

551  
J61r  
Ej1

17:

UNIVERSIDAD DEL VALLE  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE MECANICA DE FLUIDOS Y CIENCIAS TERMICAS  
AREA HIDROLOGIA RIEGOS Y DRENAJES



RELOCALIZACION BARRIO ONETTI  
BAHIA SOLANO - CHOCO  
INFORME VISITA DE RECONOCIMIENTO

PREPARADO POR:

ING. HENRY JIMENEZ E.

ING. HERNAN MATERON M.

CALI, MARZO DE 1992

## TABLA DE CONTENIDO

		Página
1.	PRELIMINARES	1
2.	CARACTERISTICAS DEL AREA	2
2.1	LOCALIZACION Y EXTENSION	2
2.2	CLIMA	5
2.3	FISIOGRAFIA	5
2.4	HIDROGRAFIA	5
2.5	GEOLOGIA	11
2.6	SUELOS	12
2.7	ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS	12
2.8	CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS CUENCAS HIDROGRAFICAS DE LA ZONA	14
2.9	INFRAESTRUCTURA Y CARACTERISTICAS DEL LOTE	15
3.	METODOLOGIA	17
3.1	INVENTARIO DE INFORMACION EXISTENTE	17
3.2	BASE TOPOGRAFICA	17
3.3	ESTRATIGRAFIA DE SUELOS	18
3.4	FREATIMETRIA	19
3.5	CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA	20
3.6	AFORO RIO JELLA	20
3.7	NIVEL DE INFLUENCIA DE LA PLEAMAR	21
4.	RESULTADOS	23
4.1	ESTRATIGRAFIA	23
4.2	PROPIEDADES DE LOS SUELOS EN CUANTO A CONSTRUCCION	24
4.3	COMPORTAMIENTO DEL NIVEL FREATICO	26
4.3.1	Hidrogramas	27
4.3.2	Isóbatas	27
4.3.3	Ischipsas	27
4.3.4	Conductividad Hidráulica	30
4.4	SECCION TRANSVERSAL Y AFORO RIO JELLA	30
5.	DISPOSICION FINAL DEL SISTEMA	34
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
6.1	CONCLUSIONES	36
6.2	RECOMENDACIONES	36
	APENDICES - ANEXOS	

## 1. PRELIMINARES

A finales del año anterior, la Universidad del Valle recibió una comunicación del CINDE, solicitando la realización de una visita de reconocimiento de un terreno en jurisdicción del Municipio de Puerto Mutis (Bahía Solano) Departamento del Chocó. El objeto de la visita era el dar un concepto preliminar acerca del terreno en mención y sus posibilidades de uso como sitio de asentamiento de un grupo de familias actualmente localizadas en el Barrio Onetti de Bahía Solano.

Atendiendo la solicitud en mención la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle, designó a los profesores ingenieros Henry Jimenez E. y Hernán Materón M., para que adelantaran la visita solicitada. Previa la realización de la visita se prosiguió a la consecución de información existente de la zona en estudio.

Se contó con la asesoría y el concepto del Observatorio Sismológico del Suroccidente Colombiano OSSO, a través del doctor Andrés Velásquez.

También se recibió información del área del proyecto, mediante reunión con los arquitecto Gilma Mosquera y Cristobal Pérez del CITCE, Centro adscrito a la Facultad de Arquitectura de la Universidad del Valle, quienes elaboran el proyecto arquitectónico del nuevo asentamiento.

El ingeniero Oscar Mejía, director del laboratorio de Suelos, adscrito al Departamento de Mecánica de Sólidos de la Universidad, aportó valiosas recomendaciones para la labor de campo.

La visita se realizó entre los días 31 de enero y el 4 de febrero de 1992. Durante los días de la visita, así como varias semanas antes de ella no se presentaron lluvias en la zona.

En Bahía Solano, se contó con la colaboración permanente del señor David Murillo R., quien trabaja como líder del Centro Comunitario Bahía Solano. El señor Flaviano Ruiz, damnificado del Barrio Onetti y quien actualmente vive en el área del proyecto, también colaboró en las labores de campo y con información histórica y presente de la situación.

El ingeniero Edward Sucre Murillo, funcionario del Inderena en la zona, ofreció importante información acerca de las cuencas

hidrográficas aledañas a Puerto Mutis. Durante la visita a la parte baja de la Quebrada Seca, se contó con la información dada por el señor Francisco ... ("Facho Loco").

Se desea expresar nuestros sinceros agradecimientos a todos los colegas, colaboradores y amigos antes mencionados, al doctor Rafael Salas y al señor alcalde, doctor José Gregorio González Vidal, todos ellos, quienes de una u otra forma con sus valiosos aportes, contribuyeron a la realización del presente informe.

## 2. CARACTERISTICAS DEL AREA

### 2.1 LOCALIZACION Y EXTENSION

El área objeto de la visita, se encuentra localizada en el sector Sureste del casco urbano del municipio de Puerto Mutis (Bahía Solano), Departamento del Chocó. El terreno tiene una extensión de 13520 metros cuadrados y se halla ubicado a la margen izquierda del río Jella, aproximadamente a 800 metros antes de su desembocadura al Océano Pacífico.

El arreglo de fotografías 1, presenta un panorama del área del proyecto y su localización con respecto a su entorno. En la fotografía 1, se señalan los siguientes sitios de interés para el proyecto:

- Océano Pacífico en Bahía Solano
- Desembocadura Río Jella
- Puerto Mutis
- Barrio Onetti
- Quebrada Chocolatal
- Serranía del Baudó
- Sitio proyectado para la relocalización
- Planicie de inundación
- Cerro de la Virgen
- Vía al aeropuerto



Fotografia 1.

el área del

## 2.2 CLIMA

El clima de la zona, corresponde al húmedo tropical. Se cuenta con una estación climatológica en el aeropuerto Mutis, a pocos kilómetros de la zona urbana de Bahía Solano. De acuerdo con el Anuario Meteorológico de 1988 del HIMAT, la precipitación media multianual es de 5086 mm. La temperatura media es de 26 °C y la Humedad Relativa del 87%.

La Tabla 1 presenta los valores medios de los diferentes parámetros meteorológicos de la zona.

TABLA 1. Características meteorológicas medias de la zona

MES	Datos Bahía Solano						Datos Buenaventura	
	Precipitación			Insolación (horas)	EVT MED (mm)	RAD MED (Cal/cm <sup>2</sup> )	Temperatura Media	Humedad Relativa
	Media	Max 24 H	# días					
Ene	240	125	18	73	83	284	26	86
Feb	153	109	14	81	87	318	26	86
Mar	185	109	14	88	104	316	26	87
Abr	317	194	20	85	102	314	26	86
May	460	163	26	80	100	287	26	86
Jun	496	177	26	63	92	281	26	87
Jul	409	190	25	77	98	291	26	87
Ago	529	215	26	66	86	291	26	88
Sep	508	134	26	56	90	286	26	88
Oct	700	187	25	56	86	274	26	88
Nov	604	210	25	52	75	258	26	87
Dic	495	160	24	62	74	257	26	88
TOTAL	5086							

## 2.3 FISIOGRAFIA

Puerto Mutis se asienta en el abanico fluvial del Río Jella, y está delimitado por dos estribaciones de la Serranía del Baudó, orientadas en dirección noroeste. El área en observación es de topografía plana y presenta algunos bajíos. Ver composición fotografía 1.

## 2.4 HIDROGRAFIA

La hidrografía de la zona está dominada por la presencia del Río Jella, el cual vierte sus aguas al Mar de Balboa. En el año de 1988 fue retirado el muelle de Bahía Solano.

Una creciente del río Jella después de una fuerte lluvia en octubre de 1990 hizo que el río antes de su desembocadura al mar, tomara por un estero que pasa por el Barrio Onetti arrasando varias viviendas y poniendo en serio peligro las vidas de sus moradores; este hecho origina la propuesta del traslado del mismo al sitio objeto de la presente visita. La Fotografía 2a y 2b, presentan una vista parcial de la zona del estero (y puente sobre el mismo) por donde se desvió el río y restos de los tanques sépticos de las viviendas arrasadas por la creciente.

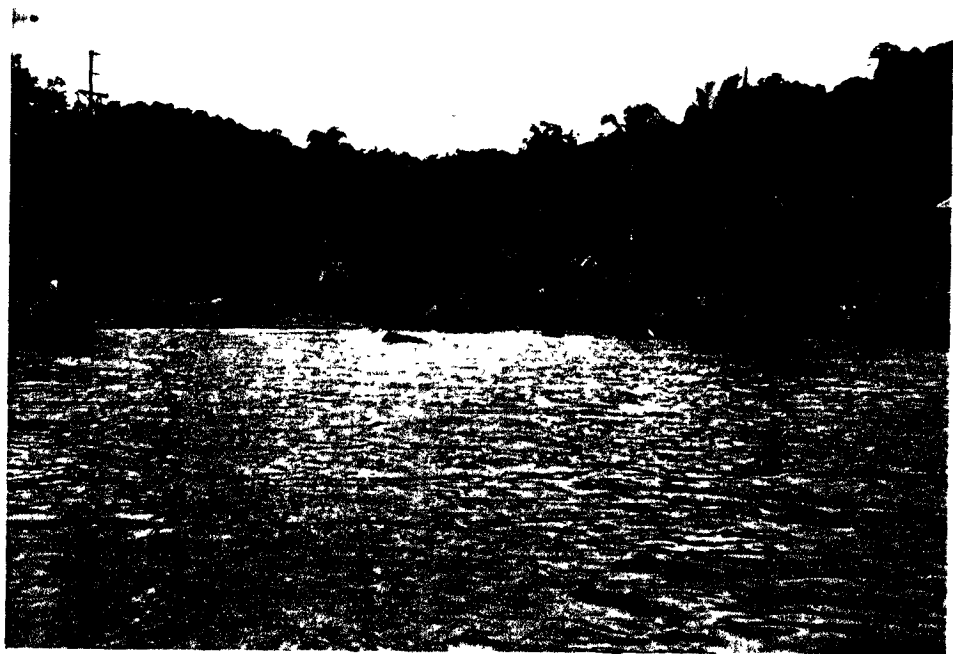
La Fotografía 3, presenta al río Jella a su paso por el área del proyecto. El río en este tramo presenta alguna influencia por las mareas, su lecho está constituido por canto rodado y material granular que podría ofrecer buenas perspectivas de uso como material de relleno. La pendiente del río es suave y su sección bien definida y poco profunda.

La zona en estudio es en buena parte un humedal, el que drena lentamente a través de pequeños caños, ó se inunda parcialmente en períodos de exceso de agua. Fotografías 4 y 5.



FOTOGRAFIA 2a. Vista parcial del Barrio Onetti





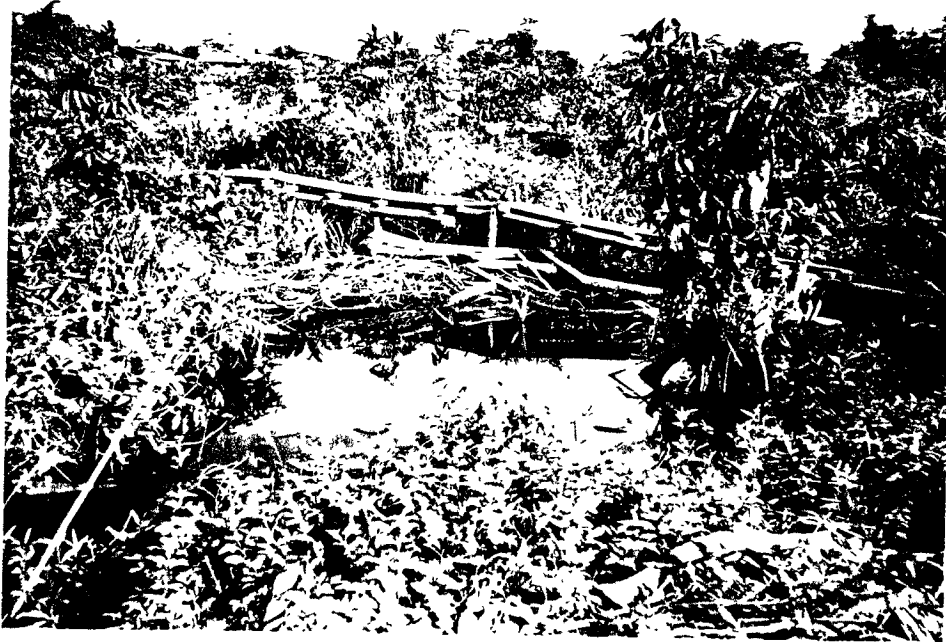
FOTOGRAFIA 2b. Barrio Onetti. Zona Afectada, creciente octubre de 1990.



FOTOGRAFIA 3. El río Jella a su paso por el lote en estudio



FOTOGRAFIA 4. Aspecto del terreno en estudio



FOTOGRAFIA 5. Humedal y caño de drenaje del terreno

La Quebrada Chocolatal atraviesa de occidente a oriente el pueblo y entrega sus aguas al río Jella unos 500 metros aguas abajo del terreno en estudio. Esta quebrada es la mayor fuente de material de relleno y afirmado del área, ver Fotografía 6. En alguna época se empleó como fuente para el abasto de agua a la población.



FOTOGRAFIA 6. La Quebrada Chocolatal a su paso por Puerto Mutis

La Quebrada Seca, afluente del río Jella, localizada aproximadamente a dos kilómetros al sur de la población, bordea el costado Occidental del aeropuerto de la población. Esta quebrada, es fuente importante de aguas para buena parte de la población de Puerto Mutis. Ver Fotografía 7.

La quebrada, presenta unas notables pérdidas de agua en un tramo aproximado de 150 metros, en una zona localizada a unos 300 metros aguas abajo de la bocatoma del acueducto. En este sector, al momento de la visita, el agua de la quebrada con un caudal estimado de 150 litros/segundo desaparece totalmente debido a infiltración. Fotografía 8.

No se cuenta con registros hidrográficos ni estaciones de medición en ninguna de las corrientes del área. Tampoco se encontraron reportes de aforos.



FOTOGRAFIA 7. Bocatoma acueducto Puerto Mutis sobre la Quebrada Seca.



FOTOGRAFIA 8. Tramo en que se infiltran aguas de la Quebrada Seca.



FOTOGRAFIA 9. Desembocadura de la Quebrada Seca al Río Jella.

## 2.5 GEOLOGIA

La zona de Bahía Solano ha sido afectado por terremotos, uno de ellos el 26 de septiembre de 1970, produjo importantes daños en el 85% de las viviendas, causó la destrucción de edificaciones importantes de la población, tal como se vé en el Apéndice 1.

De acuerdo con los informes consultados, se reporta la presencia de una falla geológica que corre de Sur a Norte por las colinas del costado Occidental del poblado, siguiendo más o menos el trazado de la vía al aeropuerto, tal como lo indica el Anexo 3 del Apéndice 1.

Posiblemente debido a la presencia de la falla geológica, se presenta una gran infiltración de las aguas de la Quebrada Seca, en un tramo localizado aguas abajo de la bocatoma del acueducto. Ver fotografía 9. Este hecho permite que haya una recarga del subsuelo y creando un posible afloramiento en la zona fluvial.

## 2.6 SUELOS

Los suelos del área del proyecto corresponden a la planicie húmeda, del andén Pacífico Colombiano. Son zonas de humedales que varían en su cobertura de acuerdo con la época del año y las condiciones del terreno. Estas zonas son de baja fertilidad y presentan altos contenidos de sales y sodios.

Las colinas que rodean la zona del proyecto, son de relieve fuertemente quebrado, con pendientes del 25-50%. Los suelos de estas colinas están constituidos por materiales sedimentarios, son superficiales, bien drenados, de muy baja fertilidad y susceptibles a procesos erosivos.

En el Apéndice 2, se presenta el resultado del análisis de los suelos del terreno en estudio.

## 2.7 ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS

La economía de la región depende básicamente de las actividades pesqueras y forestales; el municipio también recibe algunos ingresos de la tasa aeroportuaria. La presencia en la región de hermosas playas y esteros atraen periódicamente grupos de turistas y buzos nacionales. Se ha iniciado la venta de paquetes turísticos con agencias extranjeras, interesados en ecoturismo.

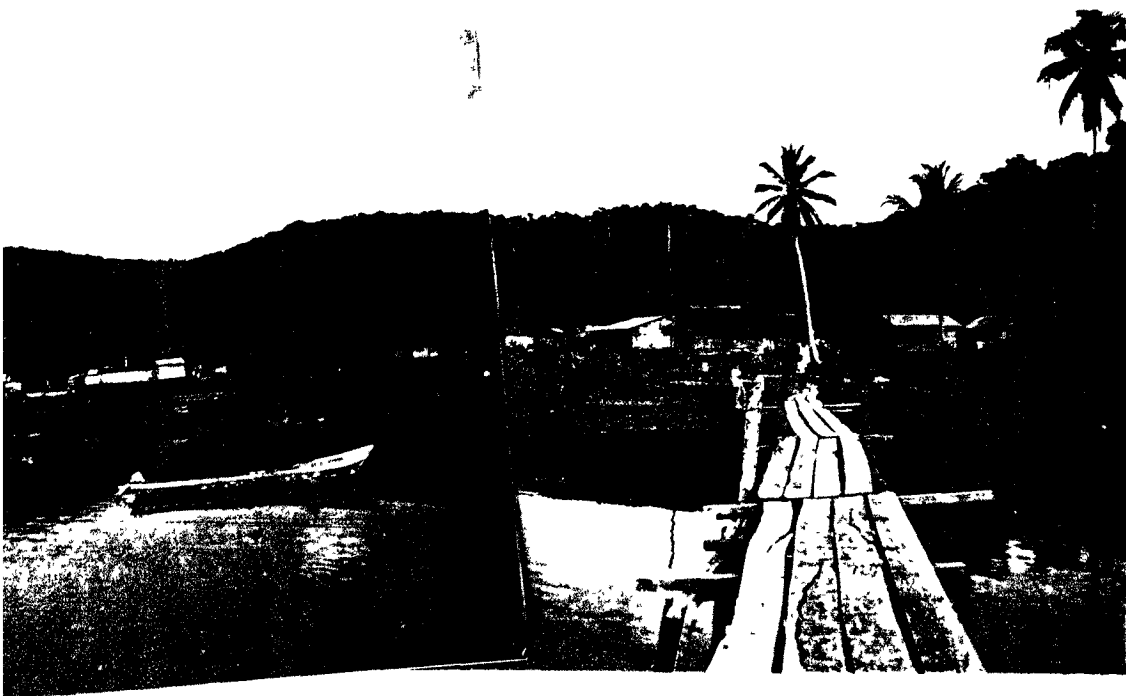
La región da asiento a grupos indígenas principalmente Emberás y en menor escala Guananas, quienes habitan en caseríos fuera de la zona urbana del poblado. Se ha dado algunos casos de mezcla con habitantes de raza negra que es la predominante en Puerto Mutis.

Los habitantes del barrio Onetti se dedican principalmente a la pesca artesanal, en la actualidad no cuentan con servicios públicos; mediante labores comunitarias, se ha logrado inducirlos a la instalación y uso de tanques sépticos y tasas sanitarias; todavía hay sectores que se rehusan a hacerlo.

Las casas de los habitantes del Barrio Onetti son construidas en madera sobre pilotes de mangle y con techo de zinc o palma. Están localizadas sobre la playa con vista al mar, a la margen derecha de la desembocadura del Río Jella al mar. Fotografía 11.



FOTOGRAFIA 10. Pescando en el Río Jella



FOTOGRAFIA 11. Aspecto de las viviendas del Barrio Onetti

## 2.8 CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS CUENCAS HIDROGRAFICAS DE LA ZONA

La planicie de inundación del Río Jella, cuenta con poca cobertura boscosa, la cual ha ido desapareciendo para destinar los terrenos a la ganadería de economía campesina. Se tienen hatos de 4 a 6 cabezas por finca. Se presentan rozas y quemas para aprovechar el rebrote de los pastos. No se ha hecho siembra de pastos ni forraje; se aprovecha los pastos naturales. Prácticamente no existe agricultura en la región, salvo algunos plantíos de pancoger.

Aunque se cuenta con una cobertura boscosa en la zona media de las cuencas hidrográficas de la zona, se observó algunos claros de colonización y extracción de madera. Ver Fotografía 12. Existe un control por parte del Inderena para evitar la tala de los bosques de las laderas de la zona alledaña a Puerto Mutis.

El aprovechamiento de madera es selectivo, se extraen maderas finas tales como caoba, cedro, guayacán, abarco, etc., las cuales en buena parte se embarcan hacia Buenaventura.



FOTOGRAFIA 12. Aspecto general de las colinas alledañas a la zona del proyecto



La Corporación Regional para el Chocó, Codechocó, desarrolla programas de reforestación con especies nativas maderables, a través de su vivero.

No se reporta actividad minera en la región de Bahía Solano.

## 2.9 INFRAESTRUCTURA Y CARACTERISTICAS DEL LOTE

La zona proyectada para la relocalización no cuenta con obras de infraestructura en su interior. Se llega tomando la vía al aeropuerto, entrando por la vía Marino 160 metros en línea recta en dirección Este y a partir de ese punto por un camino sobre tablones en dirección Sureste, a 60 metros se llega al lindero Norte del terreno.

Entre la vía al aeropuerto y yendo hacia el lote en estudio, por la vía Marino, se han ido construyendo algunas viviendas. La vía Marino se ha conformado mediante el uso de material de relleno proveniente de la quebrada Chocolatal.

Las primeras casas construidas con material foráneo en el tramo de la vía Marino, presentaron fisuras y humedecimiento en sus paredes y piso debido principalmente a los asentamientos del terreno y a la presencia de humedad en el suelo. Actualmente se construyen casas sobre esos mismos terrenos pero después de realizar un relleno.

Al interior del lote del terreno se han hecho algunas canalizaciones a manera de complemento de los zanjones de drenaje natural del terreno. El área es parte de la planicie de inundación del Río Jella y de la Quebrada Seca, y presenta zonas de humedales más o menos bien definidos.

En el área del proyecto, a unos 10 metros de la orilla izquierda del Río Jella, en el Sector NorEste del lote, se ha construido una casa sobre pilotes de mangle de 1.50 metros. De acuerdo con sus moradores, en épocas de invierno se presentan algunas inundaciones que cubren el terreno con una capa de 10 cm de profundidad en la zona alledaña a la vivienda. Fotografía 13.



FOTOGRAFIA 13. Vista parcial de la vivienda construída en  
área del proyecto.

### 3. METODOLOGIA

La estructura metodológica básica utilizada para el desarrollo de la visita de reconocimiento, se puede resumir en las siguientes actividades:

#### 3.1 INVENTARIO DE INFORMACION EXISTENTE

Se consultaron las distintas fuentes de información regionales, razón por la cual, el primer paso en las investigaciones iniciadas fue reunir y clasificar información contenida en publicaciones, boletines climatológicos y anuarios hidrológicos existentes en el medio.

Se consideró importante recurrir al Observatorio Sismológico del Occidente colombiano - OSSO, Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle, Cali, a fin de solicitar un concepto sobre aspectos de la Geología y Riesgos Sísmicos de la región. Afortunadamente, se coleccionó información muy valiosa, la cual se encuentra en el anexo del presente informe.

La labor previa a la actividad de Reconocimiento general de la zona, consistió en recurrir a las distintas fuentes de información local en el Municipio de Bahía Solano, desde luego se indagaron a diferentes personalidades de la región, al señor Alcalde, a sus asistentes, a funcionarios del Inderena y Codechocó, a pescadores, campesinos, indígenas, y a la amable colaboración de los habitantes de la zona.

El intercambio de observaciones y experiencias entre los profesionales integrantes del grupo de trabajo y los ciudadanos del Municipio de Bahía Solano, permitió ampliar el concepto original del área de interés técnico.

#### 3.2 BASE TOPOGRAFICA

A pesar de contar con información planimétrica y altimétrica previas, se consideró conveniente proceder a elaborar la altimetría del lote, en razón a que la base topográfica suministrada no reflejaba fielmente las características particulares que se observaban en el área. En consecuencia, se procedió a conformar una comisión de Topografía a fin de levantar el Plano altimétrico, con la ayuda de un Nivel Abney de relativa precisión. Fotografía 14.



FOTOGRAFIA 14. Equipo topográfico. Auxiliares de campo.

### 3.3 ESTRATIGRAFIA DE SUELOS

Se realizaron ocho (8) perforaciones cada una hasta tres metros de profundidad utilizando un barreno de extensión tipo Holandés de cuatro pulgadas de diámetro. Fotografía 15.

El Plano No. 1 ilustra la ubicación de los sitios de muestreo.

En el anexo se ilustra la descripción de los perfiles obtenidos en términos de textura, profundidad, color, presencia de materia orgánica, concreciones, nivel freático, etc.

Durante las actividades de perforación se tomaron varias muestras de los suelos que componen los diferentes estratos para someterlos a ensayos de laboratorio.

Los ensayos y análisis fueron realizados en el laboratorio de Suelos y pavimentos, Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle, Cali.



FOTOGRAFIA 15. Barreno holandés  $\varnothing$  4"

Las muestras fueron sometidas a las siguientes pruebas:

- Análisis granulométrico por tamizado
- Determinación de límites de Atterberg
- Compresión inconfiada
  - a) Muestra remoldeada seca
  - b) Muestra remoldeada saturada

Los respectivos resultados se adjuntan al presente anexo.

### 3.4 FREATIMETRIA

Para analizar el comportamiento del nivel freático con el transcurso del tiempo, se utilizó la información proveniente de las celdas (C) perforaciones o pozos de observación, igualmente se complementó la misma con información de las superficies de agua existentes en el área de estudio.

La disposición de los pozos es de tendencia reticulada, esto se realizó con el fin de obtener ventajas para el dibujo e interpretación de los mapas y para representar perfiles de niveles freáticos en cuatro direcciones diferentes.

Se realizó además la nivelación topográfica de los ocho (8) pozos de observación mediante la referencia de un punto arbitrario ubicado dentro de la zona de estudio.

Las lecturas del nivel freático se comenzaron el día 31 de Enero de 1992 y concluyeron el día 5 de Febrero de 1992. El período de observaciones se realizó en época seca, en ausencia de lluvias, lo que significa que sólo refleja la situación parcialmente paradiagnosticar el problema de drenaje.

Para la lectura de los niveles freáticos se utilizó una cinta métrica metálica.

Mediante esta información se elaboraron los planos que indican los problemas a solucionar, estos son los Hidrogramas, planos de Isóbatas, Isohipsas y dirección del flujo.

### 3.5 CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA

Para el diagnóstico del problema de drenaje es necesario conocer la permeabilidad del suelo, entendiéndose por ésta, la capacidad para el traslado del agua a través del suelo.

La conductividad hidráulica (K) es el valor numérico que expresa la permeabilidad y puede expresarse en centímetros/día, metros/día, etc.

Por carencia del equipo para determinar la conductividad hidráulica, método del agujero barrenado ("Auger Hole"), se optó finalmente por la información del tipo de suelos, en esta forma se recurrió a la Carta de Permeabilidad y a la experiencia profesional para establecer un rango de valores aproximados.

### 3.6 AFORO RIO JELLA

Se consideró conveniente determinar una sección típica del río Jella, corriente de agua en vecindad con el área de interés, igualmente tener al menos un valor de su caudal para una altura hidrométrica dada.

Por lo anterior, se procedió a efectuar una operación de Aforo mediante el Método del Flotador.

### 3.7 NIVEL DE INFLUENCIA DE LA PLEAMAR

Para complementar la información, se navegó la desembocadura del Río Jella, se recorrió el actual Esrrio Onetty, se observaron los niveles alcanzados por el espejo de agua marina, y finalmente se amarró la altimetría realizada en el lote con el nivel de las aguas de la Pleamar. Fotografías 16 y 17.

Esta actividad se considera muy valiosa en razón a que posibilita una aproximación a la condición más desfavorable o condición crítica, esta surge de la acción simultánea de la Pleamar, la presencia de una Creciente para un cierto período de recurrencia y el ingreso al área de escurrimientos provenientes de una Precipitación de diseño, intensa y prolongada.



FOTOGRAFIA 16. Desembocadura río Jella. Obsérvese la acción de la Pleamar y la Pleamar.



FOTOGRAFIA 17. Río Jella. Estero. Remanso por acción de pleamar.



#### 4. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados inherentes a cada una de las actividades realizadas:

##### 4.1 ESTRATIGRAFIA

La descripción hasta tres metros de profundidad complementa el estudio de las muestras analizadas en el Laboratorio de Suelos y Pavimentos, Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle, el cual se encuentra en el anexo del presente informe.

En general, la estratigrafía observada permite deducir que los suelos corresponden a una planicie aluvial y marina, la cual se caracteriza por presentar en orden descendente texturas básicamente Franco Limosas, Franco Arenosas y Arena Francas. En los estratos superiores se encuentran arenas, limos y arcillas orgánicas de plasticidad media a alta. Existe Materia Orgánica en todos los estratos y esta disminuye con la profundidad.

La zona de estudio corresponde a una zona de depositación o planicie de inundación, como es de esperar el material aluvial presenta un alto contenido de materia orgánica depositado por el río Jella, igualmente debido al desarrollo de raíces y por aportación de la masa vegetal propia del área.

El estrato intermedio denominado "C", se caracteriza por su humedad permanente y por tener elevados niveles freáticos, en consecuencia se tiene un material de color gris oscuro o azulado, muy pegajoso y con alto contenido de arenas limosas, mezcla de arena y limo mal gradadas.

Se encuentra una marcada presencia de arenas en todos los estratos del suelo. En las capas más profundas, por debajo de los 2.70 metros se encuentran gravillas, concreciones y arenas gruesas, material típico de agradación de la corriente fluvial. El material grueso, grava y arenas, tiene la tendencia a aparecer más superficialmente en el extremo más alejado del cauce actual del río Jella.

Se observa que el denominado horizonte "A" tiene la tendencia a ser mayor en la medida que se aproxima a la corriente del río Jella, y disminuye a medida que se aleja de la misma. Tal como ocurre en la mayoría de las corrientes de agua del litoral Pacífico, se presenta una tendencia a conformar un

dique natural por la dinámica fluvial y por los problemas de drenaje superficial en las áreas aledañas.

En el Apéndice 3 - Anexo 1 se presenta la descripción estratigráfica de los perfiles en cada uno de los puntos muestrados.

Existen zonas bien definidas con anegamiento superficial; corresponden a bateas internas, esteros o madre viejas, las cuales drenan lentamente hacia el río Jella.

Al interior de la zona de proyecto, parte media, se encuentran algunas elevaciones menores, lugares en donde el comportamiento de los suelos es de naturaleza turbosa. Los suelos vibran al ser sometidos a una presión equivalente al peso del cuerpo humano en caída libre sobre la superficie del terreno. El Plano No.01 ilustra una aproximación topográfica del terreno.

En general, se puede afirmar que la zona en estudio presenta un alto porcentaje de suelos Franco arenosos y Arenos francos, son suelos semipermeables a impermeables, de ahí que el drenaje superficial y subsuperficial sea lento. Naturalmente estos suelos son salinos por lo cual implican un manejo especial para la agricultura y para la construcción. Este último aspecto se considera a continuación.

#### 4.2 PROPIEDADES DE LOS SUELOS EN CUANTO A CONSTRUCCION

Los resultados de los análisis de Laboratorio, indican claramente las características de los suelos en cuanto a su posible comportamiento para la construcción.

Las propiedades más importantes de los suelos con su capacidad para ser usados en presas de tierra se pueden resumir así:

Clases de Suelo	:	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos y limosos, micáceos y diatomáceos.
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta.
		SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo mal gradadas.



- Estratos típicos : MH-OH / SM
- Permeabilidad suelo Compactado : Semipermeable a Impermeable, Impermeable.
- Esfuerzo cortante suelo compactado: Malo a Regular / Bueno.
- Comprensibilidad suelo compactado : Alto / Bajo.
- Trabajabilidad como material de Construcción : Malo / Regular.
- Presas de tierra
- (Escala 1 a 10: Número 1 es el mejor material)
- . Terraplén Homogéneo : 9 a 10 / 4
  - . Núcleo : 9 a 10 / 5
  - . Escollera : - 0 -

#### 4.3 COMPORTAMIENTO DEL NIVEL FREÁTICO

La información de la red de observación del nivel freático, se ilustra en el Cuadro 1.

Mediante esta información se elaboran los planos que muestran los problemas a solucionar.

CUADRO 1. Comportamiento del nivel freático

Pozo Nro.	F e c h a						
	31 Ene./92			1 Feb. /92		2 Feb./92	
	Cota Sup terreno	Prof. agua	Cota niv agua	Prof. agua	Cota niv agua	Prof. agua	Cota niv agua
1	99.35	0.38	98.97	0.38	98.97	0.38	98.97
2	100.05	0.28	99.77	0.30	99.75	0.30	99.75
3	99.40	-0.10	99.50	-0.10	99.50	-0.10	99.50
4	99.45	0.10	99.35	0.11	99.34	0.11	99.34
5	99.80	0.92	98.88	0.95	98.85	0.95	98.85
6	100.04	0.98	99.06	1.00	99.04	1.00	99.04
7	99.53	0.44	99.09	0.45	99.08	0.45	99.08
8	99.46	0.43	99.03	0.47	98.99	0.47	98.99

#### 4.3.1 Hidrogramas

Estas gráficas muestran las variaciones del nivel freático con el transcurso del tiempo para un determinado sitio de observación, se utilizan para analizar el tiempo de permanencia del nivel en un determinado rango de profundidad.

El comportamiento de los niveles freáticos con el transcurso del tiempo, en seis (6) días de observación, indicó que estos permanecían sin modificación apreciable. Durante el periodo de observaciones no se presentaron lluvias en la región. En consecuencia, no se generó variaciones de recarga, lo que significa que los Hidrogramas corresponden en esta ocasión a una línea horizontal.

#### 4.3.2 Isobatas

Los mapas de Isóbatas ó curvas de igual profundidad del nivel freático, son de gran importancia porque muestran claramente las áreas que requieren de drenaje y en las cuales se justifica el diseño de un sistema.

En cada pozo de observación, en el cual se mide el nivel freático, se encuentra determinado en nivel del terreno, la diferencia representa la profundidad a la cual se encuentra la superficie freática. si se trazan por interpolación la Isolíneas correspondientes, "Isóbatas", se obtiene un mapa que permite delimitar las áreas con diferente grado de severidad del problema.

Para la realización del presente trabajo, se fijó una escala de profundidades del plano freático: de 0.00 m. a 0.25 m., de 0.25 m. a 0.50 m., de 0.50 m. a 0.75 m., de 0.75 m. a 1.0 m. y valores por encima de 1.0 m. de profundidad. Luego se planimetran las áreas correspondientes, en esta forma se obtienen las superficies que corresponden a cada categoría. Los rangos de profundidades se separan convencionalmente por colores.

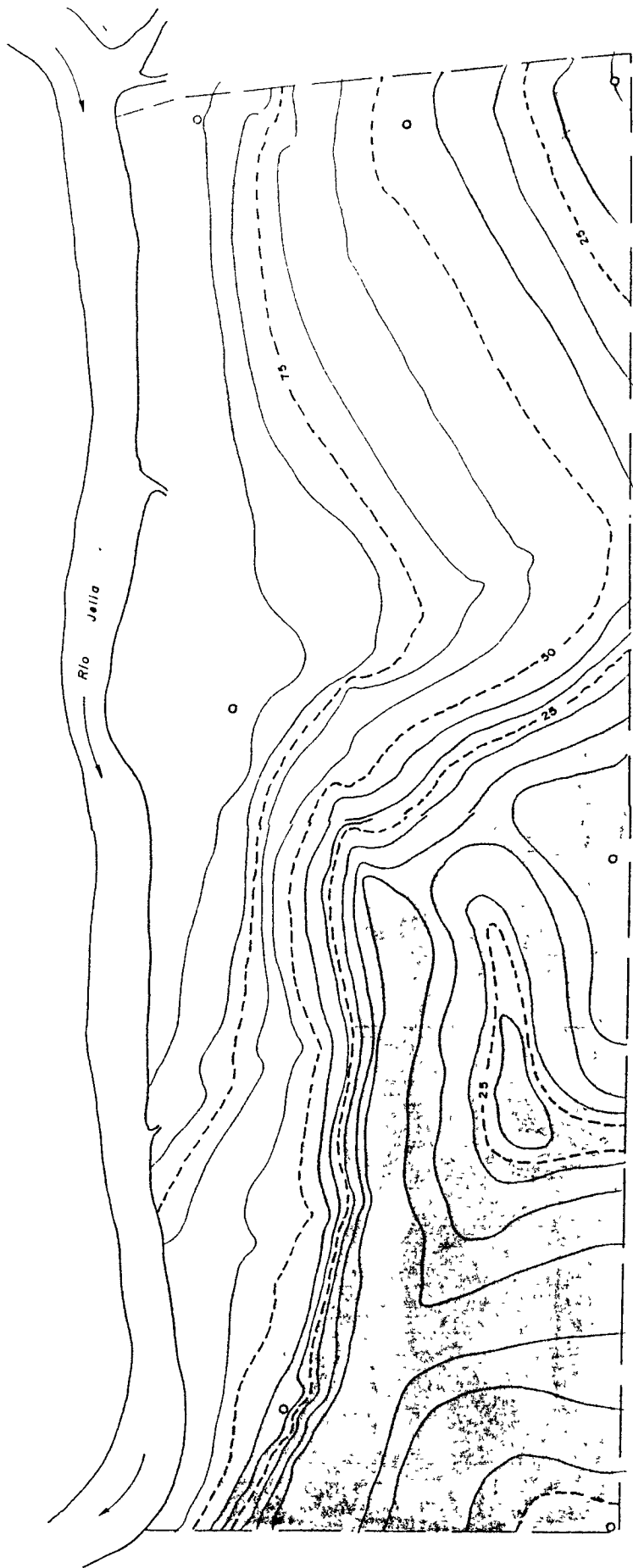
El Plano No.02 ilustra el comportamiento de las Isóbatas.

Un análisis del mapa en referencia, permite deducir que la totalidad del área requiere de drenaje superficial e interno.


#### 4.3.3 Isohipsas

La altura del nivel freático se obtiene por diferencia de la cota del terreno y la profundidad del nivel freático. Las Isohipsas son las curvas de igual altura de nivel freático.

Las líneas Isohipsas aparecen en el Plano No.03 para las diferentes lecturas las cuales prácticamente fueron



RANGO DE PROFUNDIDAD DE NIVEL FREÁTICO	IDENTIFICACION DE SEVERIDAD DRENAJE	CONDICION DE DRENAJE
H < 25 cm	<input type="checkbox"/>	CRITICO
25 ≤ H < 50	<input type="checkbox"/>	NOY ALTO
50 ≤ H < 75	<input type="checkbox"/>	ALTO
H ≥ 75	<input type="checkbox"/>	MEDIO



UNIVERSIDAD  
DEL VALLE

FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO MECANICA DE FLUIDOS Y CIENCIAS QUIMICAS  
AREA HIDROLOGIA - RIEGO DRENAJE

---

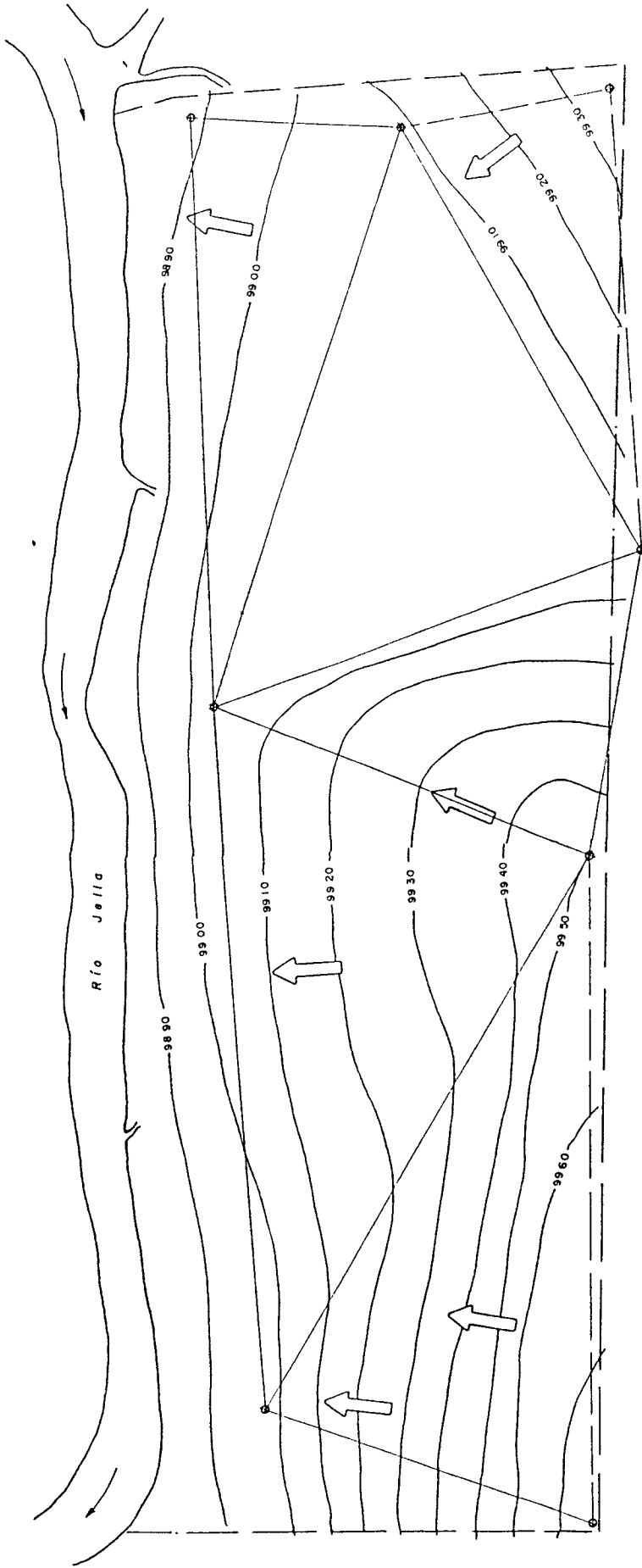
**ISOBATAS**

---

LOTE RELOCALIZACION BARRIO ONETTI  
BAHIA SOLANO - CHOCO

---

REVISOR H. JIMENEZ H. MATERON	DIBUJO R. GUTZMAN	PL. N.º 02
FECHA FEB 1-2 / 92	ESCALA 1 : 500	



FACULTAD DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO MECANICA DE FLUIDOS Y CIENCIAS TECNICAS  
 AREA HIDROLOGIA - RIEGO - DRENAJE

ISOHIPSAS

LOTE RELOCALIZACION BARRIO ONETTI  
 BAHIA SOLANO - CHOCCO

REVISTO	H JIMENEZ H MATERON	DIBUJO	R GUZMAN	PL N°	03
FECHA	FEB 1-2 / 92	ESCALA	1 : 500		

constantes. En general, se observa que los valores de gradiente hidráulico son relativamente pequeños, se observan zonas de estancamiento del flujo del agua, en general las condiciones de flujo interno no presentan dificultades especiales que causen obstáculo a la descarga del agua. Fotografía 18.



FOTOGRAFIA 18. Condición del drenaje superficial.  
Canal artificial.

#### 4.3.4 Conductividad Hidráulica

De acuerdo a las características de los suelos encontrados en el área de proyecto, la carta de permeabilidad indica que la conductividad hidráulica se puede establecer en el rango de 10 a 10 cm/seg.

#### 4.4 SECCION TRANSVERSAL Y AFORO RIO JELLA

La ubicación del sitio seleccionado para la realización de la operación de aforo se indica en el Plano No. 1.

Los valores resultantes de la nivelación correspondiente a la Sección transversal seleccionada, se indican en el siguiente cuadro.



CUADRO 2. Altimetría Sección de Aforos  
Río Jella - Bahía Solano - Chocó

Distancia Horizontal X (m.)	Distancia vertical Y (m.)	Profundidad de Flujo (Yw.)	Observaciones
0.0	0.20	—	Inicio agua
1.0	0.19	—	
2.0	0.18	—	
3.0	0.42	—	
4.0	0.78	—	
5.0	1.37	—	
5.1	1.47	—	
6.0	1.83	0.42	
7.0	1.93	0.55	
8.0	1.93	0.56	
9.0	2.01	0.64	
10.0	2.08	0.72	
11.0	2.02	0.69	
12.0	1.99	0.60	
13.0	1.86	0.43	
14.0	1.70	0.25	
15.0	1.50	0.00	Final agua
16.0	1.00	—	
17.0	0.55	—	
18.0	0.40	—	

La Figura 1 ilustra la forma de la sección transversal del río Jella.

Con base en la información anterior, se procedió a determinar el volumen de agua en la unidad de tiempo que circula a través de la sección transversal del río Jella, la operación de aforo se realizó mediante el uso del método del Flotador. El resultado se presenta en el Cuadro 3.

CUADRO 3. Aforo Río Jella - Método del Flotador  
Fecha: Lunes 24 Febrero/92.  
Hora : 8:45 a.m.

Velocidad Superficial Vs (m/s)	Coefficiente Flotación	Velocidad Media V (m/s)	Area de Secc. Trans. (m <sup>2</sup> )	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
0.147	0.84	0.123	1.251	0.153
0.113	0.84	0.094	2.63	0.247
0.09	0.84	0.075	0.98	0.073
CAUDAL TOTAL :				0.473

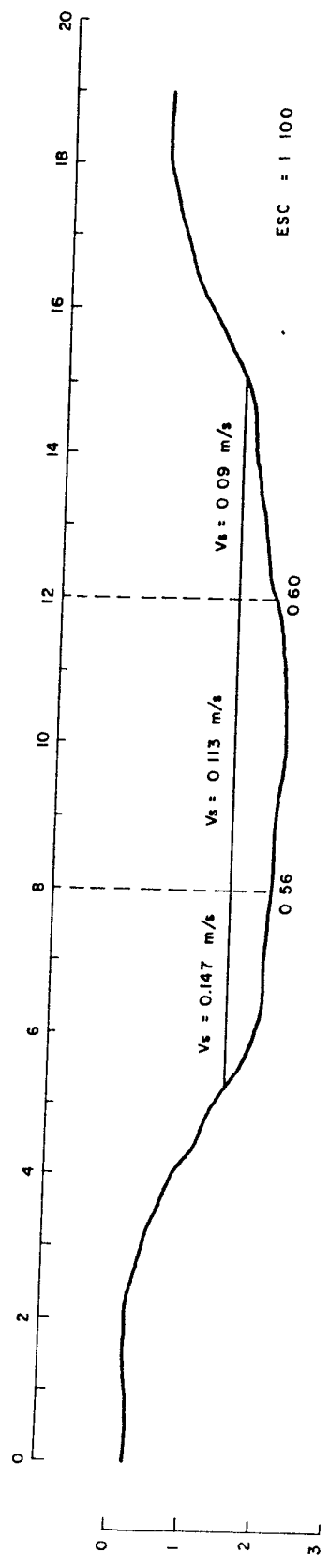


FIGURA 01 SECCION TRANSVERSAL -- RIO JELLA.

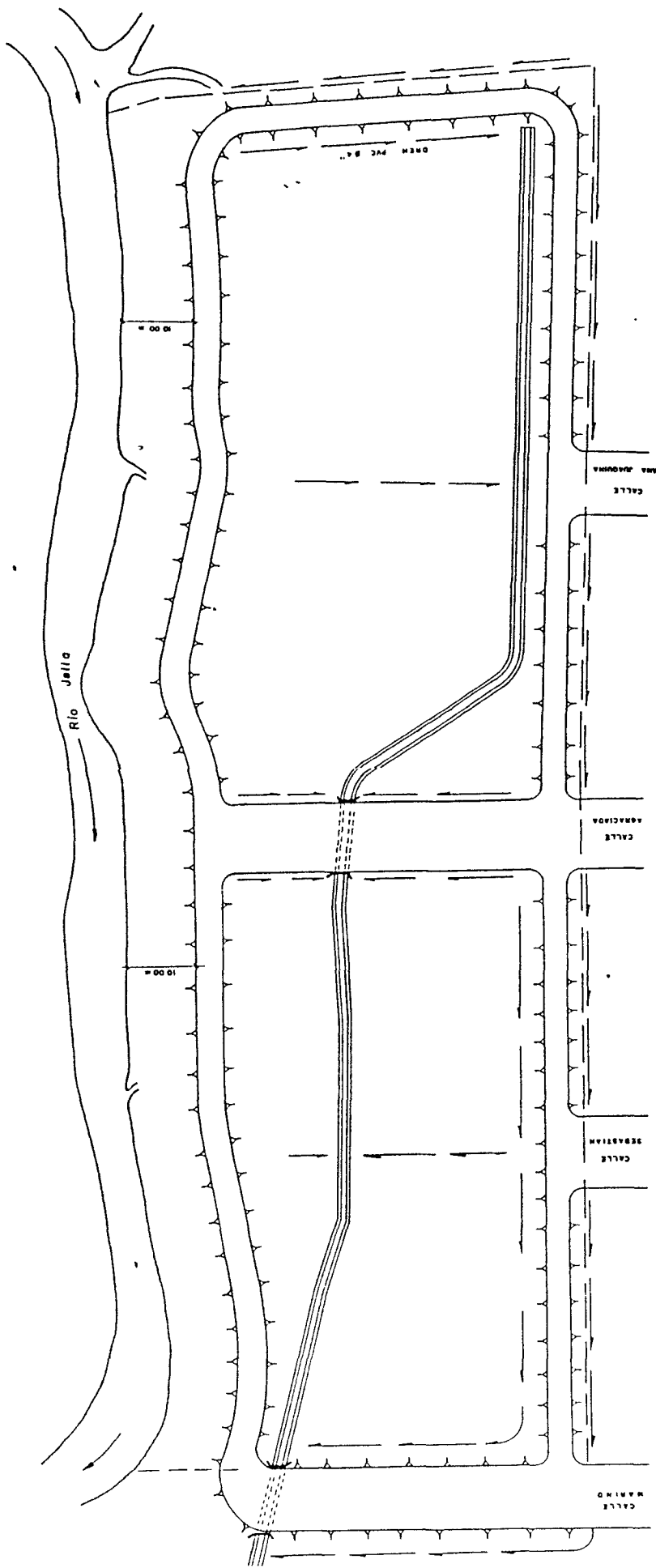
Se puede establecer entonces que el río Jella, transporta un caudal aproximado a 473 LPS. sin influencia del remanso producido por la Pleamar.


También se puede afirmar, con base en la sección transversal del cauce que a la altura del sitio de aforos, se espera desbordamiento inicial hacia la orilla derecha por encontrarse un poco más abajo en profundidad que la orilla izquierda.

## 5. DISPOSICION FINAL DEL SISTEMA

Se propone un terraplen periférico y un sistema de drenaje interno principal, consistente en un canal abierto o entubado a junta perdida y siguiendo el dren natural existente.

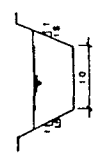
El sistema propuesto se presenta en el Plano No.04



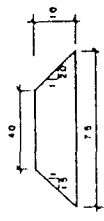
		<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> DEPARTAMENTO MECANICA DE FLUIDOS Y CIENCIAS TECNICAS <b>AREA HIDROLOGIA - RIEGO - DRENAJE</b>	
<b>ESQUEMA PRELIMINAR OBRAS DE ADECUACION</b>			
LOTE RELOCALIZACION BARRIO ONETTI BAHIA SOLANO - CHOCO			
REVISO	H. JIMENEZ H. MATERON	DIBUJO	R. GUZMAN
FECHA	FEB 1-2 / 92	ESCALA	1 : 500
		PL N.º	04

\* PLANO REDUCIDO

SECCION TRANSVERSAL  
CANAL



SECCION TIPICA  
TERRAPLEN



## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 CONCLUSIONES

- En la zona de estudio básicamente se encontraron suelos Franco Limosos, Franco arenosos y Areno Francosos, con altos contenidos de materia orgánica, la cual disminuye con la profundidad.
- Los primeros estratos corresponden a suelos del tipo MH-OH, significa que existen limos inorgánicos, suelos arenosos y limosos (MH), igualmente arcillas orgánicas de plasticidad media a alta (OH). En los últimos estratos aparecen suelos del tipo SM, o sea que corresponden a arenas limosas, mezclas de arena y limo mal gradadas.
- Con base a lo anterior, desde el punto de vista de la capacidad de los suelos para ser usados en presas de tierra o trabajabilidad como material de construcción, los suelos se clasifican como MALOS y en los estratos más profundos como REGULARES.
- Estos suelos no son aptos para construir terraplenes para evitar desbordamientos.
- No se tiene información sobre la Capacidad portante de los suelos para fines de construcción.
- El área tiene problemas de drenaje superficial y subsuperficial, agudizados por la escasa elevación del terreno, desnivel de la superficie, madre viejas o bateas, esteros, acción de las Pleamares, tránsito de crecientes y flujo interior proveniente de las partes más elevadas. El área corresponde a una planicie de inundación natural razón por la cual implica un manejo especial.

### 6.2 RECOMENDACIONES

- No se deben construir Obras rígidas ni pavimentos.
- Las viviendas deben ser livianas y las mismas estarán sujetas a asentamientos diferenciales.
- Se recomienda construir en Palafitos, preferiblemente en pilotes de mangle, inmunizados en forma tal que la parte seca resista el ataque de plagas. La parte en contacto con

los niveles freáticos tendrá mayor duración. Este tipo de vivienda tiene una duración aproximada entre 6 a 7 años.

- Se debe utilizar como mínimo unos 20 diámetros de penetración para los pilotajes en Mangle.
- Se debe conservar la vegetación en las riberas del río Jella y aumentar la cobertura del bosque con especies nativas de la región.
- No se debe permitir construir en la zona de inundación del río Jella, al menos 10 metros de distancia según plano adjunto de obras a desarrollar.
- Bajo ningún motivo se debe tomar tierra en préstamo al interior del lote.
- Los terraplenes periféricos y una sola vía interna se consideran suficientes para el tránsito.
- Los drenes internos se recomiendan sean del tipo flexible, PVC corrugado con diámetro de 4 pulgadas.
- Se recomienda una micronivelación de la superficie del terreno o sea un emparejamiento del mismo para facilitar la evacuación rápida de las aguas lluvias.
- El cauce del río Jella puede ser mejorado mediante rectificación. El material del fondo es recomendable para la construcción de los terraplenes marginales.
- La alternativa de obras propuestas debe complementarse con la construcción de los drenajes periféricos.
- Los cangrejales deben ser controlados especialmente en los terraplenes, se espera que la población disminuya con la urbanización.
- Los terraplenes, parte seca, se deben proteger mediante vegetación, la parte húmeda mediante escollera o material grueso mezclado o con sacos de prolopropileno llenos de gravilla o cascajo.
- Se recomienda hacer un levantamiento topográfico de precisión.
- Al dar nota en informe de la visita de reconocimiento, se dan lineamientos generales y recomendaciones sobre el proyecto, por lo tanto al decidirse acerca de la ejecución de las obras se deben hacer estudios complementarios y de detalle.

## ANEXO 1

UNIVERSIDAD DEL VALLE - OSSO - BAHIA SOLANO

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Todas las referencias fueron consultadas en:

"El terreno de Bahía Solano del 26 de septiembre de 1970, Informes Técnicos". Ministerio de Agricultura, Corporación Nacional para el Desarrollo del Chocó. Bogotá, abril de 1971. Sin pié de imprenta.

- \* Ramírez, J.E. S.J. "La catástrofe de Bahía Solano del 26 de septiembre de 1970".
- \* Retrepo, H. "Zona de falla de Puerto Mutis en Bahía Solano. Carta técnica 0021, INgeominas".
- \* Montero, J. y Celis, A., "Inspección Ingeniero-Geológica en Bahía Solano". Sección Geología, Ministerio de Obras Públicas.
- \* Suelos y Fundaciones Ltda., Corporación Nacional para el Desarrollo del Choco, "Reconstrucción de Puerto Mutis, Estudio de Suelos, Conclusiones y Recomendaciones".
- \* Terán, A.P. y CUadros, A. Carta al señor Julio Carri-zosa Umaña, Director General del Instituto GEOgrá-fico "Agustín Codazzi", Informe de comisión a Puer-to Mutis.



## MINISTERIO DE AGRICULTURA

CORPORACION NACIONAL PARA EL  
DESARROLLO DEL CHOCO"EL TERREMOTO DE BAHIA SOLANO DEL  
26 DE SEPTIEMBRE DE 1970"

Bogotá, abril de 1971. 22 p. Sin pie de imprenta

RECONSTRUCCION DE PUERTO MUTIS, ESTUDIO  
DE SUELOS

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

*Suelos y Fundaciones Ltda. - Corporación Nacional para el Desarrollo  
del Chocó. - Enero, 1971.*

## CONCLUSIONES: -

Con base en las narraciones del terremoto de Bahía Solano y en las discusiones anteriores se puede llegar a las siguientes conclusiones:

Una población fundada sobre un abanico fluvial básicamente arenoso, está en peligro de desaparecer completamente por deslizamiento del suelo hacia el mar. Existen numerosos precedentes de este tipo de catástrofe. La inspección del área de Bahía Solano no registra evidencia de deslizamiento por licuefacción hacia el mar. Se cree que dos circunstancias favorables no permitieron la ocurrencia de deslizamientos: Por una parte, el delta del río Jella no forma una terraza topográficamente más alta, sino más bien un muy suave talud que al fondo del mar con el abanico fluvial; por otra parte, la existencia de gravas y suelos gruesos no susceptibles a licuefacción impidieron la generalización de este fenómeno.

En muchos terremotos en el litoral, se han formado olas marinas de terribles efectos destructivos: Chile, Niigata y el mismo Puerto Mutis. En el terremoto de Septiembre, 1970, no se generó ninguna ola marina exterior ordinaria que arrasara el área de la población. Es imposible predecir si en un futuro terremoto habrá o no una ola marina peligrosa.

Un estudio comparativo de la granulometría de las arenas de Niigata y los suelos encontrados en Puerto Mutis son en general de grano más grueso y contienen gravas lo cual los hace menos susceptibles a licuefacción. Sin embargo, en los tres sondeos efectuados en la margen derecha del río Jella se identificaron arenas finas de gradación muy semejante a las arenas de Niigata, especialmente cerca a los 6.0 metros de profundidad.

Por los resultados de los sondeos se pueden establecer diferencias entre las distintas áreas investigadas desde el punto de vista de suelos:

- a) La margen derecha del río Jella es la que mayor densidad presenta en promedio. Esto unido a las características de gradación hacen de esta área la menos favorable para fundaciones en caso de sismo. El hecho de que la destrucción hubiera sido menor en esta zona debe atribuirse a lo poco poblada que era y a estar algo más alejada de la fuente de energía que es la falla geológica.

No se hay plane incluido de localizacion de perforacion ni sus descripciones y de ensayos geotecnicos.

- b) En las cercanías del sondeo S - 15 sobre la margen derecha del caño Chocolatal se prevén condiciones poco favorables para la cimentación de estructuras, pues se encontraron suelos blandos y compresibles (arcillas y limos).
- c) Desde el punto de vista de suelos, la mejor zona del poblado se encuentra cerca a la casa de zinc de la Corporación donde se encontró el subsuelo básicamente compuesto de gravas gruesas.

El comportamiento de las distintas estructuras durante el último terremoto es la mejor experiencia para recomendar el uso de pilotes como el mejor tipo de fundación. Teóricamente, se podrían usar zapatas simples o cimientos continuos a unos 3.0 metros de profundidad, pero la posición del nivel freático hace difícil la construcción de este tipo de fundación.

Los derrumbes de los suelos que cubren la serranía sur-occidental son un peligro potencial que hace aconsejable dejar una zona al pie de la ladera.

### RECOMENDACIONES

Con base en los resultados de la investigación de campo y teniendo en cuenta las consideraciones discutidas anteriormente, se dan las siguientes recomendaciones para las fundaciones en la reconstrucción de Puerto Mutis en Bahía Solano.

#### Generales.

- 1) Se recomienda dejar libre de construcciones una franja de unos 100 metros de ancho a todo lo largo del pie de la ladera que constituye el límite sur-occidental de la población. Esto con el objeto de evitar posibles aludes y derrumbes que cubrirían las construcciones hechas en esta zona.
- 2) Teniendo en cuenta que el nivel freático se encuentra casi superficial, se recomienda cimentar las construcciones sobre pilotes relativamente cortos de unos 6 metros, cuya punta alcance los estratos de arena más densa, que tengan por lo menos una resistencia al ensayo de penetración de 20 golpes/pie.
- 3) La experiencia indica que la unión entre el cemento y la estructura debe ser muy fuerte para evitar desplazamientos horizontales de la construcción durante terremotos. Para lograr esto, es conveniente prolongar los pilotes hacia arriba para formar parte de la superestructura.
- 4) Para el caso de construcciones en estructura metálica, se recomienda construir una viga "cabezal" que una el extremo superior de los pilotes y que sirva de soporte a la estructura metálica.

La viga cabezal debe construirse a la profundidad en que se encuentre el nivel freático para que de esta manera la longitud total del pilote quede sumergida y así evitar su deterioro con el tiempo.

- 5) Cuando se use viga cabezal bien sea para estructuras metálicas o para construcciones con bloques de concreto, se debe tener especial precaución en lograr una unión fuerte entre la viga y la estructura por medio de pernos de acero o de columnas de concreto reforzado dependiendo del caso.
- 6) La zona donde se perforó el sondeo <sup>7\*</sup>S-15 es la más desfavorable para fundaciones de estructuras de algún peso. No se recomienda construir en esta parte casas de dos pisos. Para edificaciones de una planta se deberán usar pilotes de 5 metros de longitud. (Margen derecha, Q. Chocolatal).
- 7) Cuando la punta de los pilotes quede soportada sobre estratos de arena de 20 golpes/pie como se ha recomendado, la capacidad de soporte permisible para pilotes de 20 cm. de diámetro será de 10 toneladas, valor este que ya incluye un factor de seguridad igual a 3.
- 8) No parece conveniente reconstruir la población de Puerto Mutis sobre la margen derecha del río Jella. Aunque los daños en esta zona fueron pequeños, las condiciones del subsuelo encontradas, arena fina de baja densidad, son desfavorables en comparación a la mayoría de las zonas investigadas sobre la margen izquierda del río.

#### *Puente sobre el río Jella.*

- 1) Se recomienda que los dos estribos del puente sobre el río Jella sean soportados sobre pilotes de madera de 6 metros de largo. Se prevé que con esta longitud de hincamiento no habrá problema de socavación con las crecientes del río. En el estribo derecho los pilotes de 6 metros atraviesan un lente de limo orgánico que se encontró en el sondeo efectuado en esta margen.
- 2) A la profundidad recomendada la capacidad admisible para pilotes de 20 cm. de diámetro en la punta, será de 12 toneladas, valor este que ya incluye un factor de seguridad de 3.
- 3) No se prevén problemas constructivos ni de hincamiento de los pilotes, pero será necesario contar con un martinete que desarrolle por lo menos una energía de 10.000 libras-pie.

#### *Puente sobre la quebrada Chocolatal:*

1. Se recomienda que los dos estribos del puente se soporten sobre pilotes de madera relativamente cortos, de 4 metros de largo. Con este

longitud no se prevén problemas de socavamiento y erosión con las crecientes del caño.

2. A la profundidad recomendada, la capacidad de soporte admisible para pilotes de 20 cm. de diámetro será de 14 toneladas, valor este que incluye un factor de seguridad de 3.
3. El martinete que se use para construir el puente sobre el río Jella es adecuado también para la fundación de este puente.

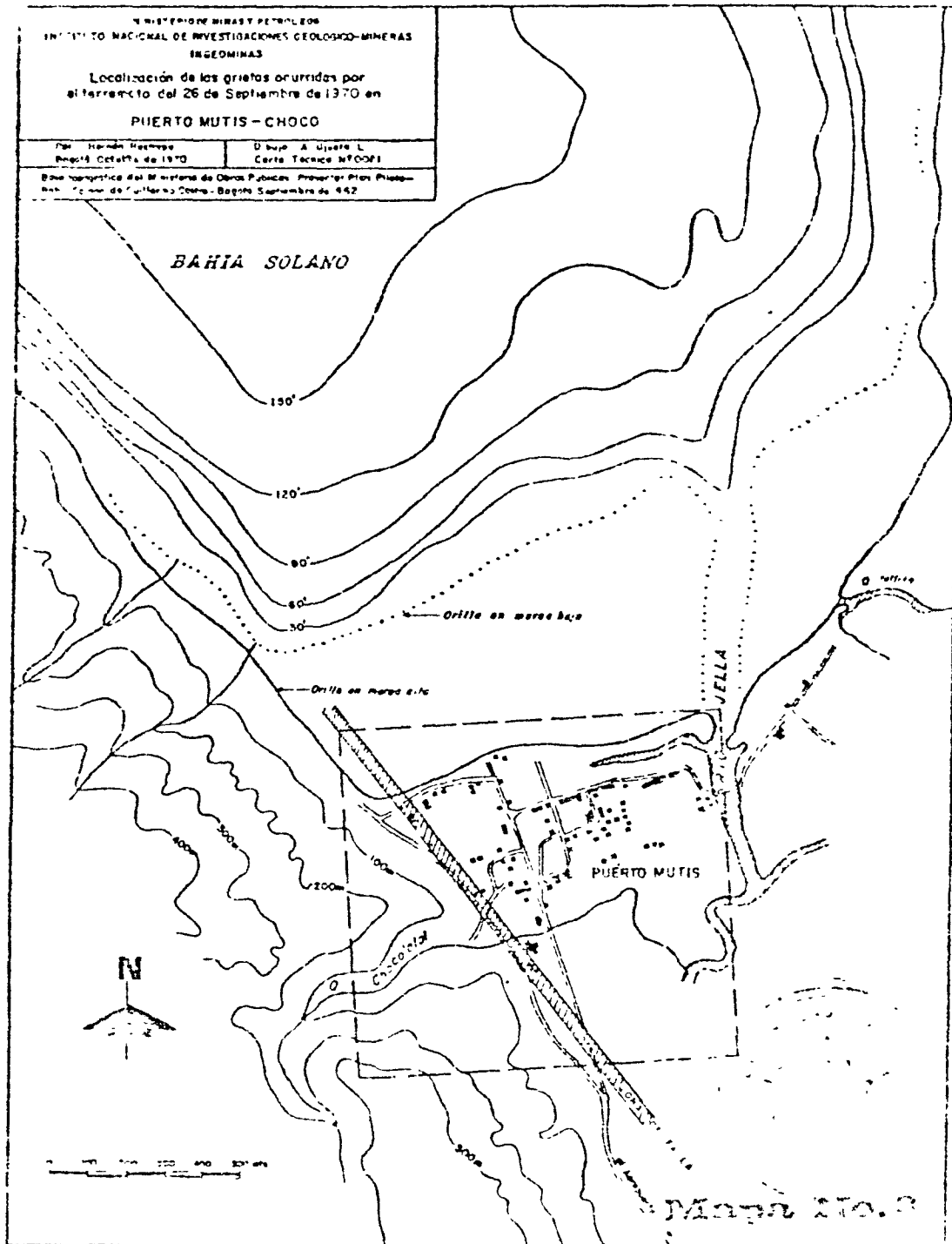
### LIMITACIONES

Las conclusiones y recomendaciones establecidas en el presente informe se han basado en los resultados de la exploración de campo y en la experiencia obtenida durante el último sismo que azotó la zona cuya magnitud fue de aproximadamente 7.3. Si durante la construcción se encuentran condiciones desfavorables a las supuestas, se deberá dar aviso al Ingeniero de Suelo para que amplíe o modifique sus recomendaciones.

### BIBLIOGRAFIA

1. R. P. JESUS EMILIO RAMIREZ. - "La catastrofe de Bahía Solano del 26 de Septiembre, 1960". Manuscrito
2. R. P. JESUS EMILIO RAMIREZ. - "Historia de los Terremotos en Colombia". Ed. Arga, Bogotá.
3. H. BOLTON SPEED y I. M. IDRIS. - "Analysis of Soil Liquefaction: Niigata Earthquake", ASCE Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, May 1967.
4. H. BOLTON SPEED - "Landslides During Earthquakes due to Liquefaction", ASCE Journal of the SMFD - Sept. 1967.
5. MARGARITOS S. N. - "Helos Submerged Town of Classical Greece", Archaeology, Vol. 13, No. 3, Autumn 1960.
6. T. LESLIE YONG y ROBERT O. CASTLE. - "Borrego Mountain Earthquake of April 6, 1933", ASCE Journal of the SMFD, July 1970.

ANEXO 3



## APENDICE 1



Facultad de Ingeniería

OBSERVATORIO SISMOLOGICO DEL SUROCCIDENTE \_ OSSO

Cali, enero 23 de 1992

Ingeniero

HENRY JIMENEZ E.

Departamento Mecánica de Fluidos y

Ciencias Térmicas

Universidad del Valle

REF. Relocalización del Barrio Onetti en el Municipio de Bahía Solano, Chocó.

Estimado profesor Jiménez:

De acuerdo con su solicitud de cooperación nuestra, sobre aspectos de amenazas y riesgos para el asunto de la referencia, me permito presentarle los siguientes aspectos y consideraciones.

A raíz del terremoto del 26 de septiembre de 1970, el 85% de las viviendas de Bahía Solano (267 en ese entonces), resultaron averiadas; el 39% en ruinas y el 24% fuertemente averiadas. Quedaron destruidos igualmente los edificios de la casa cural, colegio de las Hermanas de la Madre Laura, capilla, el hospital, Telecom, Caja Agraria, Alcaldía, cuarteles, cementerio, etc. (Ramírez, 1971). Este mismo autor señala que los "edificios que mejor se comportaron fueron los de estructuras metálicas con techos de zinc y sin bloques de cemento. Luego siguieron los de madera" y que "entre los de madera resistieron mejor el ímpetu de las sacudidas los de horcones de guayacán enterrados profundamente en la tierra con refuerzos oblicuos entre sí y luego conectados directamente a la estructura de madera"; "las edificaciones de cemento y las de bloque del mismo material cayeron en su gran mayoría".

En este sismo, como en aquellos otros en la Costa Pacífica (i.e. Dic.12 de 1979) se evidenció que la utilización de materiales foráneos (ladrillo, cemento) o se mestizaje, generalmente sin criterios técnicos, son los mas vulnerables frente a la amenaza sísmica.

En razón de los deslizamientos producidos en las colinas, los cuales también produjeron represamientos de cursos de agua y posteriores inundaciones, se recomendaba en ese entonces dejar una franja libre al pie de las colinas y "conservar la selva vecina intangible como una especie de parque nacional. El desmonte sólo servirá para acrecentar los derrumbes". (Ramírez, 1971).

Montero y Celis (1971) reportaron agrietamientos del terreno en terraplanes (vía al aeropuerto) y rellenos, especialmente en el cauce antiguo de la quebrada Chocolatal.

Entre las recomendaciones dadas por ellos se tiene: "Reconstrucción de la población en el mismo sitio, salvo las manzanas del costado occidental entre las calles primera y segunda, área que se ha considerado crítica por cuanto podría ser afectada por flujos de material erosionado del cerro", "supervisión técnica de la naturaleza y condiciones del suelo de cimentación" y "aforos periódicos de las aguas de la quebrada Chocolatal".

Terán y Cuadros (1971) señalan que el mareógrafo de Bahía Solano había sido retirado en 1968 razón por la cual "no existe punto de comparación para nivelaciones del terreno que ellos estaban haciendo - y por lo tanto fijación del nivel medio del mar (0.00 Datum)".

Suelos y Fundaciones (1971), cuya copia se adjunta, identificó la margen derecha del río Jella como aquella con condiciones más deficientes de subsuelo.

De los informes citados, y en primera aproximación, la relocalización del Barrio Onetti, así como otro tipo de desarrollos urbanísticos y de infraestructura en Bahía Solano, deberían excluir una franja inmediata a lo largo de las colinas al occidente de la población, los rellenos y terraplanes, si éstos no han sido técnicamente realizados, y la margen derecha del río Jella. A estas consideraciones debe agregarse un retiro obligatorio Plan de Desarrollo de Bahía Solano a partir del nivel máximo de inundaciones por marea en "pujas", retiro de quebradas y de la planicie inundable por el río Jella y evitar zonas pantanosas. En las zonas pantanosas, si sobre ellas se realizara la relocalización, en función de costos de urbanización y de las áreas de expansión definidas por el Municipio, debe proveerse una evaluación del potencial de licuación de suelos y el diseño de medidas y obras sanitarias.

Información complementaria para la mejor toma de decisiones podrá ser obtenida con los pobladores y con aquellas personas de mayor trayectoria en el hábitat pacífico.

Ingeniero Henry Jiménez E.  
Dpto. Mec. de F. y C. Térmicas

3

Mucho agradeceríamos, profesor Jiménez, si en sus visitas de campo ustedes pueden hacernos conocer información adicional sobre efectos de desastres en Bahía Solano, en particular sobre los terremotos y maremotos del 31 de enero de 1906 (una referencia dice que en ese año la ola de maremoto inundó la población), del 12 de diciembre de 1979, del 19 de noviembre de 1991 y también del 26 de septiembre de 1970.

Finalmente, también nos permitimos adjuntar mapa de localización de las grietas producidas por el terremoto de 1970 (Restrepo, 1971).

Con sentimientos de consideración y aprecio,

Cordialmente,

ANDRÉS VELÁSQUEZ

PROF. ANDRÉS VELÁSQUEZ  
Director OSSO



Copia: Doctora Gilma Mosquera Directora CETCE, UV

Anexos: Referencias bibliográficas  
Reconstrucción de Puerto Mutis - Estudio de suelos  
Mapa de grietas en 1970



APENDICE 2



FACULTAD DE INGENIERIA

Departamento de Mecánica de Sólidos y Materiales  
Sección de Mecánica de Suelos

Santiago de Cali, 3 de marzo de 1992

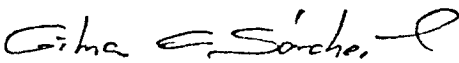
Profesor  
HENRY JIMENEZ  
Universidad del Valle

Asunto: Proyecto Relocalización barrio Onetti  
Bahía Solano - Choco.

Apreciado profesor Jiménez:

Anexo a la presente los resultados de los ensayos de laboratorio realizados a las muestras traídas por usted.

Cordialmente,

  
GILMA E. SANCHEZ Z.  
Jefe del Laboratorio



**UNIVERSIDAD DEL VALLE**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE SUELOS  
 INFORME No. \_\_\_\_\_

PROPIETARIO \_\_\_\_\_ HOJA DE  
 UBICACION BAHIA SOLANO - CHOCO  
 PROYECTO Relocalización barrio Onetti

**RESUMEN DE TRABAJO DE LABORATORIO**

PERFOR	MUESTRA	PROFUNDIDAD	HUMEDAD	GRANULOMETRIA			PLASTICIDAD			CLASIFI-	Cu	P UNIT	GRAVED
				% MENOR DE			LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLAST				
No	No TIPO	de a	%	476 mm	0.074 mm	0.002 mm							
1	B		82	99	72		57	42	15	MH-OH			
2	A	DESCONOCIDA	136	100	85		72	52	20	MH-OH			
2	B		121	100	94		62	45	17	MH-OH	0.02	1.64	
6	A		58	100	73		55	44	11	MH-OH			
6	C		67	86	45		45	34	11	SM			
7	C		69	99	88		59	41	18	MH-OH			
7	D		77	37			-	-	NP	SM			
8	D			95	74		-	-	-	-			
7 y 8	D												2.79

CONVENCIONES Muestra Tipo:  
 S- Shelby  
 C - Cuchara  
 D - Denison  
 O - Otras

\* Cu: Con muestra inalterada  
 \*\*Cu: Con muestra remoldeada  
 -Cu: De campo (Torcometria)  
 \* La mas seca de la serie  
 \*\* La mas húmeda de la serie

*Gina Sanchez*



FACULTAD DE INGENIERIA

Departamento de Mecánica de Sólidos y Materiales  
Laboratorio de Suelos

### RESUMEN DE TRABAJO DE LABORATORIO

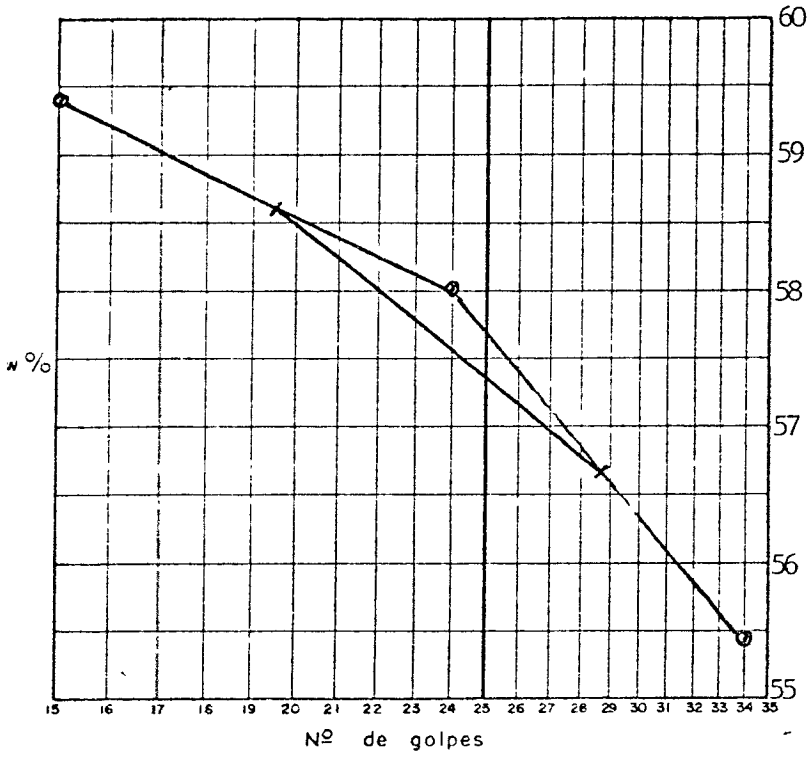
Nombre del ensayo	Sondeo No.	Muestra No.	Resultado del ensayo
Densidad mínima	7 y 8	D	1.13 grs/cm <sup>3</sup>
Ignición a 350°C	1	C	16%

*Gilma E. Sanchez Z.*

GILMA E. SANCHEZ Z.  
Jefe del Laboratorio

UNIVERSIDAD DEL VALLE  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto Relocalización barrio Onetti Fecha febrero/92



Sondeo 1  
Muestra N° B-seca  
Profundidad \_\_\_\_\_  
Humedad natural 82  
Límite líquido 57  
Límite Plástico 42  
Índice de Plasticidad 15  
Clasificación MH - OH

Limo color café con bastante materia orgánica.

Recipiente N°	Límite Líquido		
	209	249	266
Numero de golpes	15	24	34
Peso de muestra Hum + repté	37.02	39.91	38.32
Peso de muestra seca + repté	33.34	36.43	33.56
Peso de agua	3.68	3.48	4.76
Peso del recipiente	27.14	30.43	24.97
Peso de muestra seca	6.2	6	8.59
Porcentaje de humedad	59.4	59.0	55.4

Recipiente N°	Límite Plástico		Humedad natural	
	202	203	380	363
Peso de muestra Hum + repté	24.24	29.98	58.34	50.10
Peso de muestra seca + repté	22.71	28.21	42.91	39.20
Peso de agua	1.53	1.77	15.43	11.90
Peso del recipiente	19.30	24.22	24.12	23.78
Peso de muestra seca	3.31	3.93	18.78	14.52

**UNIVERSIDAD DEL VALLE**  
**DIVISION DE INGENIERIA**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

Localización BAHIA SOLANO - CHOCO Proyecto Relocalización barrio Onetti  
 Índice 1 Propietario \_\_\_\_\_  
 Estrata B Contratista \_\_\_\_\_  
 Elaborada por \_\_\_\_\_ Fecha de ensayo 18 de febrero/92

Peso de la muestra seca: 109 (grs.)  
 Peso de la muestra después de lavada: 31 (grs.)

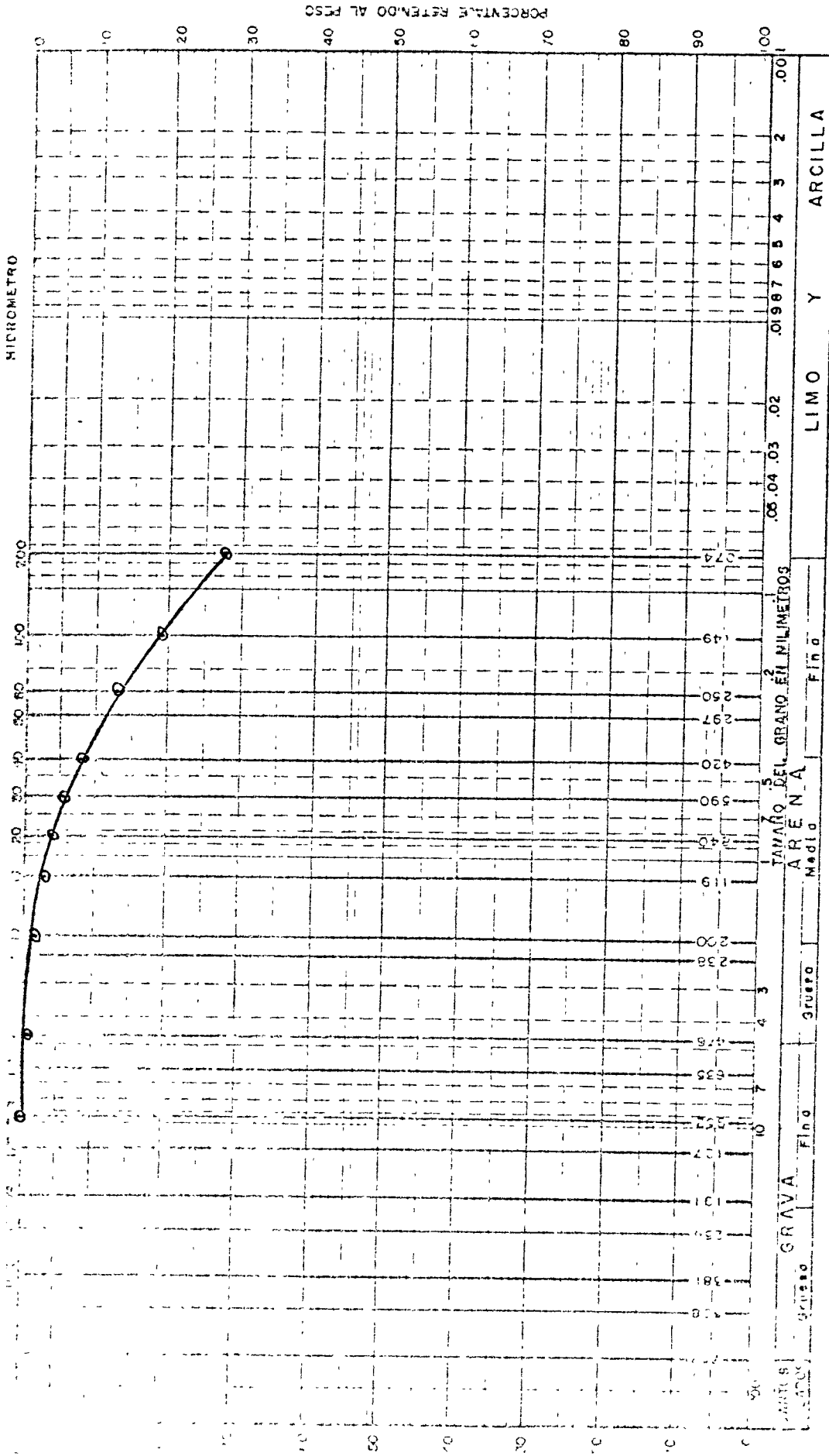
Descripción del material \_\_\_\_\_

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ mm.	PESO RETENIDO Gms.	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8					100.0
4		1	.9	.9	99.1
10		1	.9	1.8	98.2
16		1	.9	2.7	97.3
20		2	1.8	4.5	95.5
30		2	1.8	6.3	93.7
40		2	1.8	8.1	91.9
60		5	4.6	12.7	87.3
100		7	6.4	19.1	80.9
200		10	9.2	28.3	71.7
fdo		78	71.7	100.0	

Tamaño máximo del gránulo \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

Elaborado por \_\_\_\_\_ Calculó \_\_\_\_\_ Revisó \_\_\_\_\_



CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS

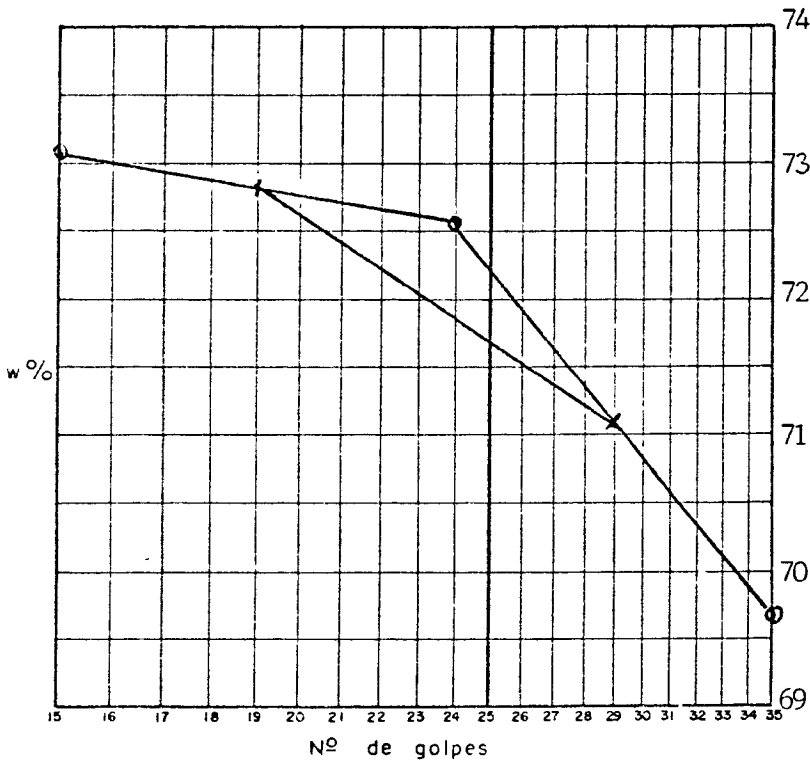
Clasificación: MI - OI  
 Gravidad específica: + 4 - 4  
 Límite líquido: 57  
 Límite plástico: 42  
 Índice de plasticidad: 15  
 Coeficiente de uniformidad: \_\_\_\_\_  
 Grado de curvatura: \_\_\_\_\_

PROYECTO: Relocalización barrio Oretti  
 LOCALIZACION: Bahía Solano - Chocó  
 SONDEO N°: 1  
 MUESTRA N°: B  
 PROFUNDIDAD: \_\_\_\_\_

**UNIVERSIDAD DEL VALLE**  
**DIVISION DE INGENIERIA**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
**CURVAS GRANULOMETRICAS**

UNIVERSIDAD DEL VALLE  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto Relocalización barrio Onetti Fecha Febrero/92



Sondeo	<u>2</u>
Muestra Nº	<u>A-Humed</u>
Profundidad	<u>          </u>
Humedad natural	<u>136</u>
Límite líquido	<u>72</u>
Límite Plástico	<u>52</u>
Índice de Plasticidad	<u>20</u>
Clasificación	<u>MH - OH</u>

Limo arcilloso amarillo con trazas de vegetales y raíces.

Recipiente Nº	Límite Líquido		
	235	244	236
Numero de golpes	15	24	35
Peso de muestra Hum + repté	31.86	36.02	32.68
Peso de muestra seca + repté	28.82	32.31	29.07
Peso de agua	3.04	3.71	3.61
Peso del recipiente	24.66	27.20	23.89
Peso de muestra seca	4.16	5.11	5.18
Porcentaje de humedad	73.1	72.6	69.7

Recipiente Nº	Límite Plástico		Humedad natural	
	248	260	379	303
Peso de muestra Hum + repté	30.34	31.34	59.22	60.12
Peso de muestra seca + repté	28.89	29.37	39.57	39.69
Peso de agua	1.65	1.97	19.65	20.43
Peso del recipiente	25.69	25.61	24.99	24.74
Peso de muestra seca	3.20	3.76	14.58	14.95
Porcentaje de humedad	51.9	52.4	111.7	113.3

**UNIVERSIDAD DEL VALLE**  
**DIVISION DE INGENIERIA**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

Localización BAHIA SOLANO - CHOCO Proyecto Relocalización barrio Onetti

Orden 2 Propietario \_\_\_\_\_

Estrata A Contratista \_\_\_\_\_

Elaborada por \_\_\_\_\_ Fecha de ensayo \_\_\_\_\_

Peso de la muestra seca: 100 (grs.)

Peso de la muestra después de lavada: 15 (grs.)

Descripción del material \_\_\_\_\_

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ mm.	PESO RETENIDO Gms.	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4					100.0
10		5	5	5	95
16		2	2	7	93
20		1	1	8	92
30		2	2	10	90
40		1	1	11	89
60		2	2	13	87
100		1	1	14	86
200		1	1	15	85
fdo		85	85	100.0	

Tamaño máximo del gránulo \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

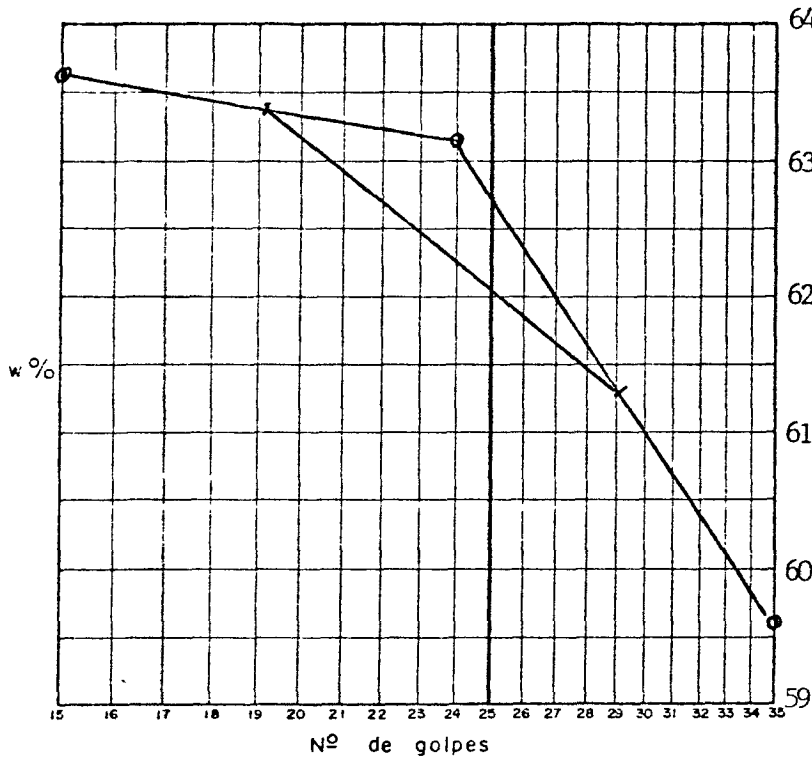
Elaborado por \_\_\_\_\_ Calculó \_\_\_\_\_ Revisó \_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD DEL VALLE  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
LIMITE DE ATTERBERG

Proyecto Relocalización barrio Onetti

Fecha Febrero/92



Sondeo	<u>2</u>
Muestra Nº	<u>B</u>
Profundidad	<u>          </u>
Humedad natural	<u>121</u>
Límite líquido	<u>62</u>
Límite Plástico	<u>45</u>
Índice de Plasticidad	<u>17</u>
Clasificación	<u>MH - OH</u>

Limo arcilloso gris con vegetales y raíces. Muy orgánico.

Recipiente Nº	Límite Líquido		
	268	224	232
Numero de golpes	15	24	35
Peso de muestra Hum + repte	34.14	34.09	36.03
Peso de muestra seca + repte	30.75	30.55	32.07
Peso de agua	3.39	3.54	3.96
Peso del recipiente	25.43	24.95	25.43
Peso de muestra seca	5.32	5.6	6.64
Porcentaje de humedad	63.7	63.2	59.6

Recipiente Nº	Límite Plástico		Humedad natural	
	228	259	324	310
Peso de muestra Hum + repte	34.79	30.76	60.79	57.70
Peso de muestra seca + repte	33.36	29.62	41.36	27.93
Peso de agua	1.43	1.14	19.23	16.03
Peso del recipiente	30.20	27.07	25.40	24.70
Peso de muestra seca	3.16	2.5	15.23	11.23
Porcentaje de humedad	63.7	47.7	41.23	41.23

**UNIVERSIDAD DEL VALLE**  
**DIVISION DE INGENIERIA**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

Localización BAHIA SOLANO - CHOCO Proyecto Relocalización barrio Onetti  
 Ideo 2 Propietario \_\_\_\_\_  
 muestra B Contratista \_\_\_\_\_  
 realizada por \_\_\_\_\_ Fecha de ensayo febrero/92

Peso de la muestra seca: 143 (grs.)  
 Peso de la muestra después de lavada: 9 (grs.).

Descripción del material \_\_\_\_\_

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ m.m.	PESO RETENIDO Gms.	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4					100.0
10		1	.7	.7	99.3
16		1	.7	1.4	98.6
20		1	.7	2.1	97.9
30		1	.7	2.8	97.2
40		1	.7	3.5	96.5
60		1	.7	4.2	95.8
100		1	.7	4.9	95.1
200		2	1.4	6.3	93.7
P-200		134	93.7	100.0	

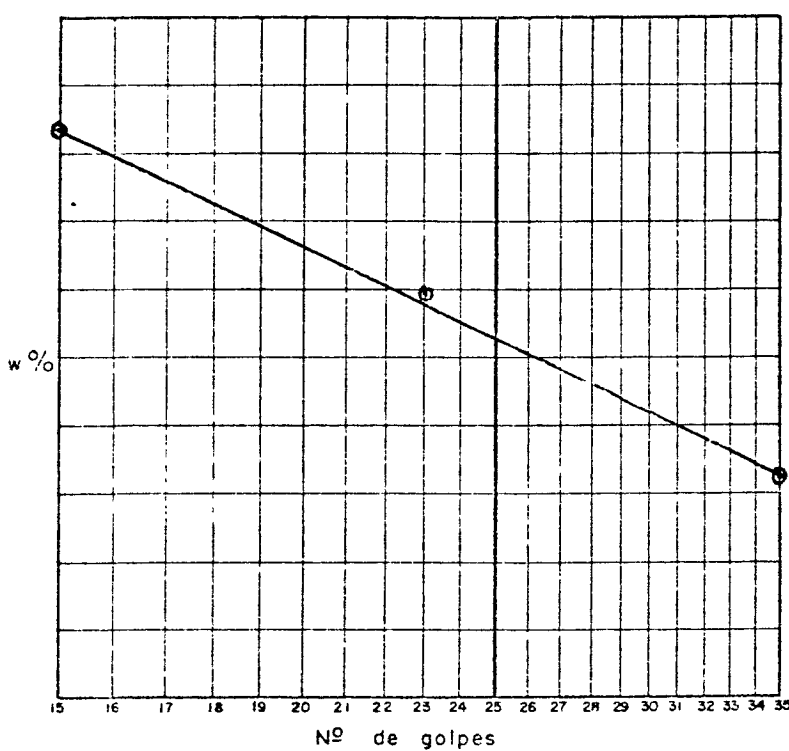
Tamaño máximo del gránulo \_\_\_\_\_

Observaciones \_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD DEL VALLE  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto Relocalización barrio Onetti Fecha febrero/92

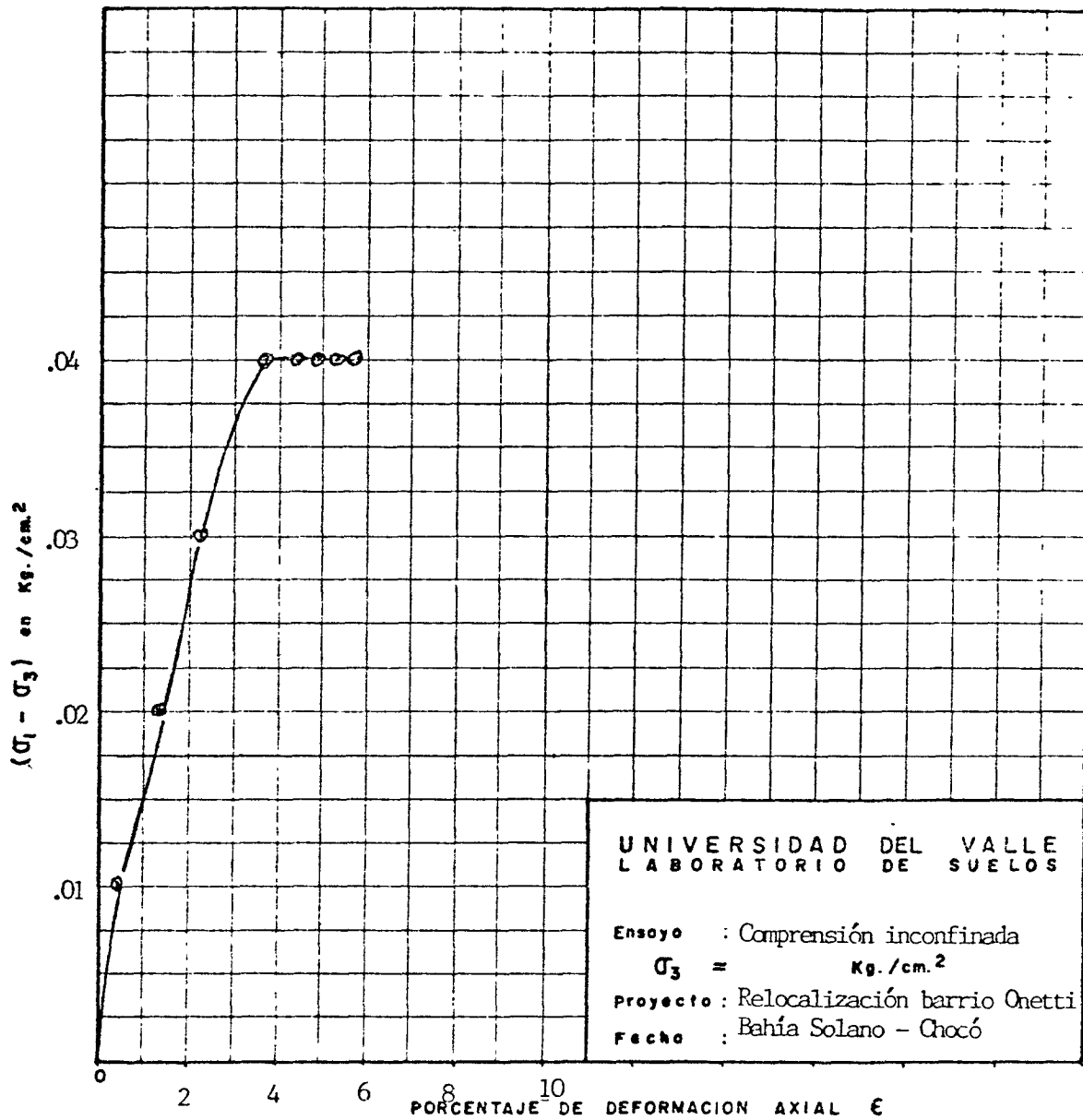


Sondeo 6  
Muestra Nº A  
Profundidad \_\_\_\_\_  
Humedad natural 58.0  
Límite líquido 55  
Límite Plástico 41  
Índice de Plasticidad 14  
Clasificación MH - OH

Limo arcilloso café con trazas de vegetales-olor a material orgánico

Recipiente Nº	Límite Líquido		
	267	204	260
Número de golpes	15	23	35
Peso de muestra Hum + repta	33.48	33.81	39.71
Peso de muestra seca + repta	29.31	30.15	34.81
Peso de agua	4.17	3.66	4.9
Peso del recipiente	22.17	23.60	25.61
Peso de muestra seca	7.14	6.55	9.2
Porcentaje de humedad	58.4	55.9	53.2

Recipiente Nº	Límite Plástico		Humedad	
	228	262	399	335
Peso de muestra Hum + repta	36.35	32.25	39.47	57.04
Peso de muestra seca + repta	34.59	30.43	46.50	45.61
Peso de agua	1.79	1.8	12.97	11.43
Peso del recipiente	31.20	26.04	24.21	24.26
Peso de muestra seca	3.39	4.41	22.29	31.35
Porcentaje de humedad	53.7	47.6	27.5	24.0



Perforación NR	Muestra NR	Profundidad	Peso Unitario Lbs./pie <sup>3</sup>	Humedad %	$(\sigma_1 - \sigma_3)_F$ Kg/cm. <sup>2</sup>
2	B	Desconocida	102.3	57	0.04
-	-	-	-	-	-

**UNIVERSIDAD DEL VALLE**  
**DIVISION DE INGENIERIA**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

Localización BAHIA SOLANO - CHOCO Proyecto Relocalización barrio Onetti  
 Número 6 Propietario \_\_\_\_\_  
 Estrata A Contratista \_\_\_\_\_  
 Realizada por \_\_\_\_\_ Fecha de ensayo Febrero/92

Peso de la muestra seca: 59 (grs.)  
 Peso de la muestra después de lavada: 16 (grs.)

Descripción del material \_\_\_\_\_

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ mm.	PESO RETENIDO Gms.	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4					100.0
10		1	1.7	1.7	98.3
16		1	1.7	3.4	96.6
20		1	1.7	5.1	94.9
30		1	1.7	6.8	93.2
40		1	1.7	8.5	91.5
60		1	1.7	10.2	89.8
100		4	6.8	17.0	83.0
200		6	10.2	27.2	72.8
fdo		43	72.8	100.0	

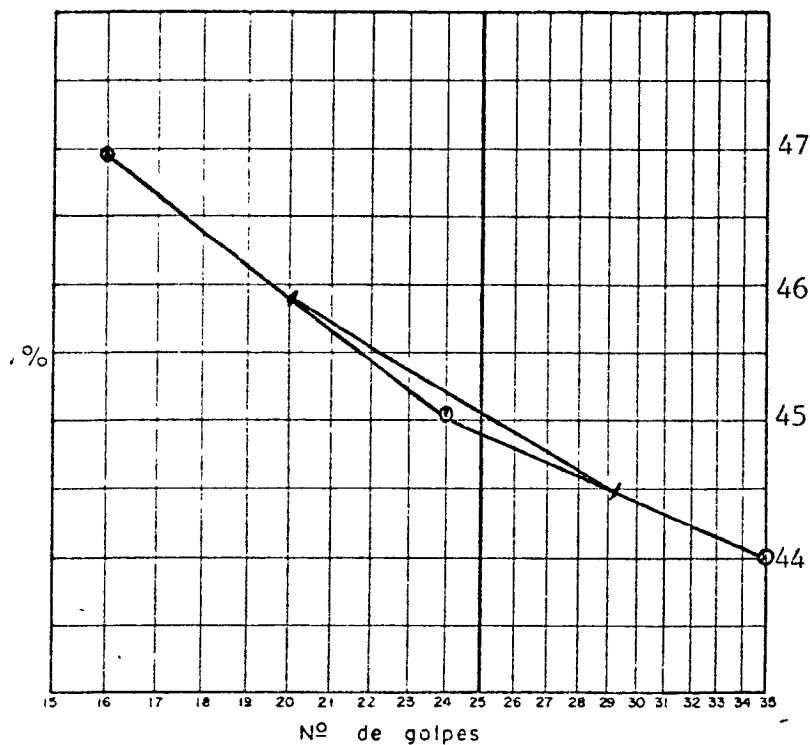
Tamaño máximo del gránulo \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD DEL VALLE  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto Relocalización barrio Onetti Fecha febrero/92



Sondeo 6  
Muestra Nº C  
Profundidad \_\_\_\_\_  
Humedad natural 67.0  
Límite líquido 45.0  
Límite Plástico 34.0  
Índice de Plasticidad 11  
Ejecutado por \_\_\_\_\_

Arena limosa color gris con material vegetal vegetal

	Límite Líquido		
	206	262	208
Recipiente Nº	206	262	208
Numero de golpes	16	24	35
Peso de muestra Hum + repto	34.81	37.69	37.98
Peso de muestra seca + repto	31.53	34.07	34.21
Peso de agua	3.28	3.62	3.77
Peso del recipiente	24.53	26.04	25.64
Peso de muestra seca	7.00	8.03	8.57
Porcentaje de humedad	46.86	45.1	44.0

	Límite Plástico		Humedad	
	246	249	382	370
Numero de golpes	246	249	382	370
Peso de muestra Hum + repto	27.80	37.59	38.61	51.00
Peso de muestra seca + repto	26.20	35.78	44.65	42.80
Peso de agua	1.57	1.81	13.96	12.04
Peso del recipiente	21.64	30.43	23.80	24.01
Peso de muestra seca	4.65	5.35	20.85	17.90
Porcentaje de humedad	37.5	33.5	61.00	62.00



**UNIVERSIDAD DEL VALLE**  
**DIVISION DE INGENIERIA**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

Localización BAHIA SOLANO - CHOCO Proyecto Relocalización barrio Onetti  
 Muestreo 6 Propietario \_\_\_\_\_  
 Estrata C Contratista \_\_\_\_\_  
 Tomada por \_\_\_\_\_ Fecha de ensayo febrero/92

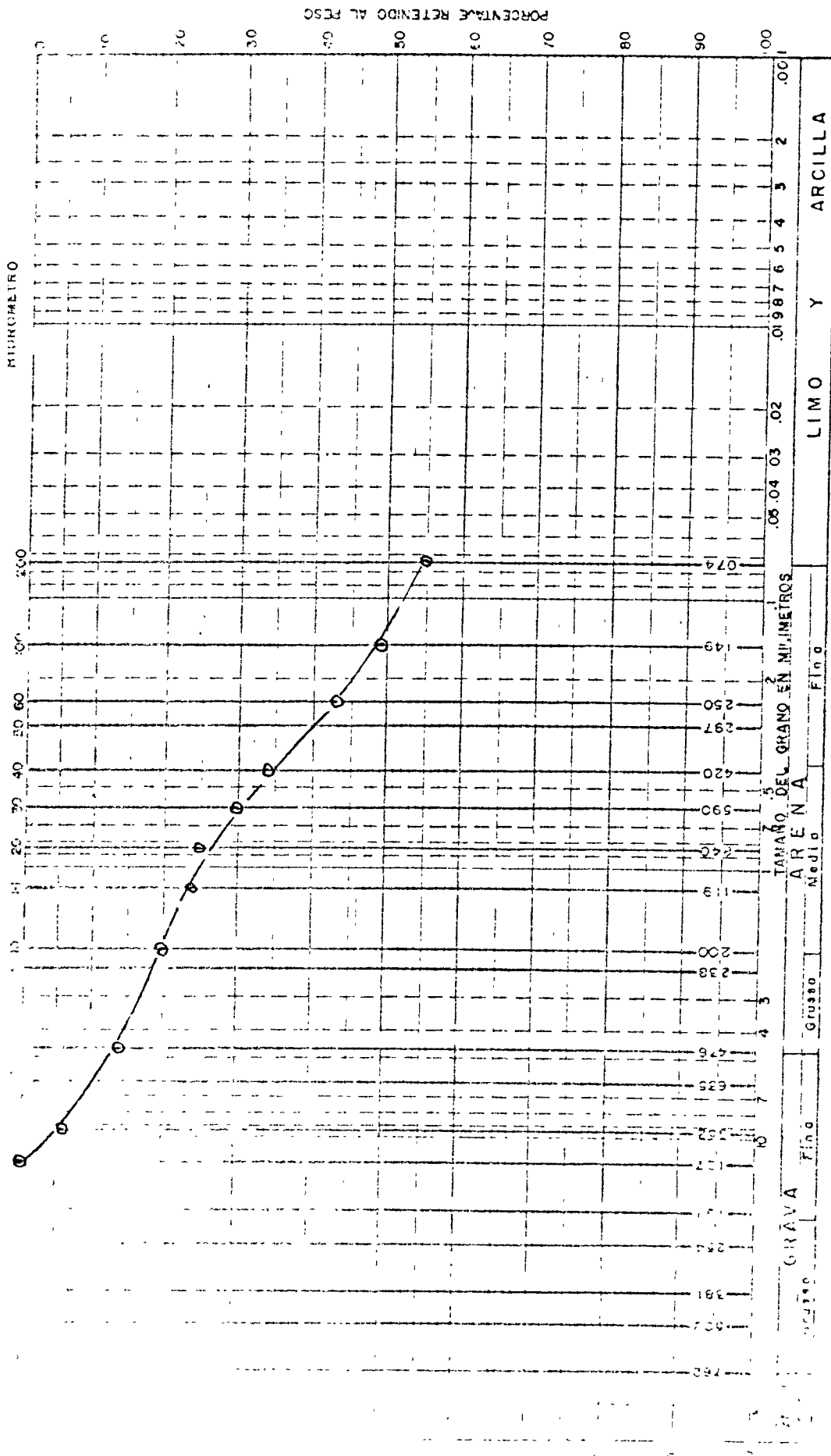
Peso de la muestra seca 80 (grs)  
 Peso de la muestra después de lavada: 44 (grs)  
 Descripción del material \_\_\_\_\_

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ mm	PESO RETENIDO Gms.	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1/2"					100.0
3/8		5	6.3	6.3	93.7
4		6	7.5	13.8	86.2
10		5	6.3	20.1	79.9
16		3	3.8	23.9	76.1
20		1	1.3	25.2	74.8
30		4	5.0	30.2	69.8
40		3	3.8	34.0	66.0
60		7	8.8	42.8	57.2
100		5	6.3	49.1	50.9
200		5	6.3	55.4	44.6
fdo		36	44.6	100.0	

Tamaño máximo del gránulo \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

Operadorista \_\_\_\_\_ Calculó \_\_\_\_\_ Revisó \_\_\_\_\_



CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS

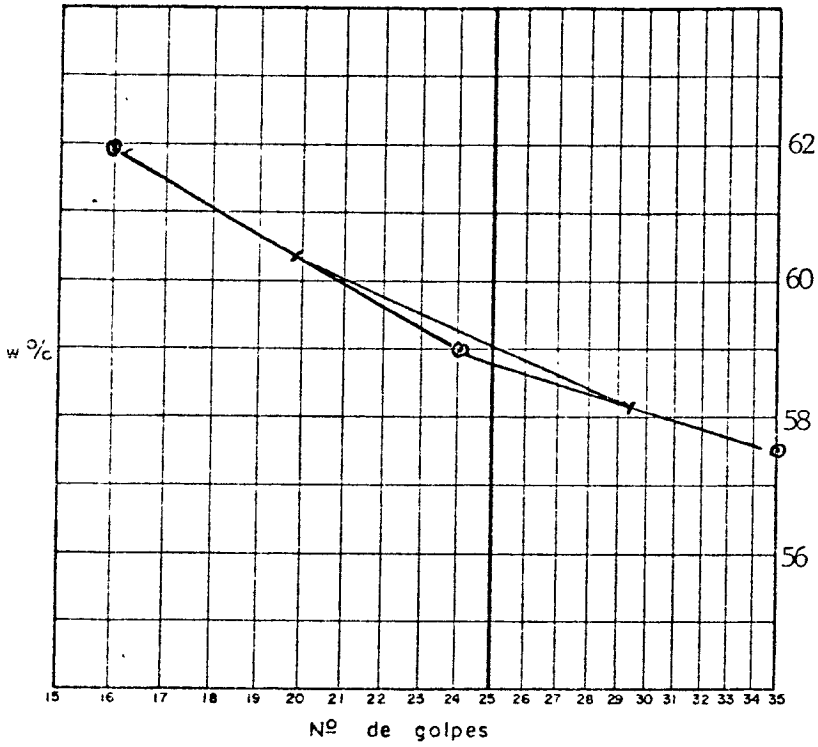
Proyecto: Relocalización barrio Onetti  
 Localización: Bahía Solano - Chocó  
 Sondeo N°: 6  
 Muestra N°: C  
 Profundidad:

Clasificación: SM  
 Límites Líquido: + 4  
 Límite Plástico: 45  
 Límite Líquido - Plástico: 34  
 Índice de Plasticidad: 11  
 Tipo de suelo:

UNIVERSIDAD DEL VALLE  
 DIVISION DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CURVAS GRANULOMETRICAS

UNIVERSIDAD DEL VALLE  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto Relocalización barrio Onetti Fecha febrero/92



Sondeo	<u>7</u>
Muestra Nº	<u>C</u>
Profundidad	<u>        </u>
Humedad natural	<u>69</u>
Límite líquido	<u>59</u>
Límite Plástico	<u>41</u>
Índice de Plasticidad	<u>18</u>
Ejecutado por	<u>        </u>

Limo color gris con vegetales y raíces. Fuerte olor a material orgánico.

	Límite Líquido		
Recipiente Nº	258	200	205
Numero de golpes	16	24	35
Peso de muestra Hum. + repte	33.71	30.20	36.11
Peso de muestra seca + repte	30.38	26.75	32.52
Peso de agua	3.33	3.45	3.59
Peso del recipiente	25.00	20.91	26.28
Peso de muestra seca	5.38	5.84	6.24
Porcentaje de humedad	61.9	59.0	57.5

	Límite Plástico		Humedad natural	
Recipiente Nº	204	243	368	337
Peso de muestra Hum. + repte	29.65	30.57	58.56	60.00
Peso de muestra seca + repte	27.89	28.72	43.54	42.64
Peso de agua	1.76	1.65	15.02	17.36
Peso del recipiente	27.60	24.65	21.70	22.94
Peso de muestra seca	4.29	4.07	21.84	19.80
Porcentaje de humedad	41.0	40.0	62.5	60.0

**UNIVERSIDAD DEL VALLE**  
**DIVISION DE INGENIERIA**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

Localización BAHIA SOLANO - CHOCO Proyecto Relocalización barrio Onetti  
 Índice 7 Propietario \_\_\_\_\_  
 Estrata C Contratista \_\_\_\_\_  
 Elaborada por \_\_\_\_\_ Fecha de ensayo Febrero/92

Peso de la muestra seca: 171 (grs.)  
 Peso de la muestra después de lavada: 20 (grs.)

Descripción del material \_\_\_\_\_

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ mm.	PESO RETENIDO Gms.	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8					100.0
4		1	.6	.6	99.4
10		1	.6	1.2	98.8
16		1	.6	1.8	98.2
20		1	.6	2.4	97.6
30		1	.6	3.0	97.0
40		1	.6	3.6	96.4
60		1	.6	4.2	95.8
100		4	2.3	6.5	93.5
200		9	5.3	11.8	88.2
total		151	88.2	100.0	

Tamaño máximo del gránulo \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

Elaborado por \_\_\_\_\_ Calculó \_\_\_\_\_ Revisó \_\_\_\_\_

**UNIVERSIDAD DEL VALLE**  
**DIVISION DE INGENIERIA**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

calización BAHIA SOLANO - CHOCO Proyecto Relocalización barrio Onetti  
 ndeo 7 Propietario \_\_\_\_\_  
 estra D Contratista \_\_\_\_\_  
 mada por \_\_\_\_\_ Fecha de ensayo Febrero/92

so de la muestra seca: 412 (grs.)  
 so de la muestra después de lavada: 261 (grs.)

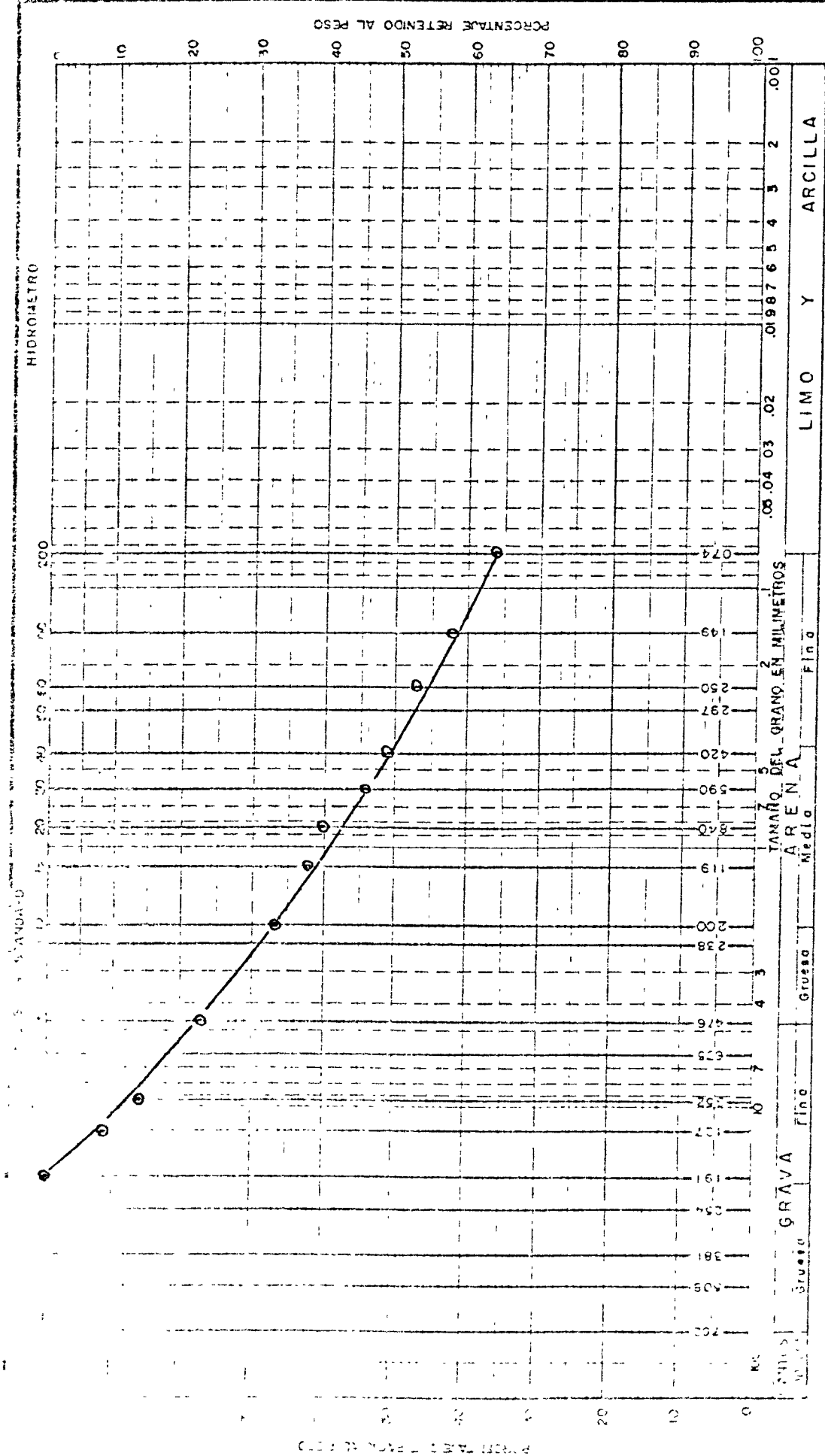
scripción del material \_\_\_\_\_

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ mm.	PESO RETENIDO Gms.	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PAS.
3/4					100.0
1/2		39	9.5	9.5	90.5
3/8		18	4.4	13.9	86.1
4		39	9.5	23.4	76.6
10		40	9.7	33.1	66.9
16		19	4.6	37.7	62.3
20		11	2.7	40.4	59.6
30		22	5.3	45.7	54.3
40		13	3.2	48.9	51.1
60		17	4.1	53.0	47.0
100		21	5.1	58.1	41.9
200		22	5.3	63.4	36.6
fdo		151	36.6	100.0	

amaño máximo del gránulo \_\_\_\_\_

ERVACIONES \_\_\_\_\_

laborista \_\_\_\_\_ Cálculo \_\_\_\_\_ Revisó \_\_\_\_\_



CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS

Clasificación SM  
 Gravedad específica + 4  
 Límite líquido NP  
 Límite plástico NP  
 Índice de plasticidad NP  
 Coeficiente de uniformidad NP

Proyecto Relocalización barrio Onetti  
 Localización Bahía Solano - Chocó  
 Sondeo N° 7  
 Muestra N° D  
 Profundidad         

**UNIVERSIDAD DEL VALLE**  
**DIVISION DE INGENIERIA**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
**CURVAS GRANULOMETRICAS**

HIDROMETRO

TAMANO DEL CRANO EN MILIMETROS

ARENA

GRASA

Fino

Gruesa

LIMO

Y

ARCILLA

**UNIVERSIDAD DEL VALLE**  
**DIVISION DE INGENIERIA**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

Localización BAHIA SOLANO Proyecto Relocalización barrio Onetti  
 Sondeo 8 Propietario \_\_\_\_\_  
 MUESTRA D Contratista \_\_\_\_\_  
~~Examinada~~ Tomada por \_\_\_\_\_ Fecha de ensayo \_\_\_\_\_

Peso de la muestra seca: 163 (grs.)  
 Peso de la muestra después de lavada: 43 (grs.)

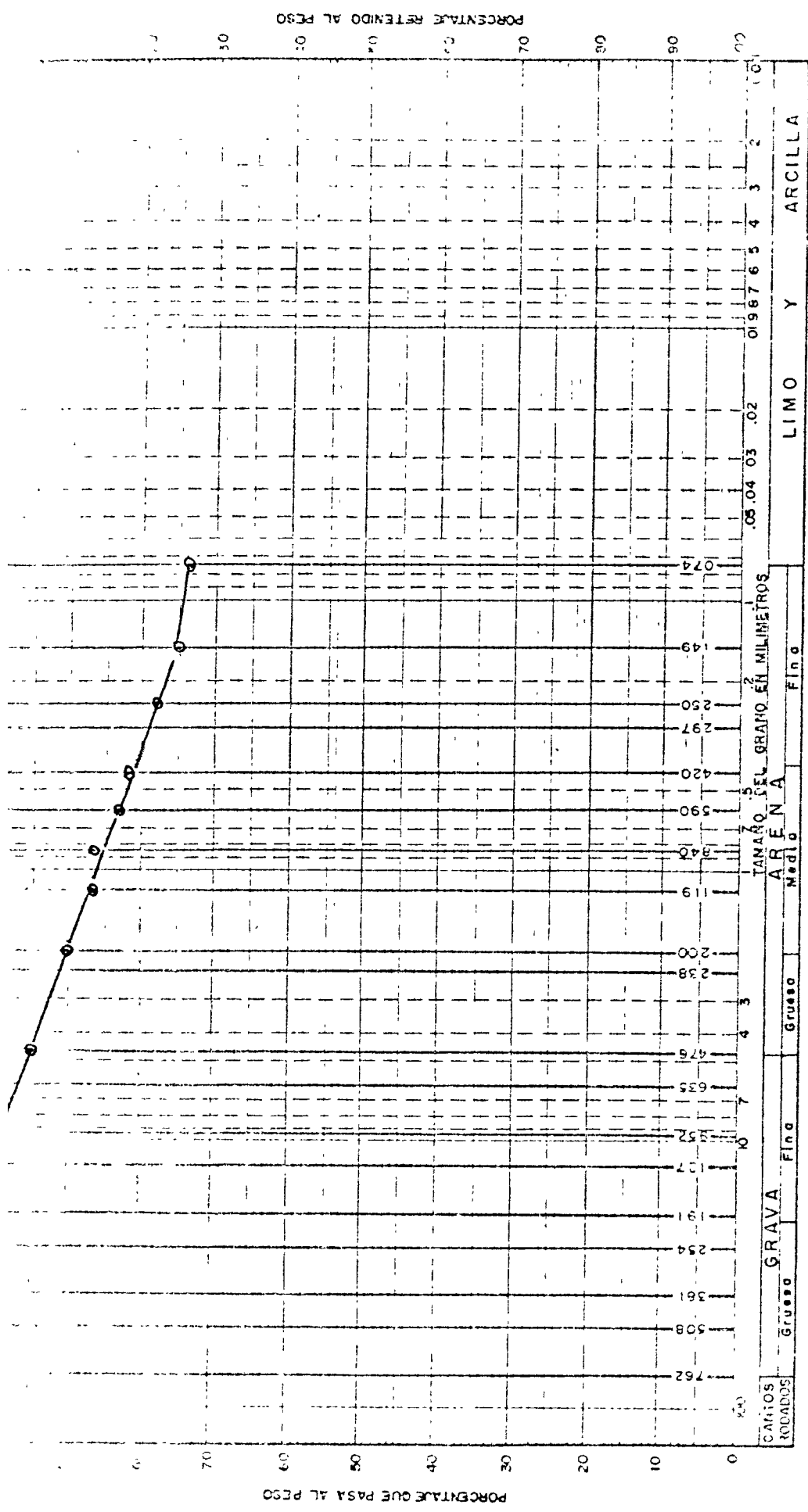
Descripción del material \_\_\_\_\_

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ mm.	PESO RETENIDO Gms.	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE P.
3/8					100.0
4		8	4.9	4.9	95.1
10		8	4.9	9.8	90.2
16		5	3.1	12.9	87.1
20		1	0.6	13.5	86.5
30		5	3.1	16.6	83.4
40		2	1.2	17.8	82.2
60		7	4.3	22.1	77.9
100		4	2.5	24.6	75.4
200		3	1.8	26.4	73.6
P-200		120	73.6	100.0	

Tamaño máximo del gránulo \_\_\_\_\_

RESERVACIONES \_\_\_\_\_

Laboratorio \_\_\_\_\_ Cálculo \_\_\_\_\_ Revisó \_\_\_\_\_



CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS

UNIVERSIDAD DEL VALLE  
 DIVISION DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE SUELOS Y FUNDACIONES  
 CURVAS GRANULOMETRICAS

Proyecto Relocalización barrio Onetti  
 LOCALIZACION Bahía Solano - Chocó  
 SONDEO Nº 8  
 MUESTRA Nº D  
 PROFUNDIDAD \_\_\_\_\_

Clasificación \_\_\_\_\_  
 Gravedad específica + 4 \_\_\_\_\_  
 Límite líquido \_\_\_\_\_  
 Límite plástico \_\_\_\_\_  
 Índice de plasticidad \_\_\_\_\_  
 Coeficiente de uniformidad \_\_\_\_\_  
 Grado de curvatura \_\_\_\_\_



**UNIVERSIDAD DEL VALLE**  
**DIVISION DE INGENIERIA**  
**LABORATORIO DE SUELOS**  
**GRAVEDAD ESPECIFICA**

MUESTRA N°                      D                      FECHA RECIBO                      Febrero/92  
 REFERENCIA ENVIO                      OBRA                      Relocalización Barrio Onetti  
 EMITENTE                      FECHA DE ENSAYO                      24 de febrero 1992  
 CALIBRACION DEL MATRAZ N°                      Peso matraz seco  $W_f =$                      

Prueba N°	1	2	3	4	5	6	7	8
$T, \text{ }^\circ\text{C.}$								
$W_a, \text{ Gms.}$								

$W_a$  = Peso del matraz lleno con agua a la temperatura  $T$ , en Gms.  
 $T$  = Temperatura del agua en el momento de determinar  $W_a$ , en  $^\circ\text{C.}$

**GRAVEDAD ESPECIFICA DEL SUELO**

Descripción de la muestra                      Arena pasa malla 4, Ret malla 200

Prueba N°	1		2			
Matraz N°	1		7			
Método de expulsar el aire	Baño de María					
$T_x, \text{ }^\circ\text{C.}$						
$W_a, \text{ Gms.}$	363.15		372.31			
$W_b, \text{ Gms.}$	332.11		341.14			
Cápsula N°	8		9			
$W_i, \text{ gms.}$	285.31		281.91			
$W_c, \text{ gms.}$	236.85		233.33			
$W_s = (W_i - W_c), \text{ Gms.}$	48.46		48.58			
$G_x = \frac{W_s}{W_s + (W_a - W_b)}$	2.78		2.79			
$G_{20^\circ\text{C}} = K \times G \times T_x$						

$W_a$  = Peso del matraz lleno con agua a la temperatura  $T_x$ , en Gms. (De la curva de cal.)  
 $W_b$  = Peso del matraz lleno con agua y suelo a la temperatura  $T_x$ , en Gms.  
 $T_x$  = Temperatura del contenido del matraz cuando el peso  $W_b$  se determinó, en  $^\circ\text{C.}$   
 $W_i$  = Peso de la cápsula con el suelo secado al horno, en Gms.  
 $W_c$  = Peso de la cápsula, en Gms.  
 $W_s$  = Peso de la muestra seca, en Gms.  
 $G_x$  = Tx = Gravedad específica del suelo a la temperatura  $T_x$ .  
 $K$  = Factor de corrección.  
 $G_{20^\circ\text{C}}$  = Gravedad específica del suelo a  $20^\circ\text{C}$

SERVACIONES

### APENDICE 3

#### DESCRIPCION DE PERFILES ESTRATIGRAFICOS

POZO No. 1      Cerca a la casa de      FECHA: 30 Enero/92.  
Flaviano Ruiz, próximo  
al río Jella (15 mts.).

N.F. inicial = 50 cms.

N.F. final = 50 cms.

---

PROFUNDIDAD (cm.)	TEXTURA	CARACTERISTICAS
0 - 20	FL	Color café oscuro, alto contenido de M.O., suelo arenoso y limoso, con arcillas orgánicas, plasticidad media.
20 - 40	FL	Color café claro y trazas de suelo gris. Estrato seco. Presencia de M.O., arenas, limos y arcillas
40 - 150	FA	Suelo totalmente gris azulado. Pegajoso, aparecen trazas de arena media. Presencia de M.O. Arenas limosas, mezclas de arena y limo mal gradadas.
150 - 300	AF	Suelo gris azulado. Aparecen gránulos de arena seca de color gris más claro. Se encuentran raicillas. Alta proporción de arenas. A esta profundidad el drenaje aparentemente es mejor. Disminuye la presencia de M.O.

---

Símbolos: M.O. = Materia Orgánica  
FL = Franco Limoso  
FA = Franco Arenoso  
AF = Areno Francoso  
N.F. = Nivel Freático

## DESCRIPCION DE PERFILES ESTRATIGRAFICOS

POZO No. 2 Vecino a estaca # 1  
 en dirección montaña.  
 Esquina límite lote.

FECHA : 30 Enero/92  
 HORA : 4:00 p.m.

N.F. inicial = 25 cms.            N.F. final = 25 cms.

PROFUNDIDAD (cm.)	TEXTURA	CARACTERISTICAS
0 - 15	FL	Color café oscuro. Presencia de M.O. y raicillas. Suelo compacto. Arenoso y limoso con arcillas. Plasticidad media.
15 - 70	FA	Suelo color gris con trazas de color café claro, tendencia a color amarillo. A medida que se profundiza es más pegajoso. Arenas limosas. Mezclas de arenas y limos. Existe M.O.
70 - 300	FA	Sigue siendo un color gris, se encuentra M.O. en menor proporción y pequeños trozos de madera. Suelo muy pegajoso. No se encuentra a esta profundidad el estrato arenoso ni presencia de gránulos o concrecciones.

Símbolos: M.O. = Materia Orgánica  
 FL = Franco Limoso  
 FA = Franco Arenoso  
 N.F. = Nivel Freático

## DESCRIPCION DE PERFILES ESTRATIGRAFICOS

POZO No. 3      Vecino a estaca # 2.  
 Area con mal drenaje superficial. Presencia permanente de agua. Dificultad trabajo por hundimiento en el terreno. Vegetación típica Chimaguacho, botoncillo y cortadera.

FECHA: 30 Enero/92

N.F. inicial = + 10 cms. (Sobre la superficie del terreno).

N.F. final    = + 10 cms. (Sobre la superficie del terreno).

PROFUNDIDAD (cm.)	TEXTURA	CARACTERISTICAS
0 - 20	FL	Color Café oscuro. Alto contenido de M.O. con presencia de raicillas. Suelo arenoso y limoso. La estructura del suelo se encuentra deteriorada.
20 - 80	FA	Suelo color gris y muy pegajoso. Presencia de raicillas y de M.O., se encuentran limos y arenas finas. El drenaje es muy deficiente.
80 - 300	AF	Color gris azulado con presencia de M.O. en menor proporción. Arenas y limos. Mezclas de arenas y limos mal gradadas.

Simbolos : M.O. = Materia Orgánica  
 FL        = Franco Limoso  
 FA        = Franco Arenoso  
 AF        = Areno Francoso  
 N.F.      = Nivel Freatico

## DESCRIPCION DE PERFILES ESTRATIGRAFICOS

POZO No. 4 Vecino a estaca # 3.  
Esquina lindero.

FECHA: 30 de Enero/92

N.F. inicial = 10 cms.

N.F. final = 10 cms.

PROFUNDIDAD (cm.)	TEXTURA	CARACTERISTICAS
0 - 15	FL	Color café oscuro. Presencia de M.O. con muchas raicillas. Suelo arenoso y limoso con arcillas orgánicas, plasticidad media. En los alrededores se encuentra un suelo turboso.
15 - 80	FA	Suelo color gris azulado, con M.O. en menor proporción. Mezclas de arenas y limos. Aparece Arena gruesa color gris. Arenisca. Suelo pegajoso.
80 - 300	AF	Suelo de color gris. Aparece la gravilla y arena gruesa. Se afirma que en el sitio nunca se ha construido, el subsuelo es natural, en el mismo se encuentra gravilla blanca y gris.

Símbolos: M.O. = Materia Orgánica  
 FL = Franco Limoso  
 AF = Areno Francoso  
 N.F. = Nivel Freatico

## DESCRIPCION DE PERFILES ESTRATIGRAFICOS

POZO No. 5      Cercano a la estaca # 4      FECHA: 30 Enero/92  
 Aproximadamente a 20 metros  
 de la orilla del río Jella.

N.F. inicial = 85 cms.      N.F. final = 85 cms.

PROFUNDIDAD (cm.)	TEXTURA	CARACTERISTICAS
0 - 30	FL	Color café oscuro, alto contenido de M.O., suelo compacto y seco. Aledaño a pequeño canal de drenaje. Arcillas, limos y arenas. Plasticidad media.
30 - 150	FA	Suelo de color gris con trazas café. Se observa presencia de M.O., Arenas limosas, mezclas de arenas y limos mal gradadas
150 - 300	AF	Suelo gris. Se encuentra M.O. en menor proporción. Aparecen arenas gruesas y gravillas. Se observan materiales de origen fluvial, antiguo cauce del río Jella.

Símbolos: M.O. = Materia Orgánica  
 FL = Franco Limoso  
 AF = Areno Francoso  
 N.F. = Nivel Freático

## DESCRIPCION DE PERFILES ESTRATIGRAFICOS

POZO No. 6      En dirección a la calle denominada Agraciada. Aproximadamente a 40 m. de la orilla del río Jella. Parte media del terreno.

FECHA: 30 Enero/92

N.F. inicial = 90 cms.

N.F. final = 90 cms.

PROFUNDIDAD (cm.)	TEXTURA	CARACTERISTICAS
0 - 80	FL	Color café oscuro. Suelo con presencia de M.O., estrato con arenas, limos y arcillas. El suelo es turboso. Plasticidad media.
80 - 250	FA	Color gris oscuro. Disminuye la presencia de M.O., se encuentran arenas limosas, mezclas de arena y limos mal gradadas. A medida que se profundiza se encuentra un suelo gris y aumenta la pegajosidad.
250- 300	AF	Aparecen las arenas medias y gruesas. Se encuentra gravilla de río, color gris. También se encuentra M.O. aunque en menor proporción.

Símbolos:    M.O. = Materia Orgánica  
               FL    = Franco Limoso  
               FA    = Franco Arenoso  
               AF    = Areno Francoso  
               N.F. = Nivel Freático

## DESCRIPCION DE PERFILES ESTRATIGRAFICOS

POZO No. 7 Localizado entre los pozos  
No. 4 y No. 5, aproximada-  
mente a 40 mts. del río.

FECHA: 31 Enero/92

N.F. inicial = 57 cms.

N.F. final = 57 cms.

PROFUNDIDAD (cm.)	TEXTURA	CARACTERISTICAS
0 - 25	FL	Color café oscuro alto contenido de M.O., suelo arenoso y limoso, con arcillas orgánicas de plasticidad media.
25 - 80	FA	Color café con trazas de suelo gris. Talco muy pegajoso. Se encuentra M.O., arenas, limos y arcillas orgánicas. Se encuentran concreciones y arenas gruesas.
80 - 250	AF	Suelo de color gris azulado. Se encuentran trazas de arena media y gruesa. Presencia de M.O. aunque en menor proporción. Al igual que en los otros perfiles, se encuentran mezclas de arenas y limos con arcillas orgánicas.
250 - 300	AF	Suelo de color gris. Se encuentra gravilla gruesa. La presencia de arenas gruesas y canto rodado mejora las condiciones del drenaje a esta profundidad.

Símbolos : M.O. = Materia Orgánica  
 FL = Franco Limoso  
 FA = Franco Arenoso  
 AF = Arena Francoso  
 N.F. = Nivel freático



## DESCRIPCION DE PERFILES ESTRATIGRAFICOS

POZO No. 8      Ubicado por fuera del lote,      FECHA: 31 Enero/92  
 cercano a casa vecina.

N.F. inicial = 43 cms.      N.F. final = 43 cms.

PROFUNDIDAD (cm.)	TEXTURA	CARACTERISTICAS
0 - 25	FL	Color café oscuro. Presencia de M.O.. Mezclas de arenas y limos con arcillas orgánicas. Suelos con características turbosas.
25 - 40	FL	Color café oscuro con trazas color gris. Mezclas de arenas finas, arcillas y limos. Disminuye la M.O.
40 - 80	FA	Color gris. Muy pegajoso. Se encuentra M.O. en menor proporción. Suelos limosos, con mezclas de arenas y arcillas en menor escala. Se encuentran raíces de árboles antiguos. Drenaje deficiente.
80 - 300	AF	Color gris oscuro con presencia de M.O.. Arenas gruesas y concreciones. Drenaje deficiente. No se encontro el perfil con material gravilla.

Simbolos :    M.O. = Materia Orgánica  
               FL    = Franco Limoso  
               FA    = Franco Arenoso  
               AF    = Areno Francoso  
               N.F. = Nivel Freatico