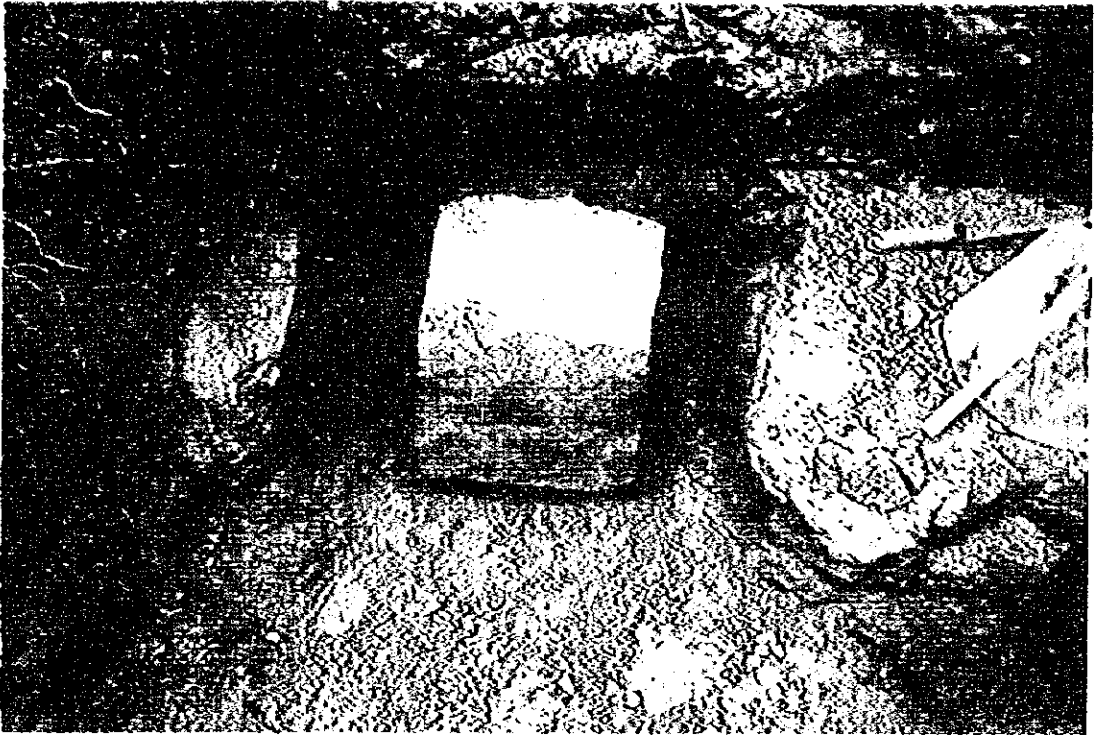


Foto N° T-5: Monolito N° 2, Fosa P-T-F1

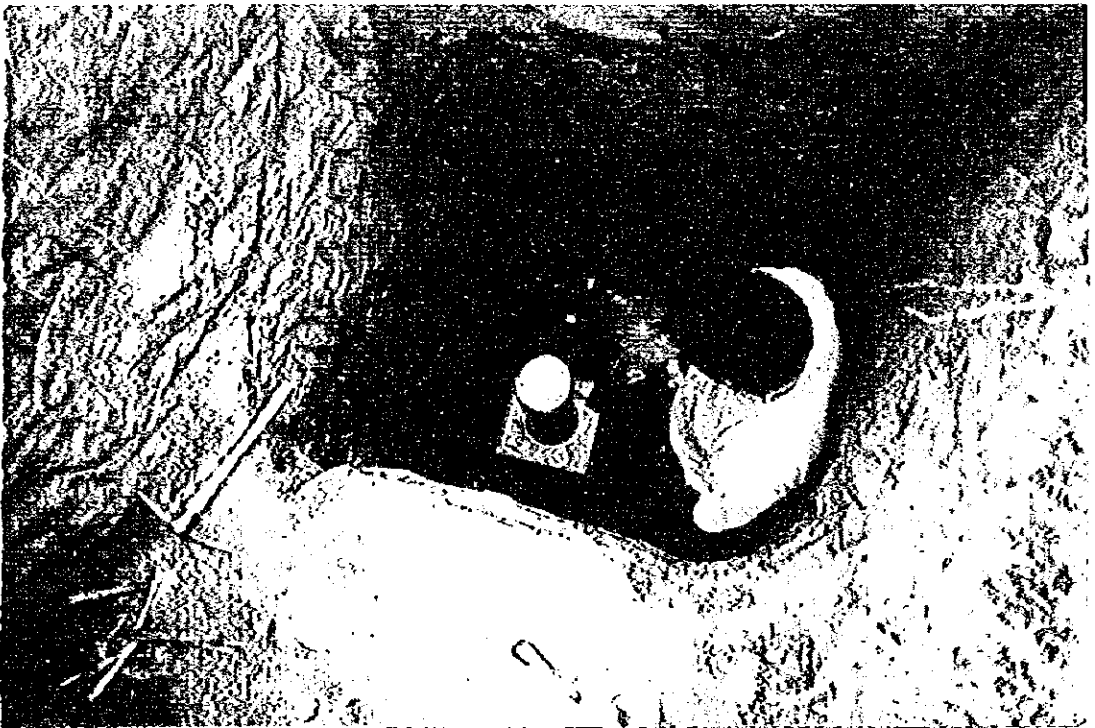


Foto N° T-6: Toma densidad in situ, Fosa P-T-F1

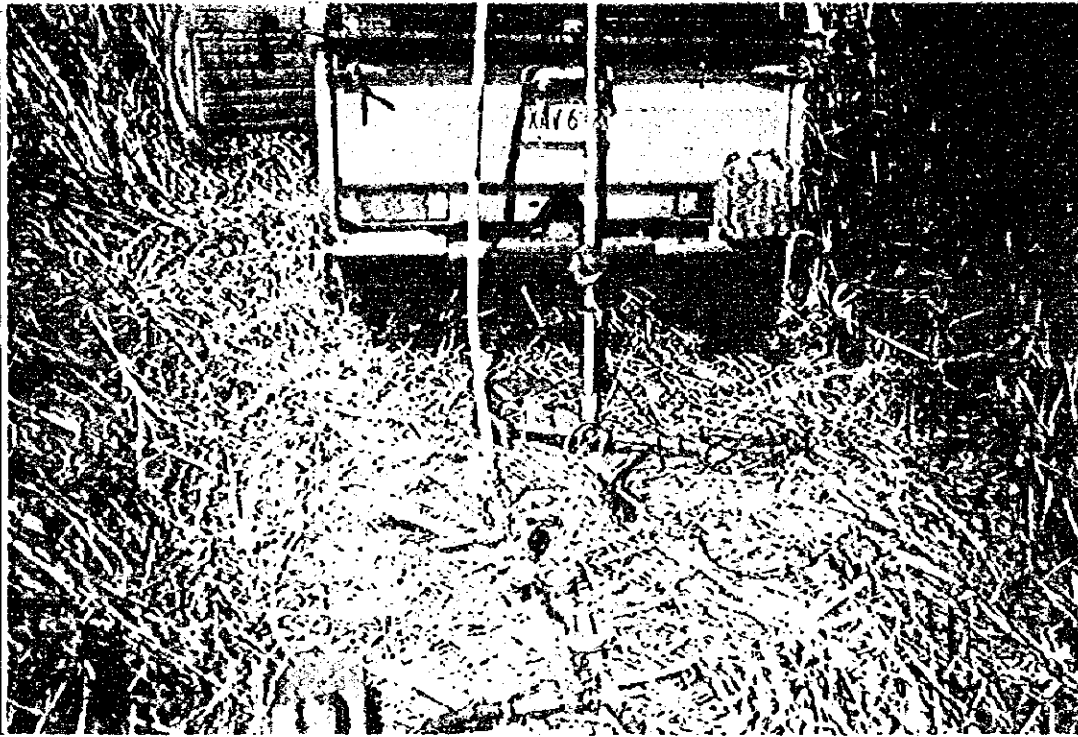


Foto N° T-7: Sitio Prueba de Permeabilidad, P-C-1



Foto N° T-8: Sitio Prueba de Permeabilidad, P-C-2



Foto N° T-9: Ejecución Prueba de Permeabilidad



Foto N° T-10: Manómetro y Medidor de Caudal

**INFORME N° 9657-3**

**ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL PROGRAMA DE  
MEJORAMIENTO AMBIENTAL DEL CAUCE MEDIO Y SUPERIOR  
DEL RIO TUY EN SAN FRANCISCO DE YARE**

**PARA: JICA, Japan International Cooperation Agency.**

**ÍNDICE**

	Página N
1.- CONTENIDO.....	2
2.- PROYECTO.....	2
3.- EXPLORACIÓN Y LABORATORIO.....	3
4.- RESULTADOS.....	4
5.1. LITOLOGÍA.....	5
5.2. NIVEL FREÁTICO.....	6
5.3. PARÁMETROS DEL SUELO.....	7
6.- CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS.....	7
6.1. DESARENADOR.....	7
6.1.1. CONSIDERACIONES GENERALES DE DISEÑO.....	7
6.1.2. EXCAVACIONES Y SOPORTES.....	8
6.1.3. EMPUJES DE TIERRA.....	9
6.1.4. CAPACIDAD DE SOPORTE.....	11
6.1.5. SUBPRESIÓN.....	11
6.2. PUENTE DE TUBERÍAS.....	12
7.- RECOMENDACIONES.....	13



INFORME N° 9657-3

Estudio Geotécnico para Mejoramiento Ambiental  
del Río Tuy en San Francisco de Yare.

PARA: JICA

18 de febrero de 1997.

Pág. 2 de 15.

**INFORME N° 9657-3****ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO  
AMBIENTAL DEL CAUCE MEDIO Y SUPERIOR DEL RÍO TUY EN  
SAN FRANCISCO DE YARE****PARA: JICA "Japan International Cooperation Agency"****1.- CONTENIDO.**

El presente Informe contiene el Estudio Geotécnico realizado para un tanque de sedimentación en San Francisco de Yare, como parte del programa de mejoramiento del cauce medio y superior del Río Tuy, que realiza la agencia JICA "Japan International Cooperation Agency" para el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Se presenta una descripción del sitio, los resultados de la exploración realizada con perforaciones y calicata, las pruebas de campo, las condiciones generales del subsuelo, las soluciones de fundación, movimiento de tierra y las recomendaciones para el diseño estructural, todo a título preliminar, debido a que el Programa se encuentra en la etapa de ingeniería conceptual.

Este Estudio se ejecutó de acuerdo con la solicitud del Arq° Héctor BRACHO de ECODIPLA Consultores, C.A. y según nuestra oferta de fecha 25 de noviembre de 1996.

**2.- PROYECTO**

En el sitio de San Francisco de Yare se proyecta construir un gran desarenador, en un terreno de unas 5 Ha, ubicado en un meandro del río Tuy. El terreno destinado al desarenador presenta topografía plana, la cual se muestra en el plano de la figura N° Y-1 anexo. Para facilitar la identificación de los planos, figuras, perforaciones y ensayos realizados en Yare, los anexos se identifican por la letra "Y" alusivo al sitio. La topografía indicada en el plano citado fue levantado por "Cartográfica Mercator S.A.", para ECODIPLA Consultores S. A.

A título preliminar, el desarenador tendrá una longitud de 145,0 m, incluidas las transiciones de entrada y salida (de 25,0 y 20,0 m de longitud, respectivamente), un ancho de 54,0 m y una altura interior de 8,0 m. Constará de dos celdas longitudinales, las cuales formarán el cuerpo del desarenador propiamente dicho, con un área total, ambas celdas, de 54,0 x 100,0 m. En la figura N° Y-2 anexa se muestra una sección longitudinal del desarenador.

Además del desarenador se prevé la construcción de un puente de tuberías, situado aguas arriba del desarenador. Según los datos de la ingeniería conceptual que nos suministrara JICA, se trata de un puente colgante, de tres tramos, con una luz principal de 60 m de longitud.

### 3.- EXPLORACIÓN Y LABORATORIO

#### Perforaciones.

La exploración preliminar del sitio consistió en tres perforaciones de 15,0 m de profundidad, denominadas: PY-1, 2 y 3, y una calicata de observación denominada PY-F1. Las perforaciones se ejecutaron con máquina de percusión, utilizando forro de protección de diámetro BX. Durante la ejecución de las perforaciones se obtuvieron muestras del suelo en forma continua hasta los 2,0 m, y a cada metro a mayor profundidad. Durante la obtención de cada muestra se ejecutó una Prueba de Penetración Normal SPT, la cual consistió en contar el número de golpes un martillo de 63,5 Kg de peso, dejado caer libremente de una altura de 76 cm, necesarios para hacer penetrar 30 cm un muestreador de "cuchara partida" estándar (ASTM D-1586-84).

En la tabla N° 1 que se da a continuación se dan las coordenadas, la profundidad y las cota del terreno en los sitios de las perforaciones. En el plano N° Y-1, citado, también se indica la ubicación de los puntos de exploración.

INFORME N° 9657-3

Estudio Geotécnico para Mejoramiento Ambiental  
del Río Tuy en San Francisco de Yare.

PARA: JICA

18 de febrero de 1997.

Pág. 4 de 15.

TABLA N° 1

Sitio	Exploración	Profundidad m	Cota m	Coordenadas	
				Norte	Este
San Fco. de Yare	PY-1	15,0	133,60	1.130.224	750.153
	PY-2	15,0	133,36	1.130.144	750.140
	PY-3	15,0	134,59	1.130.018	750.124
	Cal-Y-1	3,0	134,07	1.130.192	750.146

La ubicación de los puntos explorados se muestran en las figura citada N° T-1, tomados del plano topográfico suministrado por ECODIPLA Consultores, S. A. y realizadas por CARTOGRÁFICA MERCATOR, S.A.

Además de las perforaciones, se excavó a mano una calicata, con dimensiones de 2,0 X 2,0 metros y hasta una profundidad de 3,00 metros.

#### Laboratorio.

Todas las muestras obtenidas fueron inspeccionadas visualmente, lo cual permitió seleccionar suelos representativos de las diferentes capas para someterlos a ensayos de clasificación, a saber: contenido de humedad natural, límites de consistencia, granulometría por tamices e hidrómetro, gravedad específica, pesos unitarios secos y compresión sin confinar.

Además de los ensayos de clasificación citados, se ejecutaron ensayos de Compactación Modificada.

#### 4.- RESULTADOS

Los resultados las perforaciones y de los ensayos de clasificación practicados sobre muestras de SPT se presentan en las planillas de resumen de las figuras N° Y-3, Y-4, Y-5 anexas. En éstas se indica los siguiente:

Perforaciones

- Número y profundidad de las muestras;
- Identificación de los estratos y descripción del suelo;
- Columna con símbolos litológicos;
- Valores y gráficos de las pruebas de penetración SPT;

Laboratorio

- Gráficos del contenido de humedad natural de las muestras;
- Valores y gráficos de barras de la distribución granulométrica;
- Valores y gráficos de barras del límite de consistencia;
- Valores de peso unitario seco;
- Valores de compresión sin confinar;
- Peso específico de las partículas sólidas.

Los resultados de la inspección de la calicatá y de los ensayos realizados sobre muestras provenientes de ésta se resumen en la figura N° Y-6 anexa.

Las curvas granulométricas y ensayos de calificación de muestras representativas de las perforaciones y calicata se presentan en las figuras N° Y-7 a la Y-12. Los resultados de los ensayos Compactación Modificada se resumen en las figuras N° Y-13 a la Y-16.

## 5.- CONDICIONES DEL TERRENO

### 5.1. Litología.

Los resultados de las tres perforaciones ejecutadas en el sitio del desarenador de Yare se muestran en el perfil geotécnico de la figura N° Y-2, cuya secuencia litológica se describe a continuación:

- a.- Desde la superficie del terreno y hasta los 4,0 a 5,0 m de profundidad, en PY-2 y PY-3 respectivamente, se encontró un depósito sedimentario reciente, de carácter lenticular, constituido por arcillas limosas blandas, interrumpidas por lentes de arenas finas limpias y grava, sueltas, especialmente entre los 2,0 y 5,0 m de profundidad en la perforación PY-3. En el sitio de la perforación PY-1 se encontró en los primeros 5,0 m un relleno heterogéneo, formado por grava arenosa arcillosa, con peñones y escombros.
- b.- Subyacente a los materiales anteriores, desde los 4,0 a 5,0 m hasta los 15,0 m, máxima profundidad explorada, se encontró un depósito sedimentario formado por arcillas limosas, de plasticidad media a alta, con trazas de arena fina y contenidos de partículas coloidales (tamaño arcilla) del orden del 20% al 31%. Estas arcillas son de consistencia dura y muy dura, con valores de penetración entre  $N_{sPT} = 24$  a  $> 80$  golpes/pie.

## 5.2. Nivel Freático.

En las tres perforaciones se colocaron piezómetros de tubo abierto, lo que permitió hacer medidas del nivel freático durante los días que duró el trabajo de campo.

De las medidas de agua en los piezómetros se deduce que su nivel estático varía con el nivel del río Tuy, encontrándose para enero de 1997 los siguientes niveles de agua.

### NIVEL FREÁTICO EN EL SITIO DE YARE

<u>Sitio</u>	<u>Nivel del Agua</u>	<u>Cota</u>
PY-1	2,10 m	131,50
PY-2	2,33 m	131,03
PY-3	2,64 m	131,95

Los niveles de agua indicados en la tabla anterior fueron los registrados entre diciembre de 1996 y enero de 1997, los cuales coincidieron con períodos de

intensas lluvias. Según los datos recabados en el sitio, todo parece indicar que el nivel de aguas máximas puede llegar hasta algo por encima del nivel actual del terreno, es decir, hasta la cota 134,0 aproximadamente, lo cual se deberá verificar sobre la base de los registros hidrológicos y la hidráulica del río en este sitio en particular.

### 5.3. Parámetros del Suelo

En las planillas de las perforaciones, figuras N° Y-3 a la Y-5, en el resumen de lo encontrado en la calicata, figura Y-6, y en los gráficos de granulometrías y ensayos especiales, figuras Y-7 a la Y-16, se dan los parámetros del terreno a diferentes profundidades, a saber: pesos unitarios secos en sitio, contenidos de humedad natural, distribución granulométrica, límites de consistencia de muestras típicas, resistencia al corte como compresión sin confinar, y curvas de compactación.

## 6.- CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS

En San Francisco de Yare se contempla la construcción de dos estructuras principales: un desarenador de grandes proporciones, y un puente de tuberías colgantes.

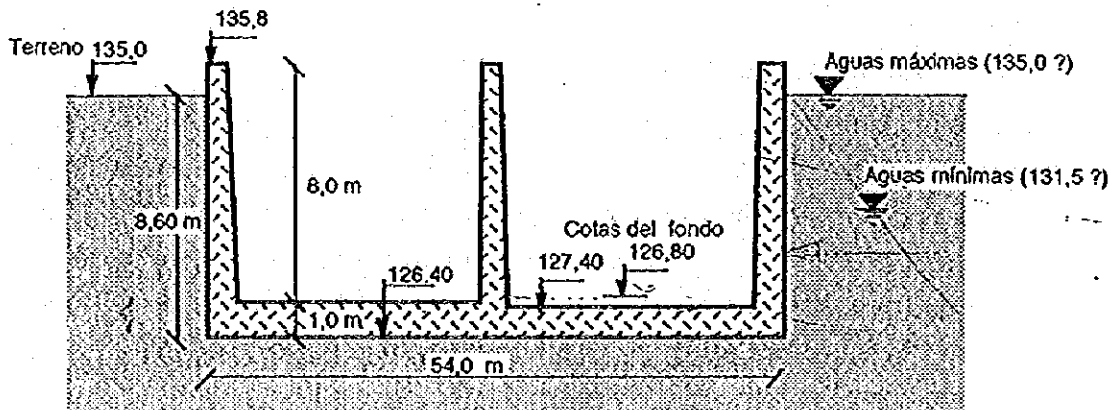
### 6.1. DESARENADOR

En el proyecto y construcción del desarenador se deben considerar los siguientes aspectos fundamentales: métodos de excavación bajo agua, empujes de tierra, capacidad de soporte y control de la subpresión durante la operación del desarenador.

#### 6.1.1. Consideraciones Generales de Diseño.

El desarenador consistirá en un cajón de concreto armado, el cual estará parcialmente sumergido en todo momento, ya que el nivel freático promedio se encuentra a la cota 131,0 y el fondo del desarenador tendrá cotas variable entre 127,40 y 127,80, según los datos preliminares del

proyecto suministrados por JICA. En la figura que se da a continuación se muestra una sección del desarenador, donde se indican los datos básicos de profundidades y niveles de agua dentro y fuera de esta estructura.



**SECCIÓN DEL DESARENADOR**  
Medidas Preliminares a Verificar

### 6.1.2. Excavaciones y Soportes.

Para la construcción del desarenador será necesario construir un entibado que permita trabajar en seco durante la construcción.

El sistema de entibado generalmente utilizado en casos como el que nos ocupa, es el de tablestacas hincadas, recuperables. Sin embargo, en nuestro medio este sistema resulta extremadamente costoso debido a que los elementos de la tablestaca son productos de importación, lo que hace competitivos otros sistemas de soporte no usuales en otros sitios fuera de Venezuela. Como prueba de ello podemos mencionar las experiencias recientes del Metro de Caracas en la construcción de la Línea 3, donde todas las trincheras fueron soportadas por entibados con muros colados, eliminando totalmente el uso de tablestacas, por la razones antes señaladas.

Por otra parte, consideramos inconveniente el uso de tablestacas en este sitio debido a que será necesario penetrar arcillas muy duras, con valores de  $N_{SPT} > 80$ , y materiales de relleno con presencia de peñones y escombros, lo cual imposibilitaría la hincada de tablestacas en muchos sitios.

Por las razones antes expuestas, consideramos que la solución para el soporte de la excavación deberá ser la de muros colados, excavados con lodo de bentonita hasta una profundidad de por lo menos 4,50 m por debajo de la cota de excavación, la cual se puede suponer a 1,0 m por debajo del nivel más bajo del fondo del desarenador. Los muros colados se podrán soportar durante la construcción por medio de codales entre paredes opuestas, por anclajes temporales.

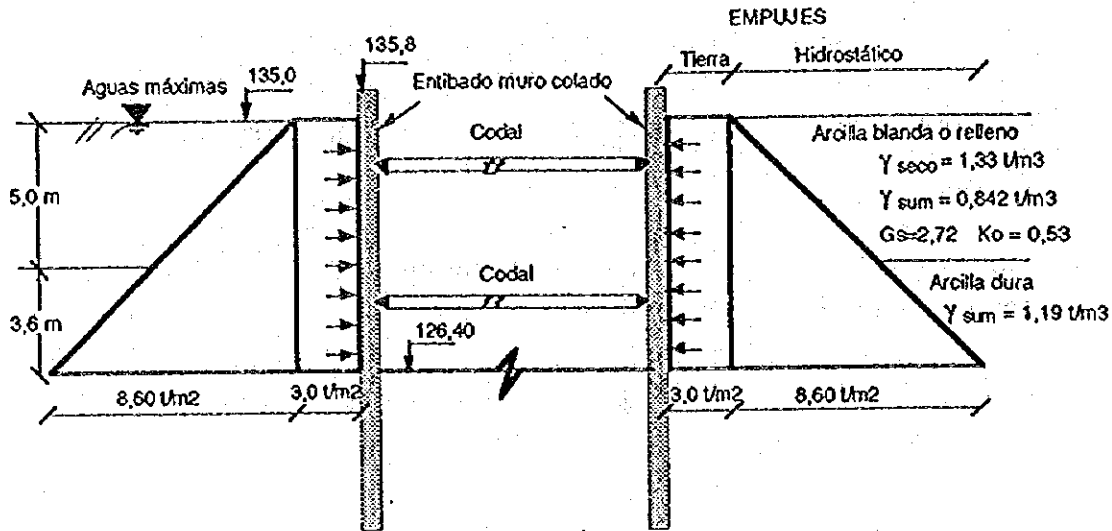
Los muros colados tendrían la ventaja de que se podrían utilizar como muros permanentes, lo cual haría necesario la construcción de juntas estancas entre paneles de muro, y habría que dejar las previsiones de acero y juntas especiales para vincular y hacer estanca la losa de fondo con los muros colados. Todo esto no aplicaría en el caso de no ser necesaria la estanqueidad del fondo.

### 6.1.3. Empujes de Tierra.

Para el diseño de los muros colados se deberán considerar dos condiciones de empuje de tierra: temporal durante la construcción, y permanente o condición a largo plazo. En ambas condiciones se considerará la máxima presión hidrostática, que se asume en este informe a la cota 134,0, la cual deberá ser verificada, como se dijo antes.

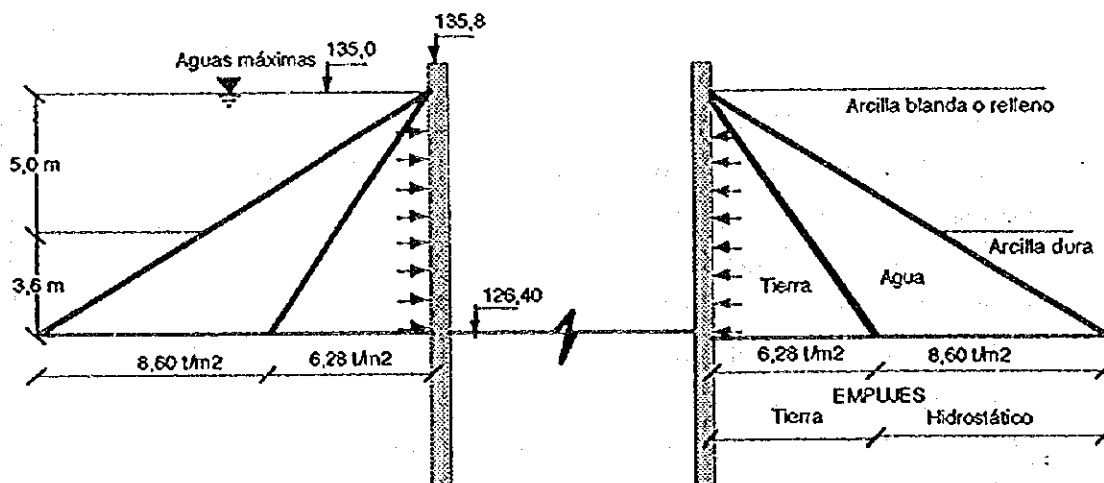
Los empujes de tierra temporales, cuando el muro se encuentre soportado por codales o por anclajes, podrán ser del orden de los que se indican a continuación para una supuesta condición de aguas máximas:





**EMPUJE DE TIERRA TEMPORAL**  
 Condición de Aguas Máximas

Para la condición permanente, a largo plazo, los empujes de tierra corresponderán a la condición de reposo, cuyos diagramas de presiones horizontales se dan a continuación.



**EMPUJE DE TIERRA PERMANENTE**  
 Condición de Aguas Máximas

Las presiones horizontales y empujes de tierra también se deberán calcular para la condición del nivel aguas mínimas, la cual debería dar un empuje de tierra algo menor que los indicados, pero con otras distribuciones de presiones. Por no conocerse las variaciones extremas del nivel freático en este sitio, se excluyen los diagramas de empuje correspondientes.

#### 6.1.4. Capacidad de Soporte.

Para el diseño de la losa de fondo, cuyo nivel de asiento se ha supuesto a la cota 126,40, se podrá considerar una carga admisible del suelo de  $q_{adm} = 3,0 \text{ Kg/cm}^2$ , lo cual es muy superior a la presión máxima de contacto de esta estructura sobre el terreno.

En el análisis estructural de la losa de fondo se deberá tomar en cuenta que el efecto de la vinculación con los muros colados en el perímetro de la excavación es similar al de un apoyo rígido, mientras que el resto de la losa se apoyaría sobre el terreno, cuyo coeficiente de reacción se ha estimado en  $k_s = 1,70 \text{ Kg/cm}^3$ .

#### 6.1.5. Subpresión.

Durante la construcción del cajón del desarenador se podrá achicar por dentro de la excavación. Sin embargo, una vez construido el cajón se podrá generar una subpresión bajo la losa de fondo equivalente a la mayor altura hidráulica posible durante la operación del desarenador. Esta condición se produciría cuando el desarenador se encuentre vacío y ocurra una crecida del río Tuy hasta el nivel de aguas máximas posible en este sitio.

No conocemos cómo será la operación del desarenador, ni cuál será la carga interior mínima en esta estructura, pero en el caso de encontrarse vacío y se produzca un crecida del río Tuy, la subpresión podría ser del

orden de:  $u_{\text{subpresión}} = 8,60 \text{ t/m}^2$ , lo cual podría producir la flotación del cajón, de no aliviarse la subpresión.

Para el control de la subpresión se podrían implementar diferentes procedimientos, como podría ser la colocación de un sistema de achique bajo el fondo, la colocación de fusibles de presión en la placa, el lastrado de la estructura o el anclaje del fondo.

De los sistemas citados, consideramos que lo más sencillo podría ser la colocación de un sistema de fusibles para el alivio de la subpresión, calibrados para una presión de diseño dada.

De las otras alternativas citadas, partiendo de la base de una subpresión de  $8,60 \text{ t/m}^2$ , se pueden hacer los siguientes comentarios: el lastrado de la estructura es prácticamente imposible de realizar, pues resultarían grandes espesores de la placa de fondo, del orden de los 4 a 5 m. En relación a la posibilidad de anclar el fondo, de igual forma sería necesario construir gran cantidad de anclajes (unos 800 anclajes de 40 toneladas), los cuales deberían tener la posibilidad de repararlos o reemplazarlos por deterioro a largo plazo. El sistema de alivio por medio de un sistema subdrenajes y bombeo presenta la dificultad de contar con instalaciones para el registro de presiones que permitan activar el bombeo del agua a presión bajo la placa, lo cual significaría labores de mantenimiento y de observación permanentes, difíciles de conservar en el tiempo en un sitio como el seleccionado para el desarenador.

## 6.2. PUENTE DE TUBERÍAS

Agua arriba del desarenador se proyecta construir un puente colgante de tuberías, de tres tramos, con una luz principal de 60,0 metros de longitud.

El sitio del puente colgante todavía no formó parte de la exploración preliminar realizada, por lo que no se tienen datos específicos que permitan analizar las condiciones de fundación de esta estructura.

Sin embargo, si se supone que el terreno conserva las características geotécnicas encontradas en el sitio del desarenador, se puede suponer que las fundaciones del puente serán sobre pilotes, del tipo excavados con lodo bentonítico y vaciados en sitio. Aunque se considera muy prematuro indicar capacidades de carga, diámetro y longitudes de pilotes, para los fines de estimaciones muy preliminares, se puede suponer que podrían utilizarse pilotes de 65 a 80 cm de diámetro, con longitudes del orden de 12 a 15 m. No se descarta la alternativa de utilizar pilotes hincados de concreto o de tubo, en longitudes similares a las citadas.

## 7.- RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se dan a continuación tienen carácter preliminar, tanto por el estado actual del desarrollo del proyecto, como por lo sumario de la exploración realizada. Sobre la base de los comentarios del capítulo de Consideraciones Geotécnicas, se formulan las siguientes recomendaciones.

- 1.- Definir las cotas de aguas máximas y mínimas del río Tuy en el sitio del desarenador, por considerar que se trata de datos básicos necesarios para cualquier consideración de diseño.
- 2.- Soportar las excavaciones para la construcción del desarenador con muros colados, excavados con lodo de bentonita, soportados temporalmente por codales o por anclajes. Los muros colados deberán penetrar un mínimo de 4,50 m por debajo del nivel máximo de excavación o lo necesario para garantizar un gradiente hidráulico seguro para prevenir la formación de tubificaciones en el terreno. El uso de tablestacas de acero se considera inconveniente debido a las dificultades de hincas en el terreno del sitio y a los altos costos de los elementos de acero, pues todos son artículos de importación.

- 3.- Ejecutar las excavaciones con equipo de movimiento de tierra convencional. Achicar el agua dentro de la trinchera por bombeo desde el fondo de la excavación.
- 4.- Utilizar los muros colados como muros permanentes del desarenador. Colocar juntas estancas entre los paneles de los muros colados. Diseñar juntas especiales estancas entre la losa de fondo y los muros colados; dejar las provisiones de acero necesarias para la vinculación de estos elementos estructurales.
- 5.- Diseñar los muros colados para las condiciones temporal, durante la construcción; y permanente, una vez integrados a la estructura definitiva. Utilizar los diagramas de empuje de tierra que se dan en la figura de la página N° 10.
- 6.- Diseñar la losa de fondo para los diferentes casos de carga vertical y de subpresión. Considerar que la vinculación de la losa de fondo con los muros colados se puede asimilar a un apoyo rígido, mientras que el soporte de la losa contra el terreno puede considerarse como un apoyo elástico definido por un coeficiente de reacción o módulo de balasto neto de  $k_s = 1,70 \text{ Kg/cm}^3$ .
- 7.- Tomar en cuenta las subpresiones que puedan generarse bajo la losa de fondo debido a las diferencias entre los niveles de agua por fuera y por dentro del desarenador. La máxima subpresión se puede ocurrir cuando el desarenador se encuentre vacío y se presente el nivel aguas máximas del río Tuy.
- 8.- Controlar la subpresión por medio de fusibles de presión colocados en la losa de fondo. Otras alternativas para el control de la subpresión, analizadas preliminarmente, resultan más complicadas y costosas que los fusibles de presión.

INFORME N° 9657-3

Estudio Geotécnico para Mejoramiento Ambiental  
del Río Tuy en San Francisco de Yare.


PARA: JICA

18 de febrero de 1997.

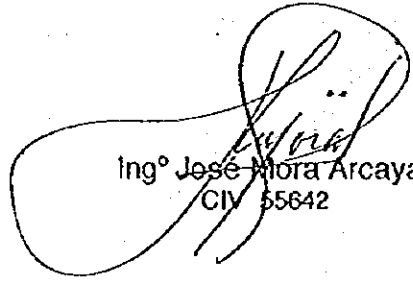
Pág. 15 de 15.

- 9.- Revisar los criterios y recomendaciones expuestos bajo el marco de los datos del proyecto definitivo del desarenador de Yare.
- 10.- Completar la exploración del sitio con perforaciones adicionales, ubicadas de acuerdo a los requisitos del proyecto final de la estructura del desarenador.
- 11.- Ejecutar un estudio de suelos en el sitio del puente de tuberías, de donde no se cuenta con dato geotécnico alguno.

Atentamente,  
INGEOSOLUM C. A.

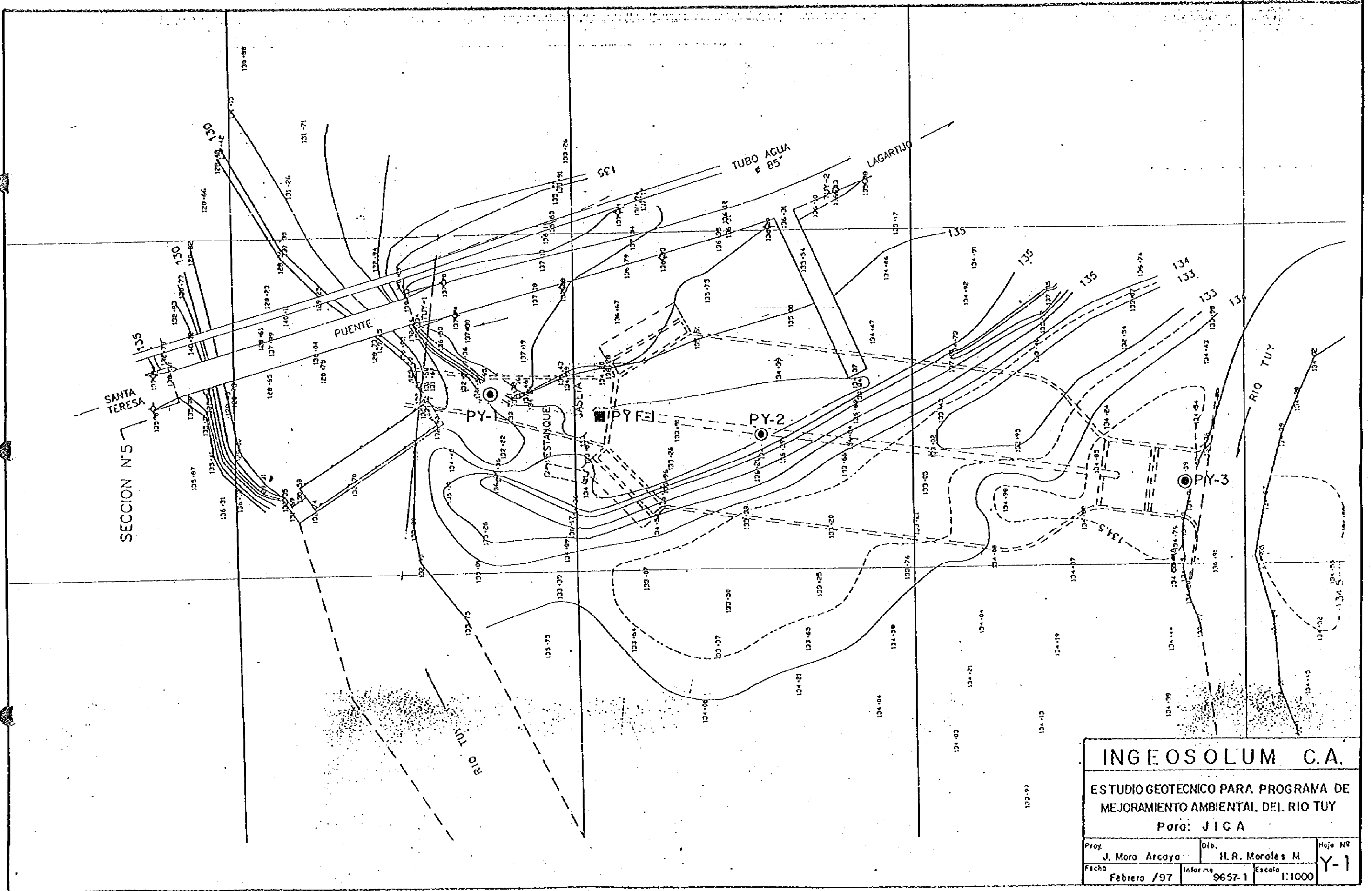


Ing° Pedro Carrillo Pimentel  
CIV 6543

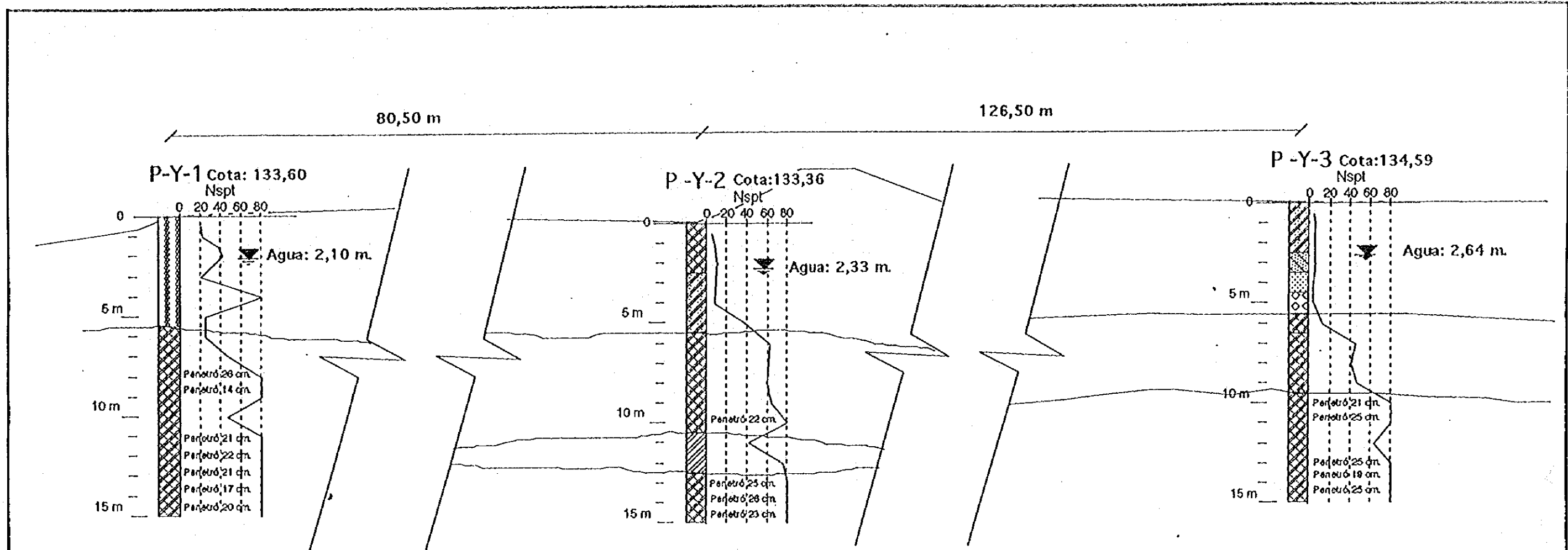


Ing° José Mora Arcaya  
CIV 55642

Anexos: Dieciseis (16) figuras, numeradas Y-1 a la Y-16.  
Reporte fotográfico



<b>INGEOSOLUM C.A.</b>			
ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROGRAMA DE MEJORAMIENTO AMBIENTAL DEL RIO TUY			
Para: JICA			
Proy.	J. Mora Arcaya	Dib.	H. R. Morales M
Fecha	Febrero /97	Informe	9657-1
		Escala	1:1000
			Hoja N° <b>Y-1</b>



**LEYENDA:**

- Relleno
- Arena limpia (SW,SP)
- Arena limosa (SM)
- Grava arenosa (GW,GP)
- Arcilla limosa (CL)
- Arcilla arenosa (CL)
- Arcilla (CH)
- Nivel Freático

P-Y-1 Perforación N° 1 Yare

**DESARENADOR EN TOMA DE AGUA, SAN FRANCISCO DE YARE  
PERFILES GEOTÉCNICOS**

Coordenadas:  
 P-Y-1, N 1.130.224; E 750.153  
 P-Y-2, N 1.130.144; E 750.140  
 P-Y-3, N 1.130.018; E 750.124

<b>INGEOSOLUM, C.A.</b>		
ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROGRAMA DE MEJORAMIENTO AMBIENTAL CUENCA DEL RÍO TUY		
PARA: JICA, Japan International Cooperation Agency		
Proy: J. MORA A.	Fecha: Enero 1997	Informe: 9657
Dib: H. KHABBAZ N.	Escala: Indicadas	Figura N° Y-2





MUESTRA	PERFORACION.- P-Y-1	SÍMBOLOS	PROF. (mts)	PRUEBA DE PENETRACION S.P.T. (Valores de "N")	PESO (Kgr)	LIMITES PLASTICIDAD (L.P. y L.L.)	% GRAVA	% ARENA	% < 7500
S-1	COTA: 133.00 Relleno: Grava arcilloso con abundantes peñones, medianamente densa, áspera, calcárea, presencia de escorbos en S-1. Marrón amarillento y gris. (GM) Arcilla limosa, dura, de mediana plasticidad, calcárea, homogénea. Marrón amarillento. (CL) Arcilla limosa dura y muy dura, de mediana plasticidad, calcárea, homogénea. Marrón amarillento y gris. (CL)		1	21	1,950	PL: 21, LP: 20, PE: 2,70	0	0	0
S-2			22	1,960	PL: 22, LP: 20, PE: 2,73	0	0	0	
S-3			23	1,807	PL: 23, LP: 20, PE: 2,68	0	0	0	
S-4			24	1,786	PL: 24, LP: 20, PE: 2,72	0	0	0	
S-5			25	1,950	PL: 25, LP: 20, PE: 2,78	0	0	0	
S-6			26	1,960	PL: 26, LP: 20, PE: 2,85	0	0	0	
S-7			27	1,807	PL: 27, LP: 20, PE: 2,78	0	0	0	
S-8			28	1,807	PL: 28, LP: 20, PE: 2,74	0	0	0	
S-9			29	1,786	PL: 29, LP: 20, PE: 2,78	0	0	0	
S-10			30	1,786	PL: 30, LP: 20, PE: 2,78	0	0	0	
S-11			31	1,807	PL: 31, LP: 20, PE: 2,77	0	0	0	
S-12			32	1,807	PL: 32, LP: 20, PE: 2,77	0	0	0	
S-13			33	1,807	PL: 33, LP: 20, PE: 2,79	0	0	0	
S-14			34	1,807	PL: 34, LP: 20, PE: 2,73	0	0	0	
S-15			35	1,807	PL: 35, LP: 20, PE: 2,88	0	0	0	
S-16			36	1,807	PL: 36, LP: 20, PE: 2,88	0	0	0	
S-17			37	1,807	PL: 37, LP: 20, PE: 2,88	0	0	0	

**INGEOSOLUM C.A.**  
 SETUDIO GEOTECNICO PARA PROGRAMA DE MEJORAMIENTO AMBIENTAL DEL RIO TUY

PROYECTO: J. Mora Arceaya      EXPLOH.: INGEOSOLUM C.A.      INF-ORHME N° 9637  
 DIBUJO: H. Morales M.      FECHA: Mon, Jan 13, 1997      HOJA N° 3

OBSERVACIONES: Se instaló tubona perforada hasta 15,00 m.

ABREVIATURAS: S-1 = Muestra SPT  
 R-1 = Muestra a rotación

\* Valores del penetómetro.

MUESTRA	PERFORACION.- P-Y-2	SIMBOLOS	PROF. MET.	PRUEBA DE PENETRACION S.P.T. Valores de "N"	RESISTENCIA Kg/cm <sup>2</sup>	LIMITES PLASTICIDAD		% GRAVA	% ARENA	% < 750 GRANULOMETRIA
						L.P. PLASTICO	L.L. LIQUIDO			
S-1	COTA: 133.26 Arcilla limosa medianamente consistente, de mediana plasticidad, micacea, calcarea, en S-3 y S-4. Marrón oscuro (CL)	[Hatched]	1	4	1,300	20	70	1,22		
S-2			7	1,240	20	70	0,65			
S-3			8	1,240	20	70	0,65			
S-4			9	1,240	20	70	0,65			
S-5	Arcilla muy arenosa fina, con grava, de baja plasticidad, poco consistente en S-5 y S-6, micacea, mal olor en S-5. Negro (CL-SC)	[Hatched]	3	4		20	70			
S-6			6		20	70				
S-7	Arcilla Limo-arenosa, dura de mediana plasticidad, veas de oxidación, algo cementada, calcarea en S-12. Marrón rojizo y amarillizo (CL-SO)	[Hatched]	5	30		20	70			
S-8			62	1,075	20	70	3,05			
S-9			60	1,070	20	70	3,75			
S-10			30		20	70				
S-11	Arcilla dura, de alta plasticidad, bolsitas de arena fina, calcarea. Marrón rojizo y gris verdoso (CH)	[Hatched]	9	63	1,071	20	70			
S-12			Penetró 22 cms.		20	70	2,5			
S-13	Arcilla limosa, muy dura, de mediana plasticidad, calcarea. Marrón amarillento (CL)	[Hatched]	11	40		20	70			
S-14			70		20	70	4,5			
S-15	Arcilla limosa, muy dura, de mediana plasticidad, calcarea. Marrón amarillento (CL)	[Hatched]	13	25	1,000	20	70			
S-16			26	1,041	20	70	7,74			
S-17			28		20	70	4,5			

OBSERVACIONES: Se instaló tuberia perforada hasta 15,00 m.

ABREVIATURAS: S-1 = Muestra SPT  
R-1 = Muestra a rotación

\* Valores del penetrómetro.

**INGEOSOLUM C.A.**

ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROGRAMA DE MEJORAMIENTO AMBIENTAL DEL RIO TUY

PROYECTO: J. Mora Arceval  
DIBUJO: H. Morales M.

INGEOSOLUM C.A.  
INFORME N° 0657  
HOJA N° 4

**P-Y-2**

MUESTRA	PERFORACION- P-Y-3	COTA: 134.59	SIMBOLOS	PROF mts	PRUEBA DE PENETRACION S.P.T. Valores de "N"		LIMITES L.P. y L.LIQUIDO		% GRAVA y % ARENA GRANULOMETRIA	
					0	100	0	100	0	100
S-1	Arcilla muy arenosa fina, blanda, suave, calcarea, presencia de raicillas en S-1. Marrón oscuro (CL)	1.332	[Hatched pattern]	1	3	22	21	0	0	
S-2		1.332		2	4	21	21	0	0	
S-3		1.332		3	4	21	21	0	0	
S-4		1.332		4	5	21	21	0	0	
S-5	Arena fina algo limosa, suelta, áspera, micéica, mal olor. Negro (SP)	2.061	[Dotted pattern]	5	4	21	21	0	0	
S-6	Arena fina a gruesa limpia, suelta, áspera, calcarea. Marrón y negro (SP)	2.061		6	4	21	21	0	0	
S-7	Grava gruesa y fina, suelta, áspera. Marrón y gris (GP)	2.061	[Cross-hatched pattern]	7	4	21	21	0	0	
S-8	Arcilla limosa, tierna, de baja plasticidad. Marrón amarillento (CL)	2.061		8	4	21	21	0	0	
S-9	Arcilla limosa algo arenosa fina, dura, de alta plasticidad, con abundantes trozos duros tamaño grava en S-9. Marrón amarillento. (CH)	1.700	[Cross-hatched pattern]	9	45	52	52	10	0	
S-10		1.700		10	Penetró 21 cms.	52	52	10	0	
S-11		1.817	[Cross-hatched pattern]	11	25	22	22	13	94	
S-12	Arcilla limosa dura de mediana plasticidad, calcarea, homogénea. Marrón rojizo y marrón amarillento (CL)	1.817		12	25	22	22	13	94	
S-13		1.702	[Cross-hatched pattern]	13	25	23	23	15	95	
S-14		1.702		14	19	23	23	15	95	
S-15		1.750	[Cross-hatched pattern]	15	25	23	23	15	95	
S-16		1.750		16	25	23	23	15	95	
S-17		1.750		17	25	23	23	15	95	

**INGEOSOLUM C.A.**

ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROGRAMA DE MEJORAMIENTO AMBIENTAL DEL RIO TUY

PROYECTO: J. Mora Arcaaya. EXPLOR. INGENIOSOLUM C.A. INFORME N° 9057

DIBUJO: H. Morales M. FECHA: Mar, 20 del 1993 HOJA N° 5

ABREVIATURAS: S-1 = Muestra SPT  
R-1 = Muestra a rotación

\* Valores del penetrometro.

OBSERVACIONES: Se instaló tubería perforada hasta 15,00 m.

**RESULTADOS DE EXPLORACIÓN  
SAN FRANCISCO DE YARE  
PARA: JICA - ECODIPLA**

**CALICATA Nº P-Y-F1**

Prof. Metros	Muestra Nº	Descripción	ENSAYOS							
			Humed. %	Grava	Granulometría Arena			Plasticidad LL	IP	
					Gruesa	Media	Fina			
1,00	M-1	Relleno: Grava arcillosa algo arenosa. Marrón oscuro y Gris GC  Densidad in situ = 1.597 Kg/m3	22,05	57	3	4	9	27	34	15
	M-2	Relleno: Grava arcillosa algo arenosa. Marrón oscuro y Gris GC  Densidad in situ = 1.695 Kg/m3	13,75	50	4	6	7	33	37	18
2,00	M-3	Relleno: Arcilla gravo arenosa de mediana plasticidad. Marrón y Verde CL	-	23	5	6	10	56	35	16

**INGEOSOLUM, C.A.  
INFORME Nº 9657  
FIGURA Nº Y-6**

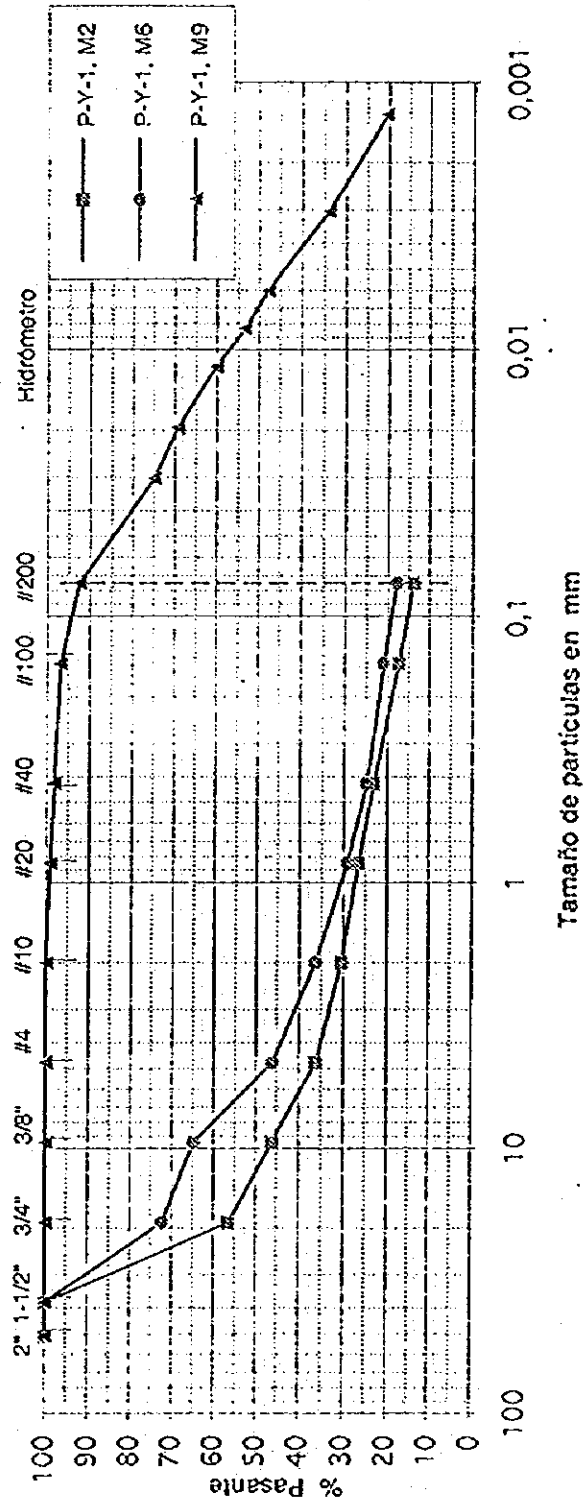
INGEOSOLUM C. A.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

9657 Estudio Geotécnico para Programa de Mejoramiento Ambiental del Río Tuy

Tamices

Tamices						Hidrómetro										
2"	1-1/2"	3/4"	3/8"	#4	#10	#20	#40	#100	#200	milímetros						
50.80	38.10	19.10	9.50	4.75	2.00	0.850	0.425	0.150	0.075	0.0320	0.0200	0.0110	0.0082	0.0060	0.0030	0.0012



Muestra Profundidad

P-Y-1, M2 0.45 a 0.90  
 P-Y-1, M6 3.55 a 3.80  
 P-Y-1, M9 6.55 a 7.55

Naturaleza de la Muestra

Grava	Arena		Fino		%C
	Gruesa	Media	Gruesa	Fina	
64 %	6 %	7 %	9 %	14 %	-
54 %	10 %	12 %	7 %	17 %	-
0 %	0 %	2 %	6 %	92 %	26 %

Límites de Consistencia

LL	LP	IP	PE	Humed w %
35	24	11	2.68	14.2
31	21	10	2.72	23.9
44	22	22	2.85	15.0

PE : Peso Especifico

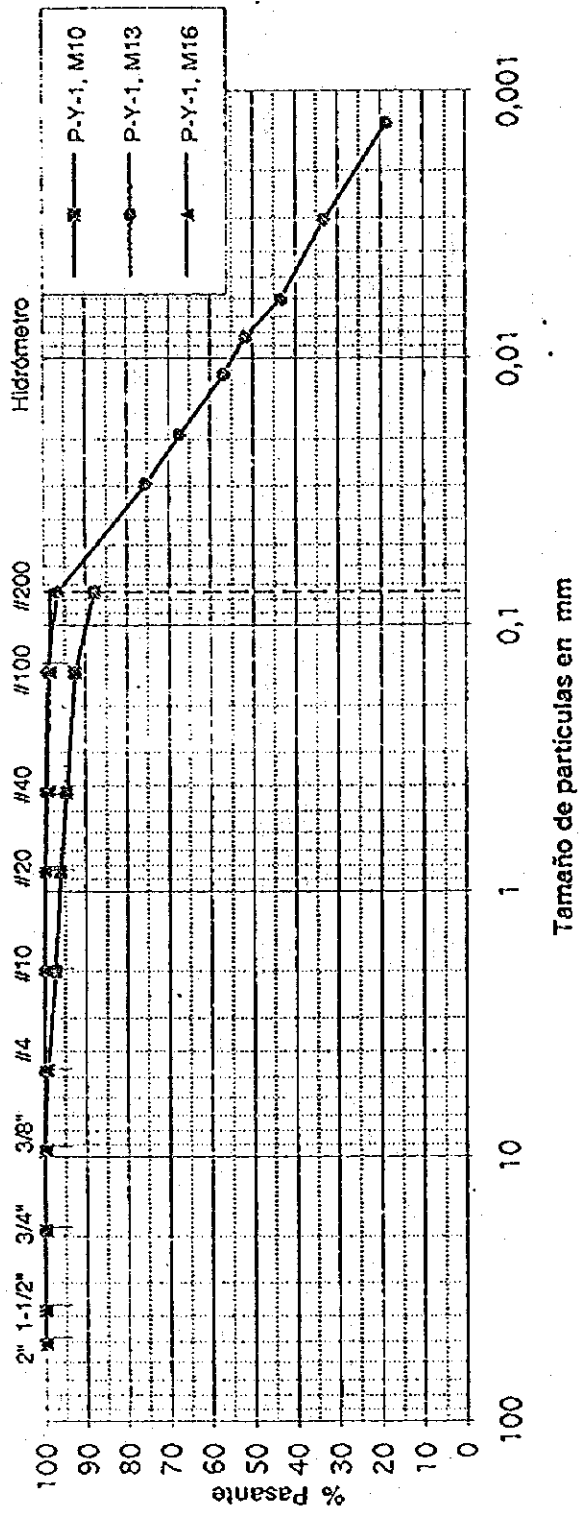
Figura N° X-7

INGEOSOLUM C. A.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

9657 Estudio Geotécnico para Programa de Mejoramiento Ambiental del Rio Tuy

Tamices					Hidrómetro											
2"	1-1/2"	3/4"	3/8"	#4	#10	#20	#40	#100	#200	0.0320	0.0200	0.0110	0.0082	0.0060	0.0030	0.0012
50.30	38.10	19.10	9.50	4.75	2.00	0.850	0.425	0.150	0.075							



Muestra	Profundidad	Naturaleza de la Muestra				Límites de Consistencia				Humed	
		Grava	Arena		Fino	LL	LP	IP	PE	W %	
P-Y-1, M10	7,55 a 7,96	1 %	Gruesa 2 % Media 3 %	7 %	87 %	44	24	21	2,74	14,4	
P-Y-1, M13	10,55 a 10,91	0 %	0 %	1 %	3 %	38	22	16	2,75	17,4	
P-Y-1, M16	13,55 a 13,87	0 %	0 %	1 %	98 %	47	31	15	2,73	20,3	

PE : Peso Especifico

Figura N° Y-8

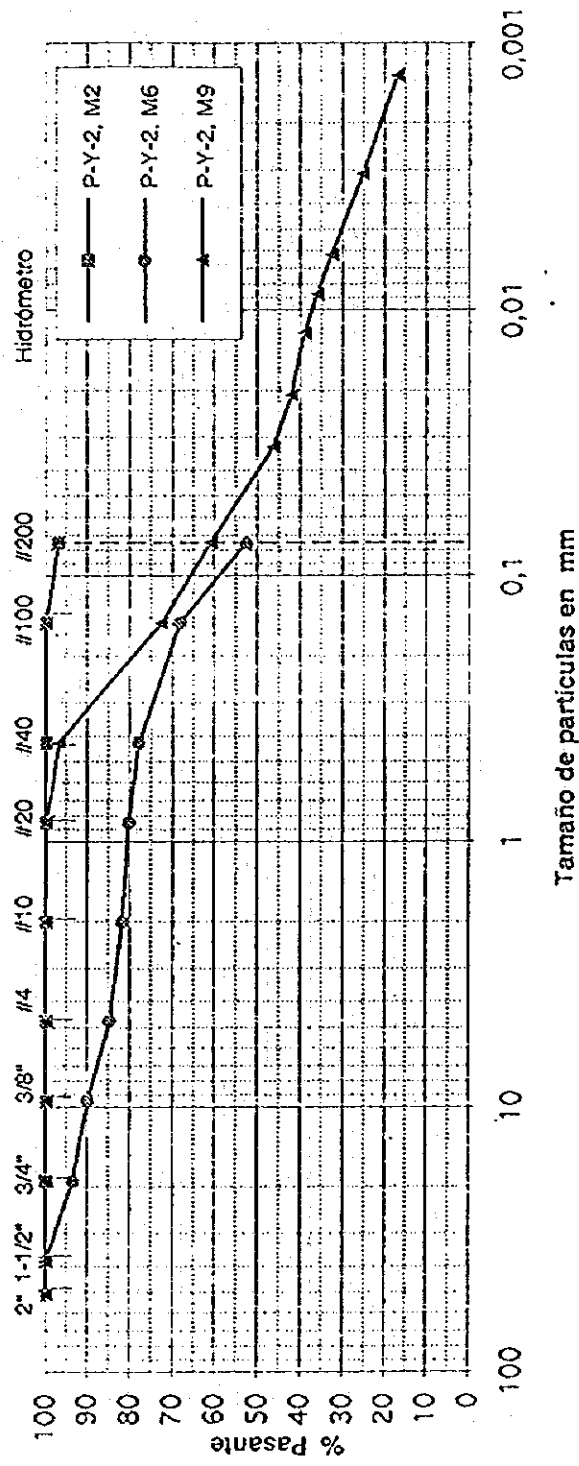
INGEOSOLUM C. A.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

9657 Estudio Geotécnico para Programa de Mejoramiento Ambiental del Río Tuyo

Tamices

Tamices					Hidrómetro											
2"	1-1/2"	3/4"	3/8"	#4	#10	#20	#40	#100	#200	0.0320	0.0200	0.0110	0.0082	0.0060	0.0030	0.0012
50.80	38.10	19.10	9.50	4.75	2.00	0.850	0.425	0.150	0.075							



Muestra	Profundidad	Naturaleza de la Muestra			Límites de Consistencia			Humed w %			
		Grava	Arena Media	Fino %C	LL	LP	IP		PE		
P-Y-2, M2	0,50 a 1,00	0%	0%	3%	97%	-	46	24	23	-	35.5
P-Y-2, M6	3,70 a 4,00	15%	3%	4%	25%	53%	30	20	9	-	25.1
P-Y-2, M9	6,70 a 7,00	0%	0%	3%	36%	61%	32	19	14	2.84	17.0

PE : Peso Especifico

Figura N° Y-9



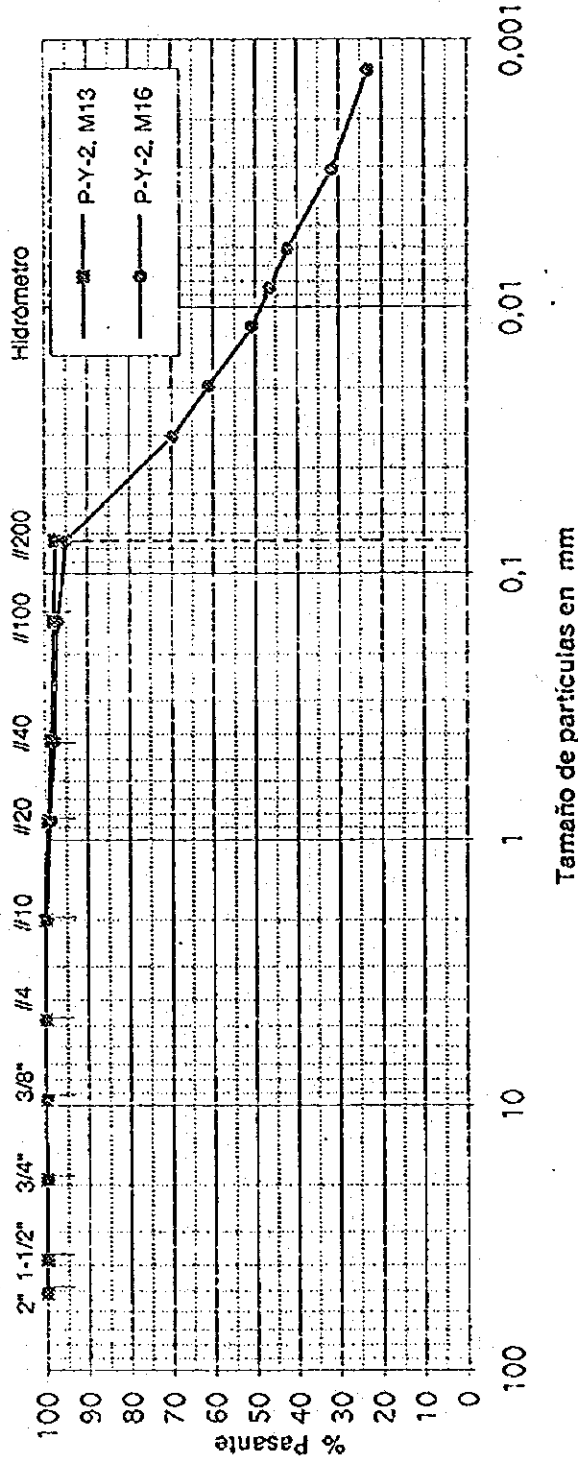
INGEOSOLUM C. A.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

9657 Estudio Geotécnico para Programa de Mejoramiento Ambiental del Rio Tuy

Tamices

2"	1-1/2"	3/4"	3/8"	#4	#10	#20	#40	#100	#200	Hidrómetro				milímetros		
50.80	38.10	19.10	9.50	4.75	2.00	0.850	0.425	0.150	0.075	0.0320	0.0200	0.0110	0.0082	0.0060	0.0030	0.0012



Muestra	Profundidad	Naturaleza de la Muestra				Límites de Consistencia				Humed
		Grava	Arena	Fino	%C	LL	LP	IP	PE	w %
P-Y-2, M13	10,70 a 11,00	0%	0%	1%	98%	56	26	30	-	22.4
P-Y-2, M16	13,70 a 13,96	0%	0%	2%	95%	42	20	23	2.82	15.0

PE : Peso Especifico

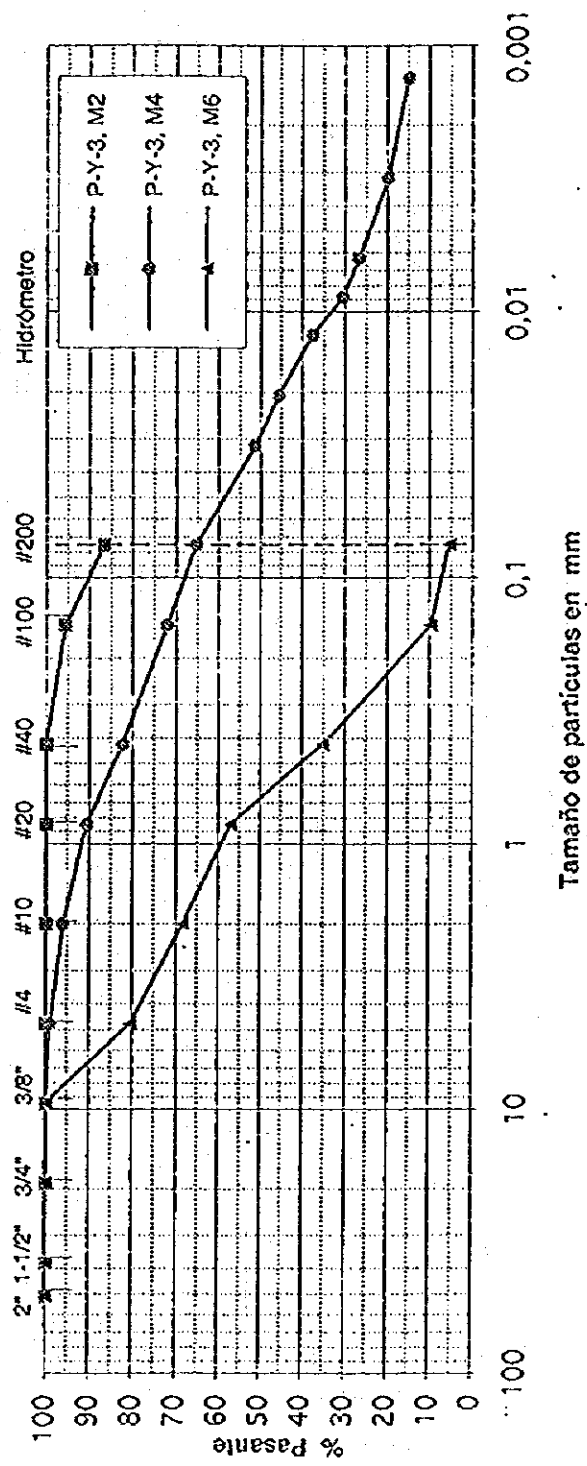
Figura N°Y-10

INGEOSOLUM C. A.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

9657 Estudio Geotécnico para Programa de Mejoramiento Ambiental del Río Tuy

Tamices										Hidrómetro						
2"	1-1/2"	3/4"	3/8"	#4	#10	#20	#40	#100	#200	0.0920	0.0200	0.0110	0.0082	0.0060	0.0030	0.0012
50.80	38.10	19.10	9.50	4.75	2.00	0.850	0.425	0.150	0.075							



Muestra	Profundidad	Naturaleza de la Muestra				Límites de Consistencia				Humed	
		Grava	Arena Gruesa	Arena Media	Fina	LL	LP	IP	PE	PE	w %
P-Y-3, M2	0,50 a 1,00	0%	0%	13%	87%	38	22	16	-	-	28,5
P-Y-3, M4	1,50 a 2,00	1%	3%	14%	17%	35	21	14	-	-	30,4
P-Y-3, M6	3,70 a 4,00	20%	12%	33%	30%	NP	NP	NP	NP	2,77	17,7

PE : Peso Especifico

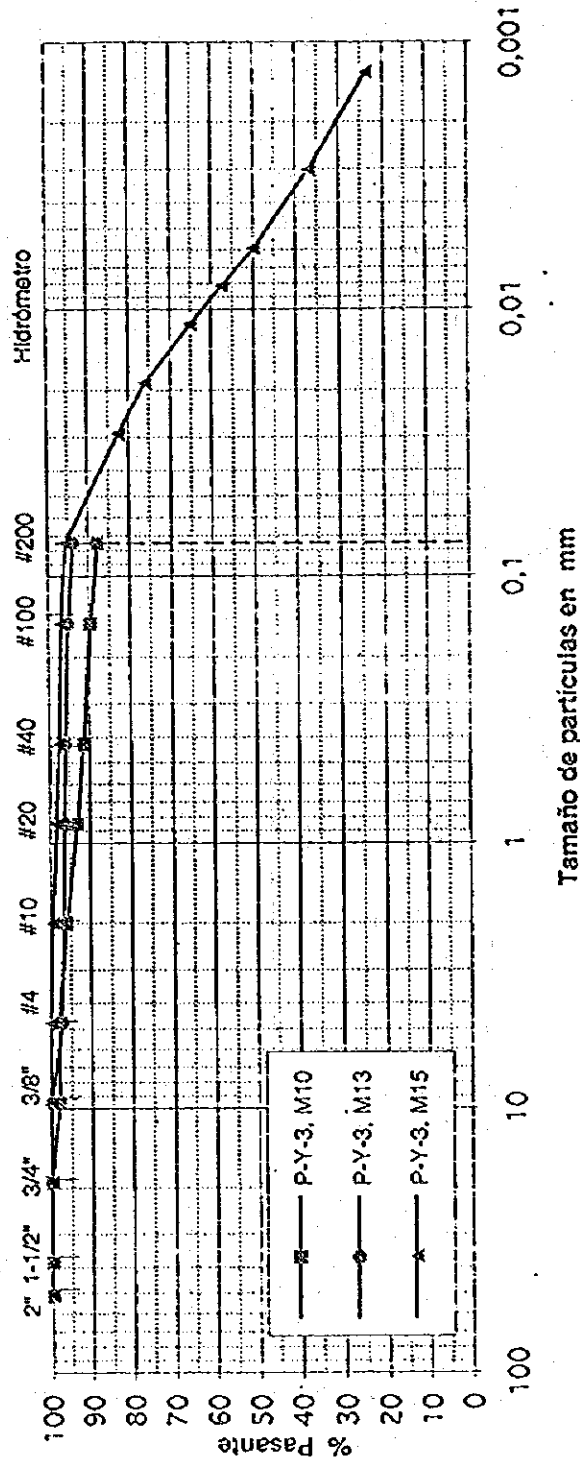
Figura N° Y-11

INGEOSOLUM C. A.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

9657 Estudio Geotécnico para Programa de Mejoramiento Ambiental del Río Tuy

Tamices						Hidrómetro										
2"	1-1/2"	3/4"	3/8"	#4	#10	#20	#40	#100	#200	milímetros						
50.80	38.10	19.10	9.50	4.75	2.00	0.850	0.425	0.150	0.075	0.0320	0.0200	0.0110	0.0092	0.0060	0.0030	0.0012



Muestra	Profundidad	Naturaleza de la Muestra				Límites de Consistencia				Humedad w %		
		Grava	Arena		Fino	LL	LP	IP	PE			
P-Y-3, M10	7,70 a 8,00	2%	2%	5%	4%	87%	-	52	25	26	-	23.1
P-Y-3, M13	10,70 a 10,95	3%	0%	1%	2%	94%	-	44	22	21	-	19.2
P-Y-3, M15	12,70 a 12,95	0%	1%	2%	2%	95%	29%	44	23	21	-	19.5

PE : Peso Específico

Figura Nº Y-12

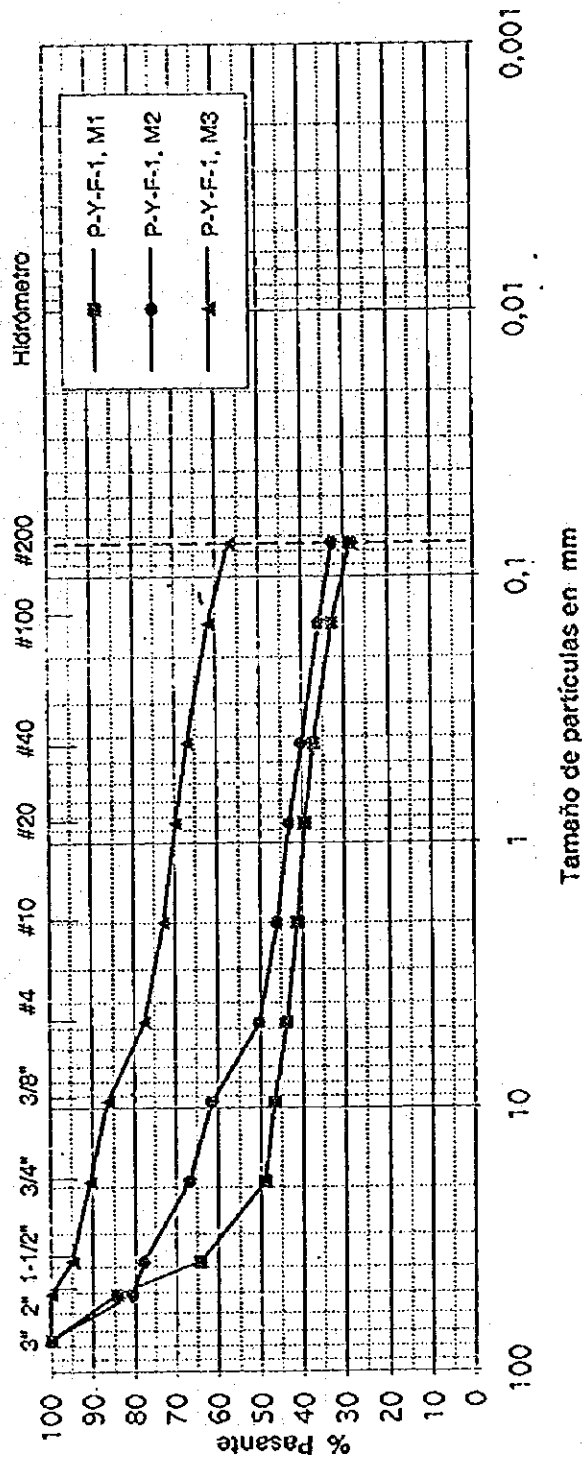
INGEOSOLUM C. A.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

9657 Estudio Geotécnico para Programa de Mejoramiento Ambiental del Río Tuy

Tamices

2"	1-1/2"	3/4"	3/8"	#4	#10	#20	#40	#100	#200	Hidrómetro						
										0.0320	0.0200	0.0110	0.0082	0.0060	0.0030	0.0012
50.80	38.10	19.10	9.50	4.75	2.00	0.850	0.425	0.150	0.075							



Muestra	Profundidad	Naturaleza de la Muestra			Límites de Consistencia				Humed w %
		Grava	Arena	Fino	LL	LP	IP	PE	
P-Y-F-1, M1	0,00 a 1,00	56%	4%	40%	34	19	15	2,73	22,1
P-Y-F-1, M2	1,00 a 1,80	50%	6%	44%	37	19	18	2,74	13,8
P-Y-F-1, M3	1,80 a 2,32	23%	6%	71%	35	19	16	2,71	-

PE : Peso Especifico

Figura N° X-13

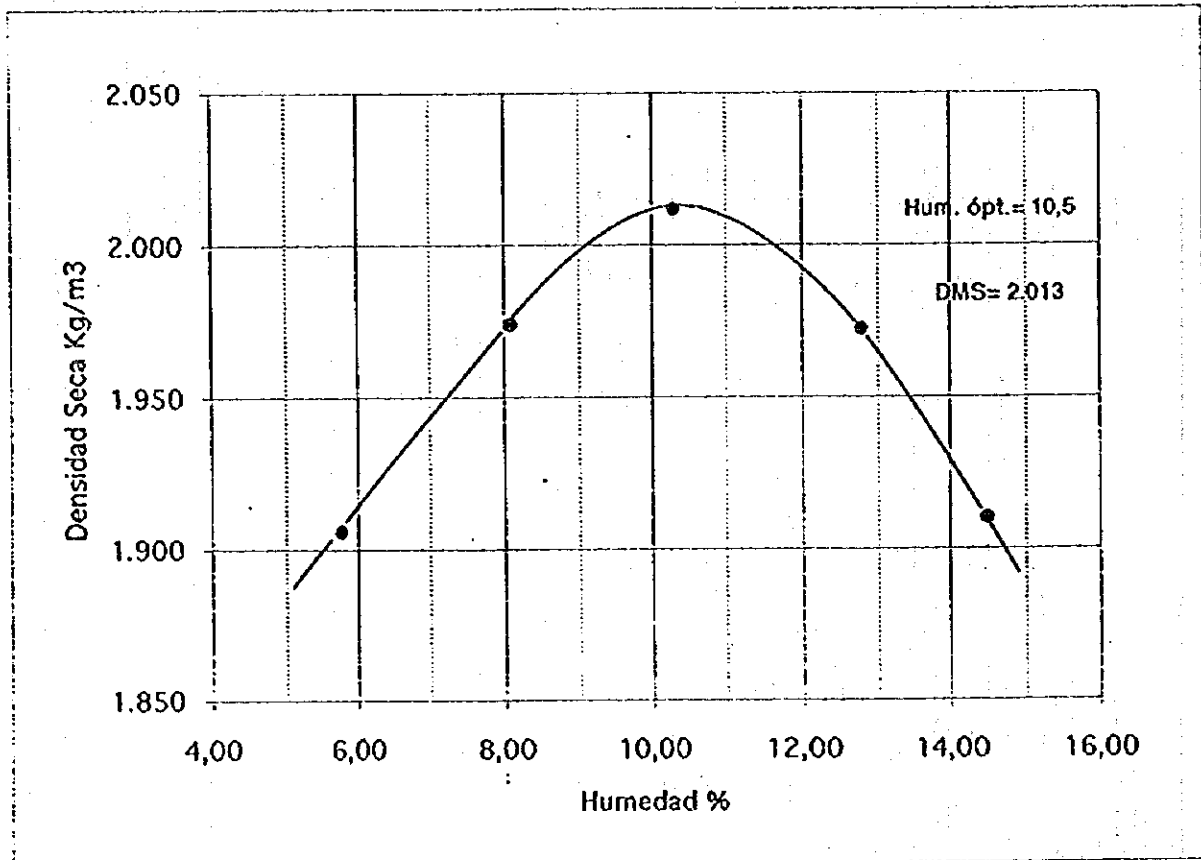
PROYECTO: 9657 Estudio Geotécnico para Programa de Mejoramiento Ambiental del Río Tuy

MARTILLO:	MOLDE	6"
Peso: 4,5kg	Diámetro cm	15,240
Calda: 45,7cm	Altura cm:	11,612
	Volumen cc:	2118
	Peso gr.	5,260

MUESTRA: P-Y-F-1, M1

Fecha: 13/2/97

Punto N°	2%		4%		6%		8%		10%	
Peso muestra+ molde	9.530		9.780		9.960		9.972		9.892	
Peso muestra	4.270		4.520		4.700		4.712		4.632	
Densidad humeda	2.016		2.134		2.219		2.225		2.187	
Tara N°	B-1	B-4	B-3	B-5	C-1	C-4	E-2	E-26	C-22	C-5
Peso total humedo	124,92	134,62	140,18	127,73	131,46	130,03	135,86	139,58	139,95	143,87
Peso total seco	119,78	129,26	132,73	119,97	122,75	121,04	124,29	128,66	126,53	130,57
Peso tara	33,36	33,91	32,48	31,28	39,60	32,42	35,81	41,26	36,42	36,19
% Humedad	5,9%	5,6%	7,4%	8,7%	10,5%	10,1%	13,1%	12,5%	14,9%	14,1%
Humedad promedio		5,8		8,1		10,3		12,8		14,5
Densidad seca		1.906		1.974		2.011		1.972		1.910



INFORME N° 9657  
FIGURA N° Y-14

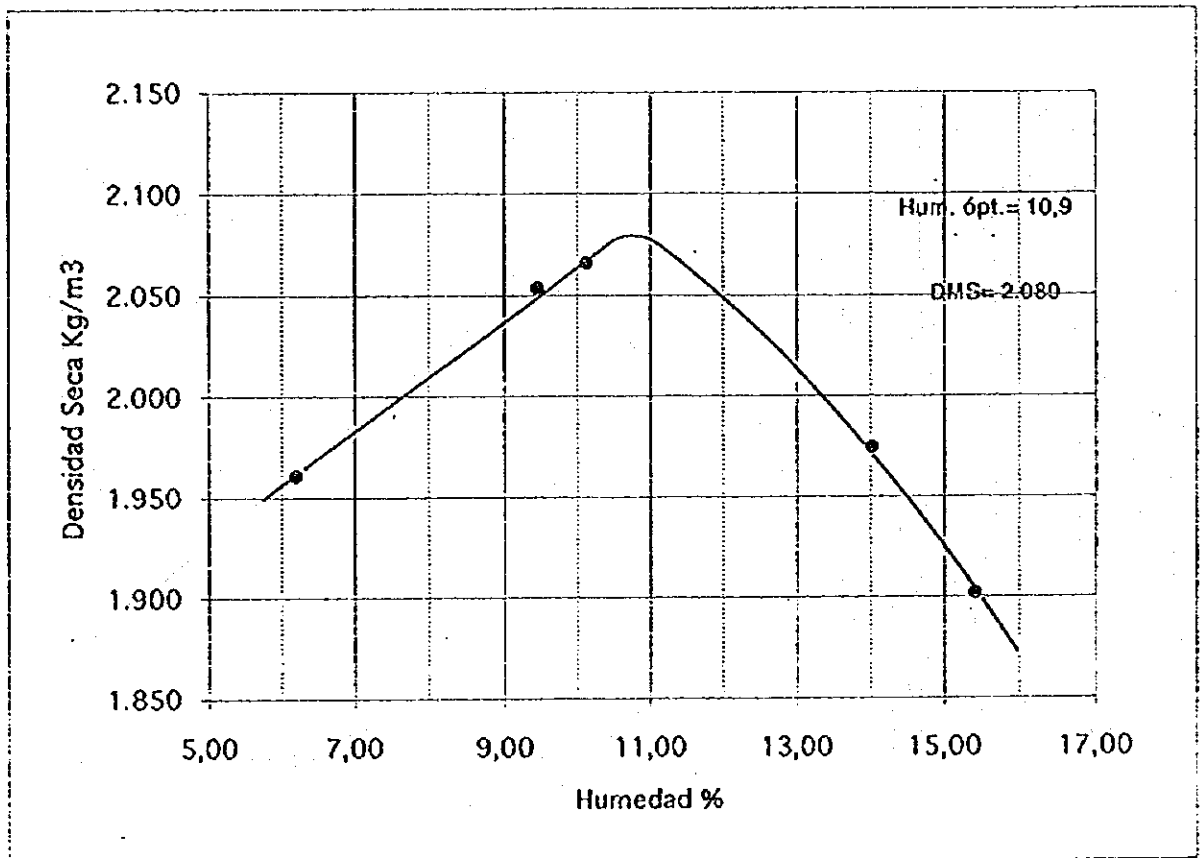
PROYECTO: 9657 Estudio Geotécnico para Programa  
de Mejoramiento Ambiental del Río Tuy

MARTILLO:	MOLDE	6"
Peso: 4,5kg	Diámetro cm	15.240
Calda: 45.7cm	Altura cm:	11.612
	Volumen cc:	2118
	Peso gr:	5.260

MUESTRA: P-Y-F-1, M2

Fecha: 13/2/97

Punto N°	0%	2%	4%	6%	8%
Peso muestra+ molde	9.670	10.020	10.080	10.030	9.910
Peso muestra	4.410	4.760	4.820	4.770	4.650
Densidad húmeda	2.082	2.247	2.276	2.252	2.195
Tara N°	C-32	C-3	B-7	B-35	B-16
Peso total húmedo	127,31	132,71	135,39	122,62	133,51
Peso total seco	122,11	124,09	126,19	111,48	119,28
Peso tara	38,36	32,86	35,38	32,10	27,03
% Humedad	6,2%	9,4%	10,1%	14,0%	15,4%
Humedad promedio	6,2	9,4	10,1	14,0	15,4
Densidad seca	1.960	2.053	2.066	1.975	1.902



INFORME N° 9657  
FIGURA N° Y-15

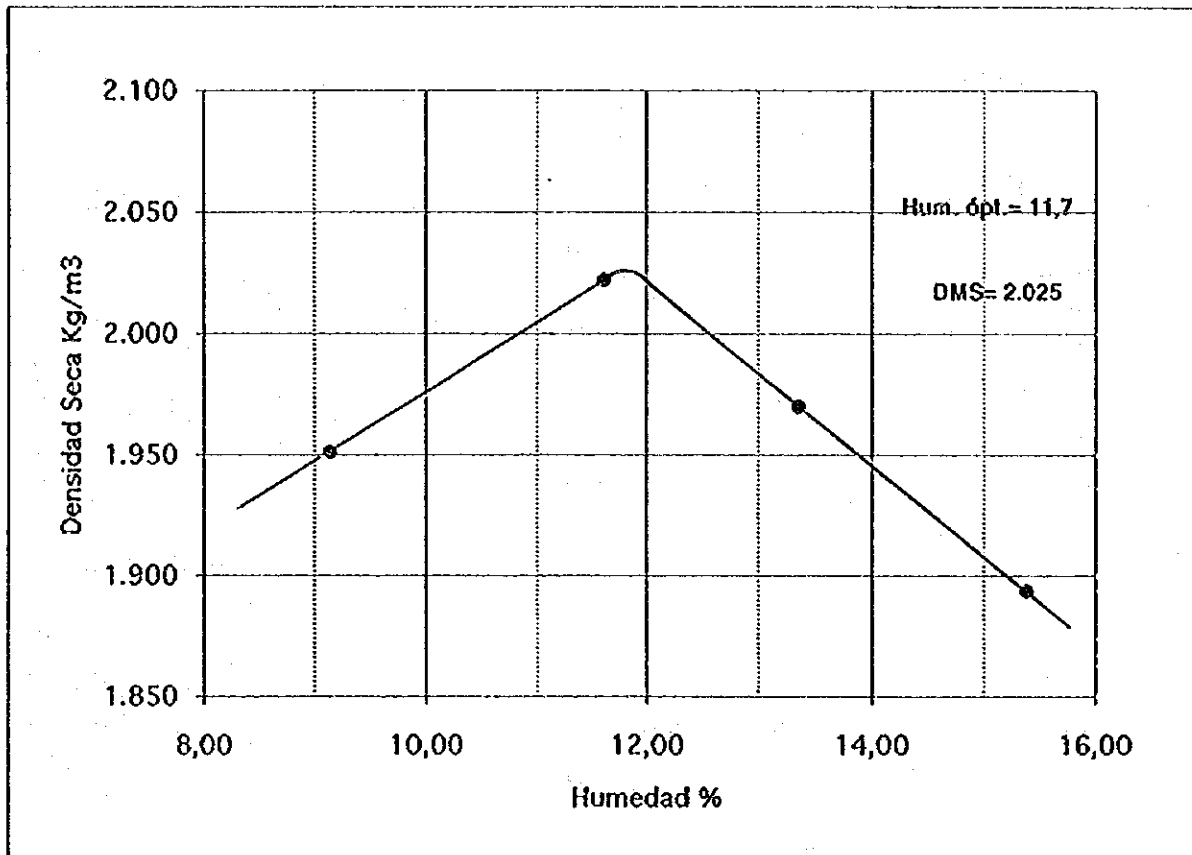
PROYECTO: 9657 Estudio Geotécnico para Programa de Mejoramiento Ambiental del Río Tuy

MARTILLO:	MOLDE	6"
Peso: 4,5kg	Diámetro cm	15.240
Calda: 45,7cm	Altura cm:	11.612
	Volumén cc:	2118
	Peso gr.	5.260

MUESTRA: P-Y-F-1, M3

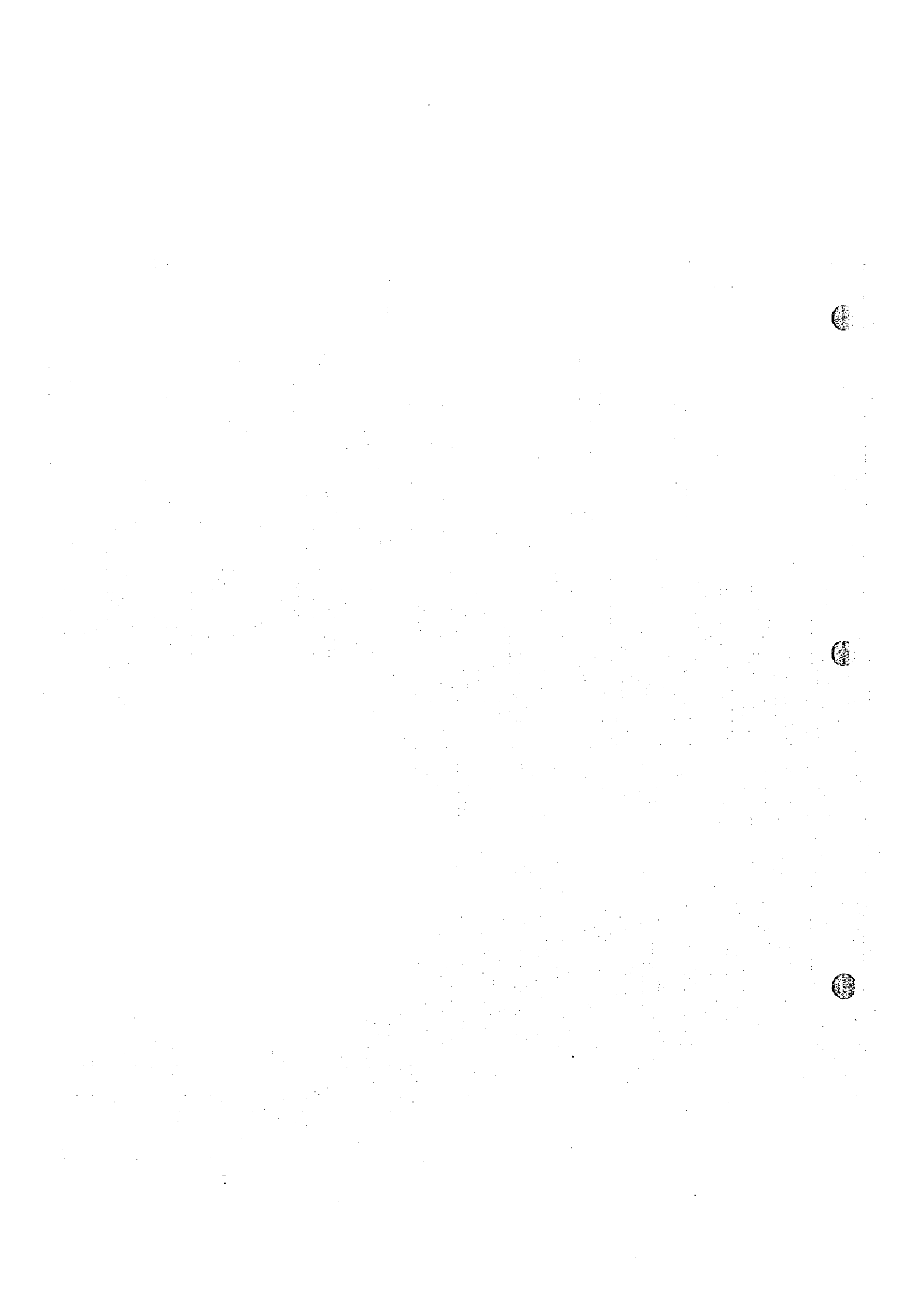
Fecha: 13/2/97

Punto N°	2%		4%		6%		8%	
Peso muestra+ molde	9.770		10.040		9.990		9.888	
Peso muestra	4.510		4.780		4.730		4.628	
Densidad humeda	2.129		2.257		2.233		2.185	
Tara N°	E-13	E-14	C-41	C-42	C-2	C-8	C-15	C-35
Peso total humedo	150,20	143,86	155,97	122,98	131,05	149,05	130,11	136,98
Peso total seco	140,98	135,08	143,55	113,52	119,63	135,46	117,20	123,72
Peso tara	37,55	41,34	33,92	33,96	31,97	36,03	33,74	37,12
% Humedad	8,9%	9,4%	11,3%	11,9%	13,0%	13,7%	15,5%	15,3%
Humedad promedio		9,1		11,6		13,3		15,4
Densidad seca		1.951		2.022		1.970		1.893



# REPORTE FOTOGRAFICO





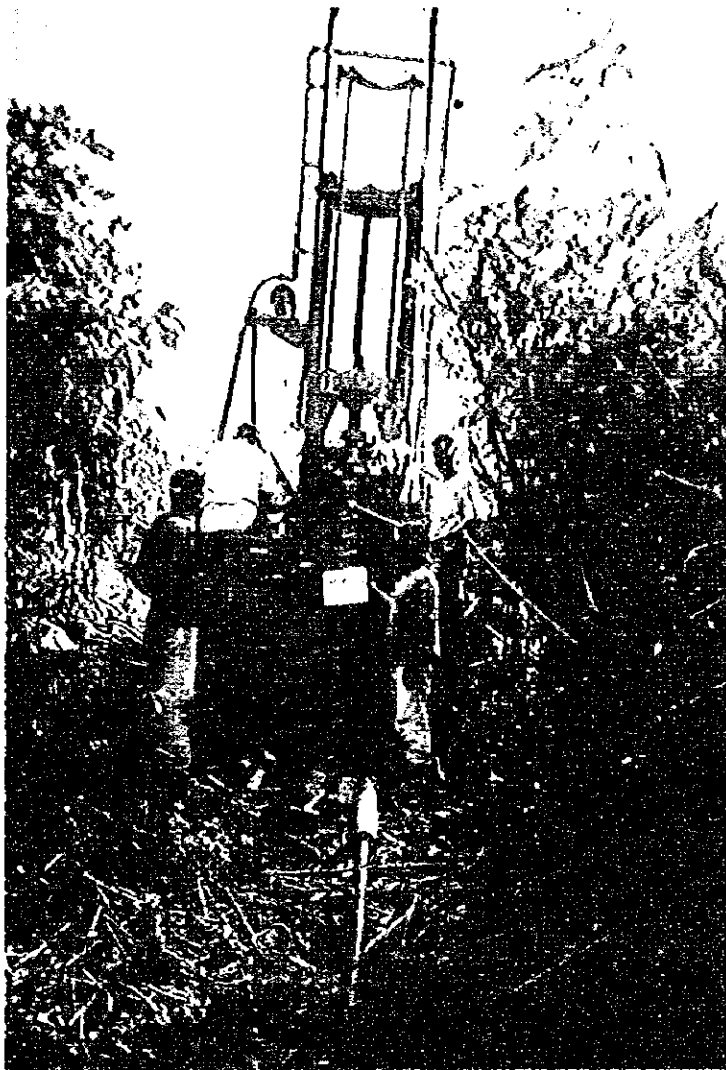


Foto N° Y-1:  
Sitio perforación P-Y-1

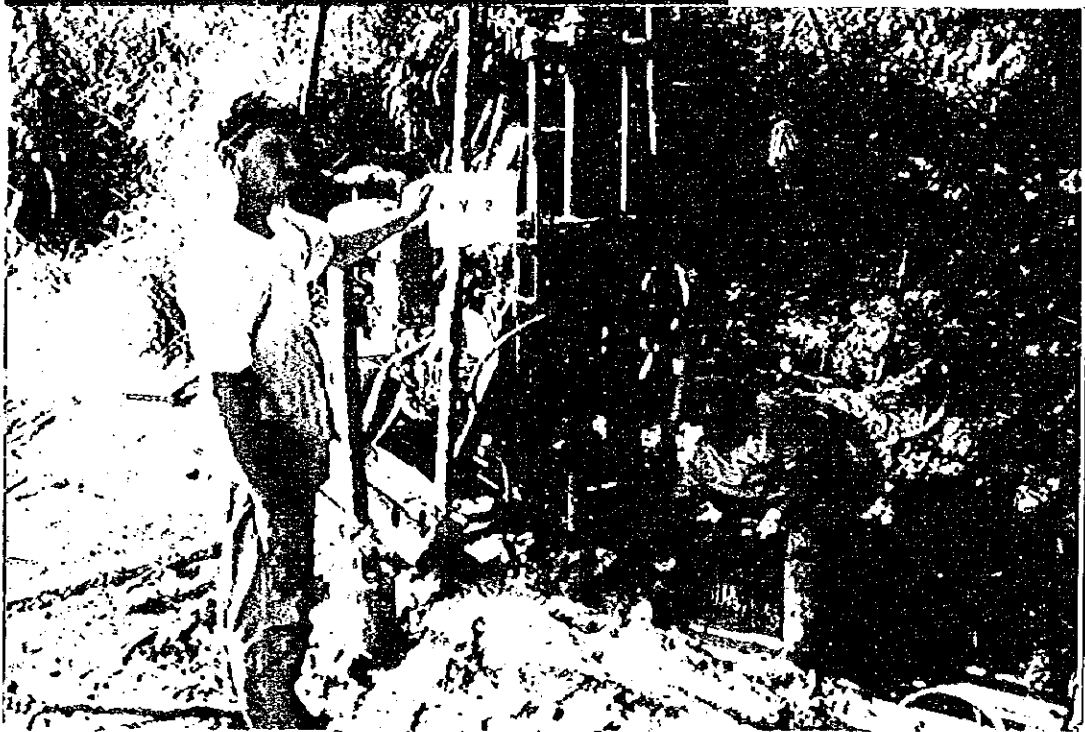


Foto N° Y-2: Sitio Perforación P-Y-2

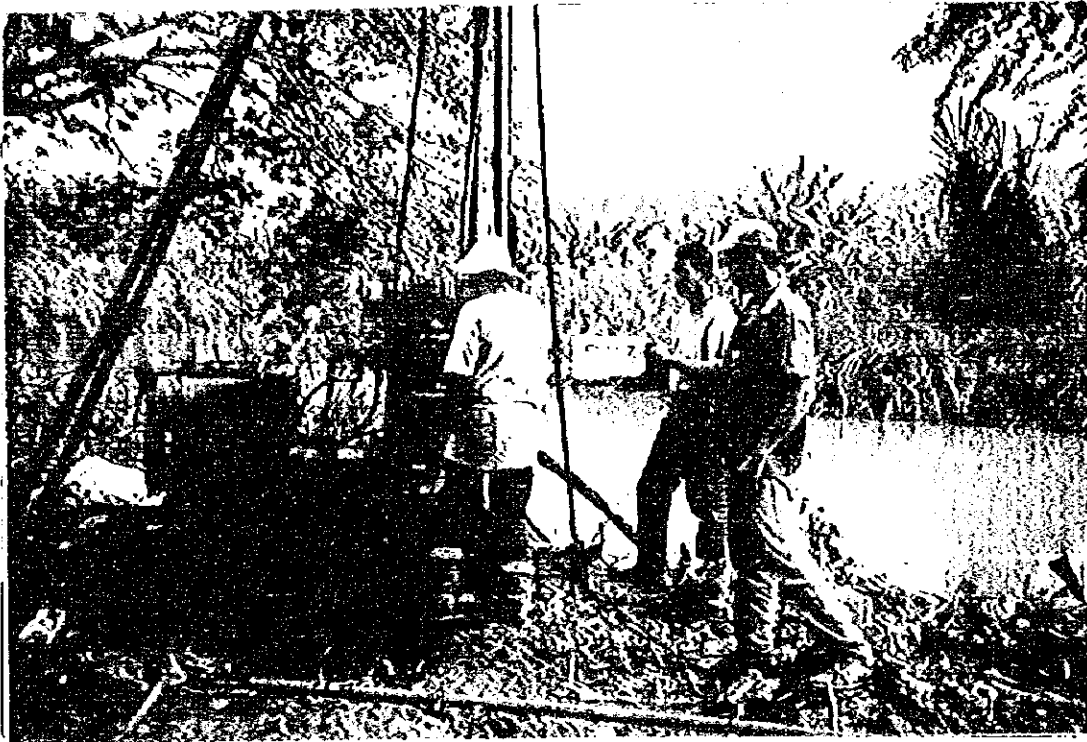
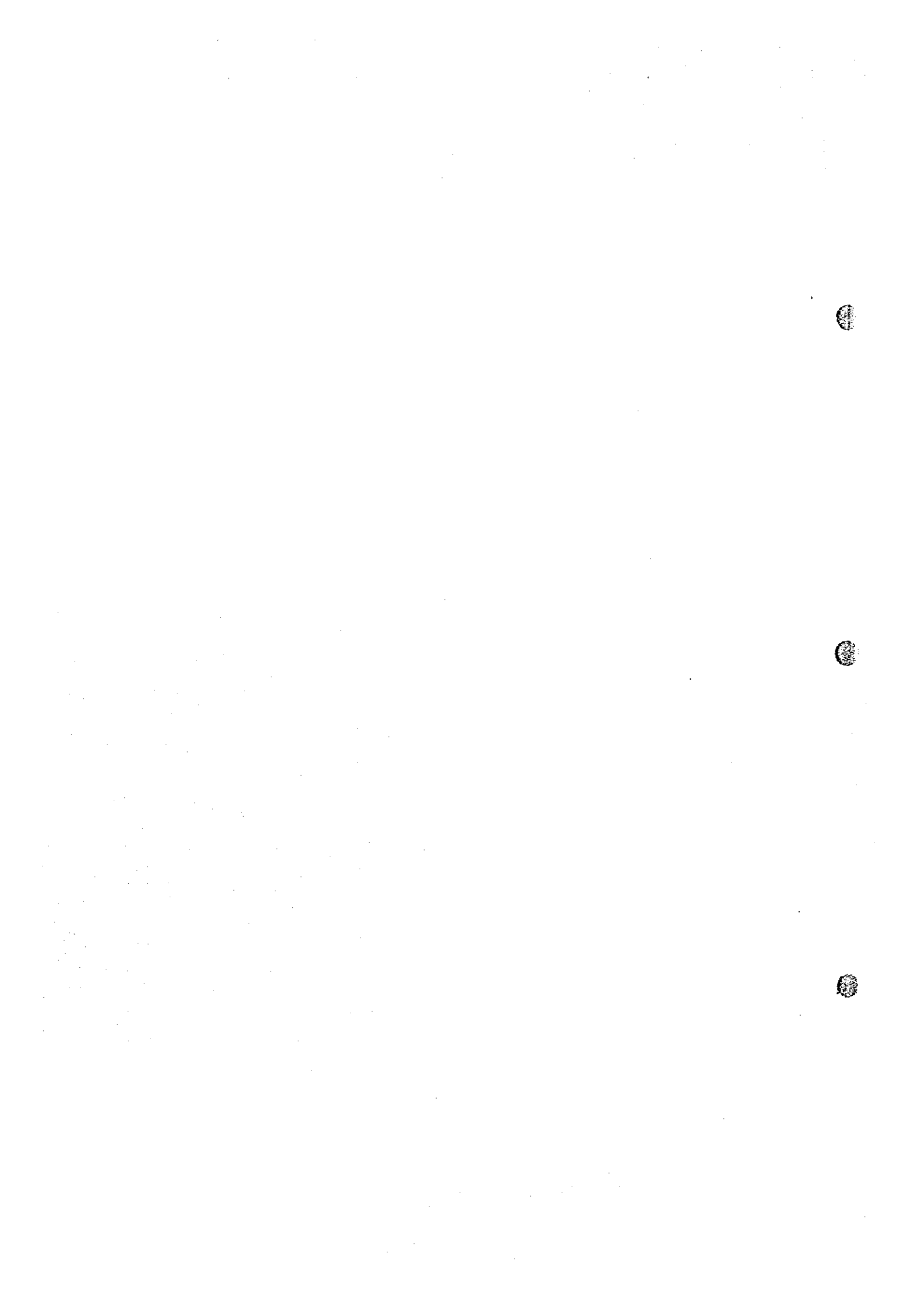


Foto N° Y-3: Sitio Perforación P-Y-3



Foto N° Y-4 : Sitio Fosa P-Y-F1







JICA