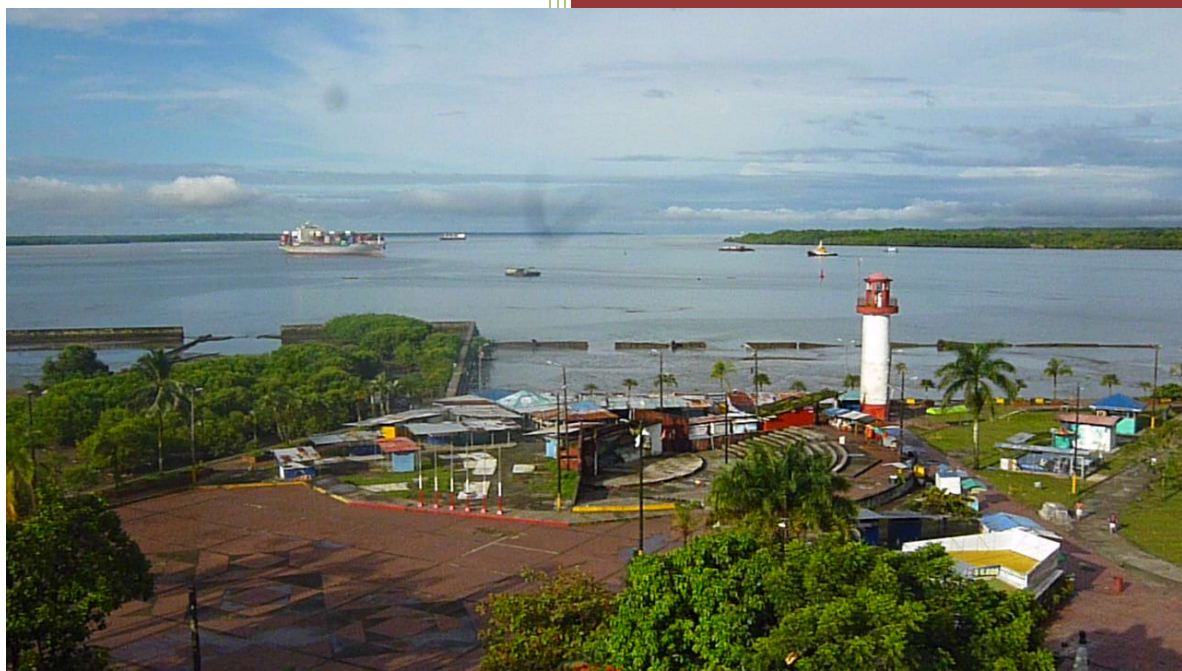


**CONTRATO ICAT 001 2014 - REALIZACIÓN DEL DIAGNÓSTICO,  
ACTUALIZACIÓN, AJUSTES PARTICIPATIVOS Y COMPLEMENTACIÓN  
DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS TÉCNICOS EXISTENTES DEL PROYECTO  
MALECÓN BAHÍA DE LA CRUZ, EN EL DISTRITO ESPECIAL,  
INDUSTRIAL, PORTUARIO, BIODIVERSO Y ECO TURÍSTICO DE  
BUENAVENTURA**



**VOLUMEN 4  
GEOLOGÍA Y GEOTECNIA**



L:\P-1470\_MALECON BUENAVENTURA FASE  
1\2\_PROYECTO\TEXTOS\P  
EJECUTIVO\GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

## Contenido

PROYECTO BÁSICO MALECON DE BUENAVENTURA .....	2
FASE 1. PARQUE NESTOR URBANO TENORIO. ....	2
IV. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA.....	2
INTRODUCCIÓN .....	2
METODOLOGÍA.....	4
ANTECEDENTES .....	4
ENCUADRE GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO GENERAL.....	4
EFFECTOS SÍSMICOS DEL SECTOR .....	10
RIESGOS GEOLÓGICOS GENERALES DE LA REGIÓN Y DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	14
CAMPAÑA GEOTÉCNICA COMPLEMENTARIA REALIZADA .....	15
ESTRATIGRAFÍA DEL SECTOR .....	18
CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES AFECTADOS .....	23
ESTUDIO SÍSMICO Y DE LICUEFACCIÓN.....	31
CIMENTACIONES .....	42
PAVIMENTOS.....	50
APÉNDICES .....	52

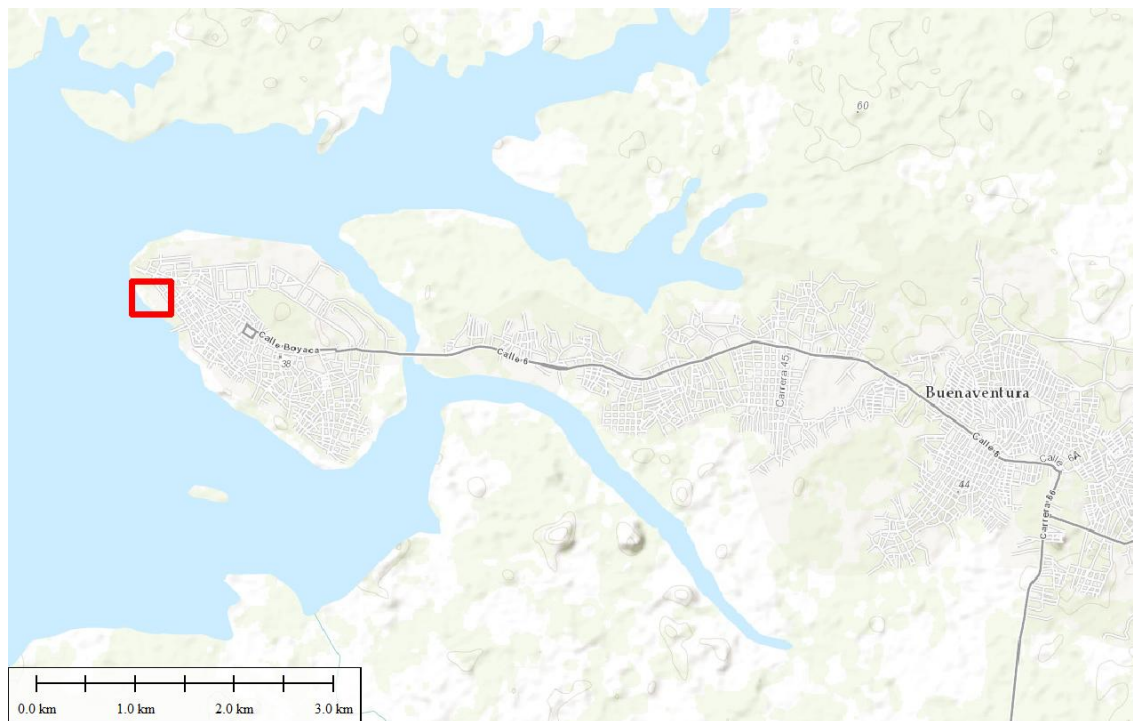
## PROYECTO BÁSICO MALECON DE BUENAVENTURA FASE 1. PARQUE NESTOR URBANO TENORIO.

### IV. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

#### INTRODUCCIÓN

En el presente documento se presentan las consideraciones geológicas y geotécnicas generales, el análisis de riesgos geológicos, el estudio de suelo particularizado y la caracterización geomecánica de los materiales afectados directa e indirectamente en el proyecto de referencia. Como punto de partida se analiza toda la información geológica e geotécnica de antecedentes y, de forma coherente con las necesidades de proyecto, se realiza un estudio específico de los condicionantes para la urbanización del Malecón (primera fase) en Buenaventura.

En las siguientes imágenes se muestra la ubicación de la zona de estudio correspondiente a esta fase de proyecto. Se trata de una zona actualmente urbanizada con un parque urbano, en un terreno ganado al mar al oeste de la Isla de Cascajal.







*Figura 1. Localización de la zona de estudio (Malecón fase 1)*



## METODOLOGÍA

A continuación se define la metodología de estudio adoptada, de forma coherente con la estructura del presente documento. Los principales puntos estudiados son los siguientes:

- Antecedentes geológicos y geotécnicos de la zona de estudio.
- Encuadre geológico y geotécnico general
- Efectos sísmicos del sector.
- Riesgos geológicos generales de la región y de la zona de estudio.
- Campaña geotécnica complementaria realizada.
- Estratigrafía del sector.
- Caracterización geotécnica de los materiales afectados.
- Parámetros para la definición de las cimentaciones y de los pavimentos.
- Conclusiones y recomendaciones.

## ANTECEDENTES

Entre los principales antecedentes analizados en las fases previas de este proyecto, los correspondientes a información geológica y geotécnica son los siguientes:

- Mapas temáticos de INGEOMINAS, CVC, OSSO, IGAC y POT de Buenaventura.
- Estudio de suelos Proyecto Malecón de Buenaventura, redactado por Ingeniería Civil & Topografía INCITOP LTDA de enero de 2008.
- Plan Maestro de Buenaventura (Esteyco, en elaboración).
- Varios Boletines del Centro Control Contaminación del Pacífico.

## ENCUADRE GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO GENERAL

Desde un punto de vista geológico general, la zona de estudio está constituida por terrenos con bajas propiedades geotécnicas, productos de la descomposición de formaciones rocosas del Terciario que han sido transformadas superficialmente en arcillas y limos saturados con poca capacidad portante y de la sedimentación en esteros, zonas de bajamar y manglares, en muchos sitios con escasa capacidad portante. De este modo, las características de los terrenos de la zona son el resultado de dos procesos exógenos principales:

- Meteorización química del substrato.
- Oscilación de las mareas en interacción con ríos y esteros.

Los fenómenos de meteorización superficial del basamento rocoso se ven facilitados tanto por las altas temperaturas (promedio 27 °C) como por las precipitaciones (del orden de 7000 mm/año en Buenaventura). Con estos factores climáticos las rocas, además de descomponerse y

transformarse en suelos blandos, hacen que éstos permanezcan saturados la mayor parte del tiempo. Por su parte los terrenos de bajamar son el producto de sedimentos de ríos y del flujo y reflujo de las mareas (con oscilación promedio del orden de 4 metros), en permanente interacción con los manglares.

Las unidades geológicas principales reconocidas se describen a continuación de más antiguas a más modernas.

**CAPA C: Depósitos del Terciario.** Se trata de sedimentos pliocenos que forman rocas blandas recubierta por una capa saprolítica de espesor variable. Se trata de lodolitas, lodolitas arenosas y areniscas conglomeráticas friables de tono azulado (Fm. Mayorquín) y de areniscas conglomeráticas, conglomerados, lodolitas y láminas de carbón pocos consolidadas (Fm. Raposo). En la siguiente figura se muestra la secuencia estratigráfica de la Fm Mayorquín que representa la unidad más representativa para el substrato de la zona de estudio.

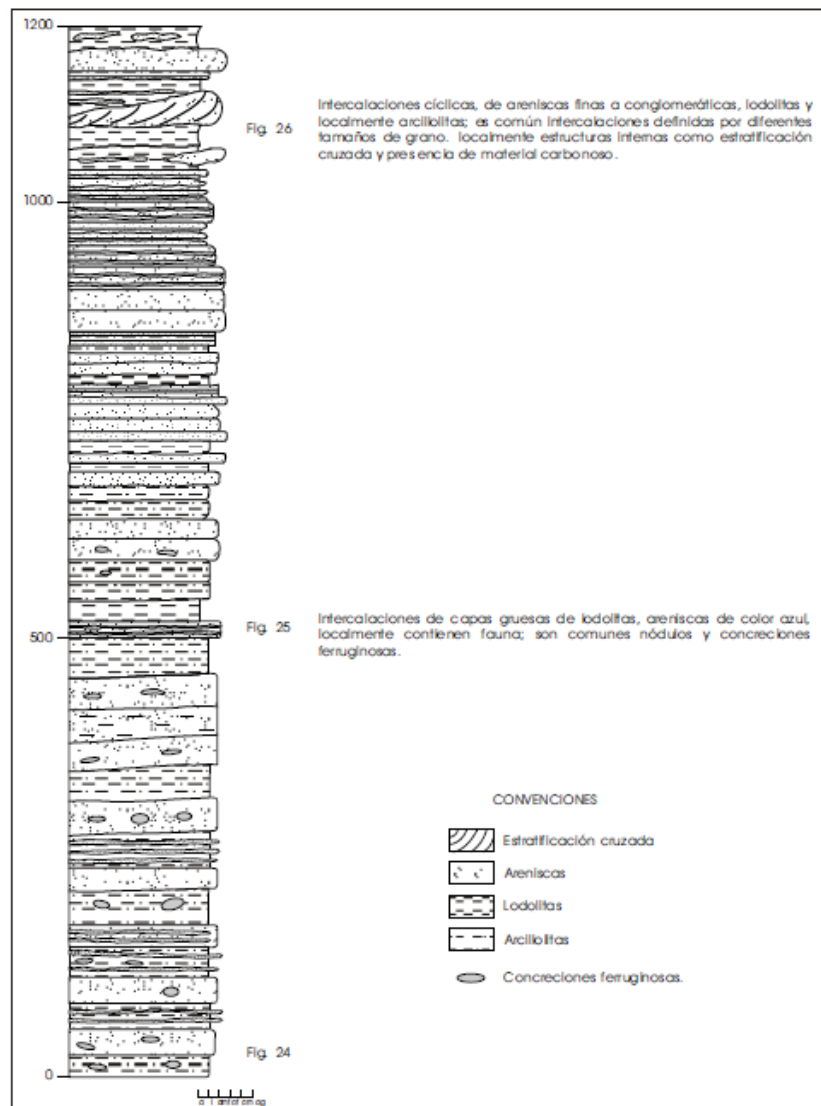


FIGURA 2. Columna estratigráfica Fm Mayorquín

Los estratos superficiales (saprolito), generalmente conformados por limos, limos con material orgánico y con intercalaciones delgadas de arenas y gravas, presentan baja capacidad portante hasta profundidades de 4 metros. En general, se trata de suelos tipo MH u OH, ML u OL, ocasionalmente CH, con contenido de finos >60% y con límites líquidos mayores al 45%. Con estas propiedades y de acuerdo con Seed & Idriss (1983), tienen bajo o nulo potencial de sufrir el fenómeno de licuación, pero pueden sufrir asentamientos a causa de vibraciones sísmicas fuertes. En este sentido, se recomienda cimentar estructuras y edificaciones mediante pilotes, para trabajar a fricción o por punta si hincados a rechazo.

**CAPA B: Formaciones intermareales.** Conformadas por limos, limos arcillosos, arenas con lentes de turbas y materia orgánica que forman las zonas de playas, pantanos y manglares. Su espesor aumenta desde los límites con los depósitos del Terciario hacia los esteros. Las propiedades geotécnicas son extremadamente deficientes, con capacidades portantes muy bajas a nulas. Los suelos más blandos en áreas de manglar se encuentran hasta profundidades de 6 metros (Parsons Brinckerhoff International, 1982), pero es posible encontrar lugares en los cuales el ensayo de penetración estándar registra golpes reducidos hasta profundidades del orden de 20 metros. Estos terrenos suelen tener un alto potencial de licuación.

**CAPA A: Rellenos antrópicos.** Dentro de este grupo se debe diferenciar los rellenos con propiedades estructurales, contruidos de forma controlada y compactada para fines urbanísticos de los rellenos vertidos formados por basura y otros materiales no compactados. En el primer caso se trata de materiales con características geotécnicas medias y, en el segundo caso, de materiales de escasa capacidad portante, elevada deformabilidad y evolutividad.

En la siguiente imagen se muestra un recorte del mapa geológico elaborado en el ámbito del Plan Maestro de Buenaventura.



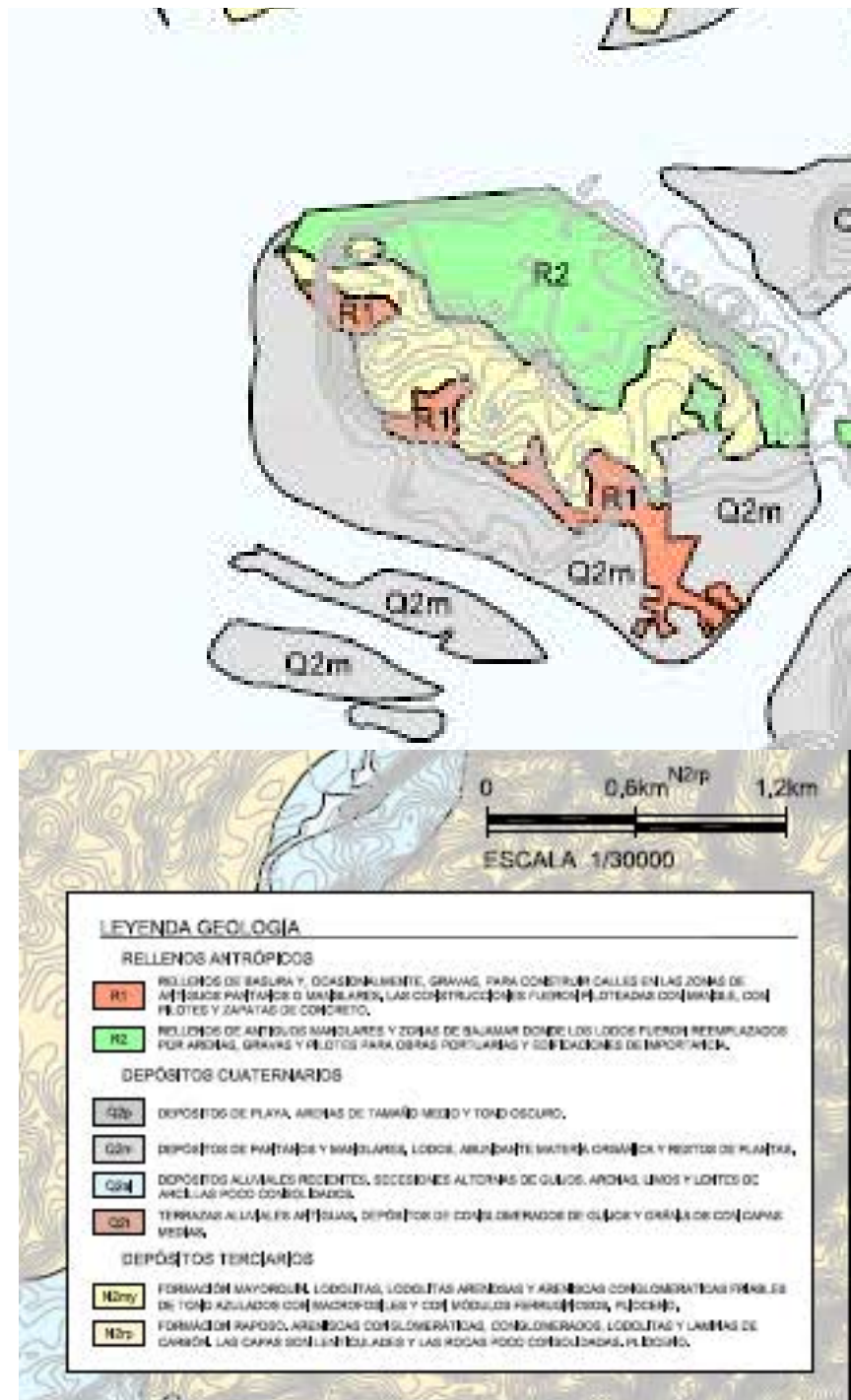


Figura 3: Mapa geológico

Desde un punto de vista morfológico, la zona de estudio se encuadra en un sector llano, con condicionantes topográficos muy reducidos o ausentes. En las siguientes imágenes se muestran unos recortes del mapa de condicionantes topográficos y del mapa geomofológico elaborados en el ámbito del Plan Maestro de Buenaventura.

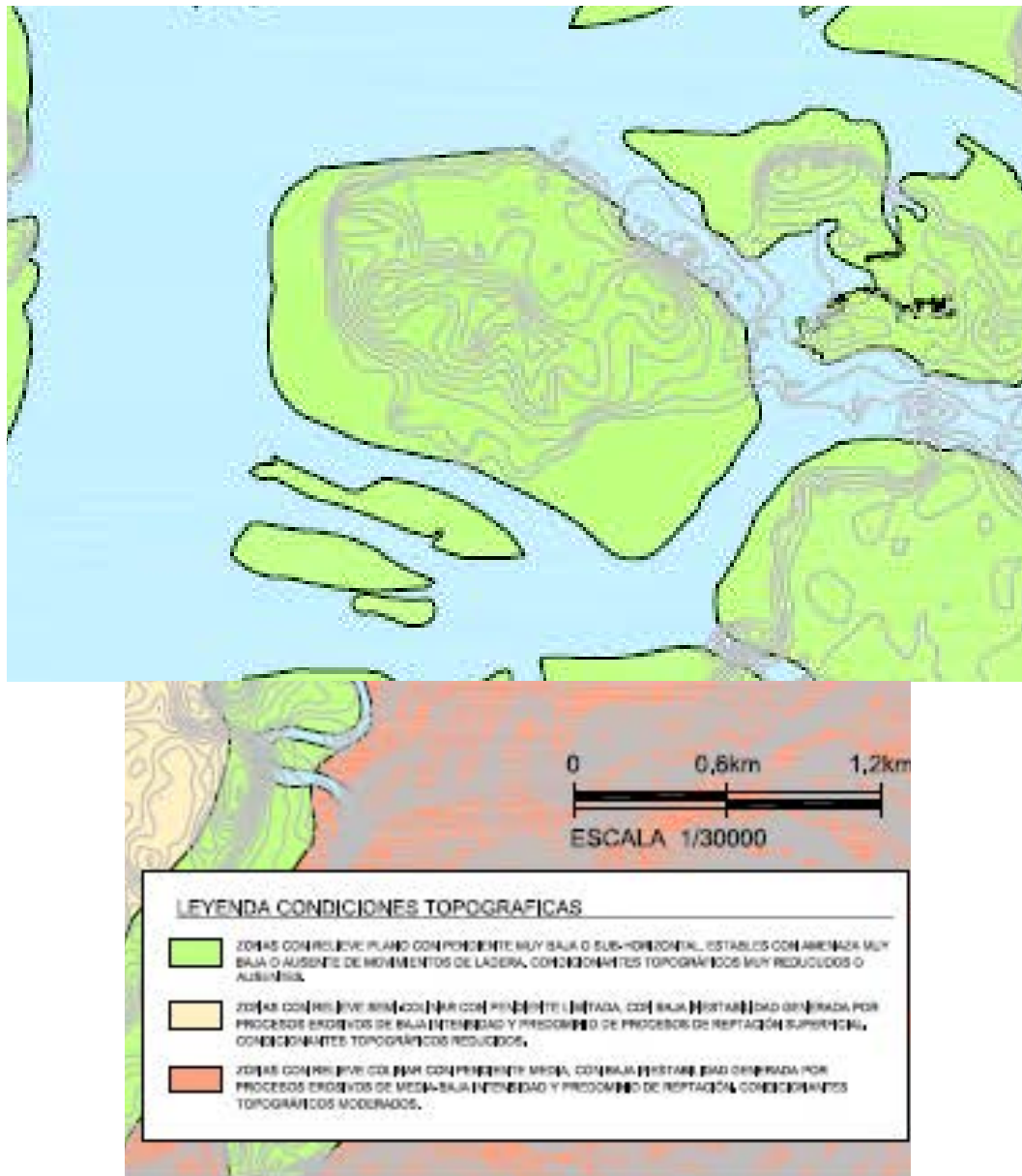


Figura 4: Mapa de condicionantes topográficos

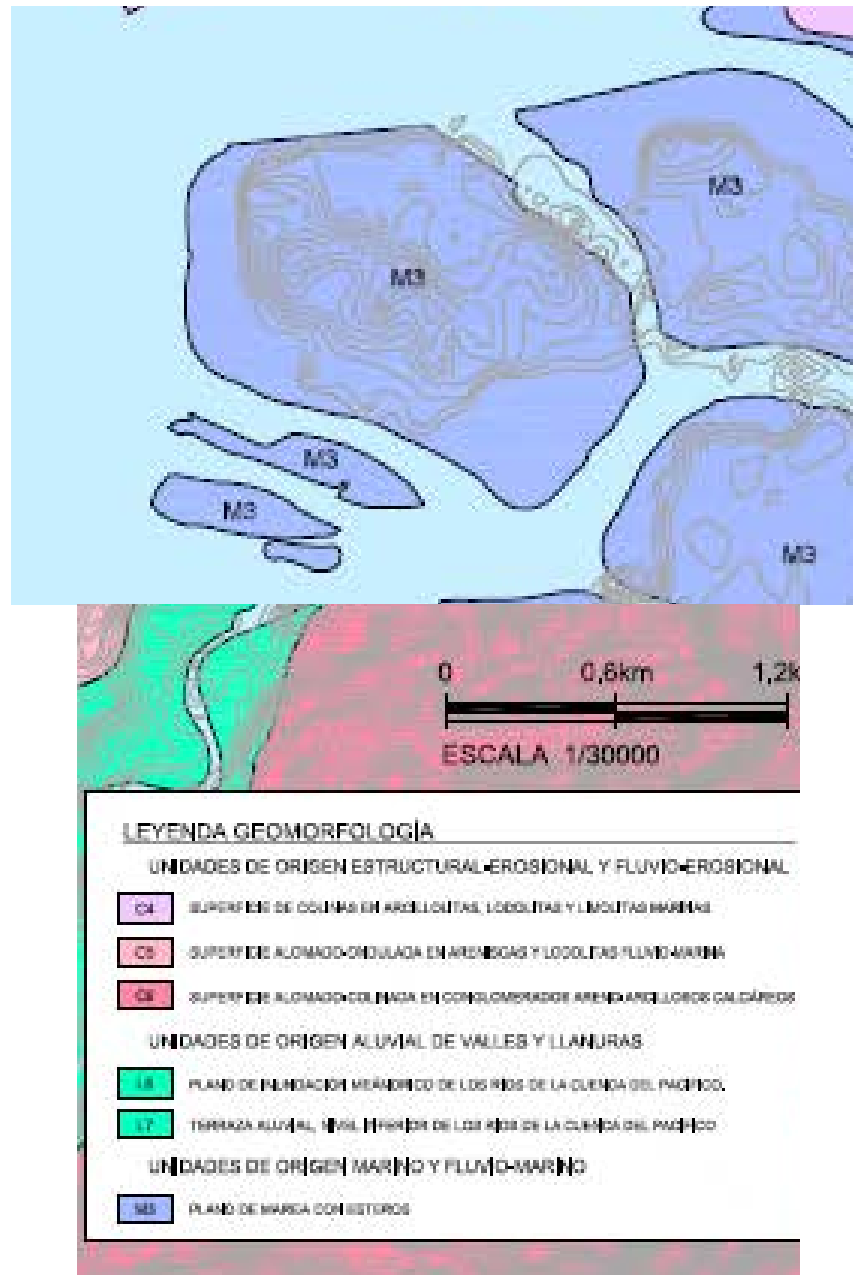


Figura 5: Mapa geomorfológico



## EFFECTOS SÍSMICOS DEL SECTOR

La zona de estudio se encuentra ubicada dentro de los límites de Zona de Amenaza Sísmica Alta, contemplada por la NSR-10; lo anterior tiene como consecuencia que todas las construcciones deben cumplir con las normas establecidas en este código. En las siguientes imágenes, se muestran los mapas de aceleración de pico efectiva horizontal de diseño para periodos de vibración cortos e intermedios y la localización de la zona de estudio dentro del Mapa de Zonificación Sísmica de Colombia.

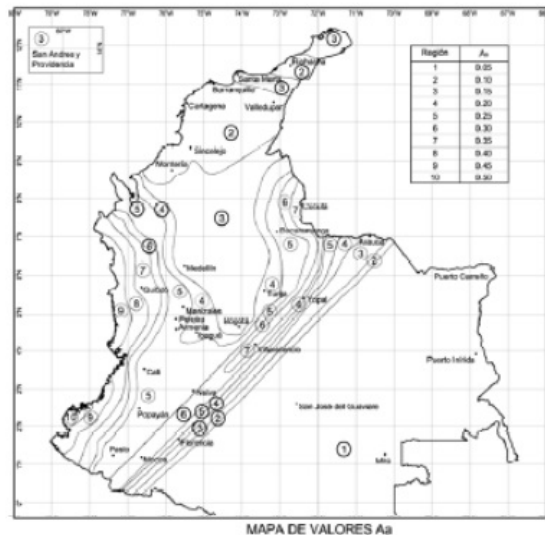


Figura 4 - Mapa de  $A_a$  (aceleración pico efectiva horizontal de diseño para periodos de vibración cortos expresada como fracción de la aceleración de la gravedad,  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ )

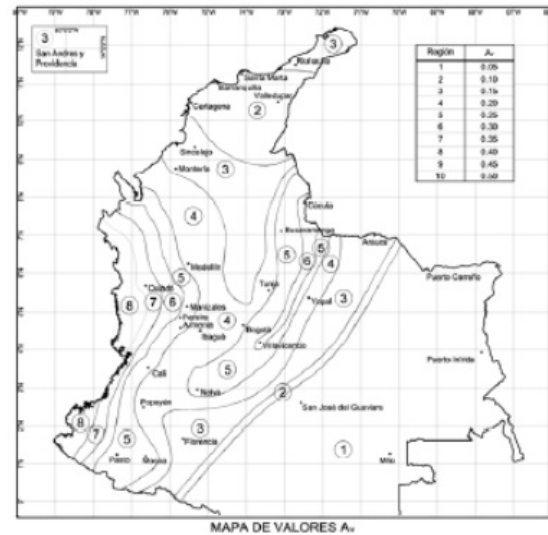


Figura 5 - Mapa de  $A_a$  (aceleración pico efectiva horizontal de diseño para periodos de vibración intermedios expresada como fracción de la aceleración de la gravedad,  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ )

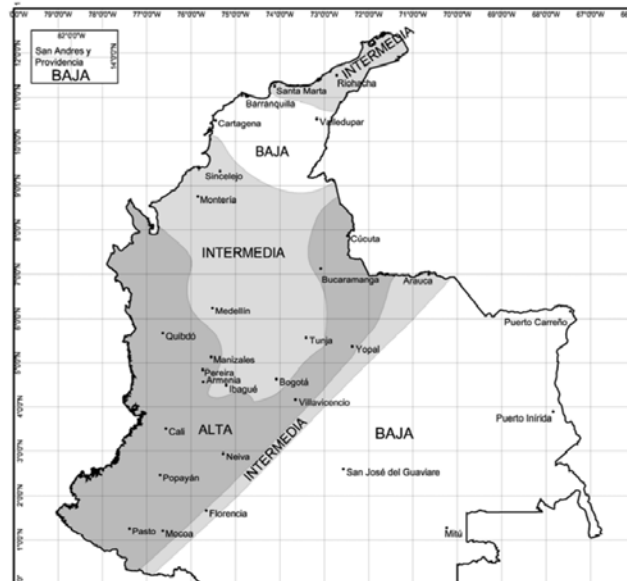


Figura 6: Mapas NSR-10 de Colombia

Para la clase de sismicidad alta se definen, para el Municipio de Buenaventura, los siguientes valores de  $A_a$ ,  $A_v$ ,  $A_e$  y  $A_d$ :

Municipio	$A_a$	$A_v$	$A_e$	$A_d$
76109	0.40	0.35	0.13	0.08

De acuerdo con el mapa de epicentros registrados por la Red Sismológica Nacional de Colombia, desde 1993 hasta la actualidad que se presenta a continuación, las sismofuentes producen una sismicidad relativamente superficial y, en contadas ocasiones, profunda. Esta configuración constituye un peligro adicional en vista de que no se requiere un sismo de magnitud alta para producir daños considerables en los asentamientos humanos localizados en la región.

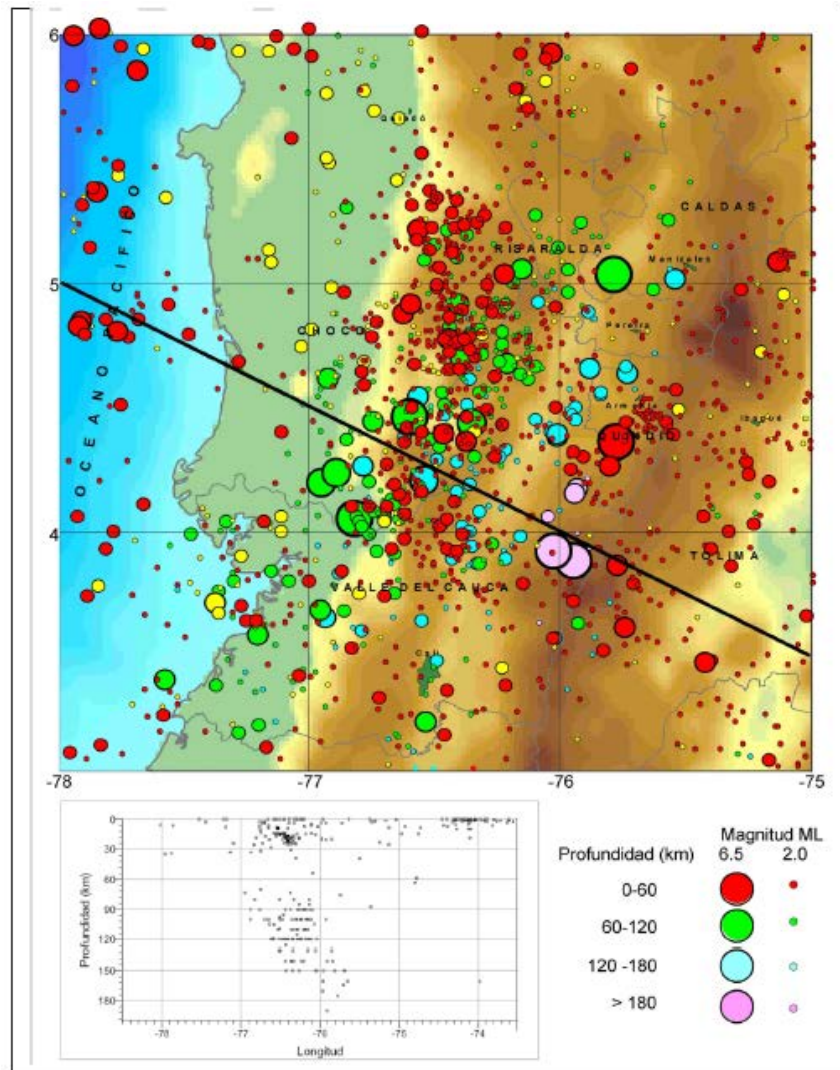


FIGURA 30. Sismicidad registrada en el occidente colombiano por la Red Sismológica Nacional de Colombia. Junio 1993 a diciembre de 2000

Figura 7: Mapa de epicentros

Entre Ecuador y las cercanías de Buenaventura se libera la mayor cantidad de energía sísmica del país, debido a la convergencia de las placas Nazca y Suramérica. La zona de subducción, como fuente sismogénica, ha producido numerosos eventos sísmicos de magnitud importante, tales como los de los años 1906, 1979 y 1991 (Ramírez, 1975; Ramírez & Goberna, 1980). Del sismo de 1906 se conoce que la longitud de ruptura fue de unos 500 km entre Esmeraldas (Ecuador) y Buenaventura; sus efectos se concentraron en la costa al Sur de Colombia, incluidas grandes olas de tsunami. En Buenaventura se registraron olas de tsunami de 2 metros de altura que ocurrieron durante la bajamar.

A continuación se muestra un recorte del mapa elaborado en el ámbito del Plan Maestro de Buenaventura. En este mapa se representan los efectos esperables de un sismo fuerte en función del tipo y calidad de los suelos y las pendientes del terreno. Dentro de una zona ya definida como de alta amenaza sísmica, los depósitos intramareales están sujetos a muy alto potencial de licuación y corrimiento de suelos.

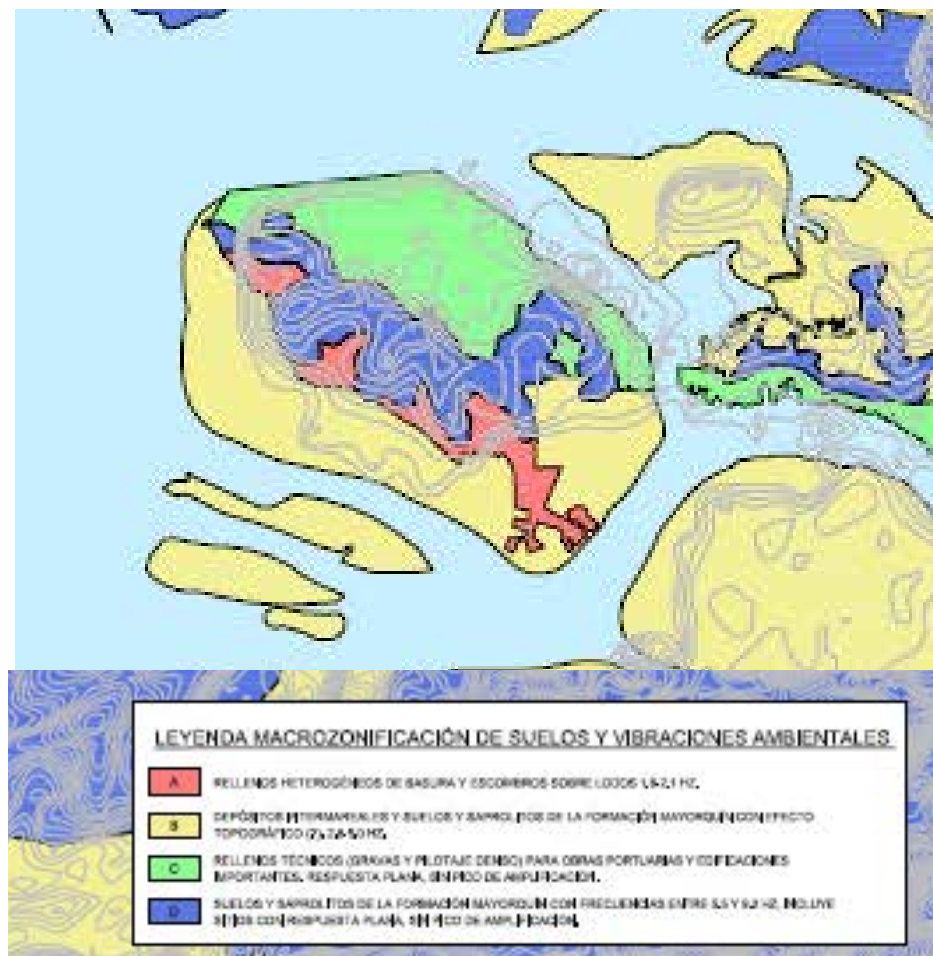
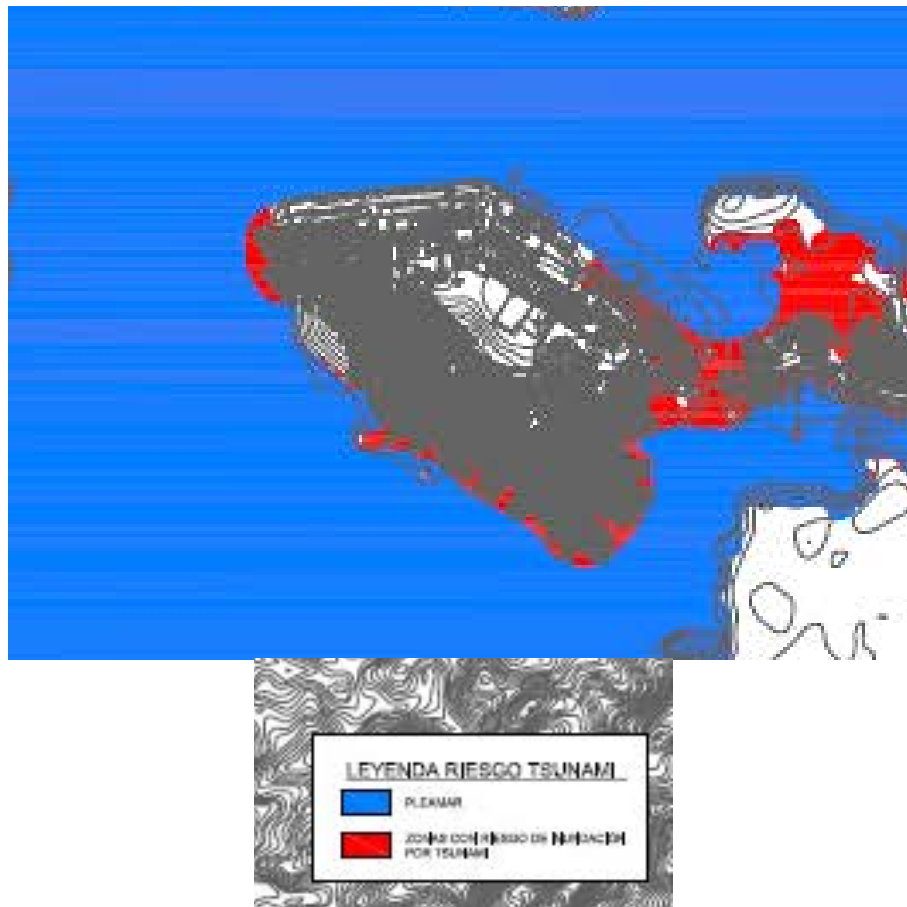


Figura 8: Mapa de macrozonificación sísmica (Plan Maestro)



Dentro del ámbito de la sismicidad de la zona en cuestión, cabe destacar otro fenómeno asociado a la ocurrencia de terremotos: los tsunamis. A partir de la información elaborada dentro del Plan Maestro de Buenaventura, en la que se ha realizado un estudio reproduciendo una crecida del nivel del mar durante un fenómeno de tsunami en un modelo digital del terreno, se observa que la zona está sujeta a este fenómeno. El mapa de inundabilidad por tsunami, se ha elaborado reproduciendo una crecida del nivel medio del mar hasta la cota +6,24 m snm sobre el MDT con la herramienta GlobalMapper. Esta cota de referencia es la obtenida por el estudio realizado sobre el Impacto de Tsunami en el Pacífico Colombiano de Caballero y Ortiz del 2003. Se trata de un nivel que corresponde a los efectos de un evento sísmico de 8,2 Mw de intensidad en condiciones de marea alta.

A continuación se muestra un recorte del mapa elaborado.

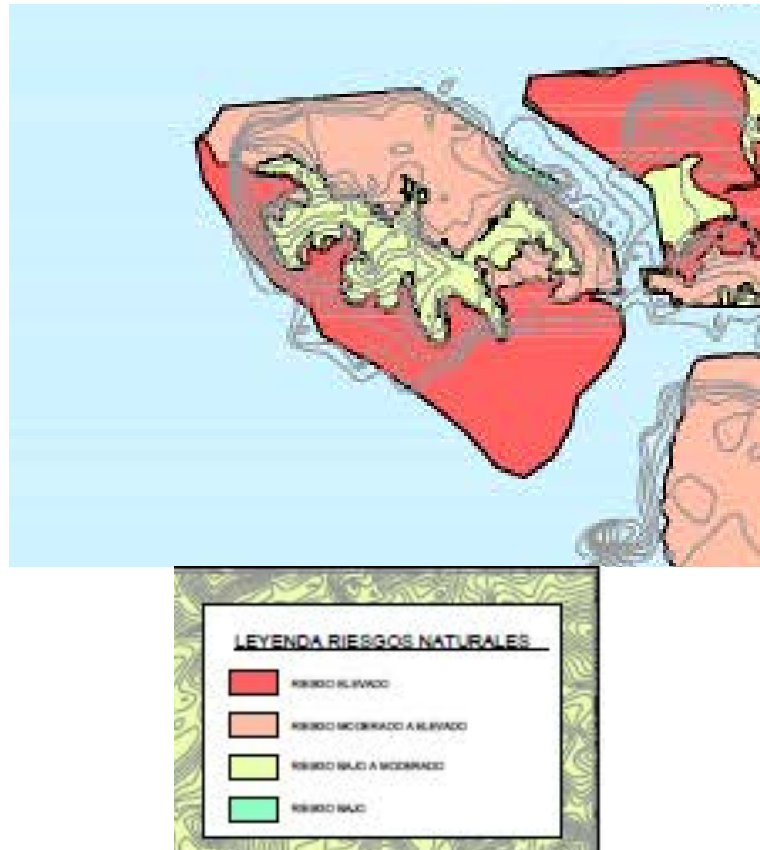


*Figura 9: Mapa de inundabilidad por tsunami*

Tras el apartado relativo a la caracterización geotécnica de los materiales se incluye un estudio de respuesta sísmica del sitio más detallado (Estudio sísmico y de licuefacción).

## RIESGOS GEOLÓGICOS GENERALES DE LA REGIÓN Y DE LA ZONA DE ESTUDIO

A partir del trabajo de evaluación de riesgos naturales, elaborado dentro del Plan Maestro de Buenaventura, se describen los principales riesgos asociados a la zona del proyecto de referencia. A continuación se muestra un recorte del mapa de riesgos del sector en cuestión.



*Figura 10: Mapa de riesgos naturales*

Como se puede observar, la zona viene catalogada como de riesgo elevado, ya que corresponden actualmente a terrenos expuestos a las inundaciones asociadas a fenómenos de tsunamis y dada la presencia de suelos blandos con riesgo de licuefacción. En este ámbito, las indicaciones a seguir son las representadas en la siguiente tabla.

Clase	Condicionantes	Viabilidad de obras ingenieriles	Medidas correctoras (*)	Recomendaciones
Riesgo elevado	Sismicidad muy alta, Suelos blandos, Vertidos de basura, Geomorfología desfavorable, Riesgo Tsunami.	<u>Baja:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad portante baja y elevada deformabilidad del suelo,</li> <li>- Drenaje deficiente por baja pendiente, Suelos potencialmente licuefables de espesor importante,</li> <li>- Riesgo generalizado de inundación.</li> <li>- Riesgo de Tsunami.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cimentaciones profundas generalizadas,</li> <li>- Saneos de suelos blandos superficiales y de basura,</li> <li>- Uso de diseños ingenieriles para la mitigación generalizada de la licuefacción del suelo,</li> <li>- Cuidado del drenaje de zonas con limitada escorrentía, medidas de protección y encauzamiento,</li> <li>- Mejora del suelo con precargas y densificación.</li> <li>- Construcción de barreras y estructuras preparadas para impactos de tsunami.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definición de una banda de protección del territorio con riesgos naturales elevados donde se permita solamente el desarrollo de iniciativas de especial interés para la comunidad o para la defensa del territorio (p.e. Malecón).</li> <li>- Desarrollo de legislación de protección, vigilancia y control de la banda.</li> <li>- Desarrollo con seguimiento particularizado de proyectos de ingeniería de especial interés para la comunidad o para la defensa del territorio en el ámbito legislativo de la banda de protección.</li> <li>- Estudios de suelos de elevada intensidad y estudio del sitio mediante microzonificación sísmica.</li> <li>- Estudios especializados de licuefacción del suelo y de respuesta sísmica del sitio.</li> <li>- Peritaje de las edificaciones y estructuras de interés estratégico.</li> <li>- Refuerzo de estructuras y edificios existentes de interés estratégico no aptos.</li> <li>- Reubicación de edificios, estructuras e infraestructuras existentes no aptas.</li> </ul>

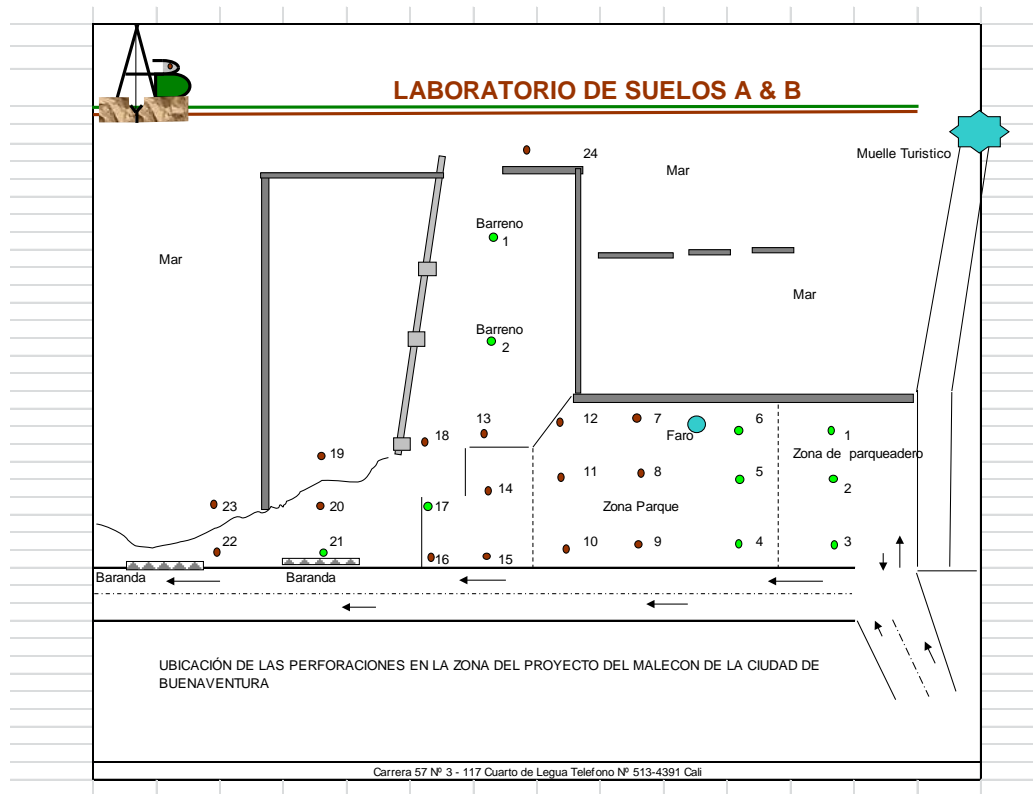
(\*): Aplicación de medidas sismorresistentes en conformidad de la Normativa Vigente en todo el territorio y para todo tipo de obra ingenieril

## CAMPAÑA GEOTÉCNICA COMPLEMENTARIA REALIZADA

En el documento redactado por Ingeniería Civil & Topografía INCITOP LTDA de enero de 2008 se incluye información sobre la estratigrafía y las propiedades geotécnicas de los distintos materiales que se hallan en la zona de estudio. En concreto se dispone de:

- 23 Sondeos realizados por Laboratorio de Suelos A&B, de los cuales 12 se encuentran dentro de la zona de estudio, tal y como se muestra en la siguiente imagen





- Los sondeos alcanzan el substrato rocoso y por ello, se considera que los sondeos tienen la longitud suficiente para distinguir las capas relevantes a efectos de cálculo y definir la estratigrafía del subsuelo de la zona de estudio.
- En cada sondeo se han llevado a cabo ensayos de penetración estándar SPT, para caracterizar la resistencia del terreno y para definir el potencial de licuación del terreno.
- A partir de muestras procedentes de sondeos se incluyen ensayos de laboratorio para la caracterización de las diferentes unidades definidas. Entre estos ensayos destacan:
  - o Límites de Atterberg,
  - o Granulometrías
  - o Humedades
  - o Peso unitario
  - o Clasificación del terreno USCS
  - o Compresión simple
  - o Ensayos edométricos

En relación con lo anterior, cabe destacar que a partir de estos ensayos es posible caracterizar, desde un punto de vista geotécnico, las diferentes capas identificadas para fines geotécnicos. En apéndice se incluye el estudio completo de antecedente.

- En el estudio de antecedentes además, se presentan algunas observaciones sobre el estado del muro actual (malecón). En específico se comentan las condiciones de mal estado en la que se encuentra y que no se debe considerar de ninguna manera como elemento estructural de apoyo o contención.

El estudio proporcionado no aborda el tema de la construcción de pavimentos ni presenta ensayos o datos en este sentido (proctor y CBR). Además, el citado reporte adopta, como normativa sismorresistente, la obsoleta NSR-98 y caracteriza el perfil del terreno como  $S_3$ .

Por ello, se ha llevado a cabo una campaña geotécnica complementaria que mira a cumplir con los siguientes objetivos:

- Caracterizar el terreno de fundación para la construcción de pavimentos, llevando a cabo investigaciones superficiales mediante apiques y ensayos de laboratorio específicos (próctor y CBR).
- Considerando las características sísmicas de Buenaventura, el elevado riesgo del sector y las prescripciones que se incluirán en el Plan Maestro de Buenaventura (en fase de redacción) se deberá integrar el estudio existente con ensayos de tipo geofísicos, mirados a la caracterización del sitio y a la medida de las ondas de corte del terreno.

La campaña realizada, por la firma Grupo Cañasgordas afincada en Cali, consta de:

- 4 apiques manuales para estudio de pavimentos
- 1 ensayo geofísico para el estudio sísmico del sitio mediante técnica Remi.
- Varios ensayos de laboratorio sobre muestras procedentes de los apiques.

En el siguiente mapa se muestra la posición de los ensayos realizados en esta fase de proyecto y la localización aproximada de los ensayos de antecedentes.



*Figura 11: Mapa de ensayos geotécnicos*

En apéndice se incluyen los estadillos y las actas correspondientes a los ensayos realizados.

## ESTRATIGRAFÍA DEL SECTOR

A partir de la información de antecedentes y de la campaña geotécnica de proyecto, se define la estratigrafía de la zona de estudio. En las siguientes imágenes se muestran los perfiles interpretados a partir de la información de antecedentes. En apéndice se incluyen discos planos a mayor escala.

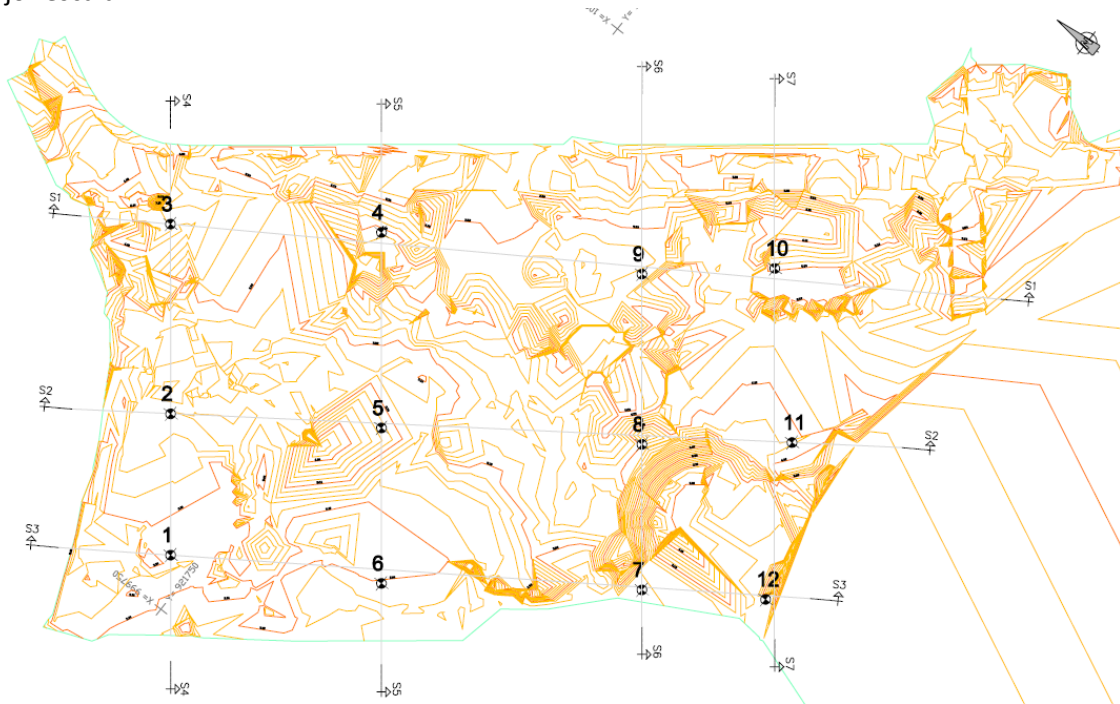
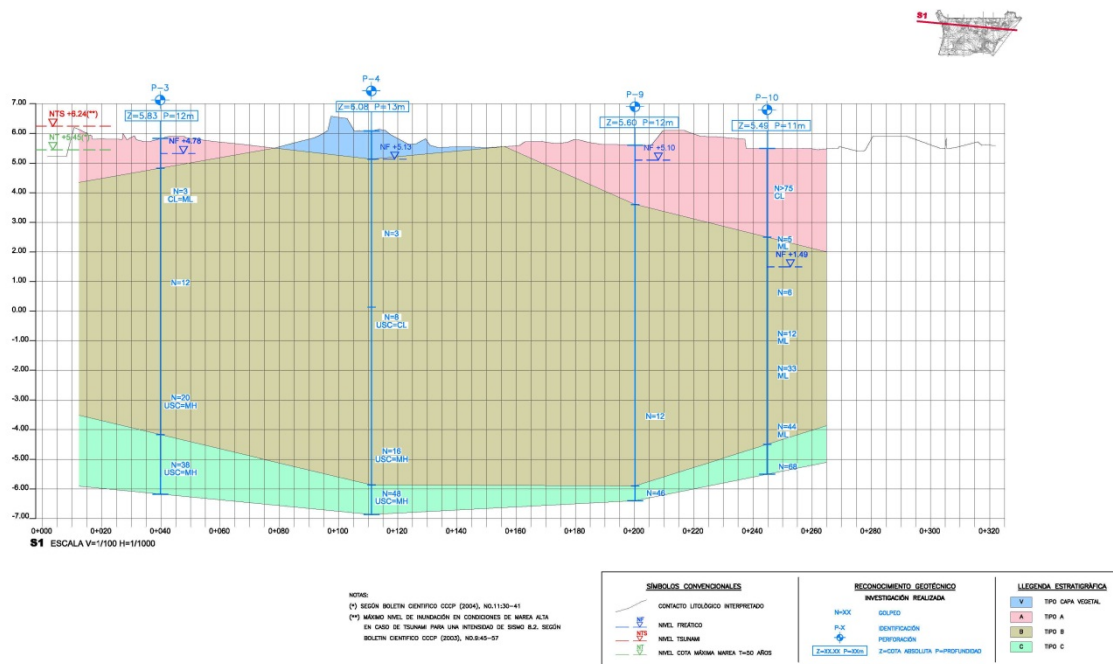
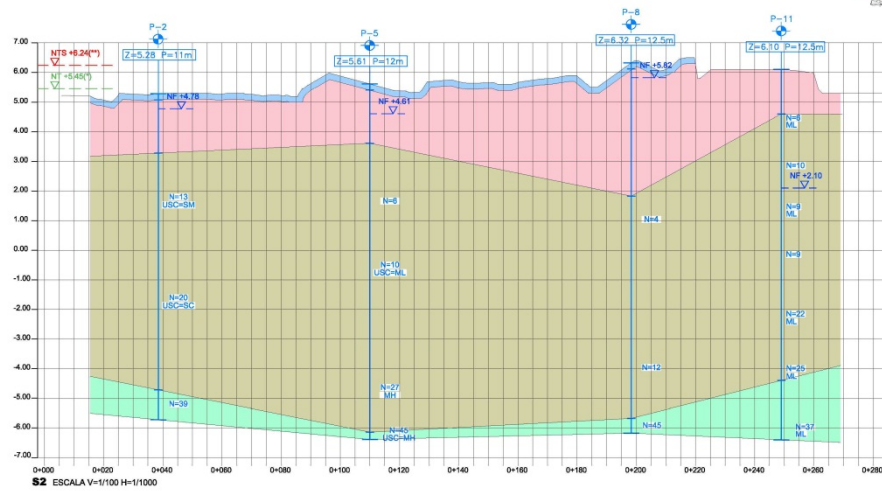


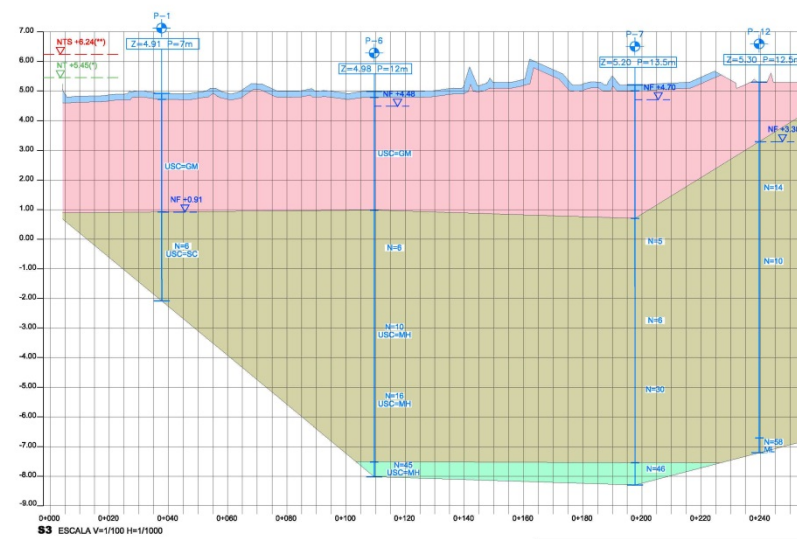
Figura 12: Mapa de ensayos de antecedentes





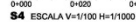
NOTAS:  
(\*) SEGUN BOLETIN GEOLOGICO COOP (2004), NO.1130-41  
(\*\*) MÁXIMO NIVEL DE INUNDACIÓN EN CONDICIONES DE MAREA ALTA  
EN CASO DE TSUNAMI PARA UNA INTENSIDAD DE SISMO 8.3, SEGUN  
BOLETIN GEOLOGICO COOP (2005), NO.849-37




































SÍMBOLOS CONVENCIONALES	RECONOCIMIENTO GEOTECNICO	LEGENDA ESTRATIGRAFICA
CONTACTO LITOLÓGICO INTERPRETADO	INVESTIGACIÓN REALIZADA	TPO CAPA VEGETAL
NIVEL FREÁTICO	N=XX SÓLIDO	TPO A
NIVEL TSUNAMI	P-X IDENTIFICACIÓN	TPO B
NIVEL COTA MÁXIMA MAREA 1=30 AÑOS	P=XX PROFUNDIDAD	TPO C
	Z=XX.XX P=XXX	
	Z=XX.XX P=XXX	

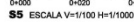


NOTAS:  
(\*) SEGUN BOLETIN GEOLOGICO COOP (2004), NO.1130-41  
(\*\*) MÁXIMO NIVEL DE INUNDACIÓN EN CONDICIONES DE MAREA ALTA  
EN CASO DE TSUNAMI PARA UNA INTENSIDAD DE SISMO 8.3, SEGUN  
BOLETIN GEOLOGICO COOP (2005), NO.849-37

SÍMBOLOS CONVENCIONALES	RECONOCIMIENTO GEOTECNICO	LEGENDA ESTRATIGRAFICA
CONTACTO LITOLÓGICO INTERPRETADO	INVESTIGACIÓN REALIZADA	TPO CAPA VEGETAL
NIVEL FREÁTICO	N=XX SÓLIDO	TPO A
NIVEL TSUNAMI	P-X IDENTIFICACIÓN	TPO B
NIVEL COTA MÁXIMA MAREA 1=30 AÑOS	P=XX PROFUNDIDAD	TPO C
	Z=XX.XX P=XXX	
	Z=XX.XX P=XXX	

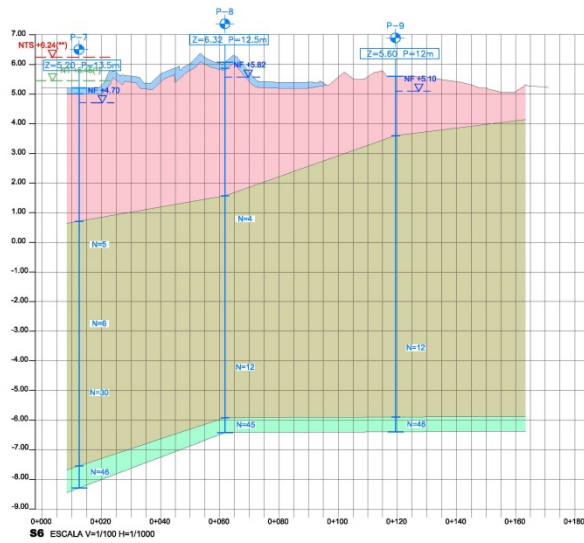


SIMBOLOS CONVENCIONALES		RECONOCIMIENTO GEOTECNICO		LEGENDA ESTRATIGRAFICA	
	CONTACTO LITOLÓGICO INTERPRETADO				TIPO CAPA VEGETAL
	NIVEL PRECISTO				TIPO A
	NIVEL TULANHA				TIPO B
	NIV. COTA MÁXIMA MANEJA T=30 AÑOS				TIPO C
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					



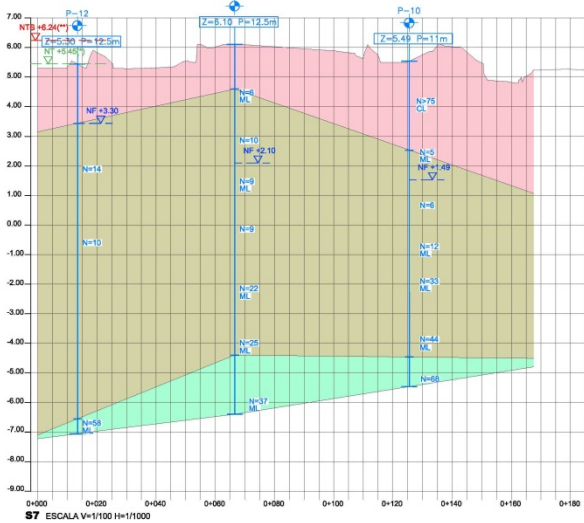
SÍMBOLOS CONVENCIONALES		RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO		LEGENDA ESTRATIGRÁFICA	
CONTACTO LITOLÓGICO INTERPRETADO		INVESTIGACIÓN REALIZADA			
	NIVEL PRECISO	N=XX	SELECCIÓN		TIPO CAPA VEGETAL
	NIVEL TUSUMAI	P=X	IDENTIFICACIÓN		TIPO A
	NIVEL DATA MÁXIMA NAVEGA T=30 AÑOS		PERFORACIÓN		TIPO B
		Z=XX-X	Z=XXm		TIPO C
			Z=DATA ABSOLUTA P=PROFUNDIDAD		





NOTAS:  
(\*) SEGUN BOLETIN CIENTIFICO COOP (2004), NO.1130-41  
(\*) Mismo nivel de inundación en condiciones de marea alta.  
EN CASO DE TSUNAMI PARA UNA INTENSIDAD DE SISMO 8.2, SEGUN  
BOLETIN CIENTIFICO COOP (2002), NO.840-57

SÍMBOLOS CONVENCIONALES	RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO	LEGENDA ESTRATIGRÁFICA
CONTACTO LITOLÓGICO INTERPRETADO	INVESTIGACIÓN REALIZADA	TPD OPA VEGETAL
NIVEL FREÁTICO	SOLFO	TPD A
NIVEL TSUNAMI	IDENTIFICACIÓN	TPD B
NIVEL COTA MÁXIMA MAREA T=30 AÑOS	PERFORACIÓN	TPD C
	Z=50.00 P=1000	
	Z=COTA ABSOLUTA P=PROFUNDIDAD	



NOTAS:  
(\*) SEGUN BOLETIN CIENTIFICO COOP (2004), NO.1130-41  
(\*) Mismo nivel de inundación en condiciones de marea alta.  
EN CASO DE TSUNAMI PARA UNA INTENSIDAD DE SISMO 8.2, SEGUN  
BOLETIN CIENTIFICO COOP (2002), NO.840-57

SÍMBOLOS CONVENCIONALES	RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO	LEGENDA ESTRATIGRÁFICA
CONTACTO LITOLÓGICO INTERPRETADO	INVESTIGACIÓN REALIZADA	TPD OPA VEGETAL
NIVEL FREÁTICO	SOLFO	TPD A
NIVEL TSUNAMI	IDENTIFICACIÓN	TPD B
NIVEL COTA MÁXIMA MAREA T=30 AÑOS	PERFORACIÓN	TPD C
	Z=50.00 P=1000	
	Z=COTA ABSOLUTA P=PROFUNDIDAD	

Figura 13: Perfiles geológicos según ensayos de antecedentes

La campaña de proyecto, ha permitido caracterizar tanto la estratigrafía de la zona más superficial, investigada con los apiques, como el substrato más profundo del sitio mediante la investigación geofísica. Dicho perfil se ubica, de forma aproximada a lo largo de la sección definida por los sondeos de antecedentes nº 1, 2 y 3, realizado desde el lado mar hacia tierra adentro. En las

siguientes figuras se resume la información estratigráfica procedente de la campaña realizada en fase de proyecto.

APIQUE 1	0,0-1,5: Rellenos formados por arenas en matriz areno limosa (A)
APIQUE 2	0,0-1,5: Suelos limo arcillosos plásticos de alta humedad (B)
APIQUE 3	0,0-1,5: Rellenos formados por gravas con escasa matriz areno limosa (A)
APIQUE 4	0,0-1,5: Rellenos formados por gravas con escasa matriz areno limosa (A)

Figura 14: Apiques

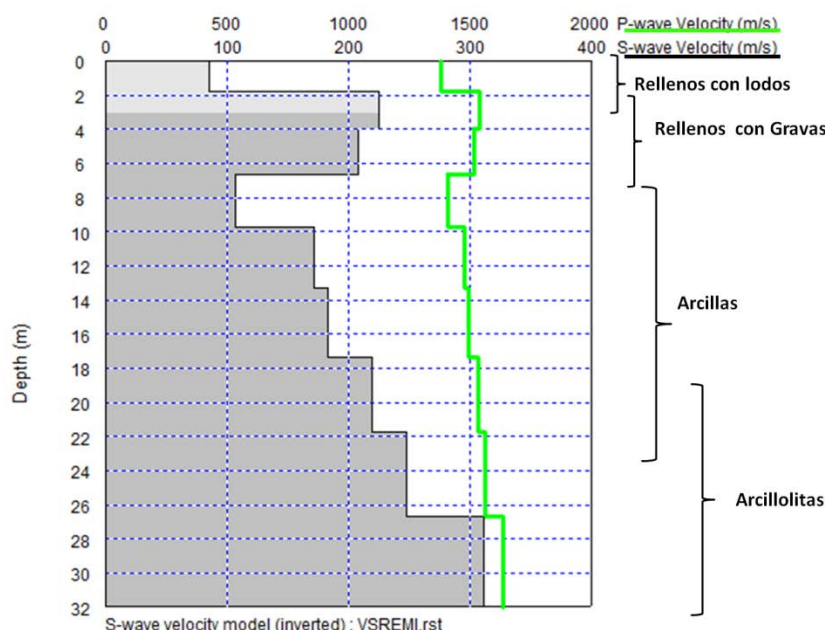


Figura 15: Perfil interpretado de la investigación geofísica

Gracias a la campaña de proyecto es posible completar y corroborar la estratigrafía obtenida tras la interpretación de los datos de antecedentes. A partir de toda la información disponible se han identificado tres bandas paralelas a la línea de costa de unos 50 m de ancho, en las que se observa un incremento de espesor en los rellenos moviéndose hacia el mar. También se observa que el espesor de los depósitos inframareales, de forma general, se mantiene constante en toda la zona de estudio.

ESPESORES MEDIOS	FRANJA INTERIOR S. 3, 4, 9, 10	FRANJA INTERIOR S. 2, 5, 8, 11	FRANJA EXTERIOR S. 1, 6, 7, 12
Capa A (rellenos)	2.0 m (*)	2.5 m	4.0
Capa B (d. inframareales)	9.0	9.0	9.0
(*) : localmente ausente			

Además, a partir de la información de los sondeos y de la investigación geofísica, se considera que la formación Mayorquín, que aflora a unos 11/13 m de profundidad (aproximadamente a la cota absoluta -6/-8 m snm) presenta una capa de alteración del orden de 4-6 m de espesor. Esta capa, detectada en la mayor parte de los sondeos realizados, representa el saprolito de alteración de la roca que forma el substrato generalizado de la región.

En este contexto, también hay que considerar la presencia del nivel freático, detectado en las perforaciones, que está influenciado de forma importante por el régimen de mareas. En la siguiente tabla se resumen los principales datos relacionados con el tema del agua en el terreno:

Situación	Metros s.n.m.
Nivel medio NF medido en sondeos	+3.93
Pleamar máxima histórica	+5.12
Bajamar mínima histórica	-0.24
Nivel máximo de marea T=50 años	+5.45
Nivel máximo de inundación por tsunami en situación de marea media	+2.55
Nivel máximo de inundación por tsunami en situación de marea alta	+6.24

## CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES AFECTADOS

A partir de la información de antecedentes y de la campaña geotécnica de proyecto, se presenta la caracterización de los materiales de la zona de estudio. En las siguientes imágenes se resumen los datos de antecedes disponibles.

unidad geológica	Muestra No.	Profund. MEDIA (m)	Profund. (m)	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (% Pasa)															Límites Atterberg			Hum. Nat. (%)	USCS	No. Golpes (= N)	
				Grava							Arena					finos			LL	LP	IP				
				3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	100	200	LL	LP	IP							
A	1	1	0.20 - 2.00	100	89.9	89.9	70.8	63.6	50.7	44.9	35.4	27.6	15.8	8.4	6.5	np	np	np	5.0	GM					
B	2-C	6.75	6.50 - 7.00	100	100	100	100	100	100	100	98.1	87.4	71.5	55.6	48.9	48	26	22	33.9	SC				6	
B	3-C	5.75	5.50 - 6.00	100	100	100	100	100	98.8	88.8	85.9	83.6	64	45.4	37	16	28	53	SM					13	
B	4-C	8.75	8.50 - 9.00	100	100	100	100	100	96.4	94.5	93.9	91.4	60.9	35.4	24	34	21	13	18.6	SC				20	
C	5-C	10.75	10.50 - 11.00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98.6	57	35	22	62.0	MH				39	
B	2-C	3.75	3.50 - 4.00	100	100	100	100	100	100	100	94.5	86.3	74.1	64.9	56.3	40	25	15	40.5	CL-ML				3	
B	3-C	6.75	6.50 - 7.00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96.8	87.5	75.2	55	34	21	49.4	MH			20	
B	4-C	9.25	9.00 - 9.50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	95.9	87.7	62	36	26	25.9	MH				38	
C	5-C	11.75	11.50 - 12.00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	95.9	87.7	62	36	26	25.9	MH			38	
B	2-C	3.25	3.00 - 3.50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98.7	62							3	
B	3-C	6.25	6.00 - 6.50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	92.3	83.2	75.5	61.4	47	26	21	48.5	CL			8	
B	4-C	10.25	10.00 - 10.50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96.7	85.1	75.6	58	32	26	31.5	MH			16	
C	5-C	12.75	12.50 - 13.00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98.9	88.7	65	41	24	30.2	MH				48	
B	2-C	3.25	3.00 - 3.50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98.7	65							6	
B	3-C	3.25	6.00 - 6.50	100	100	100	100	100	100	100	100	96.9	96.1	92.9	82.1	78.3	54	37	17	44.2	MH			10	
B	4-C	10.25	10.00 - 10.50	100	100	100	100	100	100	100	98.5	97.5	94.4	87.2	66.1	57	59	40	19	33.0	MH			27	
C	5-C	11.75	11.50 - 12.00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	94.5	85.2	79.8	72.5	61	35	26	30.9	MH			45	
A	1	1	0.20 - 2.00	100	100	94.7	90.2	85.1	73.5	66.3	51.2	44.1	33.9	25.4	10.9	np	np	np	11.8	GM					
B	2-C	6.25	6.00 - 6.50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98.7	65							6	
B	3-C	8.25	8.00 - 8.50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96.7	86.5	74.3	62.9	51	36	15	42.7	MH			10	
B	4-C	10.75	10.50 - 11.00	100	100	100	100	100	100	100	97.7	86.9	75.7	68.4	57.3	57	39	18	35.4	MH				16	
C	5-C	12.75	12.50 - 13.00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97.9	92.5	87.7	66	38	28	30.9	MH				45	
B	2-C	6.25	6.00 - 6.50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98.7	66							5	
B	3-C	8.25	8.00 - 8.50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98.7	66							6	
B	4-C	11.25	11.00 - 11.50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98.7	66							30	
C	5-C	13.25	13.00 - 13.50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98.7	66							56	
B	2-C	5.25	5.00 - 5.50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98.7	66							4	
B	3-C	8.25	8.00 - 8.50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98.7	66							12	
C	4-C	12.25	12.00 - 12.50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98.7	66							62	
B	2-C	6.25	6.00 - 6.50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98.7	66							12	
C	3-C	11.75	11.5 - 12.00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98.7	66							46	
A	2-C	1.25	1.00 - 1.50	100	100	100	100	100	100	100	100	97.3	92.8	83.7	77.6	72.9	40	25	15	35.0	CL-ML			75	
B	3-C	3.25	3.00 - 3.50	100	100	100	100	100	100	100	100	97.9	93.5	89.4	84.1	78.2	42	28	14	37.1	ML			5	
B	4-C	4.75	4.50 - 5.00	100	100	100	100	100	100	100	100	97.9	93.5	89.4	84.1	78.2	42	28	14	37.1	ML			5	
B	5-C	6.25	6.00 - 6.50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	92.3	86.4	78.8	70.9	49	37	12	40.5	ML		12	
B	6-C	7.25	7.00 - 7.50	100	100	100	100	100	100	100	100	96.1	90.9	85.5	77.7	69.8	43	29	14	39.9	ML			33	
B	7-C	9.25	9.00 - 9.50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	94.5	83.7	79.5	71.2	37	31	6	39.2	ML			44	
C	8-C	10.75	10.5 - 11.0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	94.5	83.7	79.5	71.2	37	31	6	39.2	ML			68
B	2-C	1.75	1.50 - 2.00	100	100	100	100	100	100	96.7	91.4	87.3	83.3	74.6	67.4	63.3	42	25	17	33.9	CL			6	
B	3-C	3.25	3.00 - 3.50	100	100	100	100	100	100	100	96.5	91.4	88.5	86	80.3	75.9	73.4	41	28	13	44.0	ML		10	
B	4-C	4.75	4.50 - 5.00	100	100	100	100	100	100	100	96.5	91.4	88.5	86	80.3	75.9	73.4	41	28	13	44.0	ML		9	
B	5-C	6.25	6.00 - 6.50	100	100	100	100	100	100	100	97.1	94.3	89.5	83.7	75.8	66.6	39	27	12	46.1	ML			22	
B	6-C	8.25	8.00 - 8.50	100	100	100	100	100	100	100	97.1	94.3	89.5	83.7	75.8	66.6	39	27	12	46.1	ML			22	
B	7-C	10.25	10.0 - 10.5	100	100	100	100	100	100	94.7	91	88.4	85.5	79	72.1	68.4	37	28	9	31.3	ML			25	
C	8-C	12.25	12.0 - 12.5	100	100	100	100	100	100	100	96.9	93.3	89.3	85.4	77.8	69.4	46	31	15	33.3	ML			37	
B	3-C	3.75	3.50 - 4.00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
B	4-C	3.25	6.00 - 6.50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
C	5-C	12.25	12.0 - 12.5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Tabla de ensayos de antecedentes

unidad geologica	Muestra No.	Profund. MEDIA (m)	Profund. (m)	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (% Pasa)															Límites Atterberg			Hum. Nat. (%)	USCS	No. Golpes (= N)
				Grava							Arena					finos			LL	LP	IP			
				3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	100	200									
A	1	1	0.20 - 2.00	100	89.9	89.9	70.8	63.6	50.7	44.9	35.4	27.6	15.8	8.4	6.5	0	0	0	5.0	GM				
A	1	1	0.20 - 2.00	100	100	94.7	90.2	85.1	73.5	66.3	51.2	44.1	33.9	25.4	10.9	0	0	0	11.8	GM				
A	2 - C	1.25	1.00 - 1.50	100	100	100	100	100	100	100	97.3	92.8	83.7	77.6	72.9	40	25	15	35.0	CL-ML		75		
valores medios				100.0	96.6	94.9	87.0	82.9	74.7	70.4	61.3	54.8	44.5	37.1	30.1	13.3	8.3	5.0	17.3					

Resumen de los ensayos de la capa A (ensayos de antecedentes)

unidad geologica	Muestra No.	Profund. MEDIA (m)	Profund. (m)	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (% Pasa)												Límites Atterberg			Hum. Nat. (%)	USCS	No. Golpes (= N)	
				Grava						Arena						finos						
				3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	100	200	LL	LP	IP				
B	2-C	6.75	6.50 - 7.00	100	100	100	100	100	100	98.1	87.4	71.5	55.6	48.9	48	26	22	33.9	SC	6		
B	3-C	5.75	5.50 - 6.00	100	100	100	100	100	98.8	88.8	85.9	83.6	64	45.4	37	37	16	28	53	SM	13	
B	4-C	8.75	8.50 - 9.00	100	100	100	100	100	96.4	94.5	93.9	91.4	60.9	35.4	24	34	21	13	18.6	SC	20	
B	2-C	3.75	3.50 - 4.00	100	100	100	100	100	100	100	94.5	86.3	74.1	64.9	56.3	40	25	15	40.5	CL-ML	3	
B	3-C	6.75	6.50 - 7.00																		12	
B	4-C	9.25	9.00 - 9.50	100	100	100	100	100	100	100	100	96.8	87.5	75.2	55	34	21	49.4	MH	20		
B	2-C	3.25	3.00 - 3.50																		3	
B	3-C	6.25	6.00 - 6.50	100	100	100	100	100	100	100	100	92.3	83.2	75.5	61.4	47	26	21	48.5	CL	8	
B	4-C	10.25	10.00 - 10.50	100	100	100	100	100	100	100	100	96.7	85.1	75.6	58	32	26	31.5	MH	16		
B	2-C	3.25	3.00 - 3.50																		6	
B	3-C	3.25	6.00 - 6.50	100	100	100	100	100	100	100	100	96.9	96.1	92.9	82.1	78.3	54	37	17	44.2	MH	10
B	4-C	10.25	10.00 - 10.50	100	100	100	100	100	100	98.5	97.5	94.4	87.2	66.1	57	59	40	19	33.0	MH	27	
B	2-C	6.25	6.00 - 6.50																		6	
B	3-C	8.25	8.00 - 8.50	100	100	100	100	100	100	100	100	96.7	86.5	74.3	62.9	51	36	15	42.7	MH	10	
B	4-C	10.75	10.50 - 11.00	100	100	100	100	100	100	100	97.7	86.9	75.7	68.4	57.3	57	39	18	35.4	MH	16	
B	2-C	6.25	6.00 - 6.50																		5	
B	3-C	8.25	8.00 - 8.50																		6	
B	4-C	11.25	11.00 - 11.50																		30	
B	2-C	5.25	5.00 - 5.50																		4	
B	3-C	8.25	8.00 - 8.50																		12	
B	2-C	6.25	6.00 - 6.50																		12	
B	3-C	3.25	3.00 - 3.50	100	100	100	100	100	100	100	97.9	93.5	89.4	84.1	78.2	42	28	14	37.1	ML	5	
B	4-C	4.75	4.50 - 5.00																		6	
B	5-C	6.25	6.00 - 6.50	100	100	100	100	100	100	100	100	92.3	86.4	78.8	70.9	49	37	12	40.5	ML	12	
B	6-C	7.25	7.00 - 7.50	100	100	100	100	100	100	100	96.1	90.9	85.5	77.7	69.6	43	29	14	39.9	ML	33	
B	7-C	9.25	9.00 - 9.50	100	100	100	100	100	100	100	100	94.5	83.7	79.5	71.2	37	31	6	38.2	ML	44	
B	2-C	1.75	1.50 - 2.00	100	100	100	100	100	96.7	91.4	87.3	83.3	74.6	67.4	63.3	42	25	17	33.9	CL	6	
B	3-C	3.25	3.00 - 3.50																		10	
B	4-C	4.75	4.50 - 5.00	100	100	100	100	100	94.5	91.4	88.5	86	80.3	75.9	73.4	41	28	13	44.0	ML	9	
B	5-C	6.25	6.00 - 6.50																		9	
B	6-C	8.25	8.00 - 8.50	100	100	100	100	100	100	97.1	94.3	89.5	83.7	75.8	66.6	39	27	12	46.1	ML	22	
B	7-C	10.25	10.0 - 10.5	100	100	100	100	100	94.7	91	88.4	85.5	79	72.1	68.4	37	28	9	31.3	ML	25	
B	3-C	3.75	3.50 - 4.00																		14	
B	4-C	3.25	6.00 - 6.50																		10	
valores medios				100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,0	97,5	95,6	91,1	81,7	71,1	62,9	45,8	29,7	16,4	39,1		13,2	

Resumen de los ensayos de la capa B (ensayos de antecedentes)

unidad geológica	Muestra No.	Profund. MEDIA (m)	Profund. (m)	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (% Pasa)												Límites Atterberg			Hum. Nat. (%)	USCS	No. Golpes (= N )	
				Grava						Arena				finos		Atterberg						
				3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	100	200	LL	LP	IP				
C	5-C	10,75	10,50 - 11,00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98,6	57	35	22	62,0	MH	39		
C	5-C	11,75	11,50 - 12,00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	95,9	87,7	62	36	26	25,9	MH	38		
C	5-C	12,75	12,50 - 13,00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98,9	88,7	65	41	24	30,2	MH	48		
C	5-C	11,75	11,50 - 12,00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	94,5	86,2	79,8	72,5	61	35	26	30,9	MH	45
C	5-C	12,75	12,50 - 13,00	100	100	100	100	100	100	100	100	97,9	92,5	87,7	66	38	28	30,9	MH	45		
C	5-C	13,25	13,00 - 13,50																	56		
C	4-C	12,25	12,00 - 12,50																	62		
C	3-C	11,75	11,5 - 12,00																	46		
C	8-C	10,75	10,5 - 11,0																	68		
C	8-C	12,25	12,0 - 12,5	100	100	100	100	100	100	100	96,9	89,3	85,4	77,8	69,4	46	31	15	33,3	ML	37	
C	5-C	12,25	12,0 - 12,5																	58		
			valores medios	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,5	97,3	94,9	90,8	84,1	59,5	36,0	23,5	35,5		49,3	

Resumen de los ensayos de la capa C (ensayos de antecedentes)

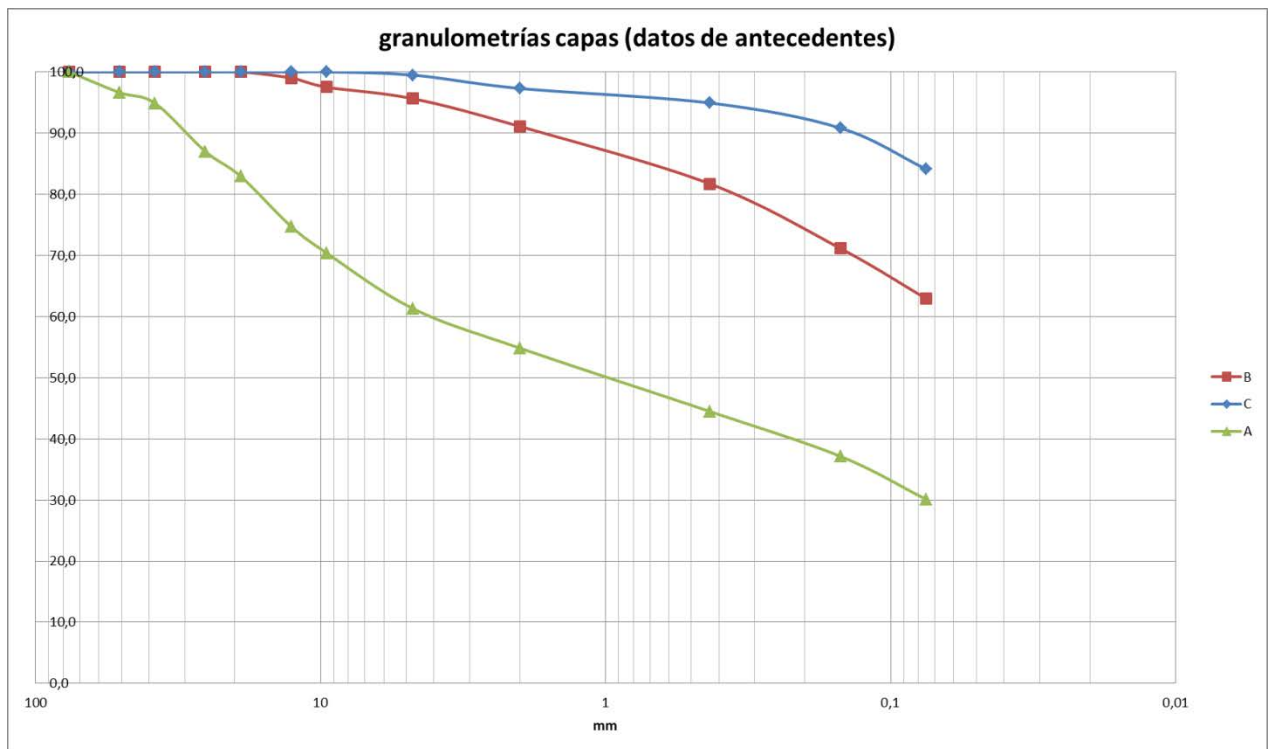


Figura 16: Curvas granulométricas de las diferentes capas (ensayos de antecedentes)

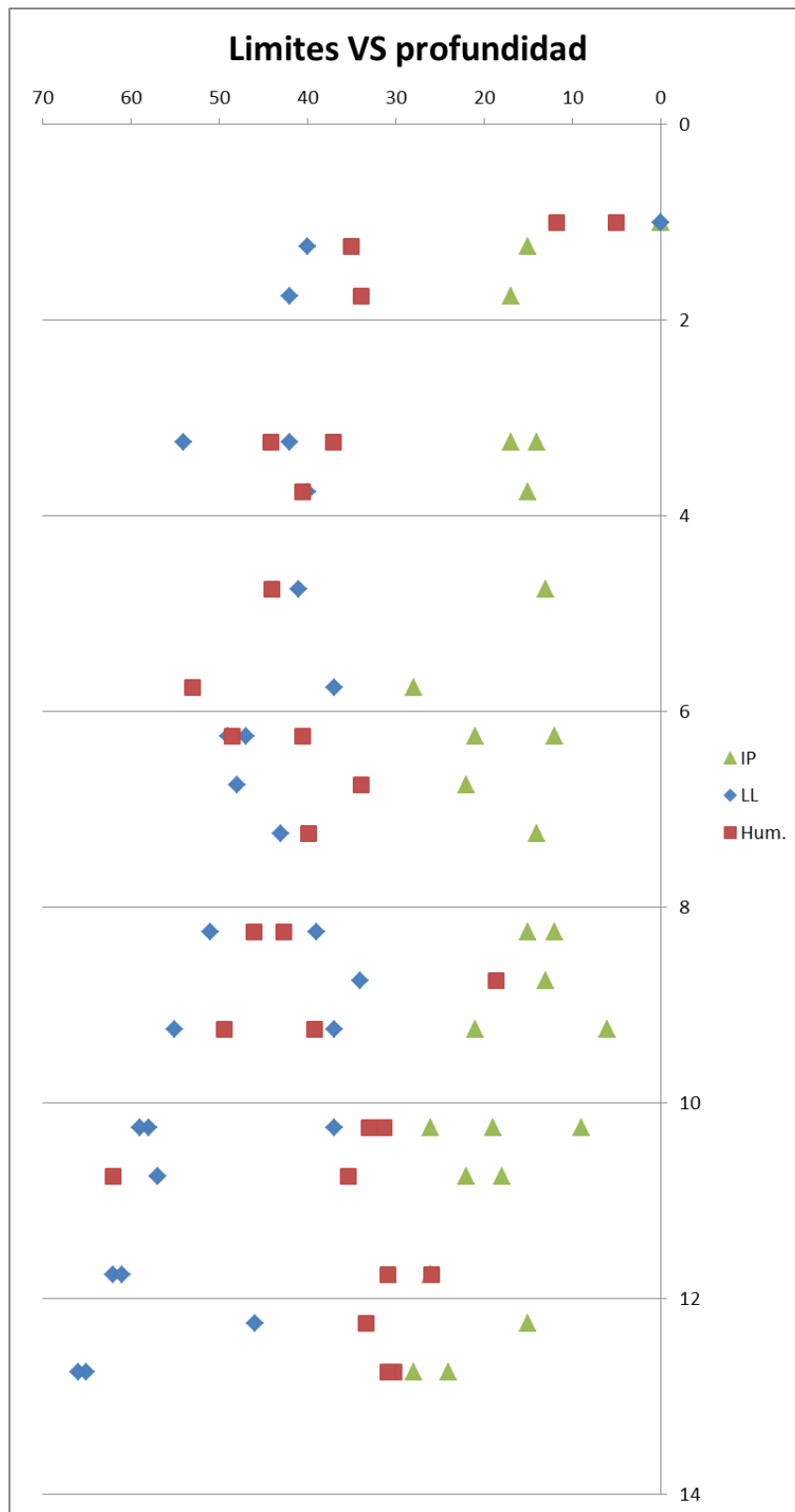


Figura 17: LL e IP versus profundidad (ensayos de antecedentes)



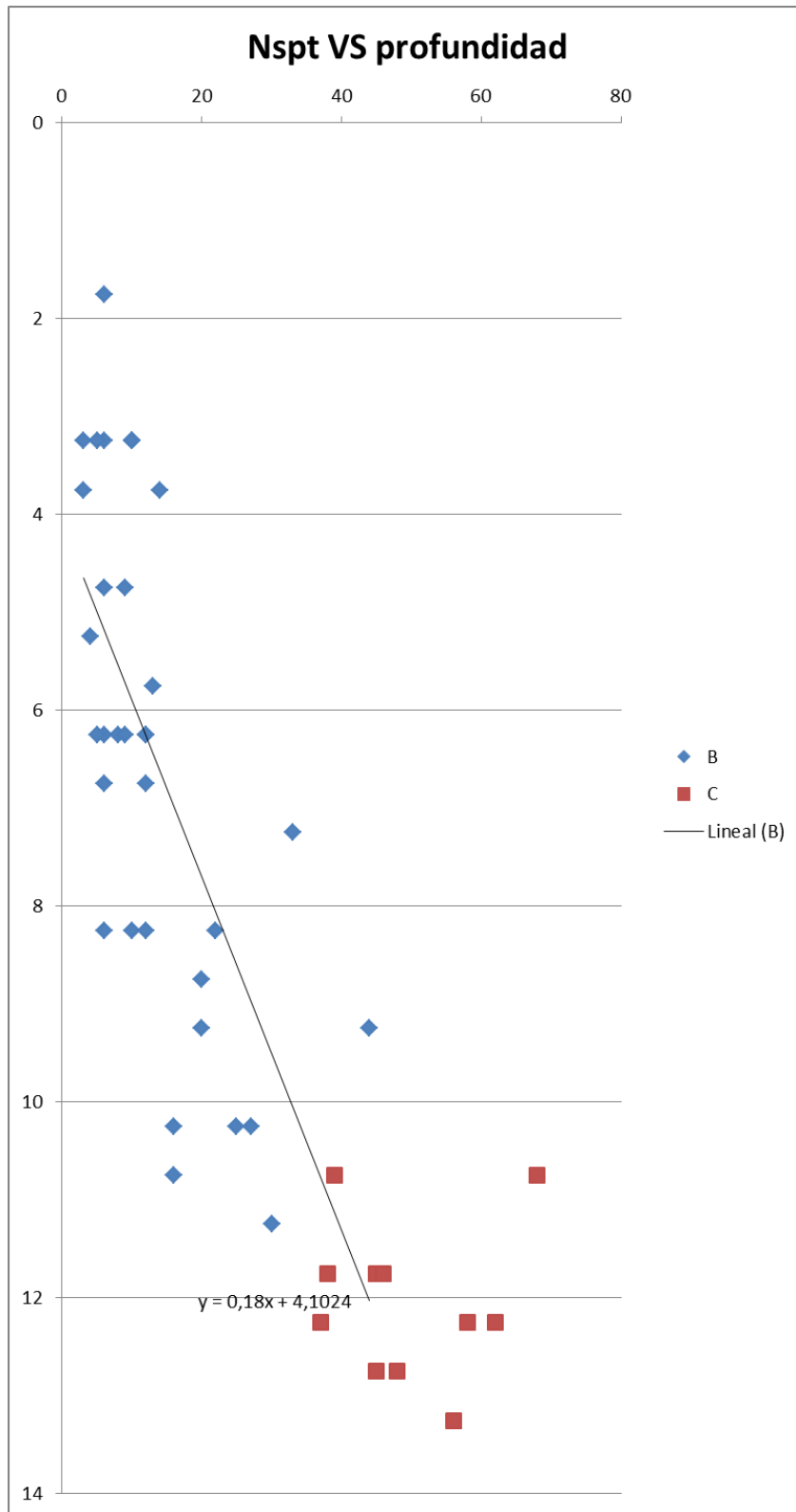


Figura 18: Nspt versus profundidad (ensayos de antecedentes)

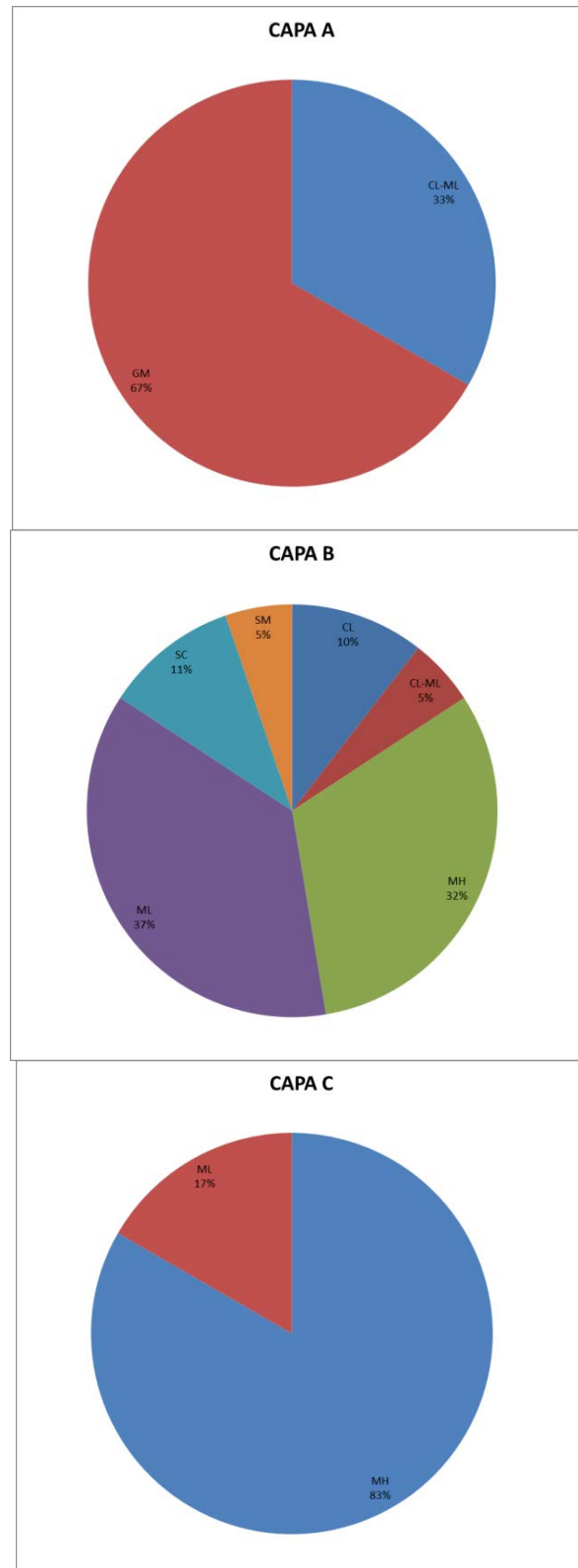


Figura 19: Clasificación USCS (ensayos de antecedentes)

Los ensayos realizados en esta fase de proyecto, se resumen en las siguientes figuras.

apique No.	unidad geológica	Muestra No.	Profund. MEDIA (m)	Profund. (m)	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (% Pasa)										Limites Atterberg			Hum. Nat. (%)	USCS	Proctor		CBR	
					Grava					Arena			finos		LL	LP	IP			d max T/m3	hum opt %		
					3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4"	10"	40"									200"
1	A	M-1	1,25	1,0-1,5	100	100	100	88,2	78,3	70,8	69,1	61,6	55,6	44,6	19,1	29,3	25,3	4,0	16,3	SM	2,00	9,0	28,3
2	B	M-1	1,25	1,0-1,5	100	100	100	100	100	92,6	88,8	85,7	78,9	70,7	65,7	65,3	40,0	25,3	57,6	MH	1,64	16,2	0,7
3	A	M-1	1,25	1,0-1,5	100	100	96	77,7	70,2	56,1	52,4	37,9	27,9	14,1	2,8	17,9	17,1	0,8	5,6	GW	2,36	6,6	48,3
4	A	M-1	1,25	1,0-1,5	100	100	93,3	84,1	75,6	60,6	55,6	37,2	24	11,7	3,5	18,8	18,2	0,6	6,1	GW	2,37	6,6	51,9

Tabla de ensayos de Proyecto

apique No.	unidad geologica	Muestra No.	Profund. MEDIA (m)	Profund. (m)	ANÁLISIS GRANULOMETRICO (% Pasa)											Limites Atterberg			Hum. Nat. (%)	USCS	Proctor		CBR	
					Grava					Arena				finos		LL	LP	IP			d max T/m3	hum opt %		
					3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4"	10"	40"	200"										
1	A	M-1	1,25	1,0-1,5	100	100	100	88,2	78,3	70,8	69,1	61,6	55,6	44,6	19,1	29,3	25,3	4,0	16,3	SM	2,00	9,0	28,3	
3	A	M-1	1,25	1,0-1,5	100	100	96	77,7	70,2	56,1	52,4	37,9	27,9	14,1	2,8	17,9	17,1	0,8	5,6	GW	2,36	6,6	48,3	
4	A	M-1	1,25	1,0-1,5	100	100	93,3	84,1	75,6	60,6	55,6	37,2	24	11,7	3,5	18,8	18,2	0,6	6,1	GW	2,37	6,6	51,9	
valores medio					100,0	100,0	96,4	83,3	74,7	62,5	59,0	45,6	35,8	23,5	8,5	22,0	20,2	1,8	9,3			2,2	7,4	42,8

Resumen de los ensayos de la capa A (ensayos de Proyecto)

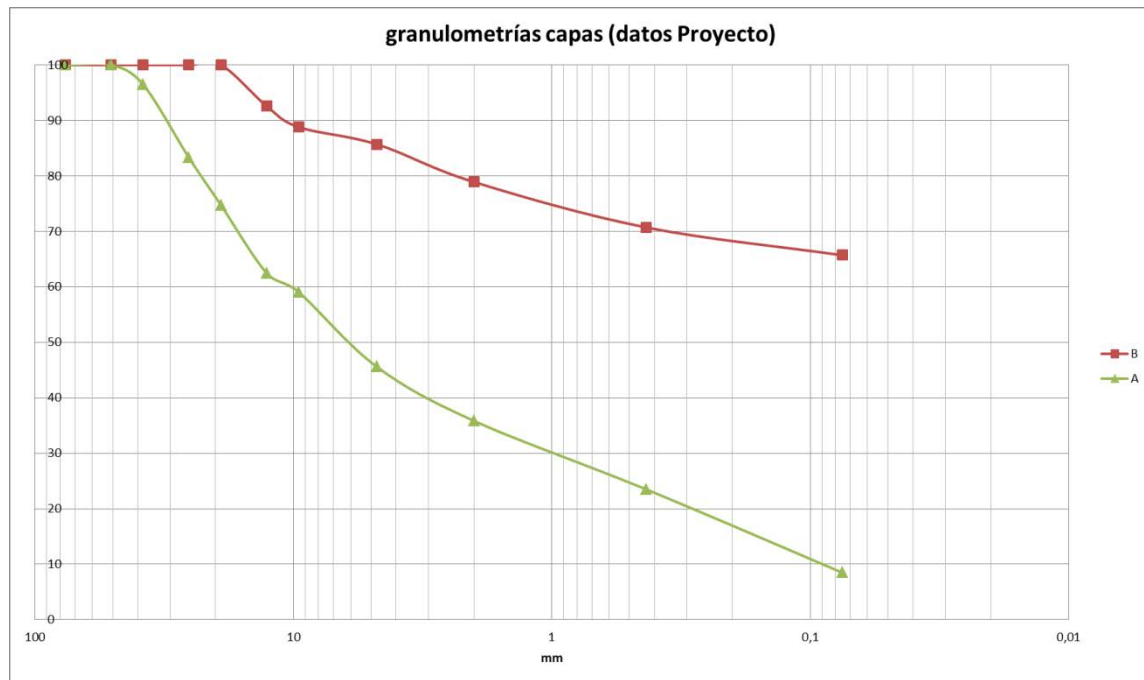


Figura 20: Curvas granulométricas de las diferentes capas (ensayos de Proyecto)

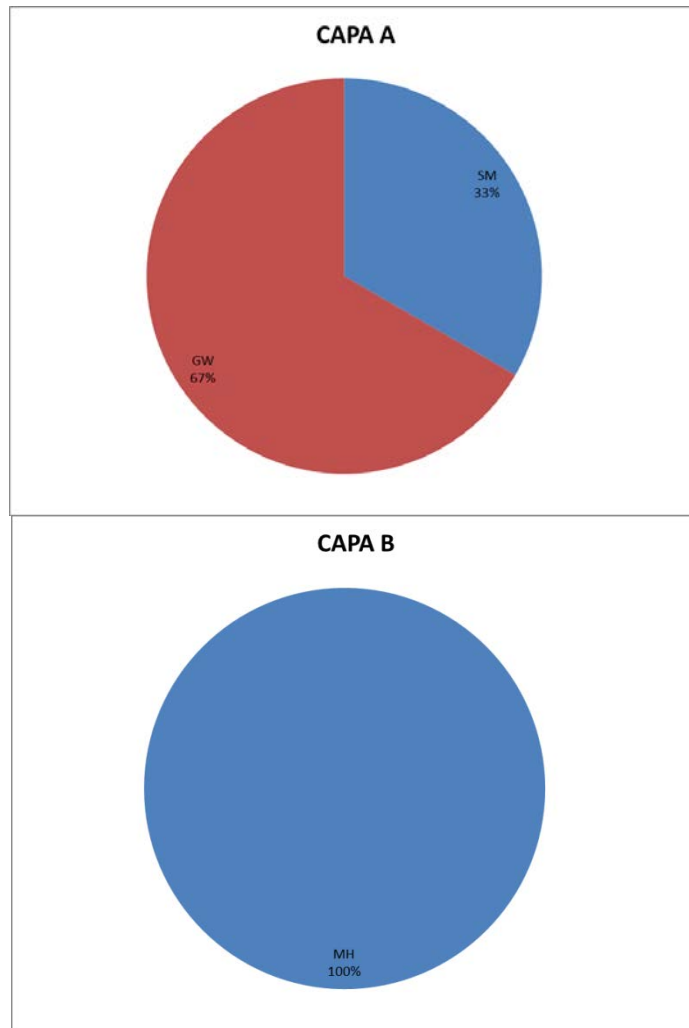


Figura 21: Clasificación USCS (ensayos de Proyecto)

En las siguientes figuras se muestra la combinación de todos los ensayos disponibles para la capa A y B, obtenidos de datos de antecedentes y de Proyecto.

Perf	unidad geológica	Muestra No.	Profund. MEDIA (m)	Profund. (m)	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (% Pasas)										Límites			Hum. Nat. (%)	USCS	No. Golpes (+ N)	Proctor		CBR
					3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4"	10"	40"	200"	LL	LP	IP			d max	hum opt	
P-1	A	1	1	0,20 - 2,00	100	89,9	85,9	79,8	63,6	50,7	44,5	35,4	27,6	15,9	9,5	0	0	0	5,0	GM			
P-1	A	1	1	0,20 - 2,00	100	100	94,7	90,2	85,1	73,5	66,3	51,2	44,1	33,9	10,9	0	0	0	11,8	GM			
P-2	A	2 - C	1,25	1,00 - 1,50	100	100	100	100	100	100	100	97,3	92,8	83,7	72,9	40	25	15	35,0	CL-ML	75		
1	A	M-1	1,25	1,0-1,5	100	100	100	88,2	78,3	70,8	69,1	61,6	55,8	44,6	19,1	29,3	25,3	4,0	16,3	SM	2,00	9,0	26,3
3	A	M-1	1,25	1,0-1,5	100	100	96	77,7	70,2	68,1	62,4	37,9	27,9	14,1	2,8	17,9	17,1	0,8	5,6	GW	2,36	6,6	48,3
4	A	M-1	1,25	1,0-1,5	100	100	93,3	84,1	75,6	60,6	55,6	37,2	24	11,7	3,5	18,8	18,2	0,6	6,1	GW	2,37	6,6	61,9
valores medios					100,00	98,32	95,05	85,17	78,80	68,62	64,72	53,43	45,33	33,97	19,28	17,67	14,27	3,40	13,30	75	2,24	7,40	42,83

Tabla de ensayos totales para la capa A

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (% Pasa)																			Límites				Hum.		USCS	No. Grupos (= N)	Precor d max T/m3	Hum opt %	CBR %
Prof. No.	unidad geológica	Muestra No.	Profund. MEDA (m)	Profund. (m)	3"	2"	1 1/2"	1"	Grava	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	200	LL	LP	IP	Sh (%)	Nat								
P-2	B	2-C	6.75	6.50-7.00	100	100	100	100	100	100	100	98.1	87.4	71.5	48.9	48	26	22	33.9	SC	6								
P-2	B	3-C	5.75	5.50-6.00	100	100	100	100	100	100	100	98.8	86.8	63.6	44	37	16	28	29	SM	13								
P-2	B	4-C	6.75	6.50-7.00	100	100	100	100	100	100	100	96.4	84.8	63.9	51.4	60.9	24	34	21	13	18.6	SC	20						
P-3	B	2-C	3.75	3.50-4.00	100	100	100	100	100	100	100	100	94.5	86.3	74.1	56.3	40	25	15	40.5	CL-ML	3							
P-3	B	3-C	6.75	6.50-7.00																									
P-3	B	4-C	3.25	3.00-3.50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96.8	75.2	55	34	21	49.4	MH	20							
P-4	B	2-C	3.25	3.00-3.50																									
P-4	B	3-C	6.25	6.00-6.50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	92.3	83.2	61.4	47	26	21	48.5	CL	8							
P-4	B	4-C	10.25	10.00-10.50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	95.7	75.6	58	32	25	31.5	MH	16								
P-4	B	2-C	3.25	3.00-3.50																									
P-5	B	3-C	3.25	3.00-3.50	100	100	100	100	100	100	100	96.9	96.1	92.9	78.3	54	37	17	44.2	MH	10								
P-5	B	4-C	10.25	10.00-10.50	100	100	100	100	100	100	100	96.5	97.5	94.4	87.2	57	39	40	33.0	MH	27								
P-5	B	2-C	6.25	6.00-6.50																									
P-5	B	3-C	6.25	6.00-6.50	100	100	100	100	100	100	100	96.7	86.5	62.8	51	36	15	42.7	MH	10									
P-6	B	4-C	10.75	10.50-11.00	100	100	100	100	100	100	100	97.7	86.9	75.7	57.3	57	39	18	35.4	MH	16								
P-6	B	2-C	6.25	6.00-6.50																									
P-6	B	3-C	6.25	6.00-6.50																									
P-6	B	4-C	11.25	11.00-11.50																									
P-6	B	2-C	6.25	6.00-6.50																									
P-7	B	3-C	6.25	6.00-6.50																									
P-7	B	2-C	6.25	6.00-6.50																									
P-7	B	3-C	3.25	3.00-3.50	100	100	100	100	100	100	100	97.9	93.5	89.4	78.2	42	28	14	37.1	ML	5								
P-7	B	4-C	4.75	4.50-5.00																									
P-8	B	5-C	6.25	6.00-6.50	100	100	100	100	100	100	100	100	92.3	86.4	70.9	49	37	12	45.5	ML	12								
P-8	B	6-C	7.25	7.00-7.50	100	100	100	100	100	100	100	96.1	90.9	86.5	69.8	43	29	14	39.8	ML	30								
P-8	B	7-C	9.25	9.00-9.50	100	100	100	100	100	100	100	100	94.5	83.7	71.2	37	31	6	39.2	ML	44								
P-9	B	2-C	1.75	1.50-2.00	100	100	100	100	100	100	100	96.7	91.4	87.3	83.3	74.6	63.3	42	25	17	33.9	CL	6						
P-9	B	3-C	3.25	3.00-3.50																									
P-10	B	4-C	4.75	4.50-5.00	100	100	100	100	100	100	100	94.5	91.4	86.5	86	80.3	73.4	41	28	13	44.0	ML	9						
P-10	B	5-C	6.25	6.00-6.50																									
P-10	B	6-C	8.25	8.00-8.50	100	100	100	100	100	100	100	97.1	84.3	89.5	83.7	66.6	39	27	12	46.1	ML	22							
P-10	B	7-C	10.25	10.0-10.5	100	100	100	100	100	100	100	84.7	81	88.4	85.5	79	68.4	37	28	9	31.3	ML	25						
P-10	B	3-C	3.75	3.50-4.00																									
P-10	B	4-C	3.25	6.00-6.50																									
2	B	M-1	1.25	1.0-1.5	100	100	100	100	100	100	100	92.6	86.8	85.7	78.9	70.7	65.7	65.3	40.0	25.3	57.6	MH	10	1.64	16.2	0.7			

Tabla de ensayos totales para la capa B

A partir de la interpretación de los ensayos de antecedentes y de proyecto se presentan a continuación los parámetros característicos de las capas de terreno identificadas, que se adoptarán para los diferentes cálculos.

CAPA A:	
Descripción	Rellenos antrópicos formados por gravas y arenas en escasa matriz limo arcillosa con un grado de compactación variable. Según información de antecedentes, se trata de material de río, procedentes de las canteras Zacarías y Zaragoza, colocado por la empresa COLPUERTOS.
Granulometría	Grava: 35%, Arena: 46%, Finos: 19%
Límites	LL=17.7%; LP=14.3%, IP=3.4; Humedad natural=13.3%
Clasificación	GM, GW, SM y CL-ML
Compactación	D. seca máxima: 2.24 T/m <sup>3</sup> , h. óptima: 7.4%, CBR <sub>min</sub> = 28.3% CBR <sub>med</sub> = 42.8%
Resistencia	φ=30°; c=0 kPa
Deformabilidad	Variable, en función de la compactación, de forma conservadora se estima en E=10 MPa con K <sub>30</sub> =5 kg/cm <sup>3</sup>
Notas	Posible presencia de zonas localizadas con vertidos y escombros dentro de esta capa que deberán ser sustituidos por material granular.
Cimentaciones	No apto para la cimentación directa de estructuras de cierta envergadura. Para la cimentación de estructuras menores: ver apartado específico.
Pavimentaciones	Generalmente aptos para la colocación de pavimentos, pueden necesitar saneos localizados por la presencia de vertidos. CBR de referencia para el diseño de pavimentos: ver apartado específico



<b>CAPA B:</b>	
Descripción	Suelos cuaternarios inframareales formados por limos arcillosos y arcillas de media a alta plasticidad, con lentejones de arenas. En general se trata de suelos saturados de bajas propiedades geotécnicas por escasa capacidad portante y elevada deformabilidad.
Granulometría	Grava: 3%, Arena: 34%, Finos: 63%
Límites	LL=46.8%; LP=30.3%, IP=16.5; Humedad natural=40%, Ic=41%
Clasificación	MH, ML, CL, SC
Peso	Densidad natural: 1.5-1.7 T/m <sup>3</sup>
N <sub>30</sub>	Valor medio 13, Valor mínimo 3
Resistencia	RCS=35 KPa, Su=18 KPa, $\phi$ =15-25°; c=5 kPa
Empujes	Coef empuje activo: 0.59; Coef empuje pasivo: 1.70
Deformabilidad	Módulo volumétrico: 0.32-0.43 Módulo edométrico 3 MPa
Notas	Materiales susceptibles de licuefacción.
Cimentaciones	No apto para la cimentación directa de estructuras.
Pavimentaciones	No aptos para la colocación de pavimentos de forma directa.

<b>CAPA C:</b>	
Descripción	Capa saprolítica de espesor variable de la formación rocosa blanda Mayorquín. Se trata de lodolitas y lodolitas arenosas alteradas de alta plasticidad. El espesor de alteración se estima en 4-6 m.
Granulometría	Arena: 16%, Finos: 84%
Límites	LL=59.5%; LP=36.0%, IP=23.5; Humedad natural=35.5%, Ic=67%
Clasificación	MH y ML
Peso	Densidad natural: 2.0 T/m <sup>3</sup>
N <sub>30</sub>	Valor medio 37, Valor mínimo 49
Resistencia	$\phi$ =20-25°; c=50 kPa
Deformabilidad	Módulo edométrico >18 MPa
Empujes	Coef empuje activo: 0.49; Coef empuje pasivo: 2.40
Notas	Materiales no susceptibles de licuefacción
Cimentaciones	Nivel de empotramiento de cimentaciones profundas. Ver apartado específico

## ESTUDIO SÍSMICO Y DE LICUEFACCIÓN

A continuación se completa el estudio de los efectos sísmicos general presentado anteriormente. A partir de la información geológica y geofísica, se procede a clasificar el perfil del suelo de la zona de estudio en los 30 m superiores en función de las tablas A.2.4.1 y A.2.4.2 contenidas en el Título A de la NSR-10.

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{V}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$ , o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa ( $\approx 1$ kgf/cm <sup>2</sup> )
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$ , o $100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{s}_u \geq 50 \text{ kPa} (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$180 \text{ m/s} > \bar{V}_s$
	perfil que contiene un espesor total $H$ mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $50 \text{ kPa} (\approx 0.50 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo <b>F</b> requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: <b>F<sub>1</sub></b> — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. <b>F<sub>2</sub></b> — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas ( $H > 3$ m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). <b>F<sub>3</sub></b> — Arcillas de muy alta plasticidad ( $H > 7.5$ m con Índice de Plasticidad $IP > 75$ ) <b>F<sub>4</sub></b> — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ( $H > 36$ m)	

Tipo de perfil	$\bar{V}_s$	$\bar{N}$ o $\bar{N}_{ch}$	$\bar{s}_u$
C	entre 360 y 760 m/s	mayor que 50	mayor que 100 kPa ( $\approx 1$ kgf/cm <sup>2</sup> )
D	entre 180 y 360 m/s	entre 15 y 50	entre 100 y 50 kPa (0.5 a 1 kgf/cm <sup>2</sup> )
E	menor de 180 m/s	menor de 15	menor de 50 kPa ( $\approx 0.5$ kgf/cm <sup>2</sup> )

Figura 22: Clasificación de los perfiles de suelos (NSR-10)

La ponderación del tipo de perfil de suelo se realiza a partir de los datos disponibles en cada caso (velocidad de las ondas de corte  $V_s$ , golpeo ensayos SPT y datos de antecedentes e interpretación geológica). En caso de datos geofísicos, la ponderación se ha llevado a cabo mediante la aplicación de la fórmula A.2.4-1 de la NSR-10. En caso de datos de penetración, la estimación de la velocidad de las ondas de corte se ha realizado mediante la correlación del Japan National Railway (Yoshida et al.), que se considera coherente con las correlaciones presentadas en la Normativa sismorresistente colombiana. Dicha correlación se presenta a continuación.

$$V_s \text{ (m/s)} = 55 \cdot N_{30}^{0.25} \cdot \sigma_v^{0.14}$$

En función de estos datos y observaciones, se presentan a continuación la ponderación del tipo de perfil del suelo y la definición de los coeficientes de amplificación del suelo ( $F_a$  y  $F_v$ ). Estos últimos coeficientes se calculan de forma coherente con las figuras A.2.4-1 Y 2 de la normativa, que se reproducen a continuación.

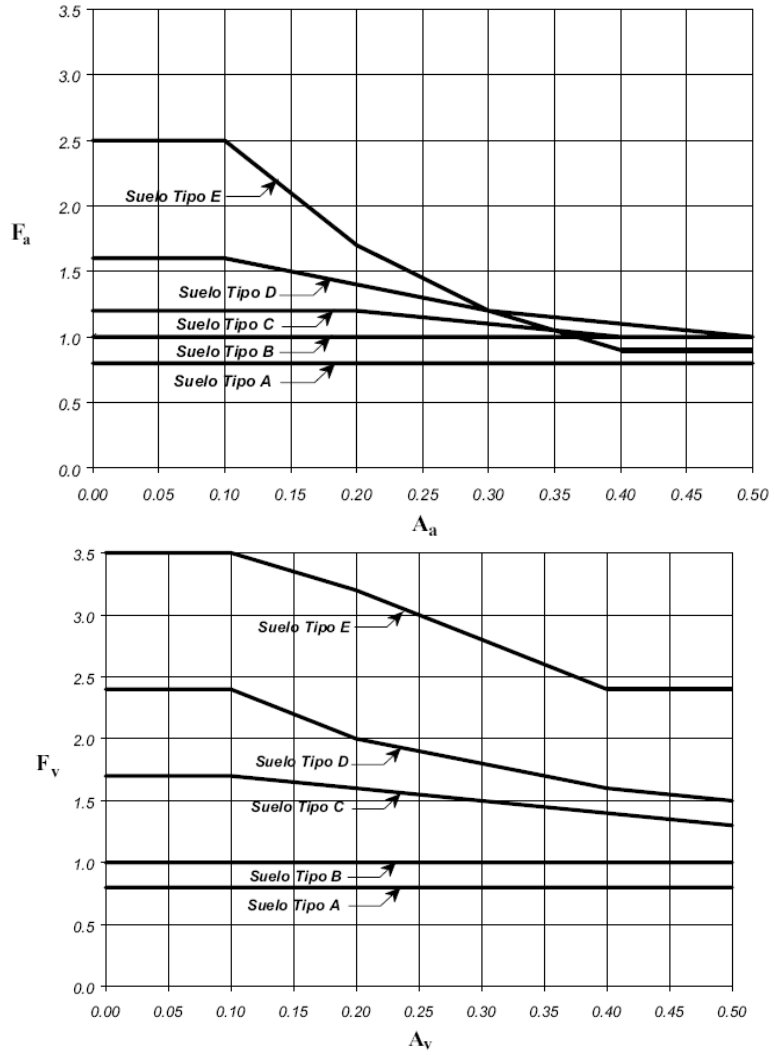
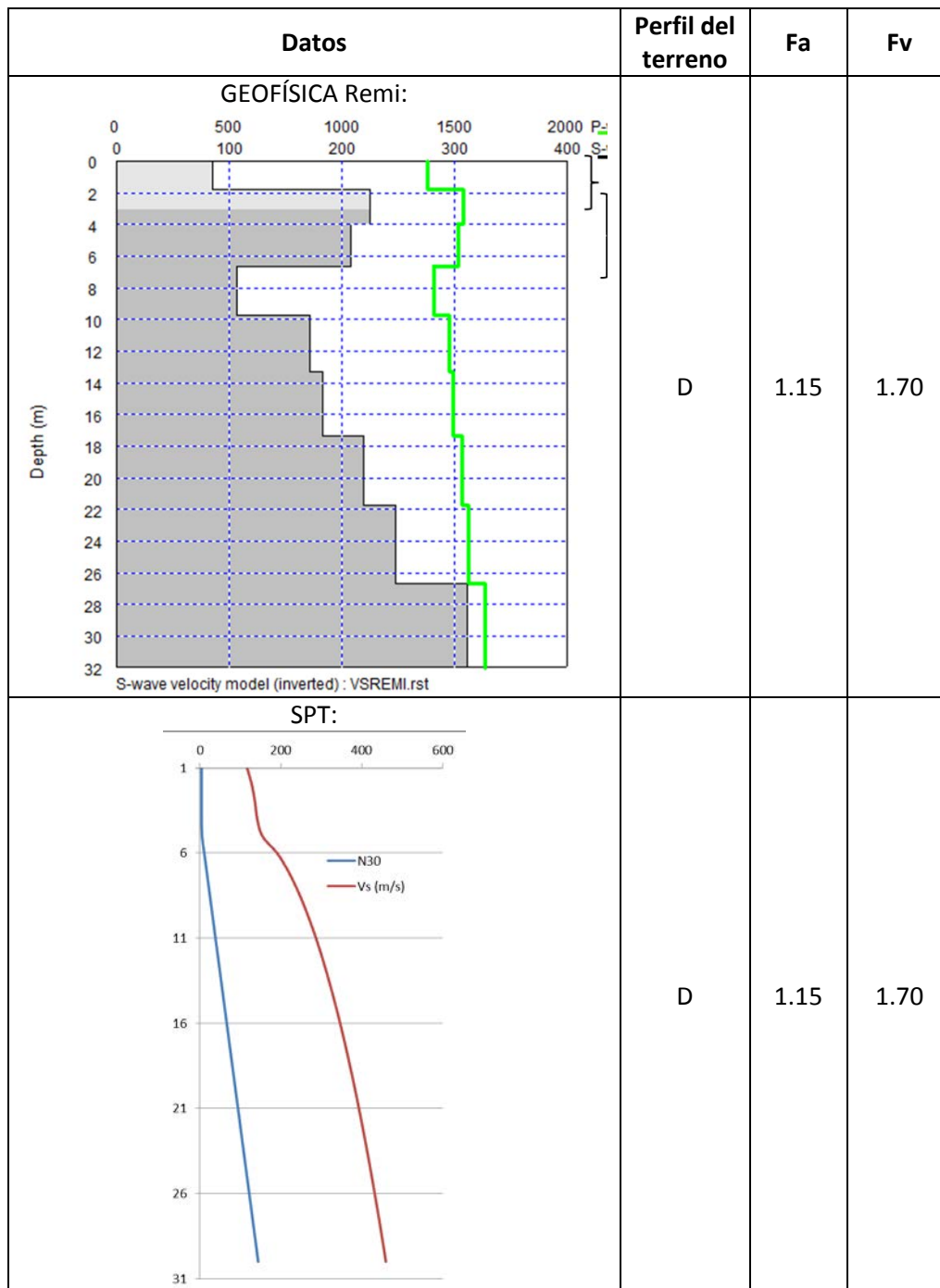


Figura 23: Coeficientes de amplificación del suelo (NSR-10)



Como se puede observar, las dos metodologías se pueden considerar coherentes y, por ello, se considera correcto adoptar, a nivel de cálculo, un perfil del terreno de tipo D según normativa vigente.

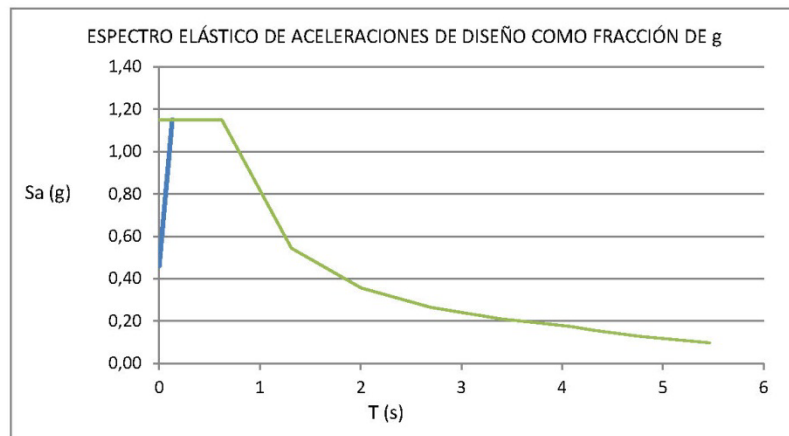
A partir de las especificaciones presentadas en el apartado A.2.5 del Título A de la NSR-10 se define la infraestructura proyectada como perteneciente al grupo de uso I: ESTRUCTURAS DE

OCUPACIÓN NORMAL. Por ello, para estas estructuras se define un coeficiente de importancia de 1,00 según Normativa.

La estimación de los movimientos sísmicos de diseño se realizan a partir del espectro de diseño tal y como se define en el apartado A.2.6 del Título A de la NSR-10. A continuación se incluyen los cálculos realizados y los espectros elásticos obtenidos para la zona de estudio.

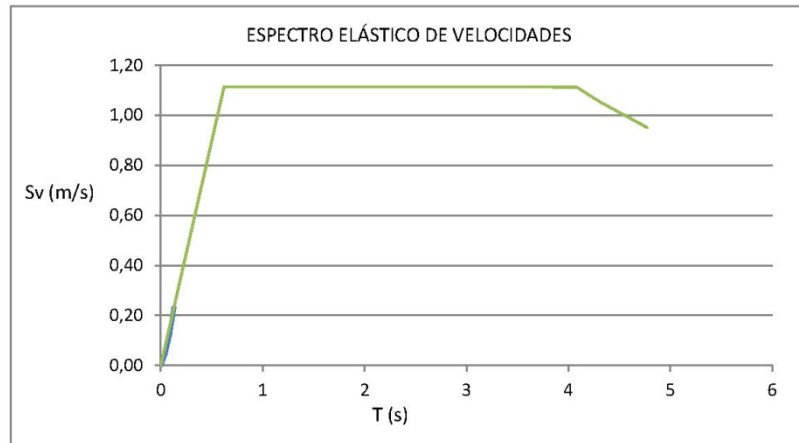
### EFFECTOS SÍSMICOS SEGÚN NSR-10 COLOMBIA

PROYECTO	MALECÓN	
MUNICIPIO	BUENAVENTURA	
ZONA DE AMENAZA SÍSMICA	ALTA	
ACELERACIÓN DE PICO EFECTIVA HORIZONTAL PARA PERIODOS DE VIBRACIÓN CORTOS E INTERMEDIOS	Aa	0,40
	Av	0,35
TIPO DE PERFIL DEL SULO	D	
COEFICIENTES DE AMPLIFICACIÓN DE SITIO PARA PERIODOS CORTOS E INTERMEDIOS	Fa	1,2
	Fv	1,7
GRUPO DE USO	I	
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA	I	1
ESPECTRO DE DISEÑO		
PERIODO DE VIBRACIÓN A.2.6-2	Tc	0,621
PERIODO DE VIBRACIÓN A.2.6-4	T <sub>L</sub>	4,080
PERIODO DE VIBRACIÓN A.2.6-6	To	0,129
ACELERACIÓN MÁXIMA	AaFal	0,460
VALOR DEL ESPECTRO PARA Tc Y To	2,5AaFal	1,150



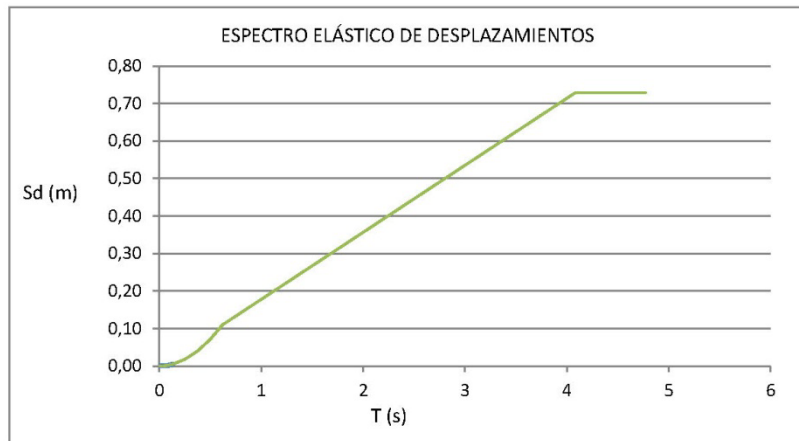
### ESPECTRO DE VELOCIDADES

VALOR DEL ESPECTRO  $S_v$  1,11265



### ESPECTRO DE DESPLAZAMIENTOS

VALOR DEL ESPECTRO  $S_d$  0,72828



Referencias consultadas: NSR-10; Título A norma NSR-10

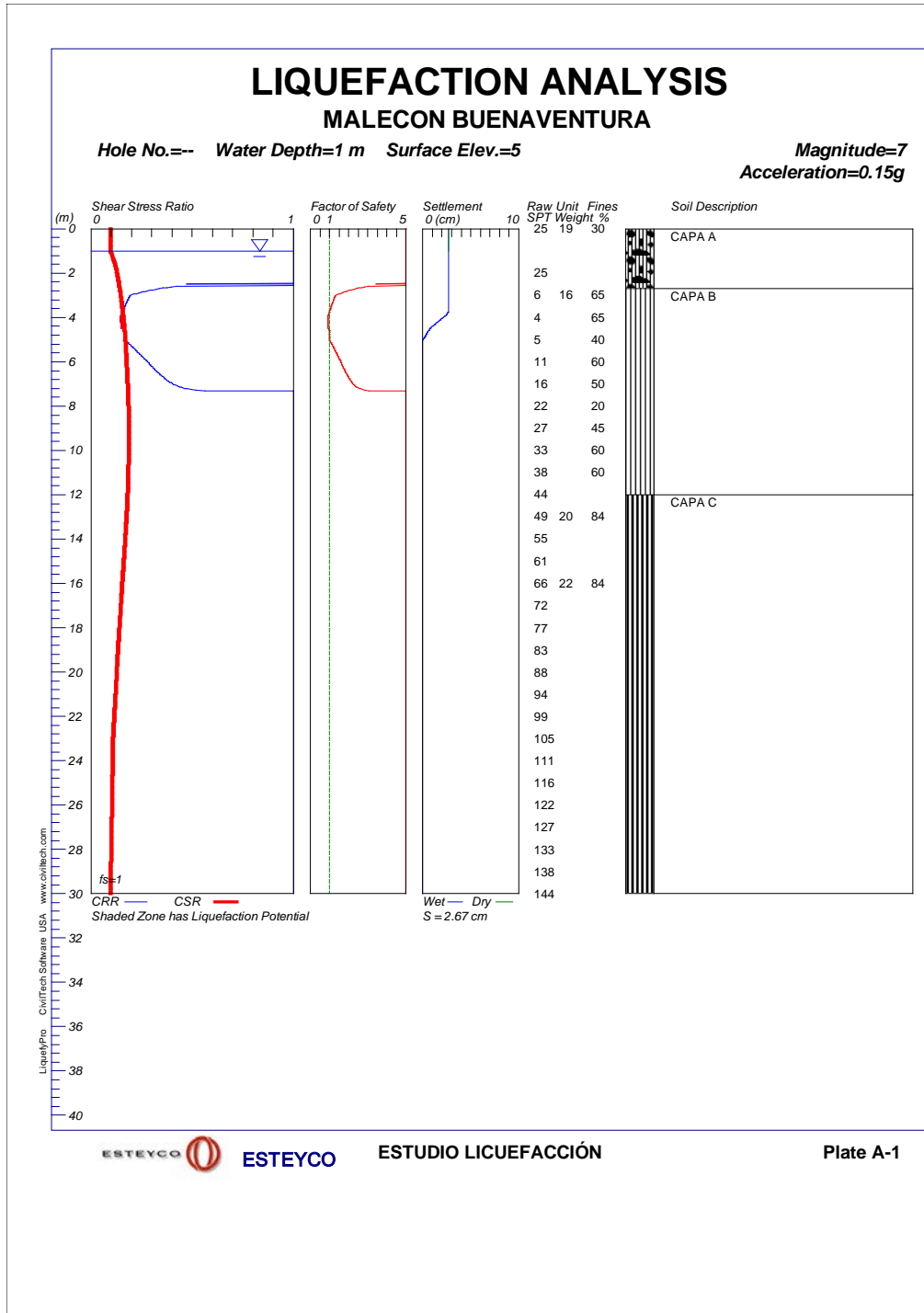
Figura 24: espectros sísmicos calculados

En la tabla que se presenta a continuación, se resumen los valores de la aceleración máxima calculada para el perfil del terreno y los coeficientes sísmicos horizontal y vertical correspondientes. Dichos coeficientes, se han calculado según los criterios definidos por la Sociedad Americana de Ingeniería Civil (Marcuson et al., 1992), que se pueden considerar coherentes con las especificaciones marcadas en el Título B de la NSR-10.

$A_{max}$	$K_h$	$K_v$
0.460	0.23	0.115



Dadas las características de las capas identificadas, la posición del NF y sismicidad de la zona, se procede a realizar un estudio de licuefacción para el perfil de suelo tipo de la zona de estudio. Para ello, se ha adoptado el método basado en los ensayos SPT propuesto por *Idriss and Seed* mediante el auxilio de la herramienta informática *LiquefyPro* de *CivilTech*. En los estudios se han considerado la estratigrafía, nivel freático, valores de SPT y contenido en finos anteriormente presentados. En las siguientes figuras se adjuntan los modelos calculados.

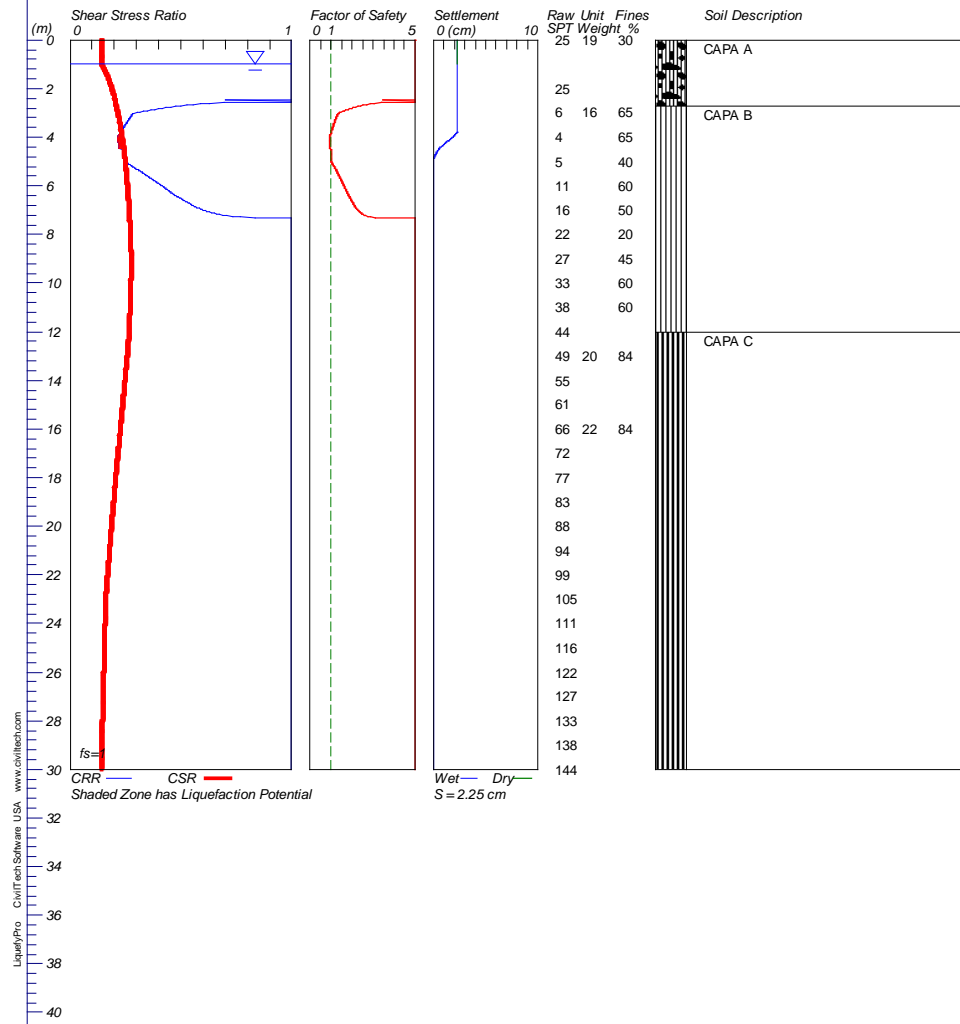


# LIQUEFACTION ANALYSIS

## MALECON BUENAVENTURA

Hole No.=-- Water Depth=1 m Surface Elev.=5

Magnitude=6  
Acceleration=0.22g

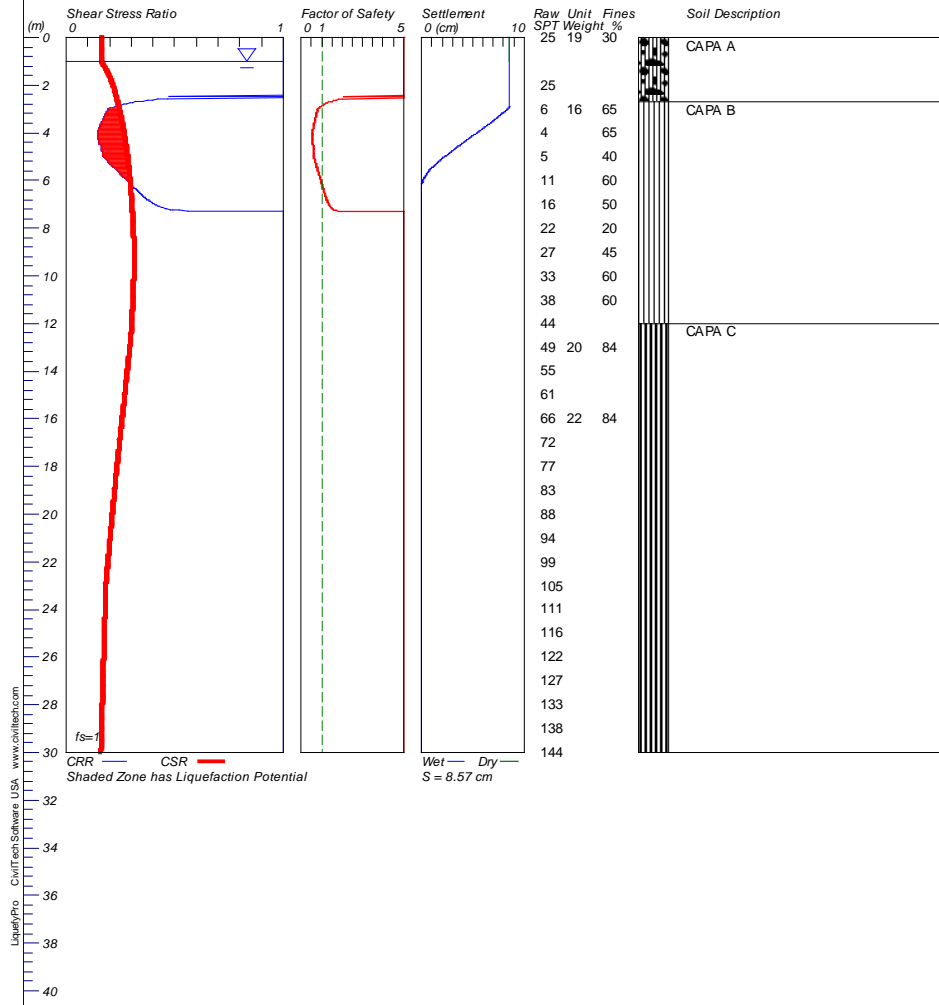


# LIQUEFACTION ANALYSIS

## MALECON BUENAVENTURA

Hole No.--- Water Depth=1 m Surface Elev.=5

Magnitude=7  
Acceleration=0.25g

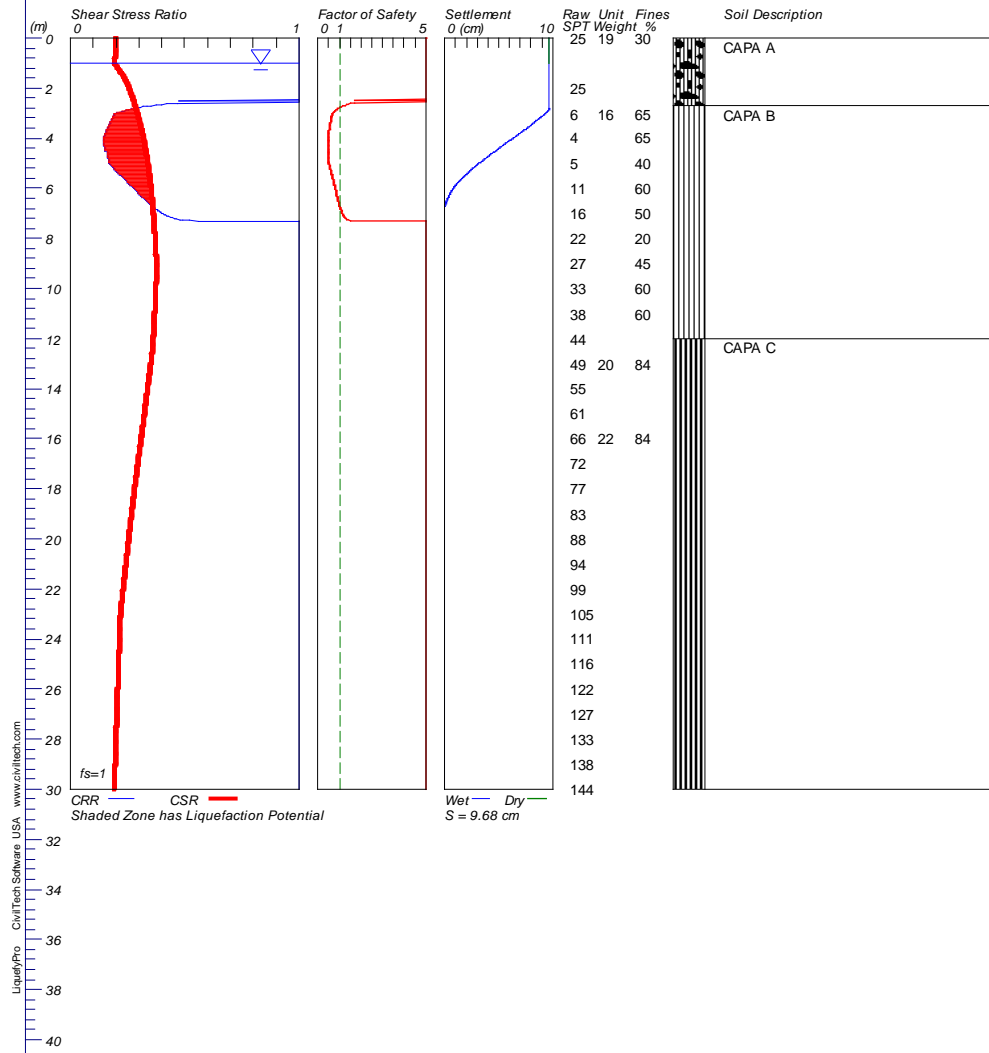


# LIQUEFACTION ANALYSIS

## MALECON BUENAVENTURA

Hole No.=- Water Depth=1 m Surface Elev.=5

Magnitude=7  
Acceleration=0.3g

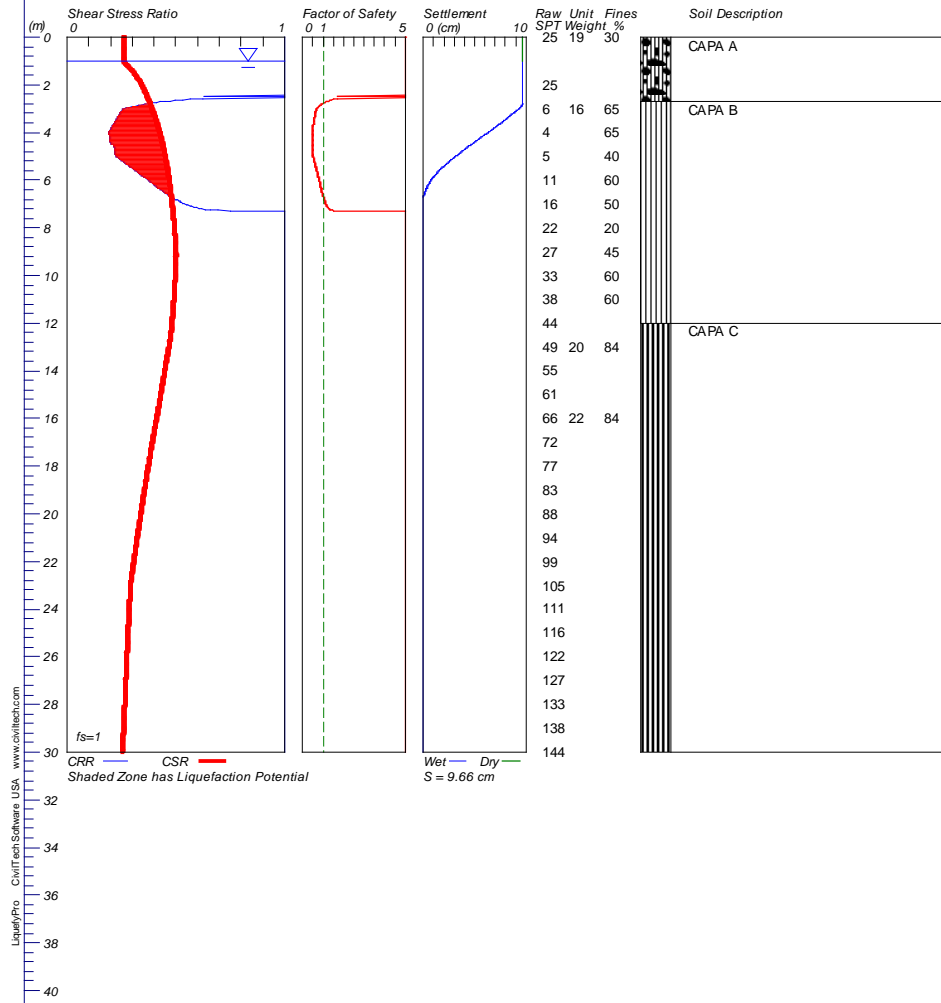


## LIQUEFACTION ANALYSIS

### MALECON BUENAVENTURA

Hole No.--- Water Depth=1 m Surface Elev.=5

Magnitude=6.25  
Acceleration=0.4g



Del análisis se observa que existe un estrato, entre 3 y 7.5 m de profundidad, contenido en la CAPA B, potencialmente licuable a partir de PGA superiores a 0.15 con magnitud 7 o con PGA superiores a 0.22 con magnitud 6. Estos resultados son coherentes con otros métodos que definen la susceptibilidad en función de la velocidad de las ondas de corte Vs. Con este fin se ha aplicado el método empírico de Robertson del 1990 que correlaciona la licuefacción con la velocidad de la onda de corte normalizada según la presión atmosférica y la tensión vertical efectiva del terreno. De este modo, considerando una relación de esfuerzos cíclicos variable entre 0.05 y 0.15 para

aceleraciones máximas comprendidas entre 0.1 y 0.30 respectivamente, y velocidades normalizadas calculadas entre 100 y 300 m/s, se observa susceptibilidad a la licuefacción entre 5 y 10 m de profundidad dentro de la capa B.

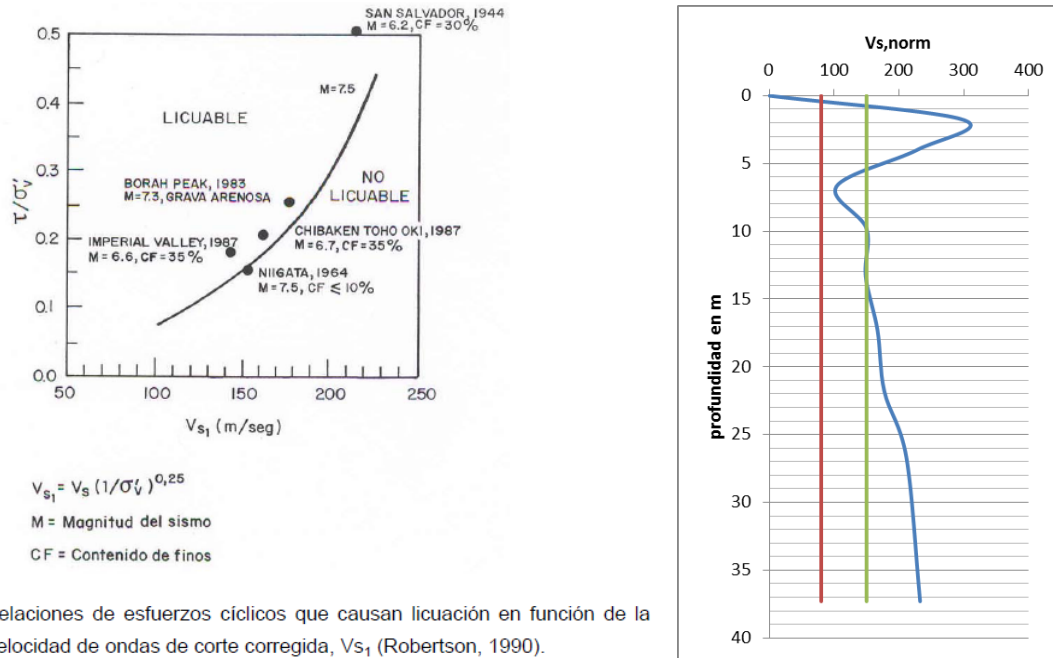


Figura 25: estudio de licuafacción a partir de  $V_s$

## CIMENTACIONES

A continuación se presenta el estudio de cimentaciones, llevado a cabo para el Proyecto de referencia. Para cada estructura principal se calcula la capacidad portante del terreno y los asentamientos Asociados en fase de ejercicio.

### 1) Pérgolas

La cimentación de estas estructuras, se realizará mediante zapatas apoyadas dentro de la capa A formada por gravas y arenas en escasa matriz limosa.

Considerando una zapata rectangular de 1.5x3.5 m, que se reduce por excentricidad a una zapata de 1.5x2 m, la tensión transmitida será del orden de 40 KPa.

A continuación se justifica la capacidad portante del terreno y los asentamientos en diferentes configuraciones.

#### Cálculo clásico en condiciones estáticas:

En esta configuración se obtiene una capacidad portante del orden de 220 kPa y asentamientos de 6.3 mm, tal y como se observa en las siguientes figuras.

### Meyerhof's Bearing-Capacity Equations

Given:

unit weight of soil, gamma	18	kN/m <sup>3</sup>
angle of internal friction, PHI	30	degrees
cohesion of soil, c	0	kPa
depth of base, D	0.85	m
width of base, B	1.5	m
length of base, L	2	m
angle of load from vertical, theta	0	degrees
required safety factor, SF	3	

Then:

passive earth pressure coefficient, Kp	3.00
length factor for cohesion, s-c	1.45
depth factor for cohesion, d-c	1.20
shape factor for soil, s-q, s-gam	1.22
depth factors for soil, d-q, d-gam	1.10
inclination factors i-c and i-q	1.00
inclination factor i-gam	1.00
effective overburden pressure, q-bar	15.299999 kPa
overburden multiplier, Nq	18.4
cohesion multiplier, Nc	30.1
wedge weight multiplier, Ngam	15.7
ultimate bearing capacity, q-ult	663.3 kPa
<b>safe bearing capacity</b>	<b>220 kPa</b>

Figura 26: cálculo de la capacidad portante

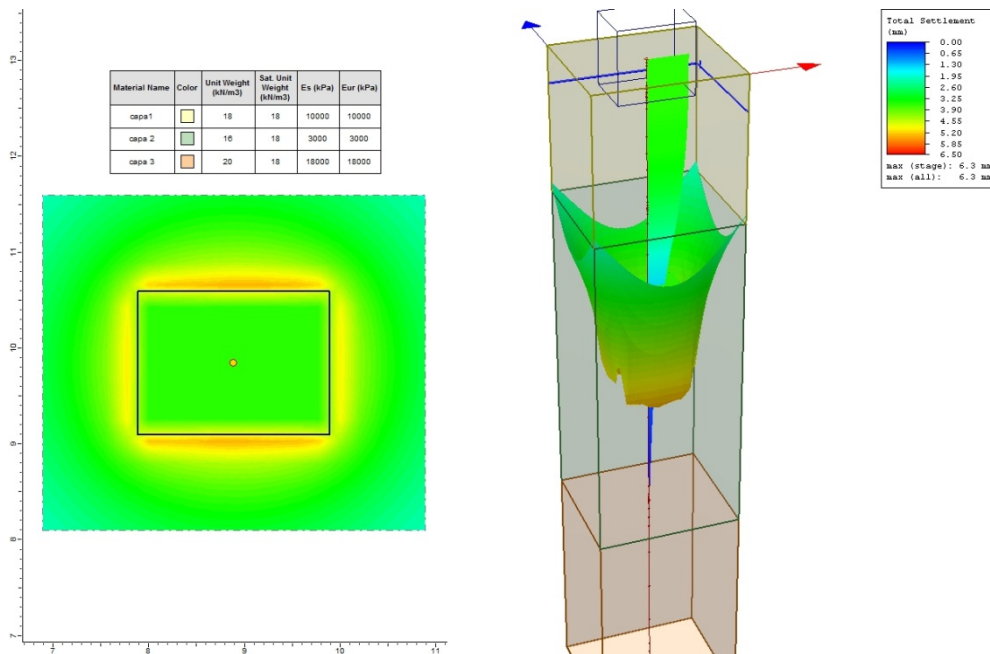


Figura 27: asientos estimados

### Comprobación dinámica con estrato licuable:

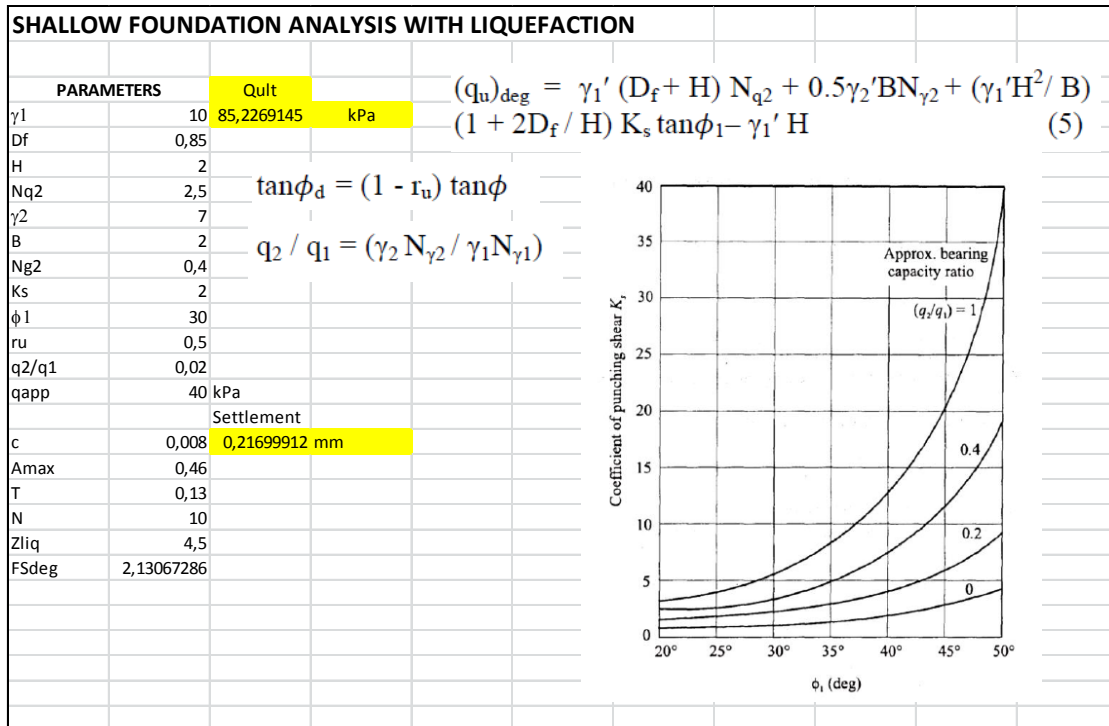
Dadas las características del subsuelo se lleva a cabo un estudio especial según los procedimientos recomendados por Karamitros et al). Por ello, se realiza una comprobación de



la cimentación bajo los efectos sísmicos y las consecuencias inducidas por la capa potencialmente licuable de unos 4,5 m de espesor bajo los rellenos antrópicos (2 metros).

En estas condiciones se obtiene una capacidad última del terreno del orden de 85 kPa, que permite obtener, considerando la tensión transmitida, un FS superior a 2 que se considera más que aceptable.

El incremento de los asentos inducido se puede considerar despreciable dada la reducida carga transmitida.



También cabe destacar que, dada la posición del nivel freático, se recomienda cimentar por encima del mismo, con el fin de evitar empujes hidrostáticos, facilitar la fase constructiva y garantizar bajo zapata un espesor suficiente de materiales no licuables.

Antes de cimentar, un geotecnista residente en obra deberá verificar que el terreno de apoyo presente las características adecuadas para la cimentación.

## 2) Módulos de comida

Se trata de módulos prefabricados que transmitirán cargas muy reducidas al terreno. Por ello se define la construcción de una losa sobre terreno mejorado.

En particular, se opta por construir una losa de 20 cm de concreto apoyada sobre un terreno granular formado por 25 cm de base granular debidamente compactada y 40 cm de subbase granular debidamente compactada.

Dicha sección apoyará sobre el terreno natural formado por los rellenos de gravas y bolos de la capa A.

Se trata de una sección similar a la adoptada para la pavimentación de la zona rodada que permite una buena distribución de cargas.

Las características de los materiales a emplear en la construcción de la base y subbase se definen en el anejo de pavimentos.

### 3) Escenario

La estructura metálica que se proyecta en la zona del escenario será cimentada mediante una zapata corrida de unos 180 cm de ancho, apoyada en el terreno natural dado por rellenos antrópicos (gravas y bolos de la capa A).

La tensión transmitida por esta estructura será del orden de 50 KPa.

#### Cálculo clásico en condiciones estáticas:

En esta configuración se obtiene una capacidad portante del orden de 140 kPa y asientos de 24 mm. A continuación se muestran los cálculos realizados.

#### Meyerhof's Bearing-Capacity Equations

Given:

unit weight of soil, gamma	18	kN/m <sup>3</sup>
angle of internal friction, PHI	30	degrees
cohesion of soil, c	0	kPa
depth of base, D	0.5	m
width of base, B	1.5	m
length of base, L	15	m
angle of load from vertical, theta	0	degrees
required safety factor, SF	3	

Then:

passive earth pressure coefficient, Kp	3.00
length factor for cohesion, s-c	1.06
depth factor for cohesion, d-c	1.12
shape factor for soil, s-q, s-gam	1.03
depth factors for soil, d-q, d-gam	1.06
inclination factors i-c and i-q	1.00
inclination factor i-gam	1.00
effective overburden pressure, q-bar	9 kPa
overburden multiplier, Nq	18.4
cohesion multiplier, Nc	30.1
wedge weight multiplier, Ngam	15.7
ultimate bearing capacity, q-ult	410.9 kPa
<b>safe bearing capacity</b>	<b>140 kPa</b>

Figura 28: cálculo de la capacidad portante

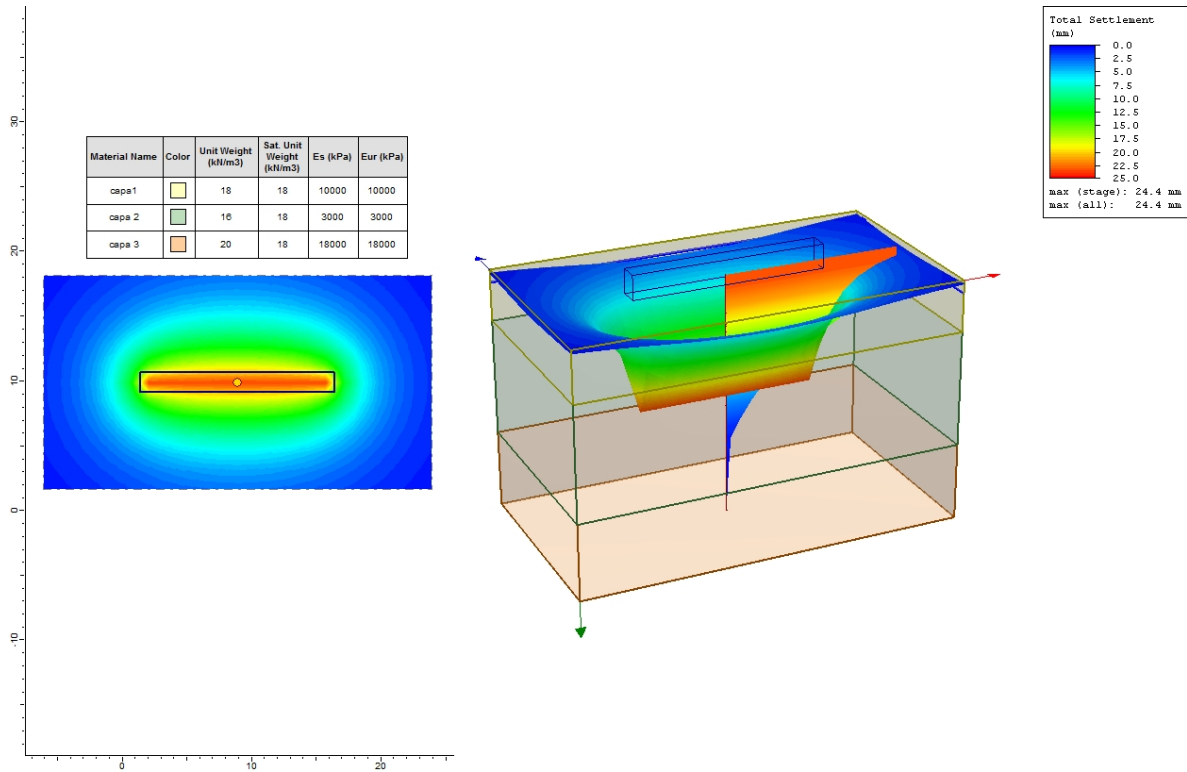


Figura 29: asentamientos

#### Comprobación dinámica con estrato licuable:

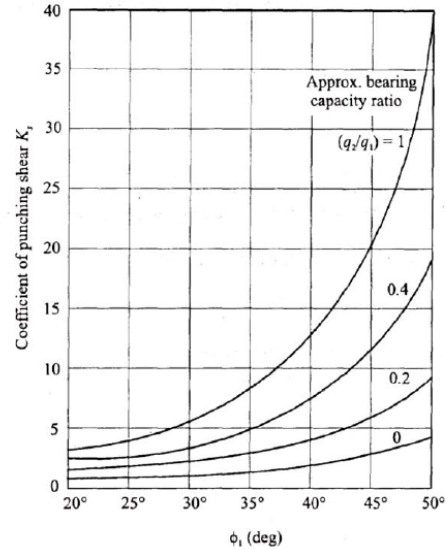
Dadas las características del subsuelo se lleva a cabo un estudio especial según los procedimientos recomendados por Karamitros et al).

Por ello, se realiza una comprobación de la cimentación bajo los efectos sísmicos y las consecuencias inducidas por la capa potencialmente licuable de unos 4,5 m de espesor bajo los rellenos antrópicos (2.5 metros).

En estas condiciones, se obtiene una capacidad última del terreno del orden de 90 kPa que, considerando la tensión transmitida al terreno, permite alcanzar un FS del orden de 1.8 que se considera más que aceptable.

El incremento de los asentamientos inducido se puede considerar despreciable dada la reducida carga transmitida.

SHALLOW FOUNDATION ANALYSIS WITH LIQUEFACTION			
PARAMETERS		Qult	$(q_u)_{deg} = \gamma_1' (D_f + H) N_{q2} + 0.5 \gamma_2' B N_{\gamma 2} + (\gamma_1' H^2 / B) (1 + 2D_f / H) K_s \tan \phi_1 - \gamma_1' H$ (5)
$\gamma_1$	10	90,5900179 kPa	
$D_f$	0,5		
$H$	2,5		
$N_{q2}$	2,5	$\tan \phi_d = (1 - r_u) \tan \phi$	
$\gamma_2$	7		
$B$	1,5	$q_2 / q_1 = (\gamma_2 N_{\gamma 2} / \gamma_1 N_{\gamma 1})$	
$N_{\gamma 2}$	0,4		
$K_s$	2		
$\phi_1$	30		
$r_u$	0,5		
$q_2 / q_1$	0,02		
$q_{app}$	50 kPa		
		Settlement	
$c$	0,008	0,54335714 mm	
$A_{max}$	0,46		
$T$	0,13		
$N$	10		
$Z_{liq}$	4,5		
$FS_{deg}$	1,81180036		



También cabe destacar que, dada la posición del nivel freático, se recomienda cimentar por encima del mismo, con el fin de evitar empujes hidrostáticos, facilitar la fase constructiva y garantizar bajo zapata un espesor suficiente de materiales no licuables.

Antes de cimentar, un geotecnista residente en obra deberá verificar que el terreno de apoyo presente las características adecuadas para la cimentación.

#### 4) Toldos

La estructura metálica que se proyecta en la zona de los toldos será cimentada mediante una zapata de unos 6x3 metros apoyada en el terreno natural dado por rellenos antrópicos (gravas y bolos de la capa A).

La tensión transmitida por esta estructura será del orden de 50 kPa.

#### Cálculo clásico en condiciones estáticas:

En esta configuración se obtiene una capacidad portante del orden de 320 kPa y asientos de 24 mm.

### Meyerhof's Bearing-Capacity Equations

Given:

unit weight of soil, $\gamma$	18	kN/m <sup>3</sup>
angle of internal friction, $\phi$	30	degrees
cohesion of soil, $c$	0	kPa
depth of base, $D$	1	m
width of base, $B$	3	m
length of base, $L$	4.5	m
angle of load from vertical, $\theta$	0	degrees
required safety factor, $SF$	3	

Then:

passive earth pressure coefficient, $K_p$	3.00
length factor for cohesion, $s_c$	1.40
depth factor for cohesion, $d_c$	1.12
shape factor for soil, $s_q$ , $s_{\gamma}$	1.20
depth factors for soil, $d_q$ , $d_{\gamma}$	1.06
inclination factors $i_c$ and $i_q$	1.00
inclination factor $i_{\gamma}$	1.00
effective overburden pressure, $q_{bar}$	18 kPa
overburden multiplier, $N_q$	18.4
cohesion multiplier, $N_c$	30.1
wedge weight multiplier, $N_{\gamma}$	15.7
ultimate bearing capacity, $q_{ult}$	957.4 kPa
<b>safe bearing capacity</b>	<b>320 kPa</b>

Figura 30: cálculo de la capacidad portante

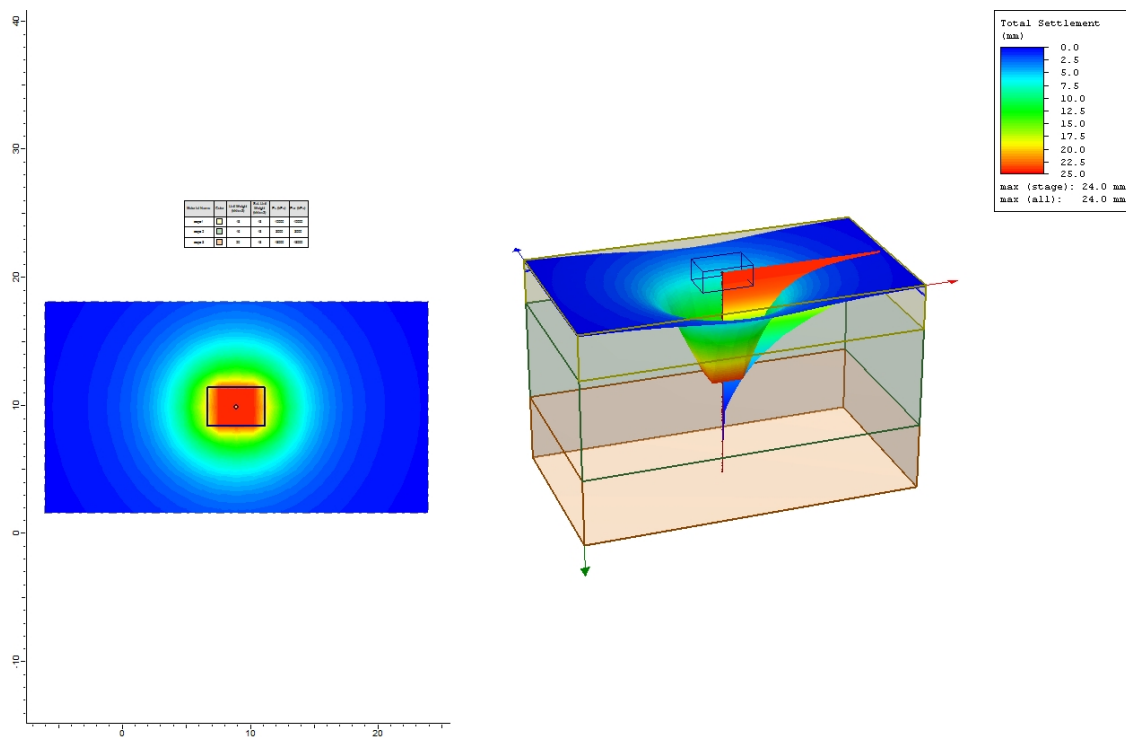


Figura 31: asientos estimados

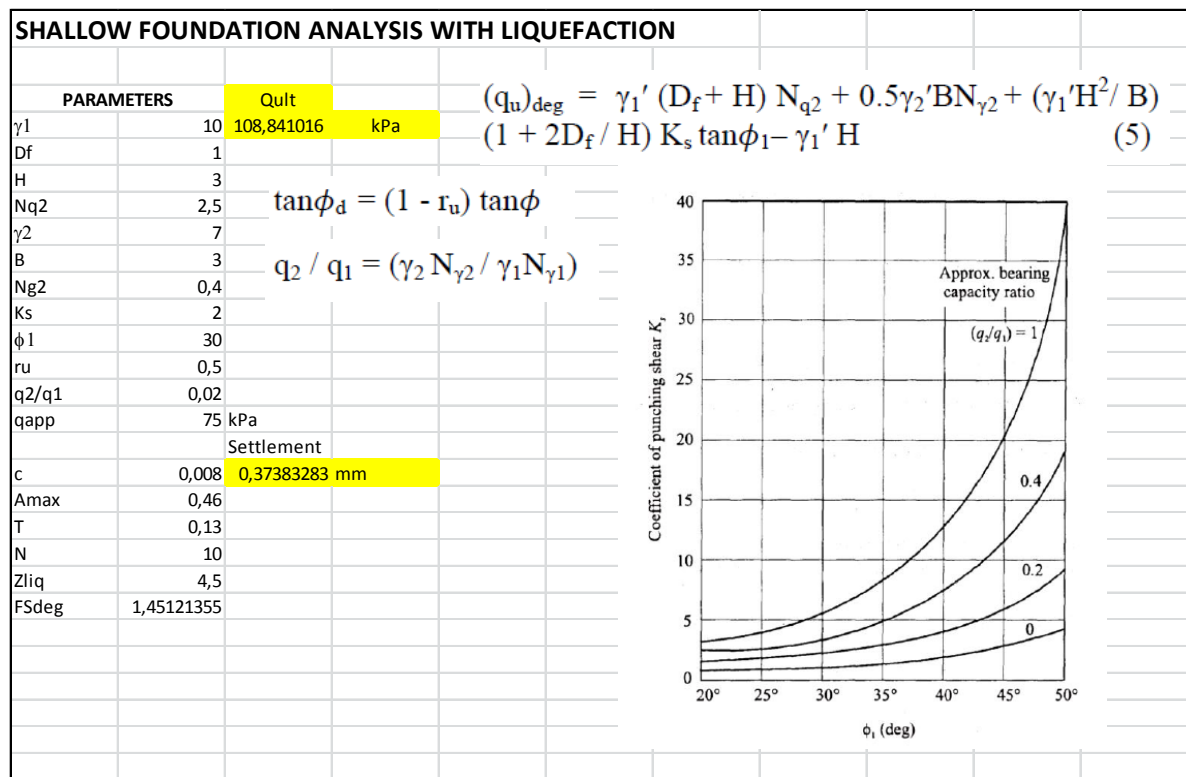
### Comprobación dinámica con estrato licuable:

Dadas las características del subsuelo se lleva a cabo un estudio especial según los procedimientos recomendados por Karamitros et al).

Por ello, se realiza una comprobación de la cimentación bajo los efectos sísmicos y las consecuencias inducidas por la capa potencialmente licuable de unos 4,5 m de espesor bajo los rellenos antrópicos (3 metros).

En estas condiciones se obtiene una capacidad última del terreno del orden de 109 kPa, que permite alcanzar, frente a la carga transmitida, un FS del orden de 1.5 que se considera más que aceptable.

El incremento de los asentos inducido se puede considerar despreciable dada la reducida carga transmitida.



También cabe destacar que, dada la posición del nivel freático, se recomienda cimentar por encima del mismo, con el fin de evitar empujes hidrostáticos, facilitar la fase constructiva y garantizar bajo zapata un espesor suficiente de materiales no licuables.

Antes de cimentar, un geotecnista residente en obra deberá verificar que el terreno de apoyo presente las características adecuadas para la cimentación.

## PAVIMENTOS

Las zonas pavimentadas se instalarán, de forma generalizada, sobre la capa A de rellenos antrópicos formados por gravas, bolos y arenas en escasa matriz areno-limosa con un grado de compactación variable. En este entorno, se podrán encontrar, de forma localizada, restos de basura y escombros que deberán ser eliminados y sustituidos por material granular. Además, existe un sector, identificado con los apiques y los sondeos, donde el espesor de rellenos es muy escaso o ausente. En la siguiente imagen se muestra la zona donde será necesario realizar un saneo de unos 2 metros de espesor y aportar material granular para evitar apoyar en materiales limosos de la capa B, que presentan propiedades geotécnicas muy bajas ( $CBR < 1$ ).



*Figura 32: zona que precisa saneo*

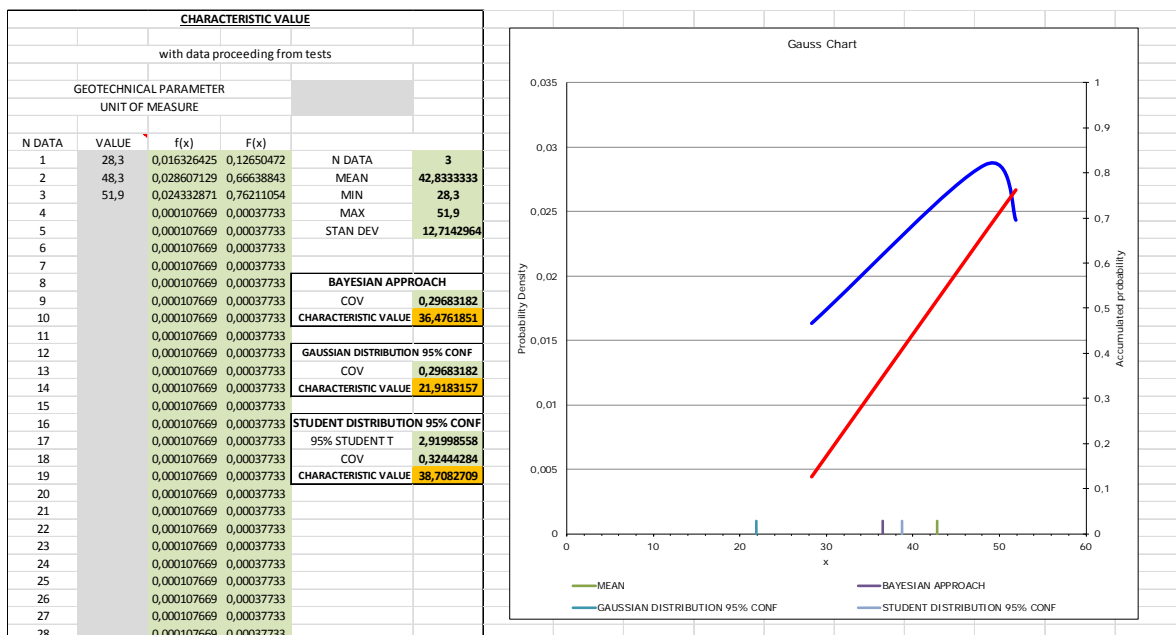
En este sentido, durante las obras se recomienda la presencia de un geotecnista residente que detecte la presencia de estos materiales (vertidos localizados y afloramientos de suelos pertenecientes a la capa B) y lleve a cabo las pertinentes acciones de bonifica y sustitución para preparar la base de apoyo del pavimento.

El CBR de diseño está definido por los resultados de los ensayos CBR de laboratorio, realizados sobre muestras remoldeadas y compactadas en laboratorio procedentes de apiques. Dichos apiques se han llevado a cabo dentro de la capa A (apiques 1, 3 y 4) En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos mediante los citados ensayos:



muestra	Proctor		CBR
apique	d max	hum opt	
No.	T/m3	%	%
1	2,00	9,0	28,3
3	2,36	6,6	48,3
4	2,37	6,6	51,9

A partir de estos valores se elabora un tratamiento estadístico de los datos para obtener el valor más representativo y del lado de la seguridad. En este sentido, se observa que el CBR representativo de la capa A compactada, según una distribución gaussiana con un intervalo de confianza del 95%, es de 21.9%.



A partir de estos resultados se fija, como valor de diseño, el siguiente valor de CBR máximo:  
20 (%)

Con este valor se estima un módulo resiliente de la subrasante de 15000 psi.

Antes de realizar la construcción de la sección de pavimento, se deberán compactar las gravas que forman el terreno de apoyo (sub-rasante) alcanzando una compactación del 95% del Proctor de referencia.

## APÉNDICES





## ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO MALECÓN DE BUENAVENTURA



INGENIERIA CIVIL & TOPOGRAFIA  
**INCITOP LTDA.**

ENERO 2008

**ESTUDIO DE SUELOS  
PROYECTO MALECÓN DE BUENAVENTURA**

**REALIZADO**

**ING. LUIS FERNANDO MONTOYA G  
MP 76202-76700 VLL**

**INGENIERIA CIVIL & TOPOGRAFIA  
INCITOP LTDA.**

**FECHAS DE REALIZACIÓN DEL ESTUDIO  
DICIMEBRE 15 DE 2007 A ENERO 18 DE 2008**

**ENERO 2008**

## 1. Metodología

El estudio geotécnico consistió, como es corriente en este tipo de investigación, en la etapa de trabajos de campo, constituida por exploraciones del subsuelo y labores de muestreo, seguida de los ensayos de laboratorio con muestras representativas y por último, del análisis e interpretación de los resultados.

### 1.1 Trabajo de campo.

Las exploraciones en el terreno, ejecutadas entre el 18 de diciembre de 2007 y el 9 de enero del año en curso, consistió de una retícula de veinticuatro perforaciones mecánicas (P-1 a P-24) distribuidas aproximadamente cada 100 m realizadas con un taladro de percusión y llevadas hasta el rechazo del material. La localización de las exploraciones se encuentran consignadas en el plano No.1 y su profundidad, a partir del nivel del terreno actual se muestra en la Tabla No. 1.1.

PROFUNDIDAD DE SONDEOS	
Perforación	Profundidad ( m)
P-1	13.0
P-2	12.0
P-3	10.5
P-4	13.0
P-5	12.0
P-6	13.0
P-7	13.5
P-8	12.5
P-9	12.0
P-10	10.0
P-11	11.0
P-12	12.5
P-13	13.0
P-14	7.0
P-15	8.0
P-16	9.0
P-17	12.0
P-18	10.5
P-19	8.0
P-20	5.5
P-21	5.0
P-22	6.0
P-23	8.0
P-24	12.5*

**Tabla No.1.1 Profundidad de sondeos**

En todas las perforaciones se efectuaron ensayos de penetración estándar (E.P.S)<sup>1</sup> siguiendo los procedimientos estipulados en la Norma ASTM D-1586-64. Los resultados de este ensayo, relacionados con la profundidad, se muestran en los Cuadros No. 2.1 a 2.6, Anexo 4, al final de este informe. Los registros estratigráficos de las exploraciones se incluyen al final.

## **1.2 Ensayos de laboratorio**

Debido a la consistencia blanda de los materiales superficiales y a su porcentaje de saturación, el porcentaje de recobro de las muestras fue especialmente bajo, sin embargo, con todas las muestras alteradas, (de la cuchara partida o split-spoon), se llevaron a cabo pruebas de carácter rutinario, constituidas por gradación completa con lavado por el tamiz No. 200 (ASTM-D-2487), límites de consistencia (líquido y plástico ASTM-D-4318) para clasificación según el sistema USCS y determinación del contenido de humedad natural (ASTM-D-2216).

Además, se extrajeron algunas muestras inalteradas mediante los tubos de pared delgada (tubos shelby de la ASTM-D-1587)<sup>2</sup>, para someter a pruebas de compresión inconfiada (ASTM-D-2166) con estimación del peso unitario. Con un muestreador especial (de 4") se recobró material para adelantar el ensayo de consolidación unidimensional en edómetro (ASTM-D-2435)

Los resultados de la totalidad de las pruebas de laboratorio se presentan en el Cuadro No. 1, Anexo 3. Los formatos correspondientes a las pruebas realizadas se muestran al final del informe.

## **2. Características del Subsuelo**

### **2.1 Geología superficial.**

La costa pacífica a la altura de Buenaventura, está dominada por la Formación Mayorquín (Tpm) de origen Terciario (Plioceno), conformada por secuencias de rocas no marinas: areniscas, limolitas, lodolitas, con conglomerados a nivel inferior.

Superficialmente presentan un ligero grado de meteorización y a menudo están cubiertas por sedimentos, tanto orgánicos como inorgánicos poco consolidados y de consistencia variable.

En este caso, el montículo que conforma la isla Cascajal, sobre el que se asienta el proyecto, pertenece a un remanente superficial de estas rocas sedimentarias,



plegadas por la actividad tectónica. El color blanquecino, en las zonas altas lo aporta un mineral arcilloso (caolinita) que indica el estado de meteorización avanzado en que se encuentra.

## **2.2 Estratigrafía.**

Parte del proyecto se encuentra asentado sobre terrenos tomado al mar, donde anteriormente se encontraba un playón. El proceso de urbanización se logró mediante la conformación de rellenos de nivelación, a menudo con desechos, sin ningún tipo de asesoría técnica, o como en el caso del Parque Nestor Urbano, mediante un relleno de grava de río, confinado mediante un muro de contención paralelo a la costa.

La estratigrafía encontrada, con un perfil típico de la zona correspondiente a las unidades geológicas superficiales mencionadas en el punto anterior, es a grandes rasgos, la siguiente:

**Capa A:** En este predio, superficialmente, se encontraron rellenos provenientes de labores previas de movimiento de tierras en el lote.

Hacia la zona norte (Parque Néstor Urbano Tenorio) aparecen materiales de río, provenientes de las canteras cercanas a la ciudad (Zacarías, Zaragoza), que la empresa COLPUERTOS dispuso para conformar el terraplén.

Hacia las zonas media y sur (Discotecas y sector Pueblo Nuevo) el relleno es heterogéneo y se caracteriza por desechos de construcción, desechos no orgánicos, madera y material de río, en una matriz de limos arcillosos de consistencia variable y bastante saturado.

En la zona oriental, en el área cercada por el muro en gaviones superficialmente no se encontraron materiales típicos de la capa A.

Los espesores de esta capa, en el sitio de cada perforación, así como su material constitutivo, se muestran en la Tabla No. 2.1

**Capa B:** Se encontraron limos arcillosos de plasticidad media (suelos ML del USCS<sup>3</sup>), con trazas de arena (f) y arenas limosas de plasticidad media de la porción fina.

La consistencia es blanda, y con humedades por encima del porcentaje de saturación, con índices de penetración (N) del ensayo de penetración estándar (SPT) entre 2 y 12 golpes/pié.

<b>ESPESOR DE LA CAPA A</b>		
<b>Perforación</b>	<b>Espesor ( m)</b>	<b>Material</b>
P-1	4.0	Relleno en grava
P-2	2.0	Relleno en grava
P-3	1.0	Relleno en grava
P-4	1.0	Capa vegetal
P-5	2.0	Relleno en grava
P-6	4.0	Relleno en grava
P-7	4.5	Relleno en grava
P-8	4.5	Relleno en grava
P-9	2.0	Relleno en grava
P-10	3.0	Relleno en grava
P-11	1.5	Relleno en grava
P-12	2.0	Relleno en grava
P-13	No encontrada	
P-14	No encontrada	
P-15	1.5	Relleno heterogéneo
P-16	2.5	Relleno heterogéneo
P-17	3.5	Relleno y basura
P-18	No encontrada	
P-19	No encontrada	
P-20	No encontrada	
P-21	No encontrada	
P-22	1.5	Relleno en grava
P-23	3.0	Relleno y basura
P-24	No encontrada	

**Tabla No.2.1 Espesor de capa A**

La resistencia a la compresión inconfiada ( $q_u$ ) alcanzó un valor (en la única muestra que se pudo ensayar, dada la consistencia blanda) de 0.35 kg/cm<sup>2</sup> con un peso unitario húmedo ( $\gamma$ ) de 1.72 ton/m<sup>3</sup>.

Los módulos volumétricos ( $m_v$ ), de estos materiales en el ensayo de consolidación unidimensional, oscilaron entre 0.32 y 0.43 lo que indica su alta compresibilidad, o sea, tendencia a deformarse con pérdida de volumen ante la imposición de cargas.

Este estrato está formado por los sedimentos depositados por los ríos que desembocan en la Bahía de Buenaventura (p.e Río Dagua) y acumulados sobre las rocas terciarias de la Formación Mayorquín.

Estos materiales se encontraron hasta la profundidad mostrada en la tabla No 2.2.

PROFUNDIDAD DE CAPA B	
Perforación	Profundidad ( m)
P-1	13.0
P-2	11.5
P-3	10.0
P-4	12.5
P-5	11.5
P-6	13.0
P-7	13.0
P-8	12.0
P-9	11.5
P-10	10.0
P-11	10.5
P-12	12.5
P-13	12.5
P-14	7.0
P-15	8.0
P-16	9.0
P-17	11.5
P-18	10.0
P-19	8.0
P-20	6.0
P-21	6.0
P-22	5.0
P-23	6.0
P-24	12.5*

**Tabla No.2.2 Profundidad de capa B (sedimentos)**

**Capa C:** Por último aparecen gravas arcillo-limosas y limos arcillosos (suelos MH, GM y GC del USCS), color azul grisáceo y consistencia entre media y muy dura, con N entre 35 y más de 100 golpes/pié.

Este material, conocido en la zona como “peña” corresponde a la porción meteorizada de rocas sedimentarias de origen Terciario de la Formación Mayorquín (TPm).

Dado el tectonismo reciente que conformó tanto la cordillera Occidental como la Llanura Pacífica, estos estratos se encuentran bastante plegados, lo que se ve reflejado en su perfil irregular principalmente en el sentido N-S.

Estos materiales se encontraron hasta la máxima profundidad explorada (13.5 m), donde su consistencia tan dura indujo a rechazo del muestreador.

En la perforación No 24, no se pudo determinar la profundidad de este estrato, pues el golpeteo y vibración del equipo de perforación hacía que se enterrara, dada la saturación y consistencia blanda del material de la capa B.

### **3. Nivel Freático Y Drenaje**

Dada la inmediatez al mar, la profundidad del nivel freático está directamente relacionada con el comportamiento de la marea. Hacia la zona del parque Nestor Urbano, esta se logró determinar, en marea alta, a los - 0.5 m. En el sector de la playa el término "nivel freático" no tiene aplicación y se deben prevenir los trabajos siempre en condiciones sumergidas.

La profundidad relativamente somera del nivel freático, involucra un manejo especial a las aguas superficiales y sub-superficiales. Máxime si las cargas aportadas por la estructura requieren de cimentaciones profundas pre-excavadas. Estas medidas se detallarán en el informe final.

### **4. Recomendaciones para el Diseño Sismo-Resistente**

#### **4.1 Sismicidad Regional (Fuente: Osso-Ingeominas)**

Toda la región andina de Colombia está determinada, en términos de fallas geológicas y sismos, por la convergencia de dos grandes placas tectónicas, la de Nazca (oceánica) y la de Sudamérica (continental).

Entre estas dos, el llamado "Bloque Norandino" se ha desarrollado como una microplaca, con movimiento en dirección NNE, por lo que todo el Occidente colombiano está definido como de alta amenaza sísmica. En la región comprendida entre Ecuador y cercanías de Buenaventura, se libera la mayor cantidad de energía sísmica del país, debido a la convergencia de las placas Nazca y Suramérica.

Los principales terremotos del Siglo XX ocurrieron allí, con magnitudes de 8.6 (enero 31 de 1906) y 7.9 (diciembre 12 de 1979). Del sismo de 1906 se conoce que la longitud de ruptura fue de unos 500 km entre Esmeraldas (Ecuador) y Buenaventura.

Sus efectos se concentraron en la costa al Sur de Colombia, incluidas grandes olas de tsunami. Buenaventura en ese entonces era un pequeño puerto con escasa población concentrada en las zonas más firmes de la Isla Cascajal.

El terremoto y tsunami consecuente ocurrieron en bajamar, razón por la cual los niveles de inundación y daños debieron ser menores en la ciudad

Es posible, aunque todavía es objeto de investigación en archivos, que el sismo de junio de 1925, el más fuerte en Cali en el Siglo XX, se hubiera generado frente a las costas vallecaucanas, porque los escasos reportes encontrados señalan agitación del mar (tsunami?) en el Puerto.

Más al Norte, en la prolongación de la Zona de Subducción, el sismo del 19 de noviembre de 1991 (Magnitud 6.5) también produjo algunos daños.

En la zona epicentral, en El Choncho, se reportó un pequeño tsunami y la licuación de barras de arena fue la causa de los mayores daños en las poblaciones ribereñas, incluidos sitios como Togoromá y Docordó.

Otras fuentes sísmicas con potencial de daños sobre Buenaventura son la zona de Wadati-Benioff, la porción sumergida de la Placa Nazca en fricción con el Continente bajo el territorio del Valle del Cauca. Los sismos de 1938, 1962, 23 de 1979 (noviembre 23) y 1995 produjeron algunos daños.

Los sismos de 1962 y 1979 generaron deslizamientos que obstruyeron la vía hacia el interior. En cercanías de Buenaventura se ha identificado una fuente de actividad sísmica con eventos desde superficiales hasta algunas decenas de kilómetros, algunos de ellos sentidos en el sector del continente.

El conocimiento de esta fuente es reciente, con datos de la Red Sismológica del SurOccidente del OSSO. Esta actividad empieza a ser estudiada mediante proyectos de investigación recientemente aprobados por COLCIENCIAS, por lo que aún no se conoce bien el potencial de magnitudes mayores que pueda generar, ni sus periodos de retorno.

Cabe la posibilidad que el sismo del 23 de mayo de 1957, que causó mayores daños en la ciudad, según reportes de prensa, estuviera asociado a esta fuente.

A manera de resumen, y dentro del esquema de esfuerzos regionales producidos por la fricción entre estas placas, se destacan tres tipos de fuentes sísmicas de importancia para la zona:

a) La "*Zona de Subducción*", cuya traza superficial corre a unos 150-200 Km de la Costa Pacífica. Es la más importante de las fuentes sísmicas en Colombia, en términos de magnitudes máximas (mayores de 8.0) y recurrencias, con sismicidad superficial hasta profundidades de 40 Km, aproximadamente. El sismo más reciente que afectó la región (Pizarro, 15/11/2004) tuvo origen en esta zona.

b) Sismicidad de la "Zona de Wadati-Benioff", en la parte profunda del plano de fricción entre las placas que convergen. Su sismicidad es la más profunda de la región, hasta más de 100 Km. Su actividad se concentra básicamente en la parte norte del departamento del Valle del Cauca, provenientes de fuentes tales como las *Fallas Orientales del Río Cauca* y el *Sistema Frontal de la Cordillera Oriental*. Sus magnitudes pueden ser de 7.0, a profundidades intermedias (cerca de 50 Km)

c) "Sismicidad "Intraplaca". A esta categoría pertenecen fallas como las del sistema Romeral-Cauca que atraviesa el País de Sur a Norte y puede generar los sismos más cercanos a la ciudad.

Otros sistemas de fallas activos que eventualmente afectarían por su cercanía a la ciudad son los del Río Bravo, Calima, Garrapatas, Río Atrato y algunas fallas transversales.

#### 4.2 Perfil de Suelo

En lo pertinente a la Norma Colombiana Sismo Resistente (NSR-98), para efectos locales, el perfil de suelo se puede considerar como **S-3**, con los correspondientes coeficientes de sitio y coeficientes de aceleraciones, para zona de amenaza sísmica alta.

#### 4.3 Licuación

La licuación de suelos, es un fenómeno en el que, el incremento de la presión del agua intersticial de los suelos, hace que la fricción entre los granos se pierda, reduciendo la resistencia al corte al mínimo, al punto de no poder soportar su propio peso y mucho menos, el de las cargas impuestas, comportándose mecánicamente el suelo, como un líquido.

Este incremento de presión lo pueden generar entre otros factores, un flujo de agua de infiltración con sub-presión excesiva, y en la mayoría de los casos, vibraciones de alta frecuencia, como la generada por maquinaria y generalmente, los sismos.

Las arenas limpias, relativamente sueltas son los materiales más susceptibles y lo suelos en general, que cumplan con las siguientes características.

- Fracción menor que 0.05 mm  $\leq$  15%
- Contenido de humedad  $\cong$  límite líquido
- Límite líquido  $\leq$  35%
- Índice de plasticidad  $\leq$  6
- $D_{10} \cong 0.1$  mm y  $C_u \leq 5$  para arenas sueltas saturadas
- (SPT)  $N < 20$  arenas y gravas finas saturadas

De acuerdo a los materiales encontrados en el presente estudio, el riesgo de licuación de los estratos superficiales, especialmente los de la Capa B se puede clasificar como potencialmente licuable, ante sismos de magnitud mayor a 7.5 y aceleraciones pico mayores a 0.25 g.

## **5. Potencial Contracto Expansivo del Suelo.**

Los suelos pueden contener minerales arcillosos que, dada su composición química, pueden causar reacciones físico-químicas al contacto con moléculas de agua. Estas reacciones se ven reflejadas de manera macroscópica, con incrementos (ante el exceso de agua) o disminuciones (con la pérdida de agua) del volumen de los materiales.

Estas variaciones se ven reflejadas en movimientos estacionales ascendentes o descendentes de la superficie del suelo, que pueden afectar la estabilidad de las estructuras y pisos apoyados sobre el mismo.

Las arcillas y limos de alta plasticidad, ubicados sobre el nivel freático son los suelos más susceptibles. Dada la plasticidad baja y media de los finos presentes, se descarta la posibilidad de aparición de fenómenos de contrato - expansividad en los materiales encontrados.

## **6. Conclusiones Recomendaciones.**

### **6.1 Cimentación Estructuras Porticadas**

a) Los elementos que soporten las estructura, deberán constituirse de zapatas o pedestales apoyados en una cimentación profunda mediante caissons o pilotes pre-excavados (de acuerdo a la magnitud de las cargas y momentos) llevados hasta la Capa C (limolita), a una profundidad ( $D_p$ ) tal que se embeban en ella, como mínimo, 2.0 veces el diámetro ( $D$ ) de la estructura.

b) Tentativamente esta profundidad, se muestra en la tabla No 6.1. Cabe anotar que estas profundidades son medidas a partir del nivel actual del terreno, por lo que se deberán ajustar con la nivelación definitiva del proyecto.

c) Cabe anotar que la distancia mínima entre centros de los caissons o pilotes (para evitar la superposición de esfuerzos) debe ser mayor que  $2.5D$  donde  $D$  es el diámetro del pilote.



PROFUNDIDAD APOYO CIMENTACIONES	
Perforación	Profundidad ( m)
P-1	15.0
P-2	13.0
P-3	12.0
P-4	15.0
P-5	15.0
P-6	15.0
P-7	15.0
P-8	14.0
P-9	14.0
P-10	12.0
P-11	12.0
P-12	15.0
P-13	15.0
P-14	9.0
P-15	10.0
P-16	11.0
P-17	13.0
P-18	12.0
P-19	10.0
P-20	7.0
P-21	8.0
P-22	7.0
P-23	8.0
P-24	15.0

**Tabla No.6.1 Profundidad de apoyo cimentaciones (Dp)**

**d)** Si por consideraciones de carga, los centros de los pilotes deben estar más cerca, se deberá consultar con el ingeniero de suelos, a fin de re-calcular la eficiencia de los pilotes.

**e)** Cabe anotar que los elementos de apoyo presentan una resistencia a la extracción bastante baja, ya que el aporte por fricción del material de las capas A y B es mínima.

Por lo tanto se debe minimizar la sollicitación estructural a tracción o tensión de los elementos portantes. En lo posible se recomienda que estos “trabajen” principalmente a compresión y la super-estructura les transmita momentos de bajas magnitudes. Esto se puede lograr mediante conexiones articuladas o simplemente apoyadas. Las conexiones empotradas se deberán evitar.

- f)** Los elementos pasivos o a tracción (anclajes, muertos, etc) se deberán empotrar en la capa C.
- g)** Es importante anotar que dadas la consistencia de los suelos de las capas A y B, además de la presencia casi superficial del nivel freático, el proceso constructivo de las pilas deberá contar con elementos provisionales de contención (por ejemplo, método Chicago o método Gow), además de deben prevenir la utilización de lodos bentoníticos.
- h)** Las distintas redes y en general, los elementos de infraestructura se deberán apoyar también sobre cimentaciones profundas. Se puede estudiar la posibilidad de utilizar la cimentación de la superestructura para darles soporte.
- i)** Dentro del diseño urbanístico se debe evitar la extensión de rellenos sobre el material de la Capa B, que es bastante compresible. A mediano plazo se esperarían asentamientos de magnitudes considerables que, además de involucrar fallas funcionales en las estructuras que se instalen sobre los rellenos (p.ej: pisos y andenes o edificaciones livianas), a largo plazo pueden ocurrir fallas internas y colapso.
- j)** Asimismo, las cargas superficiales de estos rellenos podrían transmitir esfuerzos adicionales a las estructuras enterradas, que en el caso de suelos blandos, se verían manifestados en fricción negativa y esfuerzos de tracción y extracción en pilotes.
- k)** El muro actual (malecón) en las condiciones que está, no se debe considerar de ninguna manera como elemento estructural de apoyo o contención. Se tienen serias dudas sobre su estabilidad y edificaciones, rellenos o infraestructura que interactúen con el muro podrían verse afectadas. Sobre este muro se han hecho una serie de estudios con las recomendaciones pertinentes para intervenirlo, pero se han seguido parcialmente.
- l)** Dado el estado de avance del proyecto, no se conocen datos preliminares sobre cargas y momentos impuestos por la super estructura y las distintas edificaciones. Parámetros de diseño de los elementos de cimentación serán suministrados cuando se disponga de dicha información.
- m)** Dada la variabilidad (en lo que respecta al perfil estratigráfico, que influye en la profundidad de cimentación de las estructuras), se recomienda que, una vez definida la localización exacta de las distintas edificaciones, se realicen exploraciones complementarias del subsuelo en el sitio de cada una de ellas.

n) Sin embargo, para adelantar diseños preliminares y pre-dimensionamiento de estructuras, se dan, en la tabla No 6.2, los siguientes parámetros de diseño para efectos de empujes laterales en cada estrato:

<b>PARAMETROS EMPUJE DE TIERRAS</b>			
<b>Capa B (Sedimentos)</b>			
Parámetro	Símbolo	Valor	Unidad
Angulo fricción interna	$\phi$	15.0	Grados
Peso unitario húmedo	$\gamma$	1.72	ton/m3
Angulo fricción suelo-concreto	$\mu$	10.0	Grados
Coeficiente empuje activo	Ka	0.27	Adimensional
Coeficiente empuje pasivo	Kp	3.73	Adimensional
Capac. soporte equivalente	$q_{adm}$	No aplica	ton/m2
Posición Nivel freático	N.F	+1.50	m

<b>PARAMETROS EMPUJE DE TIERRAS</b>			
<b>Capa C (Limolita)</b>			
Parámetro	Símbolo	Valor	Unidad
Angulo fricción interna	$\phi$	35.0	Grados
Peso unitario húmedo	$\gamma$	2.00	ton/m3
Angulo fricción suelo-concreto	$\mu$	30.0	Grados
Coeficiente empuje activo	Ka	0.70	Adimensional
Coeficiente empuje pasivo	Kp	1.43	Adimensional
Capac. soporte equivalente	$q_{adm}$	30.0	ton/m2
Posición Nivel freático	N.F	No aplica	m

**Tabla No.6.2 Parámetros diseño estructuras enterradas**

o) Parámetros especializados de diseño elástico y modelación de estructuras enterradas, tales como coeficientes de balasto horizontal y vertical ( $k_h, k_v$ ) y módulos elásticos (Es), dependen de la sección, dimensiones de tales estructuras y hasta del método de modelación, por lo que, en esta fase del proyecto no se pueden suministrar.

## **7. LIMITACIONES**

Todas las especificaciones y recomendaciones consignadas en este informe (cuya variación no debe hacerse sin previa autorización escrita) son fruto de los resultados obtenidos tanto en los trabajos de campo como en los ensayos de

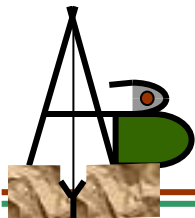
laboratorio. Por lo tanto, no se anticipa limitación alguna a menos que se cambie la magnitud de las cargas sin previo aviso (ej: aumento del número de pisos, destinación del edificio, etc). o se ejecuten las labores de diseño y construcción sin la correspondiente supervisión técnica (interventoría) ni el debido control de calidad en cada uno de los pasos del proyecto.

---

<sup>1</sup> Este ensayo consiste en el hincado de un muestreador estandarizado (cuchara partida), mediante el golpe, por la caída de un martillo de peso 140 Lb, desde una altura de 30". Se contabilizan el número de golpes necesarios para que el muestreador se introduzca un pie (30.0 cm) en el subsuelo. Este número es conocido como Índice de penetración (N) y es indicativo de la dureza y/o consistencia del suelo.

<sup>2</sup> ASTM: Siglas para las Normas Norteamericanas para Ensayos de Materiales, y que se homologan en Colombia.

<sup>3</sup> USCS: Siglas en inglés del sistema unificado de clasificación de suelos, que agrupa los suelos en gravas, arenas, limos y arcillas de acuerdo con el tamaño y ciertas propiedades físicas que se evalúan con ensayos normalizados.



# Laboratorio de Suelos A&B

Fecha: DICIEMBRE 18 DEL 2007

Proyecto : MALECON

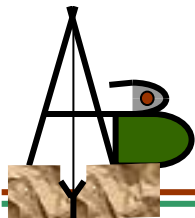
Localización : BUENAVENTURA

Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA

## REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO

PERFORACION N°	P - 1	UBICACIÓN :	HOJA 1 DE 1
Perf	BELISARIO VELASCO	Inspector: ARNULFO JIMENEZ	NF : 4,00 Mts

Prof. Mts	Muestra No.	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
0.2					Descapote - capa Vegetal	
0.5						
1.0						
1.5	1	A P I Q U E			Relleno compuesto de grava de rio (q-m-f ) con arena ( q-m-f ) y sobre tamaños > a 3 . "	
2.0					diamametro de compacidad relativamedia con zonas sueltas retenido tamiz # 4 65 % y pasa tamiz 200 del 6 %	
2.5			LL = 0 IP = 0 HN = 5.0			USC = GM
3.0	PUNZÓN 2					
3.5	PUNZÓN 2					
4.0					Cambia	
4.5						
5.0	PUNZÓN 2				Arena fiuna con finos plasticos color gris oscuro . compacidad relativa suelta con alto contenido de humedad	
5.5						
6.0						
6.5						
7.0	2 - C	2 3 3	LL = 48 IP = 22 HN = 33,9		Arena fina con finos medianamente plasticos de color gris oscuro compacidad relativa suelta pasa tamiz 200 del 49 %	N = 6 USC = SC
7.5						
8.0						



# Laboratorio de Suelos A&B

Fecha: DICIEMBRE 18 DEL 2007

Proyecto : MALECON

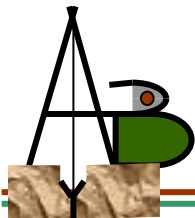
Localización : BUENAVENTURA

Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA

## REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO

PERFORACION N°	P - 2	UBICACIÓN :	HOJA 2 DE 2
Perf	BELISARIO VELASCO	Inspector: ARNULFO JIMENEZ	NF : 0.50 Mts

Prof. Mts	Muestra No.	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
8.5	PUNZÓN 2 1/2"					
9.0	4 - C	8 9 10	LL = 34 IP = 13 HN = 18.6		Arena fina , con finos medianamente plasticos de compacidad relativa media , pasa tamiz 200 del 24 % HN < LP	N = 20 USC = SC
9.5	PUNZÓN 2 1/2"					
10.0	PUNZÓN 2 1/2"					
10.5						
11.0	5 - C	14 18 21	LL = 57 IP 0 22 HN = 62.0		( Limolita ) Arcillosa de plasticidad media color gris oscuro de consistencia dura pasa tamiz 200 del 99 % HN < LP	N = 39
11.5						
12.0						



# Laboratorio de Suelos A&B

Fecha: DICIEMBRE 18 DEL 2007

Proyecto : MALECON

Localización : BUENAVENTURA

Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA

## REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO

PERFORACION N°	P - 2	UBICACIÓN :	HOJA 1 DE 2
Perf	BELISARIO VELASCO	Inspector: ARNULFO JIMENEZ	NF : 0,50 Mts

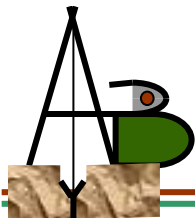
Prof. Mts	Muestra No.	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
0.2		A			Descapote - Capa Vegetal	
0.5		P				
1.0	1	I			Relleno compuesto de grava de rio ( q-m-f ) con sobre tamaños > a 32 de diametro y arena gruesa , media fina color gris oscuro compacidad relativa media	
1.5		Q				
2.0		U				
2.5	PUNZÓN 2 1/2"	E				
3.0					Arana fina con finos plasticos, color gris oscuro compacidad relativa suelta color gris oscuro alto contenido de humedad	
3.5						
4.0						
4.5						
5.0						
5.5						
6.0	3 - C	7	LL = 53		Arana fina con finos plasticos, color gris oscuro compacidad relativa suelta color gris oscuro , pasa tamiz 200 del 37 % HN < LP	N = 13 USC = SM
6.5		7	IP = 16			
7.0	PUNZÓN 2 1/2"	6	HN = 28.3			
7.5						
8.0						



**Proyecto : MALECON**

**Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA**





# Laboratorio de Suelos A&B

Fecha: DICIEMBRE 18 DEL 2007

Proyecto : MALECON

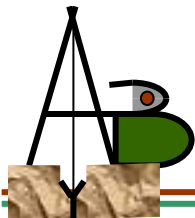
Localización : BUENAVENTURA

Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA

## REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO

PERFORACION N°	P - 3	UBICACIÓN :	HOJA 1 DE 2
Perf	BELISARIO VELASCO	Inspector: ARNULFO JIMENEZ	NF : 0,50 Mts

Prof. Mts	Muestra No.	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
0.5	1	A P I Q U E			Relleno Compuesto de grava de rio ( q-m-f ) con sobre tamaños > a 3" de diametro y arena (q-m-f ) compacidad relativa media color gris oscuro	
1.0						
1.5						
2.0	PUNZÓN 2 1/2"				Arena limosa de compacidad relativa suelta color gris oscuro con alto contenido de humedad	
2.5						
3.0					ZONA MUY BLANDA	
3.5						
4.0	2 - C	1 2 1	LL = 40 IP = 15 HN = 40.5		Arcilla-Limo con arena medianamente plastico color gris oscuro de consistencia muy blanda pasa tamiz 200 del 56 % HN > LP	N = 3 CL-ML
4.5						
5.0	PUNZÓN 2 1/2"					
5.5					ZONA MUY BLANDA	
6.0						
6.5						
7.0	3 - C	5 6 6			Limo arenoso poco plastico de color gris oscuro de consistencia media con alto contenido de humedad	N = 12
7.5	PUNZÓN 2 1/2"					
8.0						



# Laboratorio de Suelos A&B

Fecha: DICIEMBRE 18 DEL 2007



Proyecto : MALECON

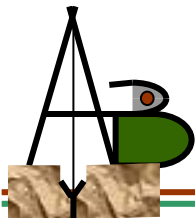
Localización : BUENAVENTURA

Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA

## REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO

PERFORACION N°	P - 4	UBICACIÓN :	HOJA 2 DE 2
Perf	BELISARIO VELASCO	Inspector: ARNULFO JIMENEZ	NF : 1,00 Mts

Prof. Mts	Muestra No.	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
8,5	PUNZÓN 2 1/2"				 ZONA BLANDA	
9,0						
9,5						
10,0					Transición	
10,5	4 - C	7	LL = 58		Limo arcilloso de plasticidad media alta con algo de arena fina color gris oscuro consistencia dura pasa tamiz 200 del 76 % HN <= LP	N = 16 USC = MH
11,0	PUNZÓN 2 1/2"	7	IP = 26			
11,5		9	HN = 31,5			
12,0					 nqe+A1	
12,5					( Limolita ) arcillosa de plasticidad media alta consistencia dura, pasa tamiz 200 del 89 %	
13,0	5 - C	19	LL = 65		HN < LP	
		22	IP = 24			N = 48 USC = MH
		26	HN = 30,2			



# Laboratorio de Suelos A&B

Fecha: DICIEMBRE 18 DEL 2007

Proyecto : MALECON

Localización : BUENAVENTURA

Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA

## REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO


PERFORACION N°	P - 4	UBICACIÓN :	HOJA 1 DE 2
Perf	BELISARIO VELASCO	Inspector: ARNULFO JIMENEZ	NF : 1,00 Mts

Prof. Mts	Muestra No.	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
0.5	1	A P I Q U E			Descapote Capa Vegeta Limo, grava, Raices, madera color cafe oscuro y negro de consistencia blanda	
1.0						
1.5	PUNZÓN 2 1/2"				Limo arenoso con materia organica de consistencia muy blanda, color gris oscuro alto contenido de humedad.	
2.0						
2.5						
3.0						
3.5	2 - C	1 1 1			Limo arenoso arcilloso de consistencia muy blanda con alto contenido de humeda	N = 3
4.0						
4.5	PUNZÓN 2 1/2"				ZONA MUY BLANDA	
5.0						
5.5						
6.0						
6.5	3 - C	4 4 4	LL = 47 IP = 21 HN = 48.5		Arcilla limosa de plasticidad media con arena fina color gris oscuro de consistencia blanda, pasa tamiz 200 del 61 % HN < Lp	N = 8 USC = CL
7.0	PUNZÓN 2 1/2"					
7.5						
8.0						

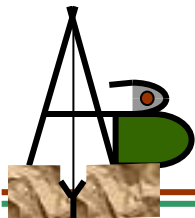


**Proyecto : MALECON**

**Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA**

Prof. Mts	Muestra No.	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones	
8.5	PUNZÓN 2 1/2" PUNZÓN 2 1/2"				ZONA BLANDA	N = 27 MH	
9.0							
9.5							
10.0				Transición			
10.5	4 - C	12 12 15	LL = 59 IP = 19 HN = 33.0		limo arcilloso de plasticidad media con arena fian, color gris oscuro, consistencia dura, pasa tamiz 200 del 87 % HN < LP		
11.0	PUNZÓN 2 1/2" PUNZÓN 2 1/2"						
11.5							
12.0	5 - C	17 19 26	LL = 61 IP = 26 HN = 30.9		Limo arcilloso de plasticidad media alta de color gris oscuro, consistencia firme pasa tamiz 200 del 72 % HN < LP	N = 45 USC = MH	

Carrera 57 N° 3 - 117 Cuarto de Legua Telefono 513-4391 Cali



# Laboratorio de Suelos A&B

Fecha: DICIEMBRE 18 DEL 2007

Proyecto : MALECON

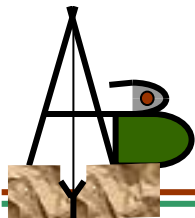
Localización : BUENAVENTURA

Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA

## REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO

PERFORACION N°	P - 5	UBICACIÓN :	HOJA 1 DE 2
Perf	BELISARIO VELASCO	Inspector: ARNULFO JIMENEZ	NF : 1,00 Mts

Prof. Mts	Muestra No.	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
0.2					Descapote - Capa Vegetal	
0.5						
1.0	1	A P I Q U E			Relleno Balastro de rio ( q-m-f ) con arena gruesa y sobre tamaños > a 3" de diametro compacidad relativa media color gris oscuro alto contenido de humedad	
1.5						
2.0						
2.5	PUNZÓN 2					
3.0						
3.5	2 - C	3 3 3			Arena limosa poco plastico color gris oscuro de consistencia blanda y alto contenido de humedad	N = 6
4.0						
4.5	PUNZÓN 2 1/2"					
5.0						
5.5						
6.0						
6.5	3 - C	4 5 5	LL = 54 IP = 17 HN = 44.2		Limo arcilloso medianamente plastico con algo de arena fina color gris oscuro consistencia blanda, pasa tamiz 200 del 78 % HN > LP	N = 10 USC = MH
7.0	PUNZÓN 2 1/2"					
7.5						
8.0						



# Laboratorio de Suelos A&B

Fecha: DICIEMBRE 18 DEL 2007

Proyecto : MALECON

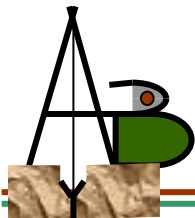
Localización : BUENAVENTURA

Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA

## REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO

PERFORACION N°	P - 6	UBICACIÓN :	HOJA 2 DE 2
Perf	BELISARIO VELASCO	Inspector: ARNULFO JIMENEZ	NF : 0,50 Mts

Prof. Mts	Muestra No.	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
8,5	3 - C	4	LL = 51		Limo arcilloso con arena fina de plasticidad media consistencia blanda	N = 10 USC = MH
9,0	PUNZÓN 2 1/2"	5	IP = 15		pasa tamiz 200 del 63 %	
9,5		5	HN = 42,7		HN < Lp	
10,0						
10,5					Transición	N = 16 USC = MH
11,0	4 - C	7	LL = 57		Limo arcilloso de plasticidad media alta con algo de arena fina de color gris	
11,5	PUNZÓN 2 1/2"	8	IP = 18		oscuro consistencia firme, pasa tamiz 200 del 57 % HN < LP	
12,0		8	HN = 35,4			
12,5					( Limolita ) Arcillosa de plasticidad media alta color gris oscuro, de consistencia firme	N = 45 USC = MH
13,0	5 - C	17	LL = 66		pasa tamiz 200 del 88 %	
		21	IP = 28		HN < LP	
		24	HN = 30,9			



# Laboratorio de Suelos A&B

Fecha: DICIEMBRE 18 DEL 2007

Proyecto : MALECON

Localización : BUENAVENTURA

Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA

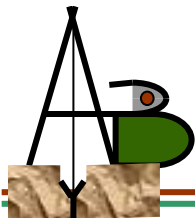
## REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO

PERFORACION N°	P - 6	UBICACIÓN :	HOJA 1 DE 2
Perf	BELISARIO VELASCO	Inspector: ARNULFO JIMENEZ	NF : 0,50 Mts

Prof. Mts	Muestra No.	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
0.2					Descapote - Capa vegetal	
0.5						
1.0	1	A P I Q U E			Relleno Compuesto de Grava de rio ( q-m-f ) con arena (q-m-f ) y sobre tamaños > a 3" de diámetro, compacidad relativa media, retenido tamiz 200 del 49 % y pasa tamiz 200 del 11 % alto contenido de humedad	
1.5						
2.0			LL = 0 IP = 0 HN = 11,8			USC = 6M
2.5	PUNZÓN 2 1/2"					
3.0	PUNZÓN 2 1/2"					
3.5	PUNZÓN 2 1/2"					
4.0					transición	
4.5	PUNZÓN 2 1/2"					
5.0	PUNZÓN 2 1/2"				Arena limosa ( m-f ) con finos no plasticos color gris oscuro de compacidad relativa suelta y alto contenido de humedad	
5.5						
6.0						
6.5	2 - C	2 3 3			Aran limosa poco plastica de color gris oscuro de compacidad relativa suelta alto contenido de humedad	N = 6
7.0	PUNZÓN 2 1/2"					
7.5	PUNZÓN 2 1/2"					
8.0						







# Laboratorio de Suelos A&B

Fecha: DICIEMBRE 19 DEL 2007

Proyecto : MALECON

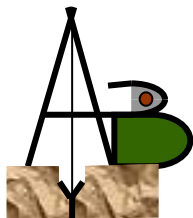
Localización : BUENAVENTURA

Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA

## REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO

PERFORACION N°	P - 7	UBICACIÓN :	HOJA 1 DE 2
Perf	BELISARIO VELASCO	Inspector: ARNULFO JIMENEZ	NF : 0,50 Mts

Prof. Mts	Muestra No.	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
0.2					Descapote - Capa vegetal	
0.5						
1.0	1	A P I Q U E	S O N D E O		Relleno Compuesto de Grava de rio ( q-m-f ) con arena (q-m-f ) y sobre tamaños > a 3" de diametro, compacidad relativa alto contenido de humedad	
1.5						
2.0						
2.5	PUNZÓN 2 1/2"		S I N			
3.0	PUNZÓN 2 1/2"					
3.5			M U E S T R E O			
4.0						
4.5	PUNZÓN 2 1/4"				transición	
5.0	PUNZÓN 2 1/2"					
5.5					Arena limosa ( m-f ) con finos no plasticos color gris oscuro de compacidad relativa suelta y alto contenido de humedad	
6.0						
6.5	2 - C	1 2 3				N=5
7.0	PUNZÓN 2 1/2"					
7.5						
8.0						



Fecha: DICIEMBRE 20 DEL 2007

Proyecto : MALECON

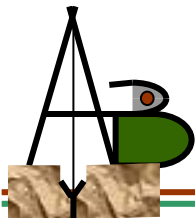
Localización : BUENAVENTURA

Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA

REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO

PERFORACION N°	P - 8	UBICACIÓN :	HOJA 2 DE 2
Perf	BELISARIO VELASCO	Inspector: ARNULFO JIMENEZ	NF : 0,50 Mts

Prof. Mts	Muestra No.	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
8,5	3-C	6 6 6				N = 12
9,0	PUNZÓN 2 1/2" PUNZÓN 2 1/2"				Limo arcilloso con arena fina de plasticidad media consistencia blanda	
9,5					HN < Lp	
10,0						
10,5						
11,0						
11,5						
12,0					Transición	
12,5	4 - C	15 29 33			( Limolita ) Arcillosa de plasticidad media alta color gris oscuro, de consistencia firme	N=62
13,0						
13,5						



# Laboratorio de Suelos A&B

Fecha: DICIEMBRE 20 DEL 2007

Proyecto : MALECON

Localización : BUENAVENTURA

Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA

## REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO

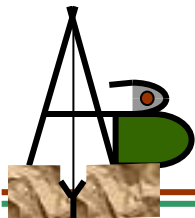
PERFORACION N°	P -8	UBICACIÓN :	HOJA 1 DE 2
Perf	BELISARIO VELASCO	Inspector: ARNULFO JIMENEZ	NF : 0,50 Mts

Prof. Mts	Muestra No.	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
0.2					Descapote - Capa vegetal	
0.5						
1.0	1	A P I Q U E	S O N D E O		Relleno Compuesto de Grava de río ( q-m-f ) con arena (q-m-f ) y sobre tamaños > a 3" de diametro, compacidad relativa alto contenido de humedad	
1.5						
2.0						
2.5	PUNZÓN 2 1/2"		S I N			
3.0	PUNZÓN 2 1/2"					
3.5			M U E S T R E O			
4.0						
4.5					transición	
5.0						
5.5	2 - C	1 1 3			Arena limosa ( m-f ) con finos no plasticos color gris oscuro de compacidad relativa suelta y alto contenido de humedad	N=4
6.0						
6.5	PUNZÓN 2 1/2"					
7.0						
7.5	PUNZÓN 2 1/2"					
8.0						



**Proyecto : MALECON**

**Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA**



# Laboratorio de Suelos A&B

Fecha: DICIEMBRE 20 DEL 2007




Proyecto : MALECON

Localización : BUENAVENTURA

Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA

## REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO

PERFORACION N°	P - 9	UBICACIÓN :	HOJA 1 DE 2
Perf	BELISARIO VELASCO	Inspector: ARNULFO JIMENEZ	NF : 0,50 Mts

Prof. Mts	Muestra No.	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
0.2	1	A P I Q U E  ↓	S O N D E O  S I N  M U E S T R E O		Relleno Balastro de rio ( q-m-f ) con arena gruesa y sobre tamaños > a 3" de diametro compacidad relativa media color gris oscuro alto contenido de humedad	
0.5						
1.0						
1.5						
2.0						
2.5	PUNZÓN 2 1/2"				 Arena limosa poco plastico color gris oscuro de consistencia blanda y alto contenido de humedad	
3.0						
3.5						
4.0						
4.5						
5.0	2 - C	3 6 6			 ZONA MUY BLANDA	
5.5						
6.0						
6.5						
7.0						
7.5	PUNZÓN 2 1/2"				HN > LP 	N = 12
8.0						



**Laboratorio de  
Suelos A&B**

Fecha: DICIEMBRE 26 DEL 2007

Proyecto : MALECON

Localización : BUENAVENTURA

Cliente : INCITOP

**REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO**

PERFORACION N°	P - 10	UBICACIÓN :	HOJA 1 DE 2
Perf	BELISARIO VELASCO	Inspector: ARNULFO JIMENEZ	NF : 4,00 Mts

Prof. Mts	Muestra No. Tipo	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
	1	A			Descapote	
0,5		P				
1,0		I				
		Q				
		U				
		E				
1,5	2 - C	20		A	Relleno homogéneo de grava y bolos de río	N=75 CL
		35				
		40				
2,0	PUNZÓN 3 1/2"					
2,5						
3,0						
3,5	3 - C	2	LL = 42	B	Limo de plasticidad media , con algo de arena fina , color gris claro vetas rojizas y grises claras, consistencia blanda, psa tamiz 200 de 78 % HN > LP	N = 5 ML
		3	IP = 14			
		2	HN = 37,1			
4,0	PUNZÓN 3 1/2"					
4,5						
5,0	4 - C	3				
		3				
		3				
5,5	PUNZÓN 3 1/2"					
6,0						
6,5	5 - C	5	LL = 49		Limo de plasticidad media , con algo de arena fina , color gris oscuro vetas grises claras consistencia blanda, psa tamiz 200 de 71 % HN > LP	N = 12 ML
		6	IP = 12			
		6	HN = 40,5			
7,0	PUNZÓN 2 1/2"					
7,5	6 - C	12	LL = 43		I G U A L	N = 33 ML
		15	IP = 14			
		18	HN = 39,9			
8,0	PUNZÓN 2 1/2"					

Proyecto: Cimentación Máquina Condor Hoja 22 de 66





**Cliente : INCITOP**







**Laboratorio de Suelos**  
**A&B**

Fecha: DICIEMBRE 27 DEL 2007

Proyecto : MALECON

Localización : BUENAVENTURA

Cliente : INCITOP

**REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO**

PERFORACION N°	P - 11	UBICACIÓN :	HOJA 1 DE 1
Perf	BELISARIO VELASCO	Inspector: ARNULFO JIMENEZ	NF : 4,00 Mts

Prof. Mts	Muestra No.	Tipo	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
0,2	1		A P I Q U E		A	Relleno homogéneo de grava de } río y bolos en matriz arenosa	N = 6 ML
0,5							
1,0							
1,5							
2,0	2 - C	2 3 3	LL = 42 IP = 17 HN = 33,9	B	Limo de plasticidad media con arena fina color agris oscuro vetas grises claras consistencia blanda pasa tamiz 200 de 63 % HN > LP		
2,5	PUNZÓN 3 1/2"						
3,0	3 - C	4 5 5					
3,5							
4,0	PUNZÓN 3 1/2"						
4,5	4 - C	2 4 5	LL = 41 IP = 13 HN = 44,0				
5,0							
5,5	PUNZÓN 3 1/2"						
6,0	5 - C	6 5 4					
6,5							
7,0	PUNZÓN 3 1/2"					Limo de plasticidad media con arena fina color gris oscuro vetas grises claras consistencia blanda HN > LP	N = 9
7,5							
8,0							



REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO

PERFORACION N°	P - 11	UBICACIÓN :	HOJA 1 DE 1
Perf	BELISARIO VELASCO	Inspector: ARNULFO JIMENEZ	NF : 4,00 Mts

Prof. Mts	Muestra No.    Tipo	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
8,5	6 - C	8 10 12	LL = 39 IP = 12 HN = 46,1	B	Limo medianament plastico con algo de gravilla y aena fina color gris oscuro   vetas grises claras consistencia dura , pasa tamiz 200 de 67 % HN > LP	N = 22 ML
9,0	PUNZÓN 2 1/2"					
9,5						
10,0						
10,5	7 - C	9 12 13	LL = 37 IP = 9 HN = 31,3	C	Limo medianamente plastico ( tipo limolita ) color amarillo grisaceo consistencia dura pasa tamiz 200 de 66 % HN > LP	N = 25 ML
11,0	PUNZÓN 2 1/2"					
11,5						
12,0						
12,5	8 - C	16 17 20	LL = 46 IP = 15 HN = 33,3		Limo de plasticidad media ( tipo limolita ) con algo de arena fina , color gris claro consistencia firme , pasa tamiz 200 de 69 % HN > LP	N = 37 ML

REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO

PERFORACION N°	P - 12	UBICACIÓN :	HOJA 1 DE 1
Perf	BELISARIO VELASCO	Inspector: ARNULFO JIMENEZ	NF : 2,00 Mts

Prof. Mts	Muestra No. Tipo	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
0,2	1	A P I Q U E		A	Relleno homogéneo de grava de } río y bolos en matriz arenosa	
0,5						
1,0						
1,5						
2,0						
2,5	PUNZÓN 3 1/2"					N = 14
3,0						
3,5						
4,0	3 - C	6 7 7				
4,5						
5,0						
5,5	PUNZÓN 3 1/2"					
6,0						
6,5	4- C	5 4 6				
7,0	PUNZÓN 3 1/2"					
7,5						
8,0						
					Limo de plasticidad media con arena fina color gris oscuro vetas grises claras  HN > LP	N = 10
					Limo de plasticidad media con arena fina color gris oscuro vetas grises claras consistencia blanda HN > LP	



REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO

PERFORACION N°	P - 12	UBICACIÓN :	HOJA 1 DE 1
Perf	BELISARIO VELASCO	Inspector: ARNULFO JIMENEZ	NF : 2,00 Mts

Prof. Mts	Muestra No. Tipo	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
8,5	PUNZÓN 2 1/2"			B	Limo medianament plastico con algo de gravilla y aena fina color gris oscuro vetas grises claras	
9,0					HN > LP	
9,5						
10,0						
10,5	PUNZÓN 2 1/2"			C	Limo medianamente plastico colorgrisaceo consistencia media	
11,0					HN > LP	
11,5						
12,0	5 - C	26	LL = 46		Limo de plasticidad media ( tipo limolita ) con algo de arena fina , color gris oscuro	N = 58 ML
12,5		28 30	IP = 15 HN = 33,3		HN > LP	

REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO

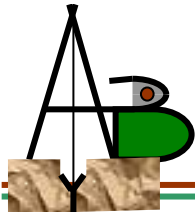
PERFORACION N°		P - 13	UBICACIÓN :		HOJA 1 DE 1	
Perf	BELISARIO VELASCO		Inspector: ARNULFO JIMENEZ		NF :0,50 Mts	
Prof. Mts	Muestra No. Tipo	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
0,15					Descapote capa vegetal	
0,5	1	A P I Q U E	S O N D	A	Arcilla limosa de plasticidad media , conalgo de arena fina color gris oscuro consistencia blanda	
1,0						
1,5						
2,0	2 - C	2 2 2	E O	B	Limo de plasticidad media con arena fina color gris oscuro vetas grises claras consistencia blanda HN > LP	N=4
2,5	PUNZÓN 3 1/2"		S I N			
3,0						
3,5	3 - C	6 4 5	M U E			
4,0	PUNZÓN 3 1/2"		S T R E O			
4,5						
5,0	4 - C	2 5 7				
5,5	PUNZÓN 3 1/2"					
6,0						
6,5	5 - C	5 5 4				
7,0	PUNZÓN 3 1/2"				Limo de plasticidad media con arena fina color gris amarillento vetas grises claras consistencia blanda HN > LP	N = 9
7,5						
8,0						



REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO

PERFORACION N°	P - 13	UBICACIÓN :	HOJA 1 DE 1
Perf	BELISARIO VELASCO	Inspector: ARNULFO JIMENEZ	NF : 0,50 Mts

Prof. Mts	Muestra No.    Tipo	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
8,5	6 - C	4 8 8	S	B	Limo medianament plastico con algo de gravilla y arena fina color gris oscuro   vetas grises claras consistencia dura , HN > LP	N=16
9,0	PUNZÓN 2 1/2"		O N D E O			
9,5						
10,0			S I N	C	Limo medianamente plastico ( tipo limolita ) color   grisaceo consistencia dura  HN > LP	N = 25
10,5	7 - C	11 11 14				
11,0	PUNZÓN 2 1/2"		M U E S T R E O		Limo de plasticidad media ( tipo limolita ) con algo de arena fina , color gris claro  HN > LP	N = 42 ML
11,5						
12,0						
12,5	8 - C	21 20 22				



# Laboratorio de Suelos A&B

Fecha: DICIEMBRE 22 DEL 2007

Proyecto : MALECON

Localización : BUENAVENTURA

Cliente : INCITOP

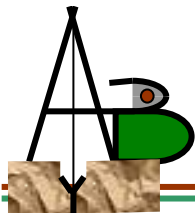
## REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO

PERFORACION N°	P - 14		HOJA 1 DE 2
Insp:	ARNULFO JIMENEZ	Perf: BELISARIO VELASCO	NF : 1,50 Mts

Prof. Mts	Muestra No.	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
0.1	1				Piso - Concreto	
0.3	2				Relleno Triturado de grava	
0.5						
1.0	PUNZÓN 2 1/2"				Limo arcilloso con algo de arena fina color amarillo grisáceo de consistencia blanda y alto contenido de humedad	
1.5						
2.0						
2.5	3 - C	2 3 3			Limo arcilloso de plasticidad media alta , consistencia blanda con arena fina color amarillo grisáceo de alto contenido de humedad	N = 3
3.0	PUNZÓN 2 1/2"					
3.5						
4.0						
4.5						
5.0	4 - C	2 2 2			Arena limosa medianamente plastica de color gris oscuro de consistencia blanda con alto contenido de humedad	N = 4
5.5	PUNZÓN 2 1/2"					
6.0	5 - C	7 8 7	LL = 46 IP = 19 HN = 33.4		Arcilla-Limo de plasticidad media alta con algo de arena fina , color gris claro de consistencia media pasa tamiz 200 del 75 % HN > LP	N = 15 CL-ML
6.5						
7.0	6 - C	20 23 29	LL = 49 IP = 23 HN = 25.2		( Limolita ) Arcillosa de plasticidad media alta color gris oscuro, de consistencia firme, pasa tamiz 200 del 95 % HN <= LP	N = 52 CL
8.0						

Carrera 57 N° 3 - 117 Cuarto de Legua Telefono 513-4391 Cali





**REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO**

PERFORACION N°	P -15		HOJA 1 DE 2
Insp:	ARNULFO JIMENEZ	Perf:	BELISARIO VELASCO
			NF : 1,50 Mts

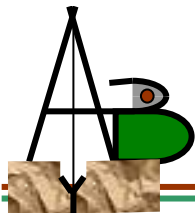
Prof. Mts	Muestra No.	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
0.5	1	A P I Q U E			Relleno Heterogeneo Compuesto de Limo arcilloso, desechos de construcción. Y piedra mayor a 2" de dm color café grisaceo	
1.0						
1.5						
2.0	PUNZÓN 3 1/2"				Limo arcilloso con laminas de arena color amarillo grisaceo oscuro medianamente consistente HN > LP	
2.5						
3.0						
3.5	2 - C	2 2 2	LL = 45 IP = 23 HN = 39.8		Arena ( a-m ) con finos medianamente plasticos color gris de compacidad relativa suelta alto contenido de humedad pasa tamiz 200 del 45 % HN > LP	N = 4 SC
4.0	PUNZÓN 3 1/2"					
4.5						
5.0						
5.5	Cons				Arcilla limosa de plasticidad media alta color amarillo grisaceo claro consistencia suelta HN > LP	Muestra consolidación Cc=0,35
6.0						
6.3	3 - C	4 5 5	LL = 49 IP = 25 HN = 34,5			N = 10 CL
6.5						
7.0	PUNZÓN 2 1/2"				Arcilla limosa de plasticidad media alta color gris oscuro , consistencia media alto contenido de humedad pasa tamiz 200 del 88 % HN > LP	
7.5						
8.0						



Proyecto : MALECON

**Localización : BUENAVENTURA**

**Cliente : INCITOP**



# Laboratorio de Suelos A&B

Fecha: DICIEMBRE 23 DEL 2007

Proyecto : MALECON

Localización : BUENAVENTURA

Cliente : INCITOP

## REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO

PERFORACION N°	P - 16		HOJA 1 DE 2
Insp:	ARNULFO JIMENEZ	Perf: BELISARIO VELASCO	NF : 1,50 Mts

Prof. Mts	Muestra No.	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
0.5	1	A P I Q U E			Relleno - Heterogeneo compuesto de Arena, grava , limo arcilloso. Ladrillo, concreto basura. Color gris oscuro , café oscuro medianamente compacto	
1.0						
1.5						
2.0	2 - ST		LL = 64 IP = 26 HN = 30.8		Limo arcilloso con laminas de arena fina color gris oscuro de consistencia dura pasa tamiz 200 del 74 % HN < LP	MH
2.5	PUNZÓN 3 1/2"					
3.0						
3.5	3 - C	4 5 2	LL = NL IP = 0 HN = 31.2		Arena ( m-f ) con laminas de limo color gris oscuro de compacidad relativa suelta pasa tamiz 200 del 33 % alto contenido de humedad.	N = 7 SM
4.0						
4.5	PUNZÓN 3 1/2"					
5.0						
5.5						
6.0						
6.5	4 - C	4 4 5			Limo arcilloso de plasticidad media alta color gris amarillento de consistencia blanda , pasa tamiz 200 del 76 % HN = LP	N = 9
7.0	PUNZÓN 2 1/2"					
7.5						
8.0						



**Proyecto : MALECON**

**Localización : BUENAVENTURA**

**Cliente : INCITOP**



**Proyecto : MALECON**

**Cliente :**



# Laboratorio de Suelos A&B

Fecha:

Proyecto : MALECON

Localización : BUENAVENTURA

Cliente :

## REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO

PERFORACION N°	P - 17	UBICACIÓN :	HOJA 1 DE 2
Perf	BELISARIO VELASCO	Inspector: ARNULFO JIMENEZ	NF : ( 0,50 Mts )

Prof. Mts	Muestra No.	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
0.2					Descapote - Capa Vegetal	
0.5						
1.0						
1.5	1	A P I Q U E ↓			Relleno compuesto de grava ( g-m-f ) con sobre tamaños > a 3" de dm ,algunos cantos > a 10 " de dm, desechos de construcción con arena (g-m-f ) color gris oscuro compacidad relativa firme, alto contenido de humedad	
2.0						
2.5						
3.0						
3.5					Transición	
4.0	PUNZO				Limo arcilloso con arena fina color aris oscuro de consistencia muv blanda con alto contenido de humedad	
4.5						
5.0	2 - C	1 2 3				N = 5
5.5						
6.0	PUNZON					
6.5						
7.0						
7.5						
8.0	3 - C	5 5 7			Limo arcilloso de plasticidad media alta con alao de arena fina color aris oscuro alto contenido de humedad	N = 12



# Laboratorio de Suelos A&B

Fecha: ENERO 06 DEL 2008

Proyecto : MALECON

Localización : BUENAVENTURA

Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA

## REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO

PERFORACION N°	P - 18	UBICACIÓN :	HOJA 1 DE 2
Perf	BELISARIO VELASCO	Inspector: ARNULFO JIMENEZ	NF : 0,50 Mts

Prof. Mts	Muestra No.	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
0.5		A			Arena y desechos de construcción limo arenoso, basura color café medianamente compacto	
1.0		P				
1.5		I				
2.0	PUNZÓN 3 1/2"	U			Limo arcilloso de plasticidad media alta color grisáceo , de consistencia muy blanda con alto contenido de humedad	
2.5		E				
3.0						
3.5						
4.0	2 - C	1	LL = 48		Arcilla limosa de plasticidad media alta con granos de gravilla color grisáceo de consistencia blanda pasa tamiz 200 del 53 %	N = 2
4.5		1	IP = 23		HN > LP	CL
5.0	PUNZÓN 3 1/2"	1	HN = 41.5			
5.5						
6.0						
6.5	3 - C	4			Arcilla limosa de plasticidad media alta con granos de arena color grisáceo de consistencia blanda pasa tamiz 200 del 53 %	N = 9
7.0	PUNZÓN 3 1/2"	4			HN > LP	
7.5		5				
8.0						

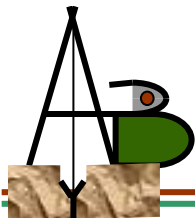
Carrera 57 N° 3 - 117 Cuarto de Legua Telefono 513-4391 Cali



**Proyecto : MALECON**

**Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA**





# Laboratorio de Suelos A&B

Fecha: ENERO 9 DEL 2008

Proyecto : MALECON

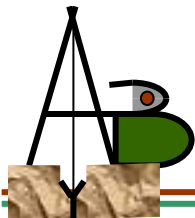
Localización : BUENAVENTURA

Cliente : INCITOP

## REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO

PERFORACION N°	P-19	UBICACIÓN :	HOJA 1 DE 1
Perf	BELISARIO VELASCO	Inspector: ARNULFO JIMENEZ	NF : ( 0,20 Mts )

Prof. Mts	Muestra No.	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
0.5	1	A			<p>Arena limosa fina de color gris oscuro consistencia muy blanda , con alto contenido de humedad</p> <p>Arena limosa fina de color gris oscuro consistencia muy blanda , con alto contenido de humedad</p> <p>Arena limosa fina de color gris oscuro consistencia muy blanda , con alto contenido de humedad</p> <p>Transición</p> <p>Limo arcilloso de plasticidad media alta de color aris oscuro medianamente consistente alto contenido de humedad</p> <p>Limo arcilloso de plasticidad media alta de color aris oscuro de consistencia dura HN &gt; LP</p>	
1.0		P				
1.5		I				
2.0		Q				
2.5		U				
3.0		C				
3.5		E				
4.0						
4.5						
5.0						
5.5	2	BARRENO				
6.0						
6.5						
7.0						
7.5						
8.0		PUNZÓN 2 1/2"				



# Laboratorio de Suelos A&B

Fecha: ENERO 10 DEL 2008

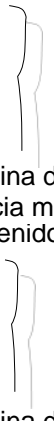

Proyecto : MALECON

Localización : BUENAVENTURA

Cliente : INCITOP

## REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO

PERFORACION N°	P-20	UBICACIÓN :	HOJA 2 DE 2
Perf	BELISARIO VELASCO	Inspector: ARNULFO JIMENEZ	NF : ( 0,20 Mts )

Prof. Mts	Muestra No.	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
0.5	1	A P I Q U E			<div> <div>Arena limosa fina de color gris oscuro consistencia muy blanda , con alto contenido de humedad</div> <div>  </div> <div> <div>Arena limosa fina de color gris oscuro consistencia muy blanda , con alto contenido de humedad</div> <div>  </div> <div> <div>Arena limosa fina de color gris oscuro consistencia muy blanda , con alto contenido de humedad</div> <div>Transición</div> </div> </div> </div>	
1.0						
1.5						
2.0						
2.5						
3.0	2	PUNZÓN 2 1/2"			<div>Limo arcilloso de plasticidad media alta de color aris oscuro medianamente consistente HN &gt; LP</div>	
3.5						
4.0						
4.5						
5.0	3	PUNZÓN 2 1/2"			<div>Limo arcilloso de plasticidad media alta de color aris oscuro de consistencia dura HN &gt; LP</div>	
5.5						
6.0						

Carrera 57 N° 3 - 117 Cuarto de Legua Telefono 513-4391 Cali



# Laboratorio de Suelos A&B

Fecha: ENERO 8 DEL 2008

Proyecto : MALECON

Localización : BUENAVENTURA

Cliente : INCITOP

## REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO

PERFORACION N°	P-21	UBICACIÓN :	HOJA 2 DE 2
Perf	BELISARIO VELASCO	Inspector: ARNULFO JIMENEZ	NF : No

Prof. Mts	Muestra No.	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
0.5	1	A P I Q U E  PUNZÓN 2 1/2"			Relleno heteroaeóneo de basura arava y limo arcilloso Consistencia blanda	
1.0						
1.5						
2.0					Arena limosa fina de color gris oscuro consistencia muy blanda , con alto contenido de humedad	
2.5						
3.0	2	PUNZÓN 2 1/2"			Arena limosa fina de color gris oscuro consistencia muy blanda , con alto contenido de humedad	
3.5						
4.0						
4.5					Transición	
5.0					Limo arcilloso de plasticidad media alta de color aris oscuro medianamente consistente HN > LP	
5.5						
6.0						



# Laboratorio de Suelos A&B

Fecha: ENERO 8 DEL 2008

Proyecto : MALECON

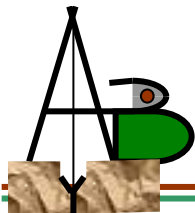
Localización : BUENAVENTURA

Cliente : INCITOP

## REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO

PERFORACION N°	P-22	UBICACIÓN :	HOJA 2 DE 2
Perf	BELISARIO VELASCO	Inspector: ARNULFO JIMENEZ	NF : No

Prof. Mts	Muestra No.	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
0.5	1	A P I Q U E			Relleno heteroaeóneo de basura arava y limo arcilloso Consistencia blanda	
1.0						
1.5						
2.0						
2.5	1-C	PUNZÓN 2 1/2"			Arena limosa fina de color gris oscuro consistencia muy blanda , con alto contenido de humedad	N=4
3.0						
3.5						
4.0						
4.5	2-C	PUNZÓN 2 1/2"			Limo arcilloso de plasticidad media alta de color aris oscuro medianamente consistente HN > LP	N=32
5.0						
5.5						
6.0						



# Laboratorio de Suelos A&B

Fecha: ENERO 12 DEL 2007

Proyecto : MALECON

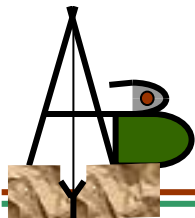
Localización : BUENAVENTURA

Cliente : INCITOP

## REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO

PERFORACION N°	P - 23		HOJA 1 DE 1
Insp:	ARNULFO JIMENEZ	Perf: BELISARIO VELASCO	NF : 0,50 Mts

Prof. Mts	Muestra No.	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
0.5	1	A P I Q U E		A	Relleno Heterogeneo Compuesto de basura, grava, desechos de construcción, madera, vidrio, trapos, etc. color café, gris y negro	
1.0						
1.5						
2.0						
2.5	PUNZÓN 3 1/2"			B	Arcilla limosa de plasticidad media alta color amarillo grisaceo de consistencia blanda	
3.0						
3.5						
4.0						
4.5	2 - C	8 9 10	LL = 51 IP = 23 HN = 39.9	C	Arcilla limosa de plasticidad media alta color amarillo grisaceo de consistencia media , pasa tamiz 200 del 94 %HN >	N = 19 CL - ML
5.0						
5.5						
6.0						
6.5	3 - C	14 16 20	LL = 48 IP = 14 HN = 33.6	C	Limo de plasticidad media , color gris claro de consistencia dura, pasa tamiz 200 del 95 % HN = LP	N = 36 ML
7.0						
7.5						
8.0						
	4 - C	70 10/1"	LL = 49 IP = 18 HN = 25.8		( Roca limolita ) Arcillosa de plasticidad media alta , color gris oscuro , consistencia firme pasa tamiz 200 del 94 % HN < LP	N > 100 ML



# Laboratorio de Suelos A&B

Fecha: ENERO 12 DEL 2007

Proyecto : MALECON

Localización : BUENAVENTURA

Cliente : INCITOP

## REGISTRO DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO

PERFORACION N°	P - 24	UBICACIÓN :	HOJA 1 DE 1
Perf	BELISARIO VELASCO	Inspector: ARNULFO JIMENEZ	NF :0,00 Mts

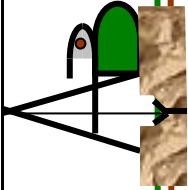
Prof. Mts	Muestra No.	N EPS	Lim. Consist	Capa	Descripción Material	Clasificación Observaciones
0.2						
0.5						
1.0						
1.5	1					
2.0						
2.5						
3.0						
3.5						
4.0						
4.5						
5.0						
5.5						
6.0						
6.5						
7.0	2 - C	2				
7.5						
8.0						

Carrera 57 N° 3 - 117 Cuarto de Legua Telefono 513-4391 Cali

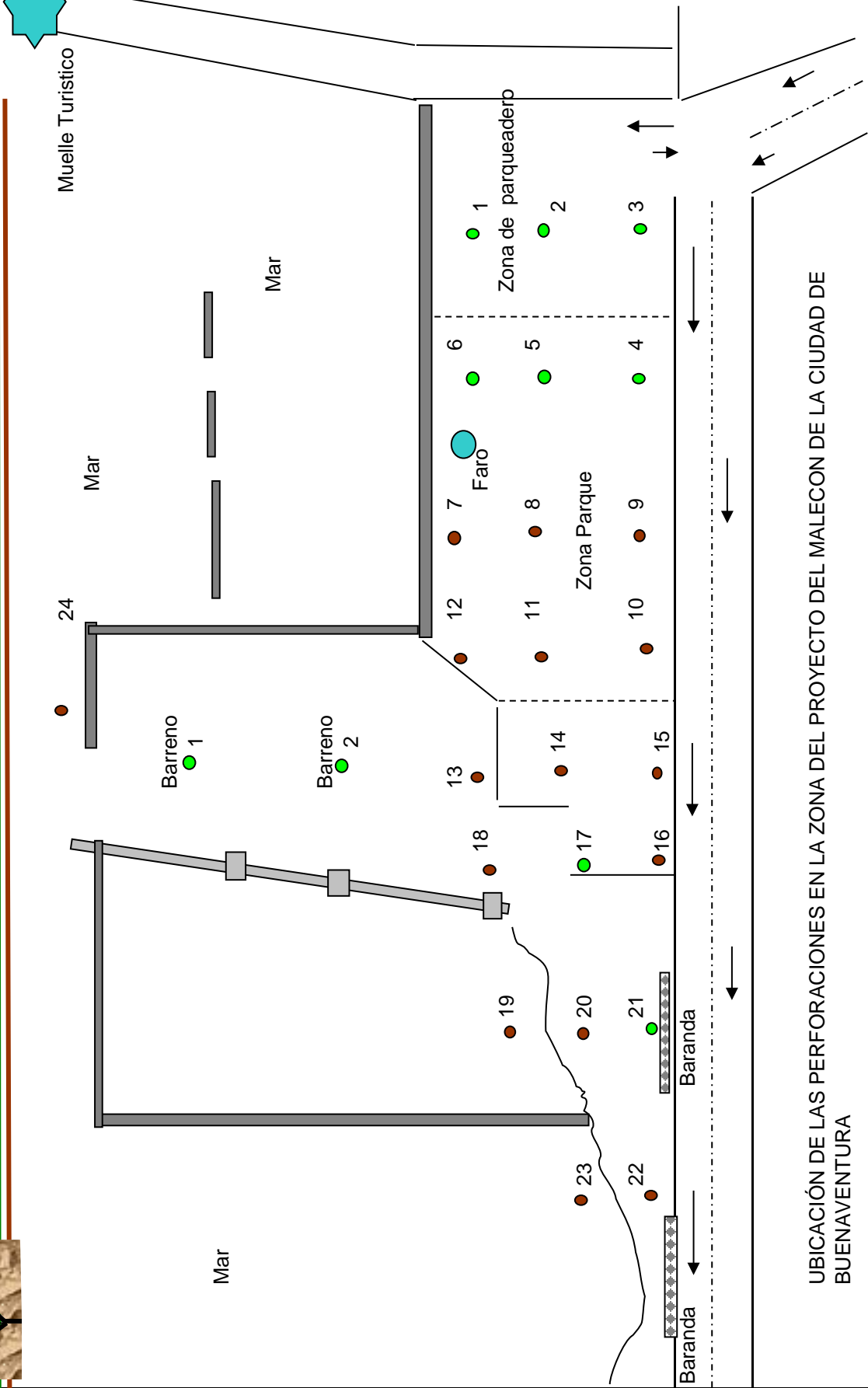


**Proyecto : MALECON**

**Cliente : INCITOP**

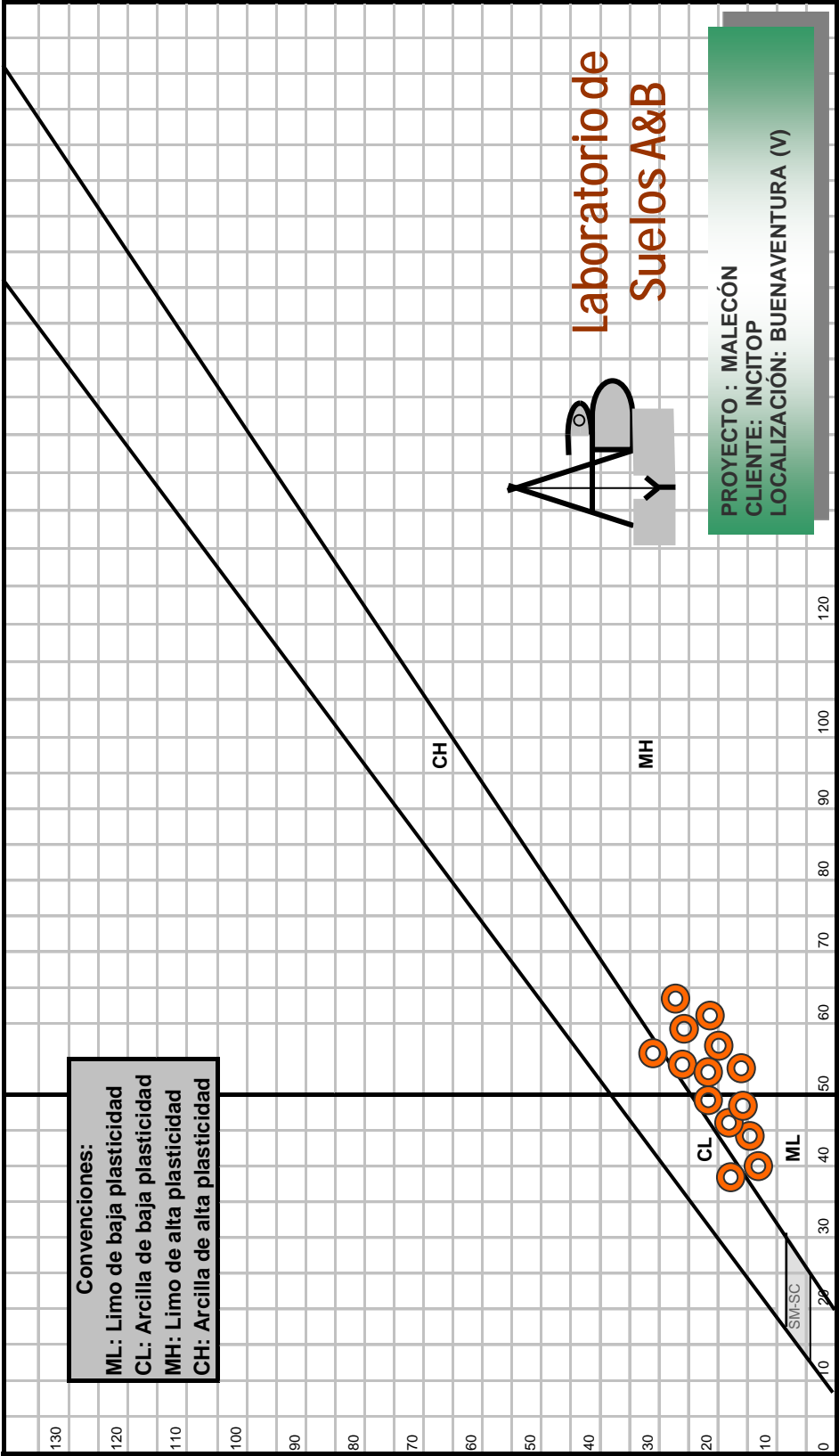


# LABORATORIO DE SUELOS A & B



UBICACIÓN DE LAS PERFORACIONES EN LA ZONA DEL PROYECTO DEL MALECON DE LA CIUDAD DE BUENAVENTURA





Límite Líquido (L.L.)

CUADRO No. 1 CARTA DE PLASTICIDAD DE MALECÓN BUENAVENTURA

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSOLIDACION

Proyecto: 

MALECON

Localización:

Perforación # 

P-15

Profundidad (m) 

5

Fecha: 

26 12 2007

CONTENIDO DE HUMEDAD	ANTES DEL ENSAYO	DESPUES DEL ENSAYO
PESO MTRA + ANILLO	132,68	124,25
PESO SOLIDOS + ANILLO	111,5	111,5
PESO DEL ANILLO	66,89	66,89
% HUMEDAD	47,5	28,6
GRAVEDAD ESPECIFICA	2,55	2,55
VOLUMEN (cc)	38,61	30,24
SATURACION %	100	100

CARGA	LECTURA 0,0001"	ALTURA	ALTURA MUESTRA	RELACION DE VACIOS	COMPRESION
Kg/cm2		pl	cm		
0,00	2500	0,75	1,905	1,2073	0,0392
0,27	2206	0,7206	1,830324	1,1208	0,0244
0,54	2030	0,703	1,78562	1,0690	0,0279
1,08	1834	0,6834	1,735836	1,0113	0,0364
2,16	1585	0,6585	1,67259	0,9380	0,0484
4,32	1266	0,6266	1,591564	0,8441	0,0557
8,64	917	0,5917	1,502918	0,7414	0,0671
17,28	520	0,552	1,40208	0,6246	

Proyecto: 

MALECON

Localización: 

0

Perforación # 

P-15

Profundidad (m) 

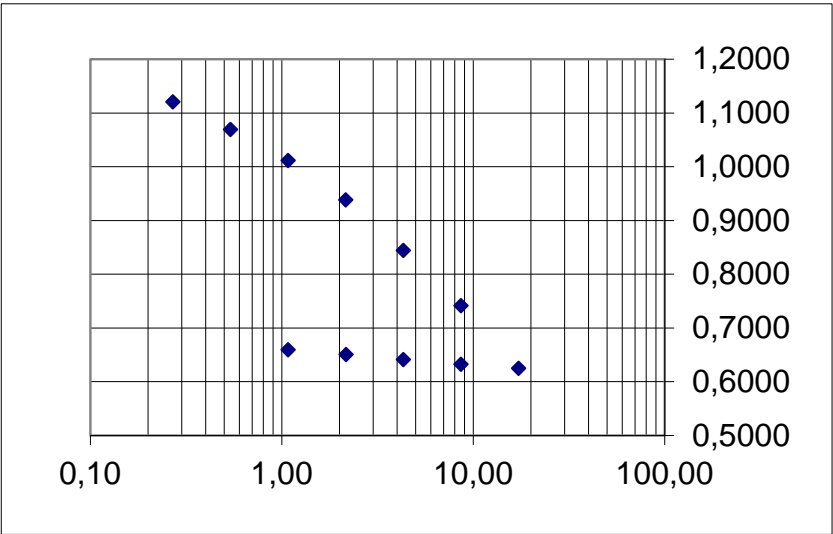
5

Fecha: 

26 12 2007

CARGA Kg/cm2	LECTURA 0,0001"	DEFORMACION pl	ALTURA MUESTRA cm	RELACION DE VACIOS
17,28	520	0,552	1,40208	0,6246
8,64	546	0,5546	1,408684	0,6322
4,32	576	0,5576	1,416304	0,6410
2,17	608	0,5608	1,424432	0,6505
1,08	637	0,5637	1,431798	0,6590
0	874	0,5874	1,491996	0,7287

CARGA	RELACION DE VACIOS
0,00	1,2073
0,27	1,1208
0,54	1,0690
1,08	1,0113
2,16	0,9380
4,32	0,8441
8,64	0,7414
17,28	0,6246
8,64	0,6322
4,32	0,6410
2,17	0,6505
1,08	0,6590



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSOLIDACION

Proyecto: 

MALECON

Localización: 

0

Perforación # 

P-15

Profundidad (m) 

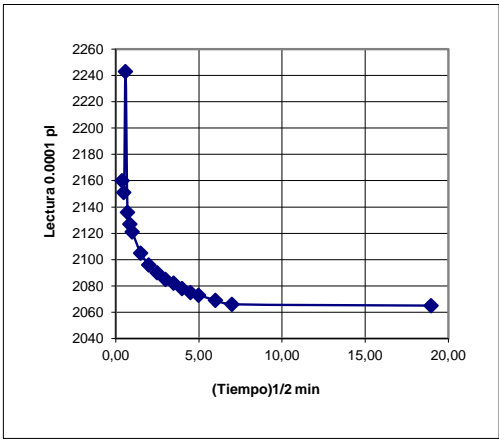
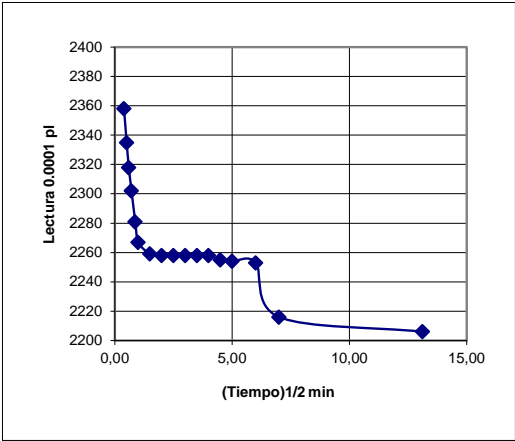
5

Fecha: 

26 12 2007

TIEMPO	(TIEMPO) <sup>1/2</sup>	PRESION 0.00-0.27
0	0,00	2500
0,15	0,39	2358
0,25	0,50	2335
0,35	0,59	2318
0,5	0,71	2302
0,75	0,87	2281
1	1,00	2267
2,25	1,50	2259
4	2,00	2258
6,25	2,50	2258
9	3,00	2258
12,25	3,50	2258
16	4,00	2258
20,25	4,50	2255
25	5,00	2254
36	6,00	2253
49	7,00	2216
172	13,11	2206
240	15,49	2206
final		2206

TIEMPO	(TIEMPO) <sup>1/2</sup>	PRESION 0.27- 0.54
0	0,00	2206
0,15	0,39	2160
0,25	0,50	2151
0,35	0,59	2243
0,5	0,71	2136
0,75	0,87	2127
1	1,00	2121
2,25	1,50	2105
4	2,00	2096
6,25	2,50	2090
9	3,00	2085
12,25	3,50	2082
16	4,00	2078
20,25	4,50	2075
25	5,00	2073
36	6,00	2069
49	7,00	2066
360	18,97	2065
final		2030



Proyecto: 

MALECON

Localización: 

0

Perforación # 

P-15

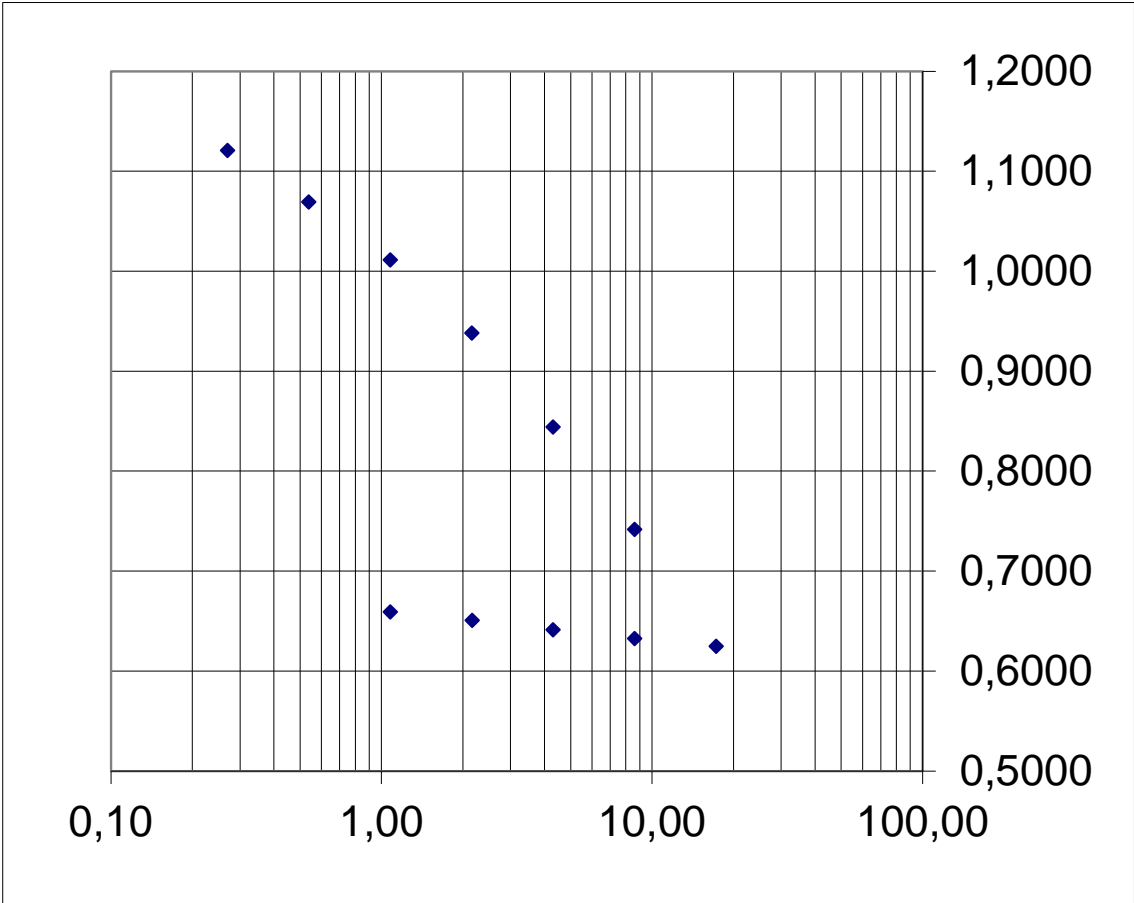
Profundidad (m) 

5

Fecha: 

26 12 2007

⋮



Pc		Kg/cm2
Peso Unitario Total	1,70	gr/cm3
Po		Kg/cm2
Indice de compresibilidad		
Indice de expansibilidad		

Carlos Alberto Manrique Londoño

Geotecnologo

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSOLIDACION

Proyecto:MALECON

Localización:0

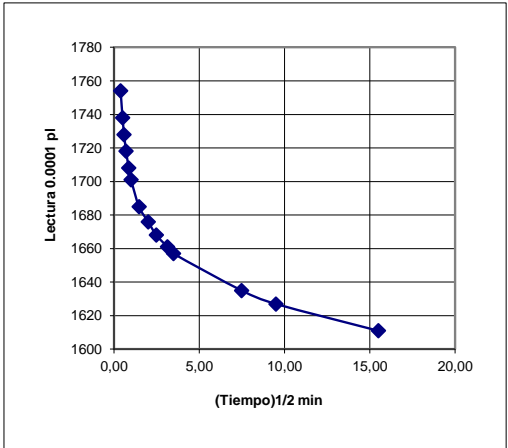
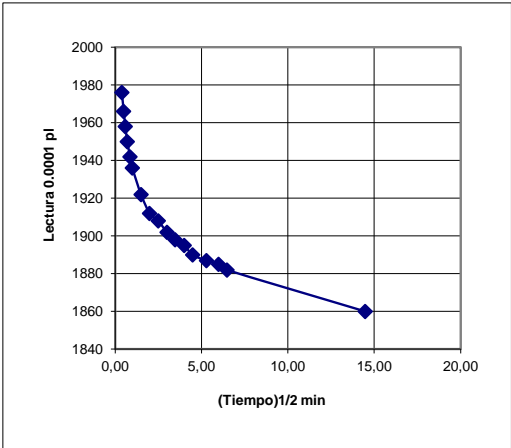
Perforación #P-15

Profundidad (m)5

Fecha:26 12 2007

TIEMPO	(TIEMPO) <sup>1/2</sup>	PRESION 0.54 - 1.08
0	0,00	2030
0,15	0,39	1976
0,25	0,50	1966
0,35	0,59	1958
0,5	0,71	1950
0,75	0,87	1942
1	1,00	1936
2,25	1,50	1922
4	2,00	1912
6,25	2,50	1908
9	3,00	1902
12,15	3,49	1898
16	4,00	1895
20,15	4,49	1890
28	5,29	1887
36	6,00	1885
42	6,48	1882
210	14,49	1860
240	15,49	1856
final		1834

TIEMPO	(TIEMPO) <sup>1/2</sup>	PRESION 1.08 - 2.17
0	0,00	1834
0,15	0,39	1754
0,25	0,50	1738
0,35	0,59	1728
0,5	0,71	1718
0,75	0,87	1708
1	1,00	1701
2,15	1,47	1685
4	2,00	1676
6,15	2,48	1668
9,83	3,14	1661
12,15	3,49	1657
56	7,48	1635
90	9,49	1627
240	15,49	1611
final		1585



CONSOLIDACION

Proyecto:

P-15

Localización:

0

Perforación #

0

Profundidad (m)

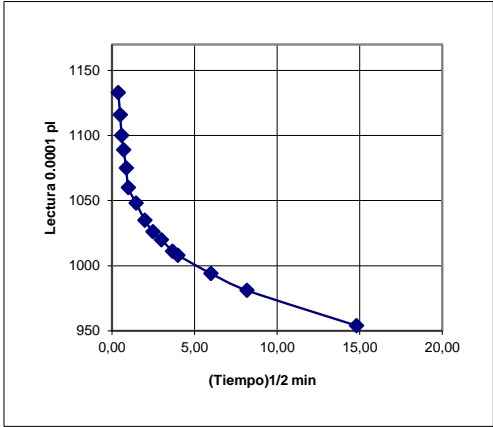
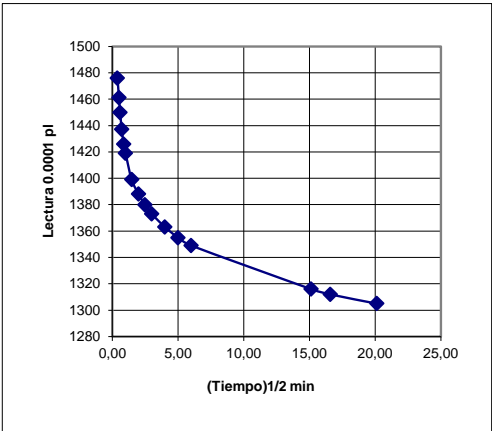
0

Fecha:

ene-00

TIEMPO	(TIEMPO) <sup>1/2</sup>	PRESION 2.16 - 4.32
0	0,00	1585
0,15	0,39	1476
0,25	0,50	1461
0,35	0,59	1450
0,5	0,71	1437
0,75	0,87	1426
1	1,00	1419
2,15	1,47	1399
4	2,00	1388
6,15	2,48	1380
9	3,00	1373
16	4,00	1363
25	5,00	1355
36	6,00	1349
229	15,13	1316
275	16,58	1312
405	20,12	1305
final		1266

TIEMPO	(TIEMPO) <sup>1/2</sup>	PRESION 4.32 - 8.64
0	0,00	1266
0,15	0,39	1133
0,25	0,50	1116
0,35	0,59	1100
0,5	0,71	1089
0,75	0,87	1075
1	1,00	1060
2,15	1,47	1048
4	2,00	1035
6,15	2,48	1026
9	3,00	1020
13,5	3,67	1011
16	4,00	1008
36	6,00	994
67	8,19	981
219	14,80	954
final		917







## CONSOLIDACION

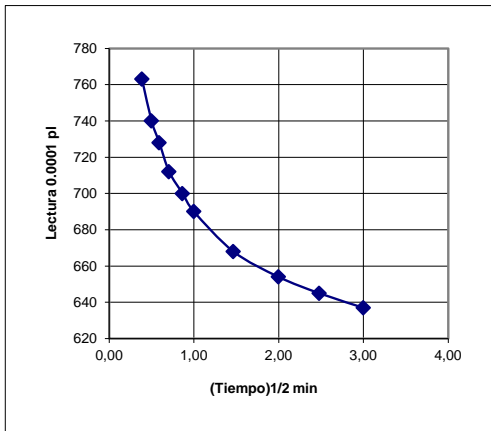
Proyecto:	P-15
-----------	------

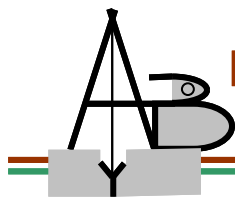
Localización:	0
---------------	---

Perforación #	0
---------------	---

Profundidad (m)	0
-----------------	---

Fecha: ene-00

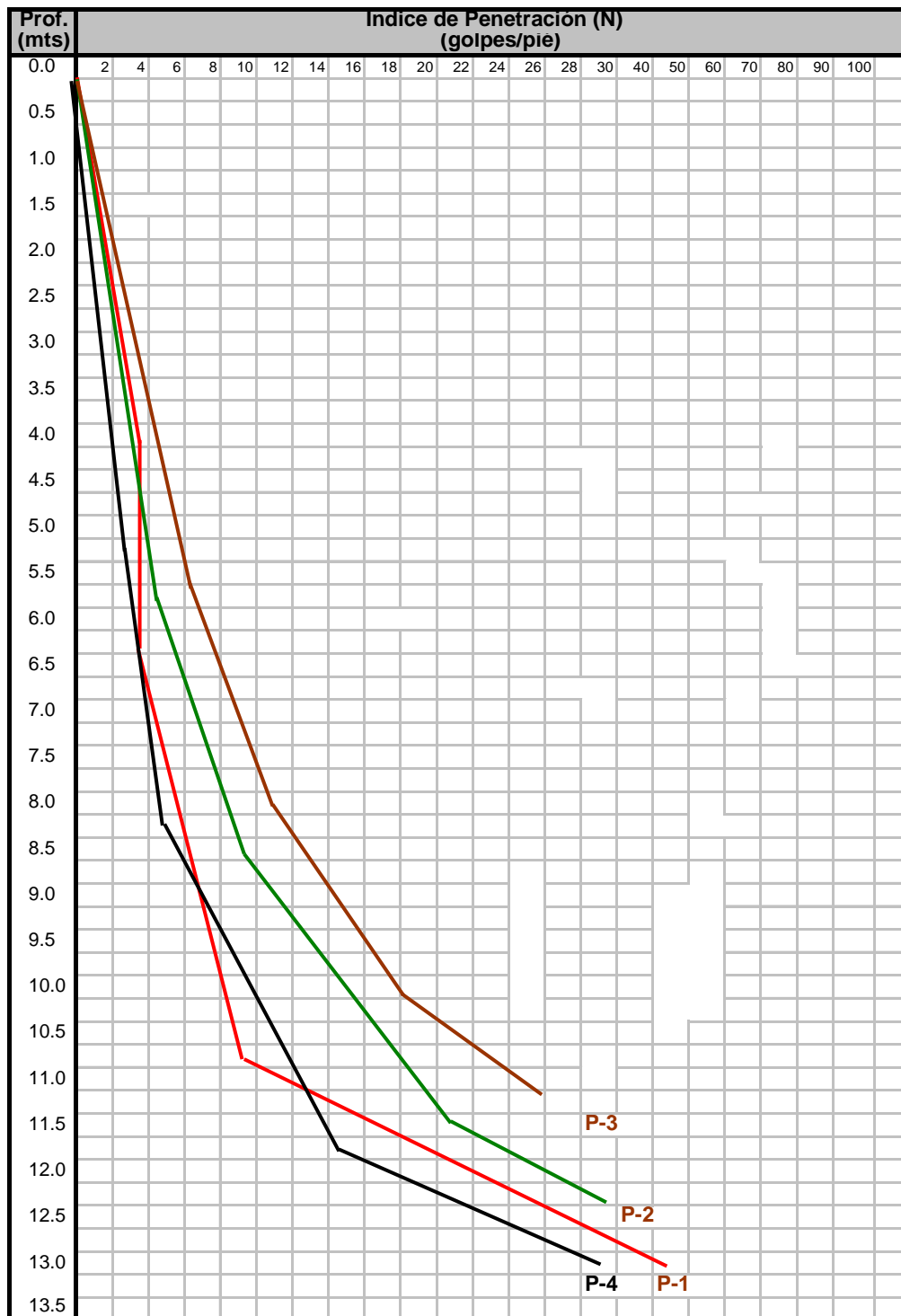
[illegible]

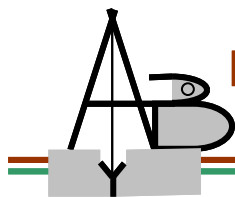


Laboratorio de  
Suelos A&B

PROYECTO : MALECÓN  
CLIENTE: INCITOP  
LOCALIZACIÓN: BUENAVENTURA (V)

CUADRO No. 2-1 Ensayo de Penetración Estándar vs Profundidad (P-1 a P-4)

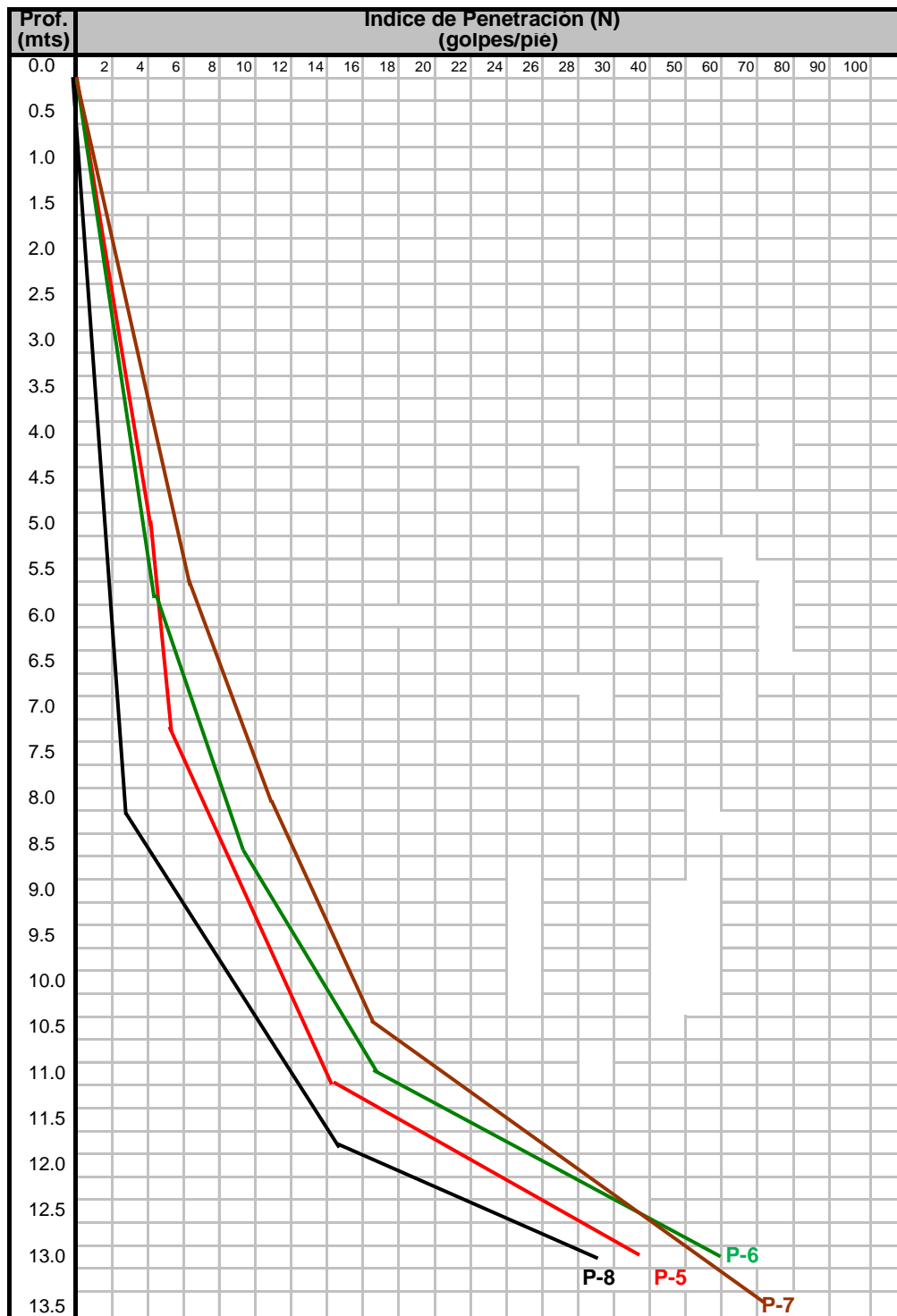


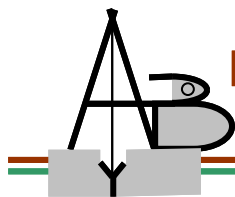


Laboratorio de  
Suelos A&B

PROYECTO : MALECÓN  
CLIENTE: INCITOP  
LOCALIZACIÓN: BUENAVENTURA (V)

CUADRO No. 2.2 Ensayo de Penetración Estándar vs Profundidad (P-5 a P-8)

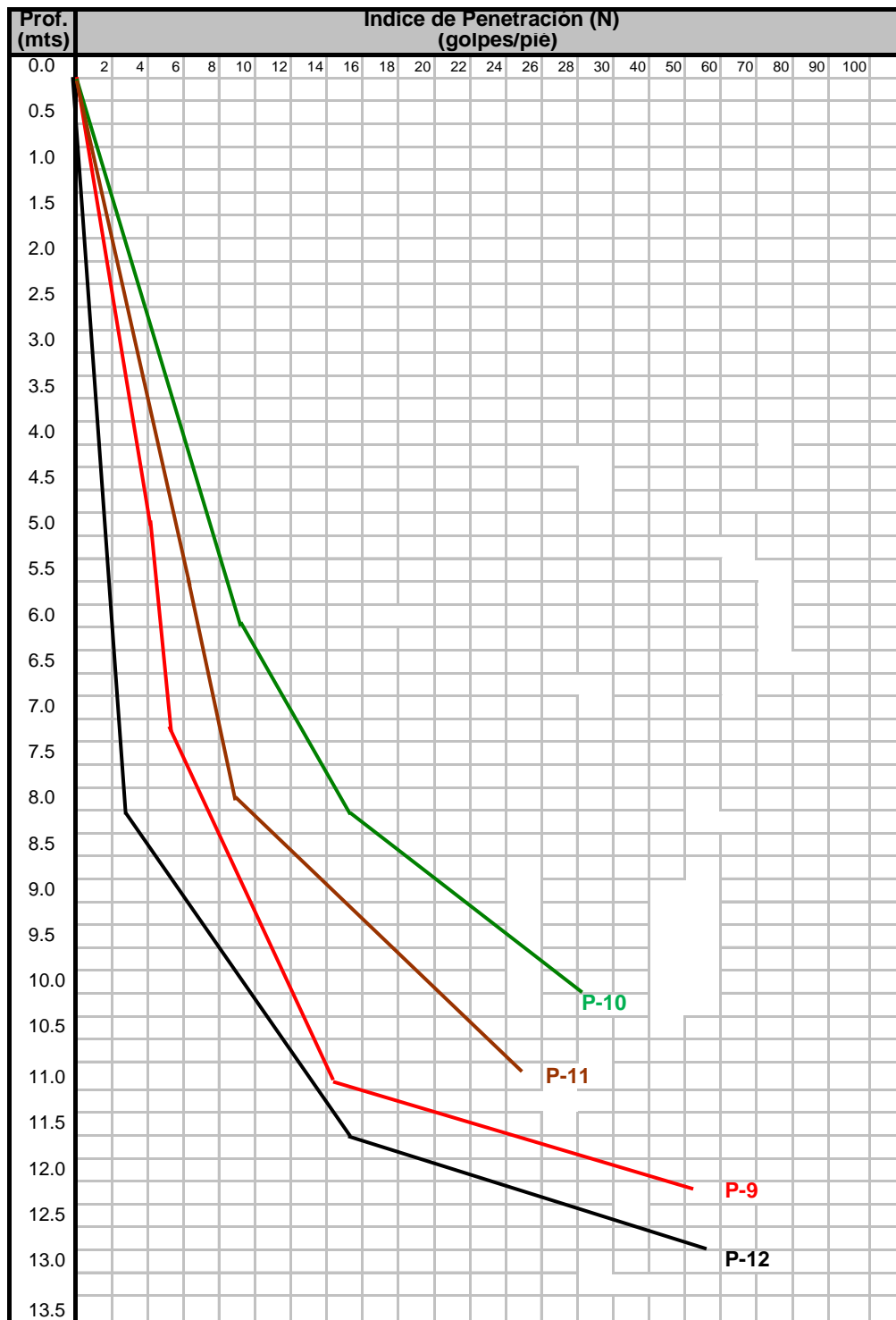


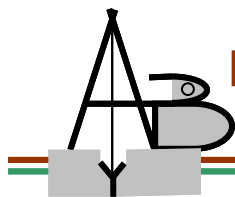


Laboratorio de  
Suelos A&B

PROYECTO : MALECÓN  
CLIENTE: INCITOP  
LOCALIZACIÓN: BUENAVENTURA (V)

CUADRO No. 2.3 Ensayo de Penetración Estándar vs Profundidad (P-9 a P-12)

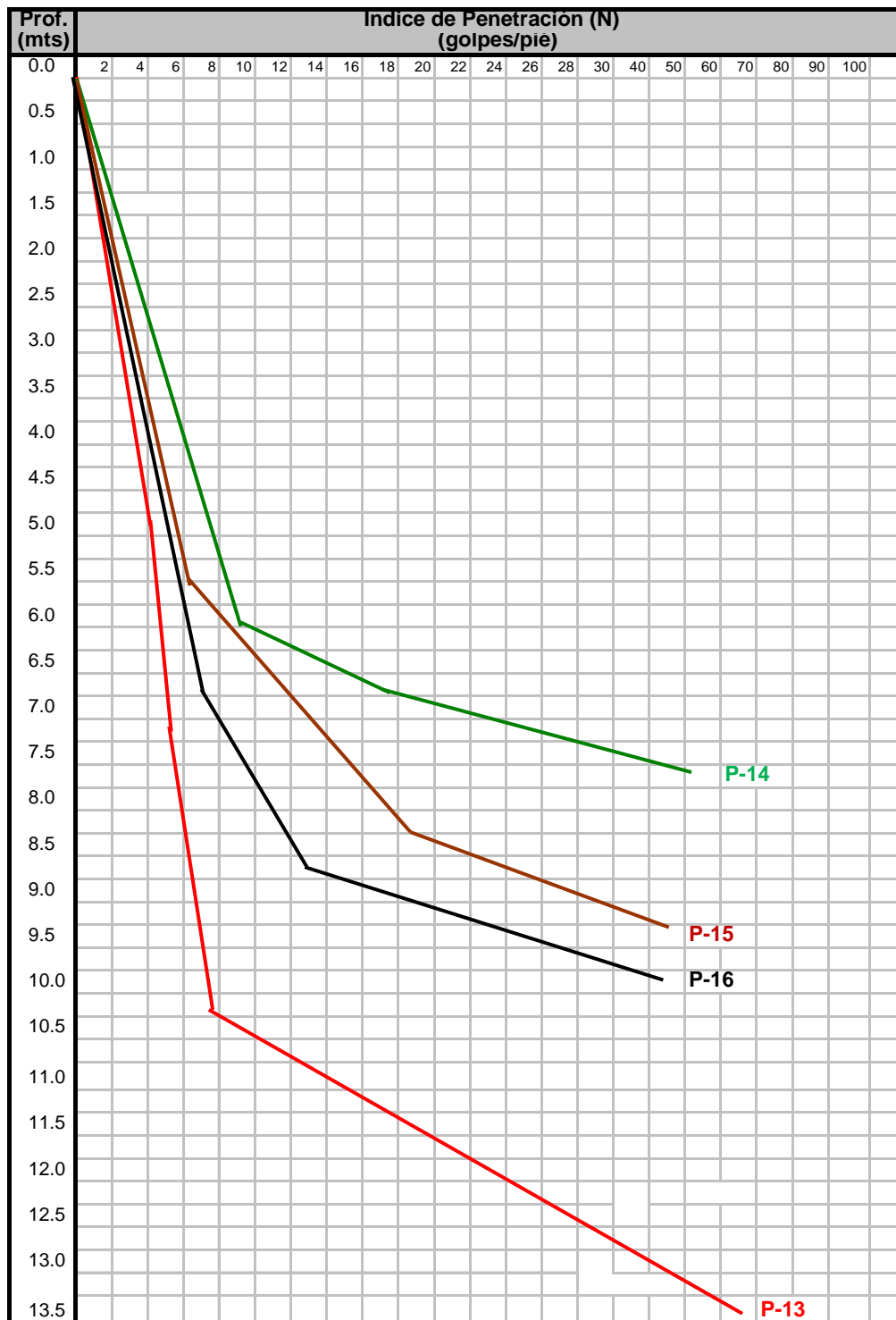


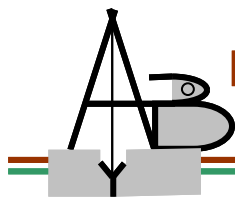


Laboratorio de  
Suelos A&B

PROYECTO : MALECÓN  
CLIENTE: INCITOP  
LOCALIZACIÓN: BUENAVENTURA (V)

CUADRO No. 2.4 Ensayo de Penetración Estándar vs Profundidad (P-13 a P-16)



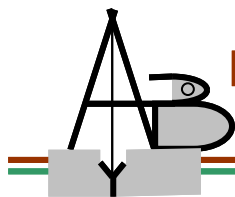


Laboratorio de  
Suelos A&B

PROYECTO : MALECÓN  
CLIENTE: INCITOP  
LOCALIZACIÓN: BUENAVENTURA (V)

CUADRO No. 2.5 Ensayo de Penetración Estándar vs Profundidad (P- 17 a P-20)





Laboratorio de  
Suelos A&B

PROYECTO : MALECÓN  
CLIENTE: INCITOP  
LOCALIZACIÓN: BUENAVENTURA (V)

CUADRO No. 2.6 Ensayo de Penetración Estándar vs Profundidad (P- 21 a P-24)





Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

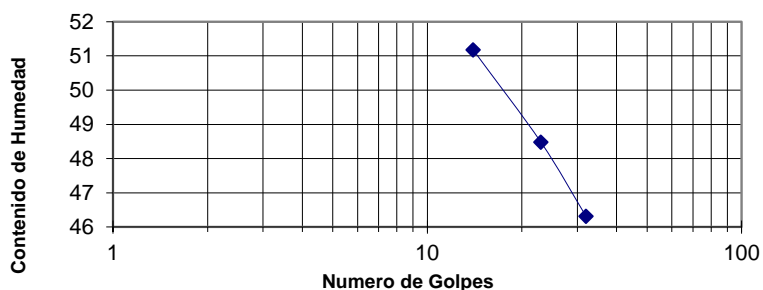
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto: MALECON  
Localización : BUENAVENTURA  
Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA  
Perforación : P - 1 Muestra : 2 - C Prof:Mts 6,50-7,00

### LIMITES DE ATTERBERG NORMAS: I.N.V. E-125 Y E-126

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG				LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1	2
No. De golpes		32	23	14	_____	_____
Recipiente No.		193	191	192	5	6
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	31,43	31,08	30,24	12,5	12,5
Peso Vidrio+suelo seco	gr	23,02	22,50	21,29	10,96	10,97
Peso del agua	gr	8,41	8,58	8,95	1,54	1,53
Peso del vidrio	gr	4,86	4,80	3,80	5,02	5,21
Peso suelo seco	gr	18,16	17,70	17,49	5,94	5,76
Contenido de agua	%	46,3	48,5	51,2	25,9	26,6

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

Humedad Natural	33,9
Límite Líquido	48
Límite Plástico	26
Índice de Plasticidad	22
Clasificación USCS	SC
Índice de grupo	-10
Clasific AASHO	

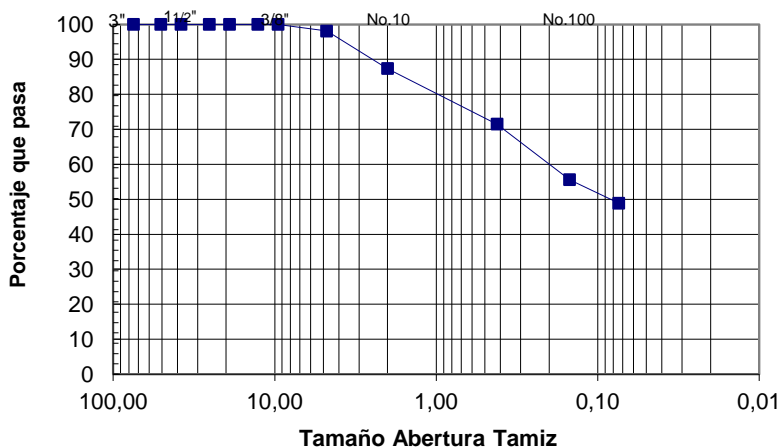
Índice de consistencia	0,64
Índice de liquidez	0,36

### ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NORMA: I.N.V E-123

GRADACIÓN				
Peso inicial	183,1	gr		
Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
3"				100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
No.4	3,5	1,9	1,9	98,1
No.10	19,6	10,7	12,6	87,4
No.40	29,1	15,9	28,5	71,5
No.100	29,1	15,9	44,4	55,6
No.200	12,3	6,7	51,1	48,9
Total	93,6			

Retenido tamiz # 4 1,9 %  
Pasa tamiz # 200 48,9 %

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Fecha \_\_\_\_\_

Laboratorista \_\_\_\_\_





Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

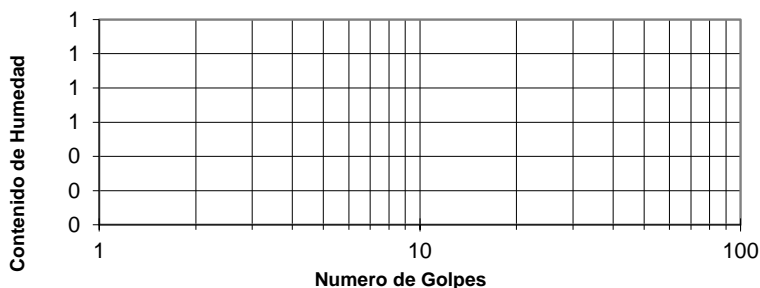
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto: MALECON  
Localización : BUENAVENTURA  
Cliente : INGENIERO LUIS FERNADO MONTOYA  
Perforación : P - 1 Muestra : 1 Prof:Mts 0,20-4,00

### LIMITES DE ATTERBERG NORMAS: I.N.V. E-125 Y E-126

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1 2
No. De golpes					
Recipiente No.					
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr				
Peso Vidrio+suelo seco	gr				
Peso del agua	gr	N L	NL	NL	NP NP
Peso del vidrio	gr				
Peso suelo seco	gr				
Contenido de agua	%				

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

Humedad Natural	5
Límite Líquido	0
Límite Plástico	0
Índice de Plasticidad	0
Clasificación USCS	GM
Índice de grupo	2
Clasific AASHO	

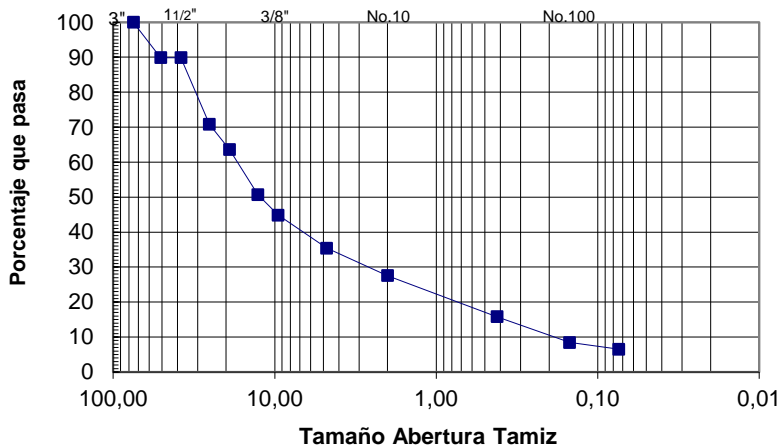
Índice de consistencia	0,00
Índice de liquidez	0,00

### ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NORMA: I.N.V E-123

GRADACIÓN				
Peso inicial	2753,3	gr		
Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
3"				100,0
2"	278,4	10,1	10,1	89,9
1 1/2"	0,0	0,0	10,1	89,9
1"	525,3	19,1	29,2	70,8
3/4"	197,2	7,2	36,4	63,6
1/2"	357,5	13,0	49,3	50,7
3/8"	159,4	5,8	55,1	44,9
No.4	260,6	9,5	64,6	35,4
No.10	216,3	7,9	72,4	27,6
No.40	323,2	11,7	84,2	15,8
No.100	203,5	7,4	91,6	8,4
No.200	51,8	1,9	93,5	6,5
Total	2573,2			

Retenido tamiz # 4 64,6 %  
Pasa tamiz # 200 6,5 %

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Fecha \_\_\_\_\_

Laboratorista \_\_\_\_\_



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

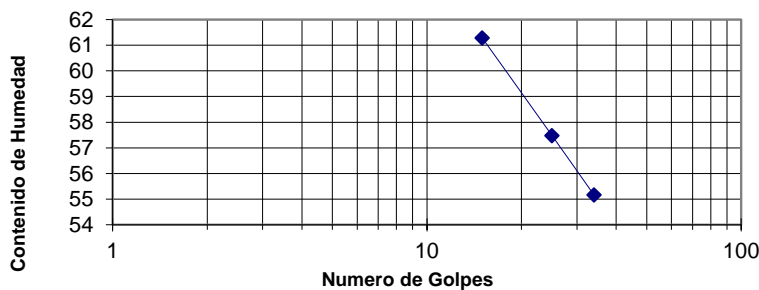
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto: MALECON  
Localización : BUENAVENTURA  
Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA  
Perforación : P - 2 Muestra : 5 - C Prof:Mts 10,50-11,00

### LIMITES DE ATTERBERG NORMAS: I.N.V. E-125 Y E-126

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1 2
No. De golpes		34	25	15	— —
Recipiente No.		190	189	188	7 8
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	28,9	29,89	30,21	12,55 11,77
Peso Vidrio+suelo seco	gr	20,41	20,86	20,65	10,59 9,84
Peso del agua	gr	8,49	9,03	9,56	1,96 1,93
Peso del vidrio	gr	5,02	5,15	5,05	4,95 4,36
Peso suelo seco	gr	15,39	15,71	15,6	5,64 5,48
Contenido de agua	%	55,2	57,5	61,3	34,8 35,2

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

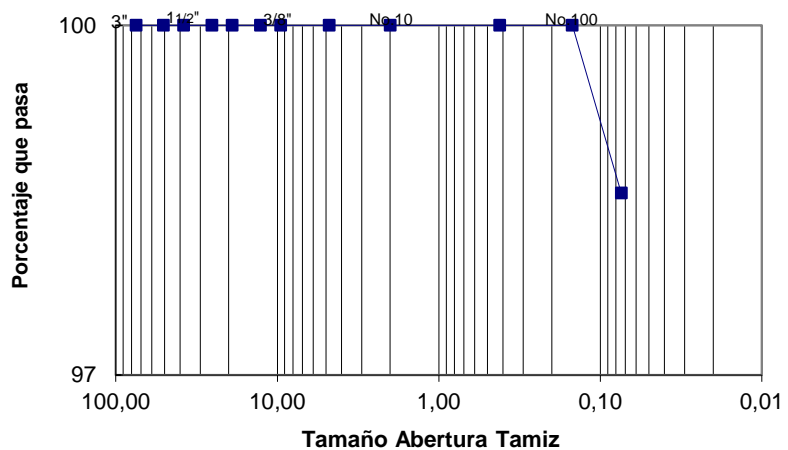
Humedad Natural	62
Límite Líquido	57
Límite Plástico	35
Índice de Plasticidad	22
Clasificación USCS	SG
Índice de grupo	-12
Clasific AASHTO	

Índice de consistencia	-0,23
Índice de liquidez	1,23

### ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NORMA: I.N.V E-123

GRADACIÓN				
Peso inicial	112,3	gr		
Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
3"				100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
No.4	0,0	0,0	0,0	100,0
No.10	0,0	0,0	0,0	100,0
No.40	0,0	0,0	0,0	100,0
No.100	0,0	0,0	0,0	100,0
No.200	1,6	1,4	1,4	98,6
Total	1,6			

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Retenido tamiz # 4 0,0 %  
Pasa tamiz # 200 98,6 %

Fecha \_\_\_\_\_

Laboratorista \_\_\_\_\_



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

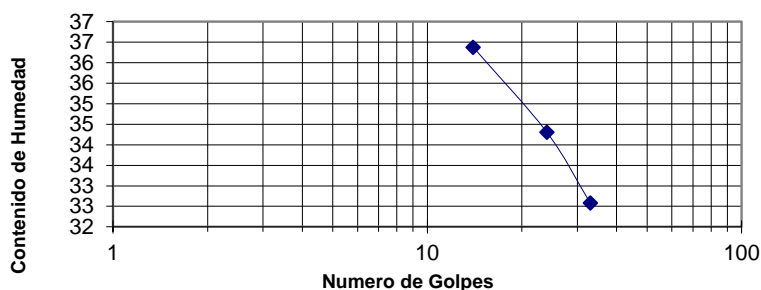
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto: MALECON  
Localización : BUENAVENTURA  
Cliente : INGENIERO LUIS FERNADO MONTOYA  
Perforación : P - 2 Muestra : 4 - C Prof:Mts 8,50-9,00

### LIMITES DE ATTERBERG NORMAS: I.N.V. E-125 Y E-126

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1 2
No. De golpes		33	24	14	
Recipiente No.		196	195	194	3 4
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	28,42	28,82	29,84	12,37 12,92
Peso Vidrio+suelo seco	gr	22,66	22,69	23,18	11,03 11,53
Peso del agua	gr	5,76	6,13	6,66	1,34 1,39
Peso del vidrio	gr	4,98	4,82	4,87	4,6 4,87
Peso suelo seco	gr	17,68	17,87	18,31	6,43 6,66
Contenido de agua	%	32,6	34,3	36,4	20,8 20,9

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

Humedad Natural	18,6
Límite Líquido	34
Límite Plástico	21
Índice de Plasticidad	13
Clasificación USCS	SG
Índice de grupo	-6
Clasific AASHO	

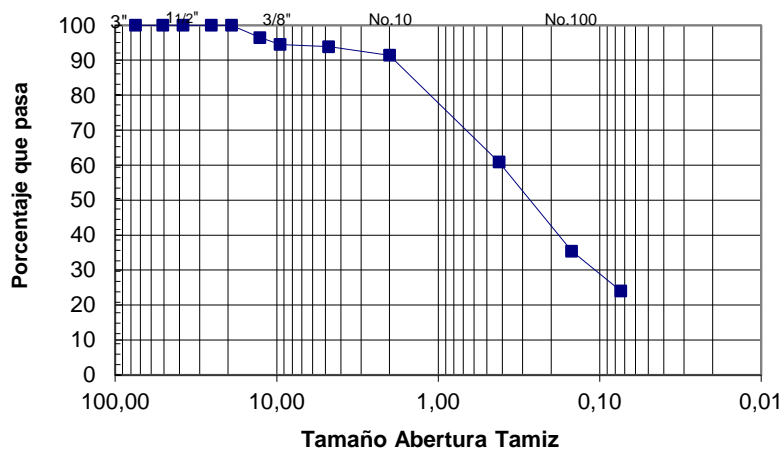
Índice de consistencia	1,18
Índice de liquidez	-0,18

### ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NORMA: I.N.V E-123

GRADACIÓN				
Peso inicial	233,7	gr		
Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
3"				100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	8,3	3,6	3,6	96,4
3/8"	4,6	2,0	5,5	94,5
No.4	1,4	0,6	6,1	93,9
No.10	5,8	2,5	8,6	91,4
No.40	71,3	30,5	39,1	60,9
No.100	59,6	25,5	64,6	35,4
No.200	26,5	11,3	76,0	24,0
Total	177,5			

Retenido tamiz # 4 6,1 %  
Pasa tamiz # 200 24,0 %

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Fecha \_\_\_\_\_

Laboratorista \_\_\_\_\_



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

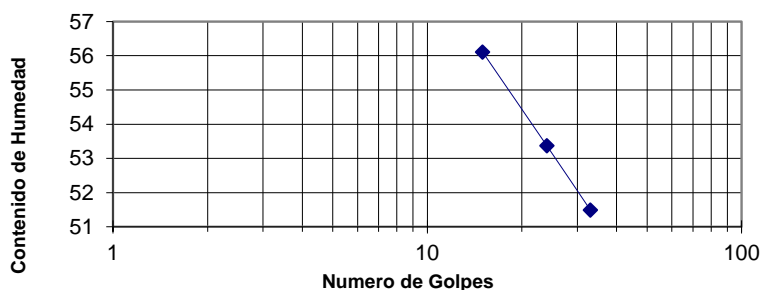
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto: MALECON  
Localización : BUENAVENTURA  
Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA  
Perforación : P - 2 Muestra : 3 - C Prof:Mts 5,50-6,00

### LIMITES DE ATTERBERG NORMAS: I.N.V. E-125 Y E-126

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1 2
No. De golpes		33	24	15	
Recipiente No.		199	198	197	1 2
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	29,91	31,64	32,15	12,66 12,51
Peso Vidrio+suelo seco	gr	21,47	22,3	22,27	10,47 10,27
Peso del agua	gr	8,44	9,34	9,88	2,19 2,24
Peso del vidrio	gr	5,08	4,8	4,66	4,53 4,28
Peso suelo seco	gr	16,39	17,5	17,61	5,94 5,99
Contenido de agua	%	51,5	53,4	56,1	36,9 37,4

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

Humedad Natural	53
Límite Líquido	37
Límite Plástico	16
Índice de Plasticidad	28
Clasificación USCS	SM
Índice de grupo	-9
Clasific AASHTO	

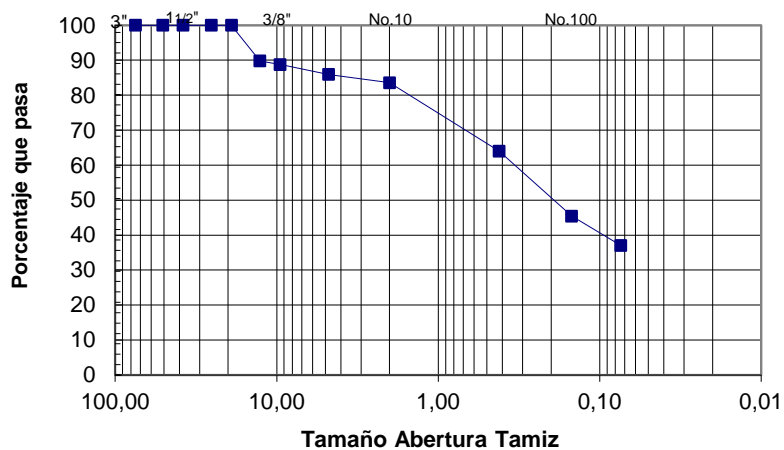
Índice de consistencia	-0,57
Índice de liquidez	1,31

### ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NORMA: I.N.V E-123

GRADACIÓN				
Peso inicial	182	gr		
Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
3"				100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	18,6	10,2	10,2	89,8
3/8"	1,8	1,0	11,2	88,8
No.4	5,2	2,9	14,1	85,9
No.10	4,3	2,4	16,4	83,6
No.40	35,6	19,6	36,0	64,0
No.100	33,8	18,6	54,6	45,4
No.200	15,3	8,4	63,0	37,0
Total	114,6			

Retenido tamiz # 4 14,1 %  
Pasa tamiz # 200 37,0 %

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Fecha \_\_\_\_\_

Laboratorista \_\_\_\_\_



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

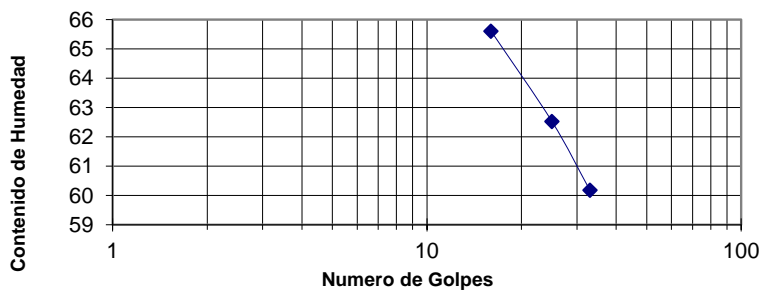
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto: MALECON  
Localización : BUENAVENTURA  
Cliente : INGENIERO LUIS FERNADO MONTOYA  
Perforación : P - 3 Muestra : 5 - C Prof:Mts 11,50-12,00

### LIMITES DE ATTERBERG NORMAS: I.N.V. E-125 Y E-126

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1 2
No. De golpes		33	25	16	
Recipiente No.		181	180	179	13 14
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	31,52	32,65	32,98	12,74 13,42
Peso Vidrio+suelo seco	gr	21,47	21,89	21,88	10,53 11,18
Peso del agua	gr	10,05	10,76	11,1	2,21 2,24
Peso del vidrio	gr	4,77	4,68	4,96	4,43 4,93
Peso suelo seco	gr	16,7	17,21	16,92	6,1 6,25
Contenido de agua	%	60,2	62,5	65,6	36,2 35,8

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

Humedad Natural	25,9
Límite Líquido	62
Límite Plástico	36
Índice de Plasticidad	26
Clasificación USCS	MH
Índice de grupo	-13
Clasific AASHTO	

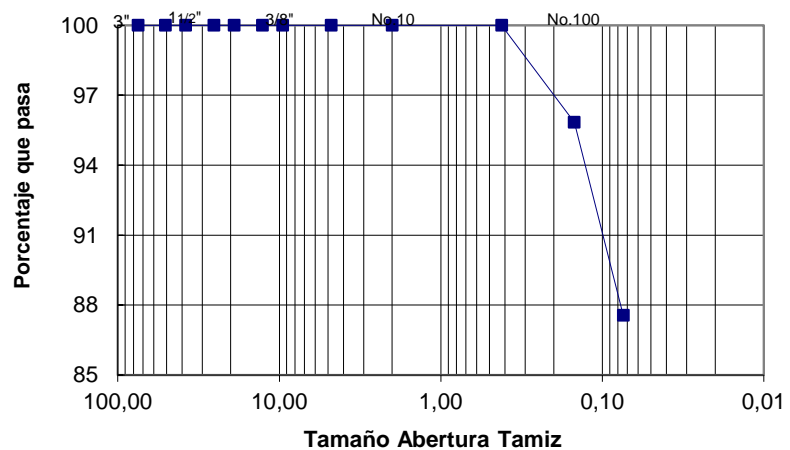
Índice de consistencia	1,39
Índice de liquidez	-0,39

### ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NORMA: I.N.V E-123

GRADACIÓN				
Peso inicial	218,5	gr		
Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
3"				100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
No.4	0,0	0,0	0,0	100,0
No.10	0,0	0,0	0,0	100,0
No.40	0,0	0,0	0,0	100,0
No.100	9,0	4,1	4,1	95,9
No.200	17,9	8,2	12,3	87,7
Total	26,9			

Retenido tamiz # 4 0,0 %  
Pasa tamiz # 200 87,7 %

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Fecha \_\_\_\_\_

Laboratorista \_\_\_\_\_



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

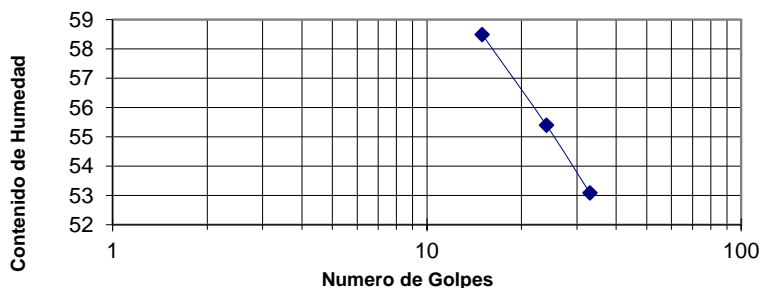
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto:	MALECON					
Localización :	BUENAVENTURA					
Cliente :	INGENIERO LUIS FERNADO MONTOYA					
Perforación :	P - 3	Muestra :	4 - C	Prof:Mts	9,00-9,50	

### LIMITES DE ATTERBERG NORMAS: I.N.V. E-125 Y E-126

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1 2
No. De golpes		33	24	15	— —
Recipiente No.		182	183	184	11 12
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	33,09	33	33,86	13,2 12,16
Peso Vidrio+suelo seco	gr	23,37	23,04	23,21	11,29 10,12
Peso del agua	gr	9,72	9,96	10,65	1,91 2,04
Peso del vidrio	gr	5,06	5,06	5,00	5,66 4,2
Peso suelo seco	gr	18,31	17,98	18,21	5,63 5,92
Contenido de agua	%	53,1	55,4	58,5	33,9 34,5

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

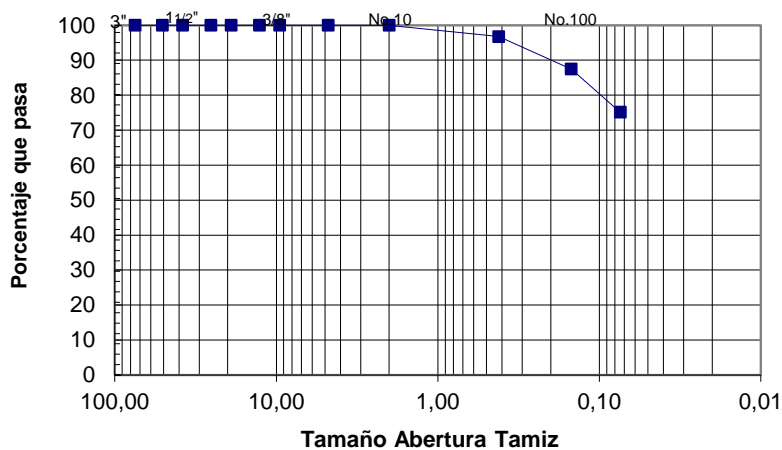
Humedad Natural	49,4
Límite Líquido	55
Límite Plástico	34
Índice de Plasticidad	21
Clasificación USCS	CL
Índice de grupo	-11
Clasific AASHTO	

Índice de consistencia	0,27
Índice de liquidez	0,73

### ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NORMA: I.N.V E-123

GRADACIÓN				
Peso inicial		192,4		gr
Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
3"				100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
No.4	0,0	0,0	0,0	100,0
No.10	0,0	0,0	0,0	100,0
No.40	6,2	3,2	3,2	96,8
No.100	17,9	9,3	12,5	87,5
No.200	23,7	12,3	24,8	75,2
Total	47,8			

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Retenido tamiz # 4 0,0 %  
Pasa tamiz # 200 75,2 %

Fecha \_\_\_\_\_

Laboratorista \_\_\_\_\_



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

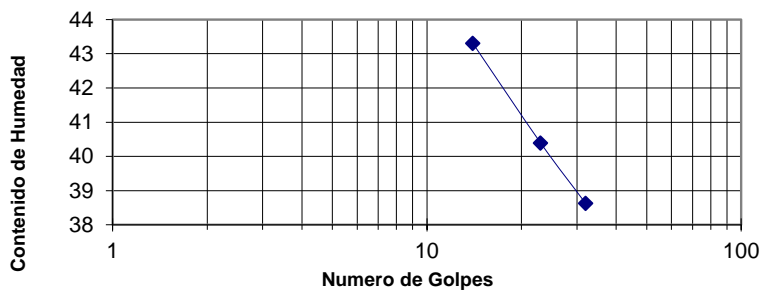
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto:	MALECON					
Localización :	BUENAVENTURA					
Cliente :	INGENIERO LUIS FERNADO MONTOYA					
Perforación :	P - 3	Muestra :	2 - C	Prof:Mts	3,50-4,00	

### LIMITES DE ATTERBERG NORMAS: I.N.V. E-125 Y E-126

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG				LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1	2
No. De golpes		32	23	14		
Recipiente No.		185	186	187	9	10
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	25,76	25,75	26,81	12,32	12,63
Peso Vidrio+suelo seco	gr	19,97	19,78	20,28	10,82	11,18
Peso del agua	gr	5,79	5,97	6,53	1,5	1,45
Peso del vidrio	gr	4,98	5	5,2	4,9	5,35
Peso suelo seco	gr	14,99	14,78	15,08	5,92	5,83
Contenido de agua	%	38,6	40,4	43,3	25,3	24,9

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

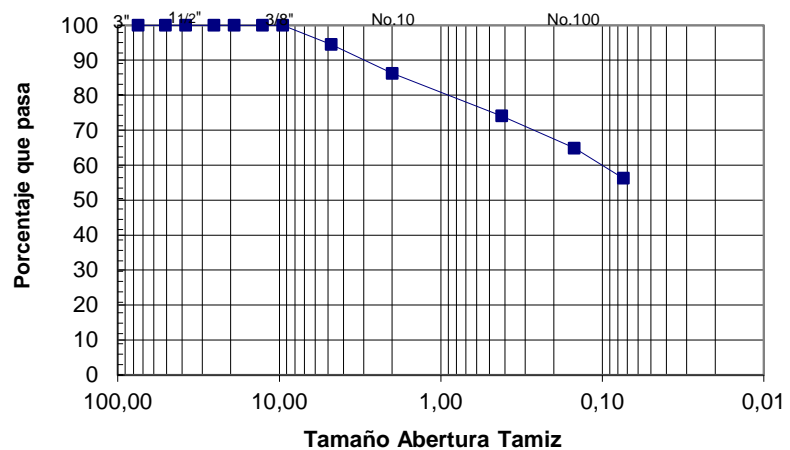
Humedad Natural	40,5
Límite Líquido	40
Límite Plástico	25
Índice de Plasticidad	15
Clasificación USCS	CL
Índice de grupo	-8
Clasific AASHTO	

Índice de consistencia	-0,03
Índice de liquidez	1,03

### ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NORMA: I.N.V E-123

GRADACIÓN				
Peso inicial		210,6		gr
Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
3"				100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
No.4	11,6	5,5	5,5	94,5
No.10	17,3	8,2	13,7	86,3
No.40	25,7	12,2	25,9	74,1
No.100	19,4	9,2	35,1	64,9
No.200	18,1	8,6	43,7	56,3
Total	92,1			

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Retenido tamiz # 4      5,5 %  
Pasa tamiz # 200      56,3 %

Fecha \_\_\_\_\_

Laboratorista \_\_\_\_\_



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

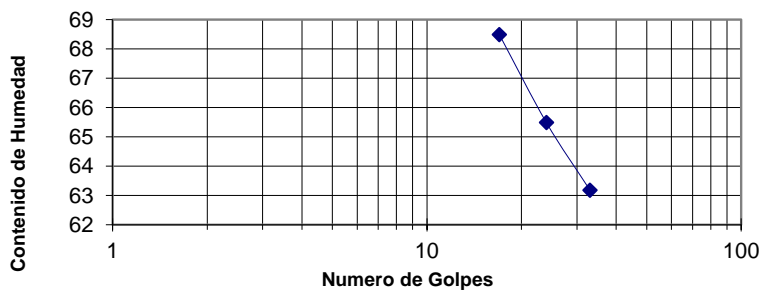
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto: MALECON  
Localización : BUENAVENTURA  
Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA  
Perforación : P - 4 Muestra : 5 - C Prof:Mts 12,50-13,00

### LIMITES DE ATTERBERG NORMAS: I.N.V. E-125 Y E-126

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1 2
No. De golpes		33	24	17	— —
Recipiente No.		170	171	172	19 20
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	37,76	38,16	39,04	14,83 15,49
Peso Vidrio+suelo seco	gr	24,87	25,07	25,22	11,86 12,5
Peso del vidrio	gr	12,89	13,09	13,82	2,97 2,99
Peso del vidrio	gr	4,47	5,08	5,04	4,66 5,18
Peso suelo seco	gr	20,4	19,99	20,18	7,2 7,32
Contenido de agua	%	63,2	65,5	68,5	41,3 40,8

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

Humedad Natural	30,2
Límite Líquido	65
Límite Plástico	41
Índice de Plasticidad	24
Clasificación USCS	MH
Índice de grupo	-13
Clasific AASHTO	

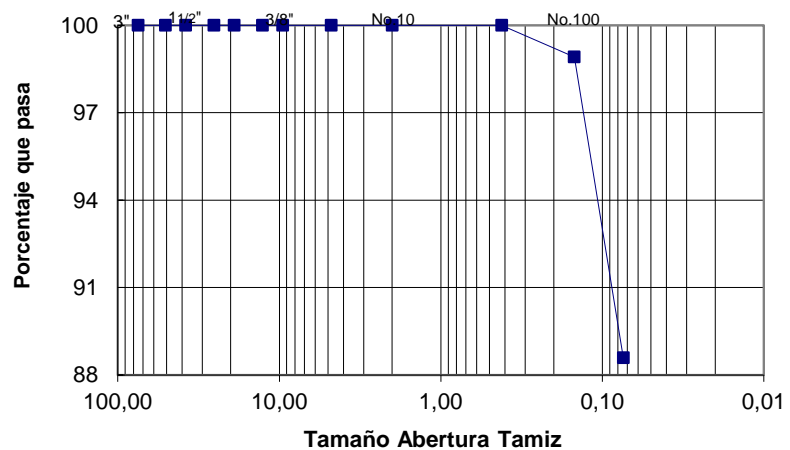
Índice de consistencia	1,45
Índice de liquidez	-0,45

### ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NORMA: I.N.V E-123

GRADACIÓN				
Peso inicial	167,5	gr		
.....				
Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
3"				100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
No.4	0,0	0,0	0,0	100,0
No.10	0,0	0,0	0,0	100,0
No.40	0,0	0,0	0,0	100,0
No.100	1,8	1,1	1,1	98,9
No.200	17,1	10,2	11,3	88,7
Total	18,9			

Retenido tamiz # 4 0,0 %  
Pasa tamiz # 200 88,7 %

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Fecha \_\_\_\_\_

Laboratorista \_\_\_\_\_





Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

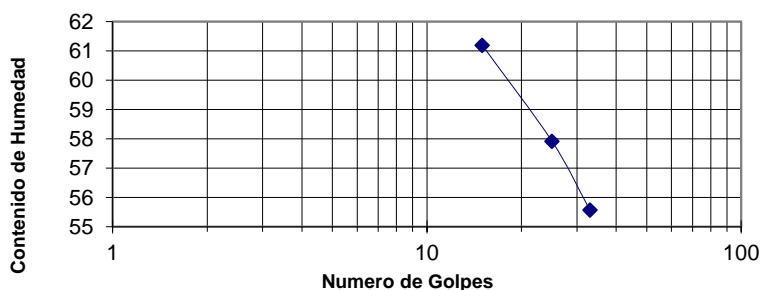
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto: MALECON  
Localización : BUENAVENTURA  
Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA  
Perforación : P - 4 Muestra : 4 - C Prof:Mts 10,00-10,50

### LIMITES DE ATTERBERG NORMAS: I.N.V. E-125 Y E-126

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1 2
No. De golpes		33	25	15	
Recipiente No.		175	174	173	17 18
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	33,41	35,13	35,03	14,22 14,01
Peso Vidrio+suelo seco	gr	23,19	24,01	23,63	12,02 11,85
Peso del agua	gr	10,22	11,12	11,4	2,2 2,16
Peso del vidrio	gr	4,8	4,81	5,00	5,18 5,08
Peso suelo seco	gr	18,39	19,2	18,63	6,84 6,77
Contenido de agua	%	55,6	57,9	61,2	32,2 31,9

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

Humedad Natural	31,5
Límite Líquido	58
Límite Plástico	32
Índice de Plasticidad	26
Clasificación USCS	MH
Índice de grupo	-13
Clasific AASHTO	

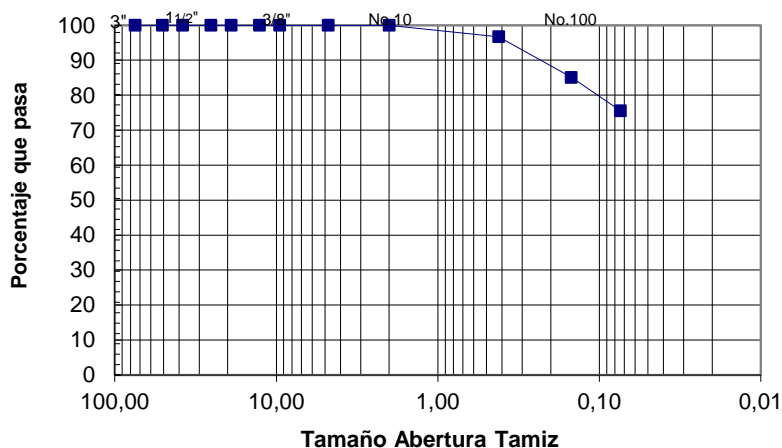
Índice de consistencia	1,02
Índice de liquidez	-0,02

### ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NORMA: I.N.V E-123

GRADACIÓN				
Peso inicial	179,9	gr		
Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
3"				100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
No.4	0,0	0,0	0,0	100,0
No.10	0,0	0,0	0,0	100,0
No.40	5,9	3,3	3,3	96,7
No.100	20,9	11,6	14,9	85,1
No.200	17,1	9,5	24,4	75,6
Total	43,9			

Retenido tamiz # 4 0,0 %  
Pasa tamiz # 200 75,6 %

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Fecha \_\_\_\_\_

Laboratorista \_\_\_\_\_



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

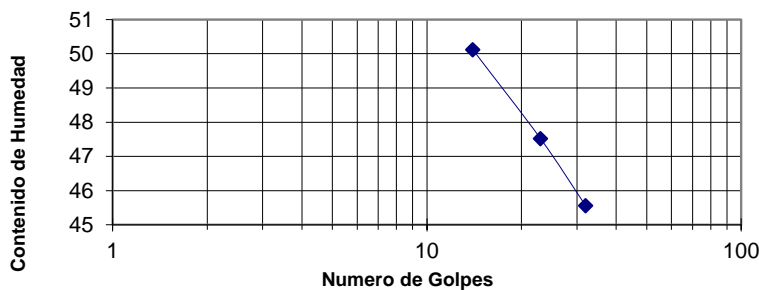
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto:	MALECON					
Localización :	BUENAVENTURA					
Cliente :	INGENIERO LUIS FERNADO MONTOYA					
Perforación :	P - 4	Muestra :	3 - C	Prof:Mts	6,00-6,50	

### LIMITES DE ATTERBERG NORMAS: I.N.V. E-125 Y E-126

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG				LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1	2
No. De golpes		32	23	14	_____	_____
Recipiente No.		178	177	176	15	16
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	29,68	29,61	30,89	13,64	14,11
Peso Vidrio+suelo seco	gr	21,94	21,67	22,27	11,8	12,26
Peso del agua	gr	7,74	7,94	8,62	1,84	1,85
Peso del vidrio	gr	4,95	4,96	5,07	4,7	5,27
Peso suelo seco	gr	16,99	16,71	17,2	7,1	6,99
Contenido de agua	%	45,6	47,5	50,1	25,9	26,5

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

Humedad Natural	48,5
Límite Líquido	47
Límite Plástico	26
Índice de Plasticidad	21
Clasificación USCS	CL
Índice de grupo	-10
Clasific AASHTO	

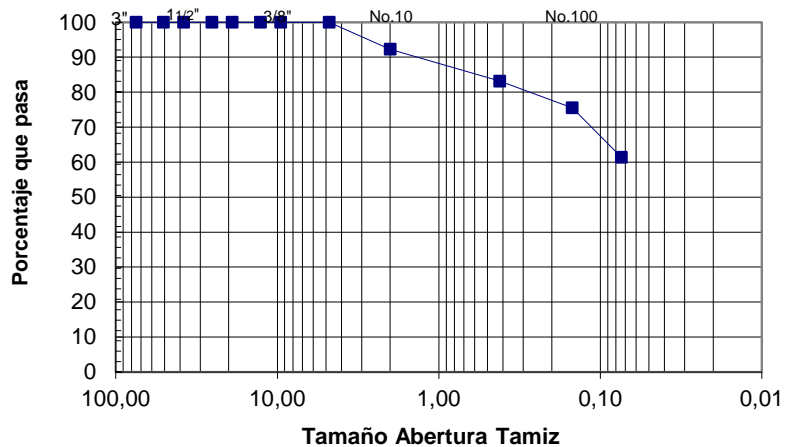
Índice de consistencia	-0,07
Índice de liquidez	1,07

### ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NORMA: I.N.V E-123

GRADACIÓN				
Peso inicial	193,5	gr		
Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
3"				100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
No.4	0,0	0,0	0,0	100,0
No.10	14,9	7,7	7,7	92,3
No.40	17,6	9,1	16,8	83,2
No.100	14,9	7,7	24,5	75,5
No.200	27,3	14,1	38,6	61,4
Total	74,7			

Retenido tamiz # 4      0,0 %  
Pasa tamiz # 200      61,4 %

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Fecha \_\_\_\_\_

Laboratorista \_\_\_\_\_



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

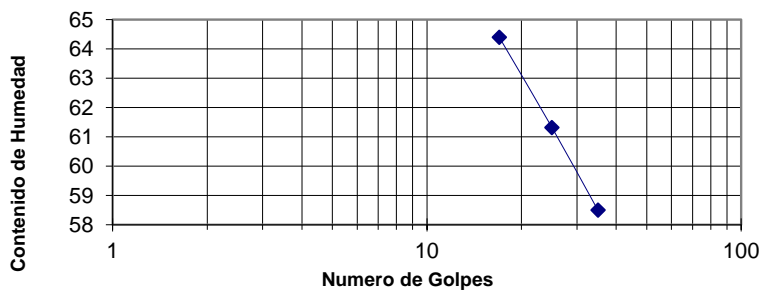
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto: MALECON  
Localización : BUENAVENTURA  
Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA  
Perforación : P - 5 Muestra : 5 - C Prof:Mts 11,50-12,00

### LIMITES DE ATTERBERG NORMAS: I.N.V. E-125 Y E-126

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1 2
No. De golpes		35	25	17	
Recipiente No.		161	162	163	25 26
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	38,02	39,04	39,39	13,78 13,26
Peso Vidrio+suelo seco	gr	25,87	26,09	25,92	11,16 10,7
Peso del vidrio	gr	12,15	12,95	13,47	2,62 2,56
Peso del vidrio	gr	5,10	4,97	5,00	3,75 3,40
Peso suelo seco	gr	20,77	21,12	20,92	7,41 7,3
Contenido de agua	%	58,5	61,3	64,4	35,4 35,1

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

Humedad Natural	30,9
Límite Líquido	61
Límite Plástico	35
Índice de Plasticidad	26
Clasificación USCS	MH
Índice de grupo	-13
Clasific AASHTO	

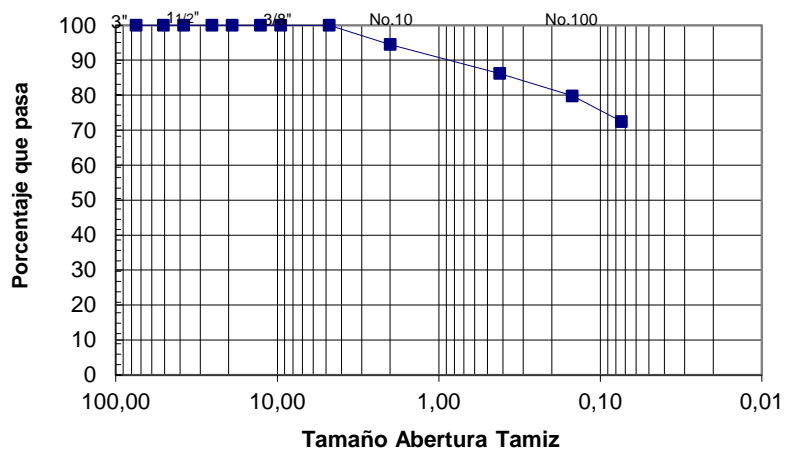
Índice de consistencia	1,16
Índice de liquidez	-0,16

### ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NORMA: I.N.V E-123

GRADACIÓN				
Peso inicial	154,5	gr		
Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
3"				100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
No.4	0,0	0,0	0,0	100,0
No.10	8,5	5,5	5,5	94,5
No.40	12,8	8,3	13,8	86,2
No.100	9,9	6,4	20,2	79,8
No.200	11,3	7,3	27,5	72,5
Total	13,6			

Retenido tamiz # 4 0,0 %  
Pasa tamiz # 200 72,5 %

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Fecha \_\_\_\_\_

Laboratorista \_\_\_\_\_



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

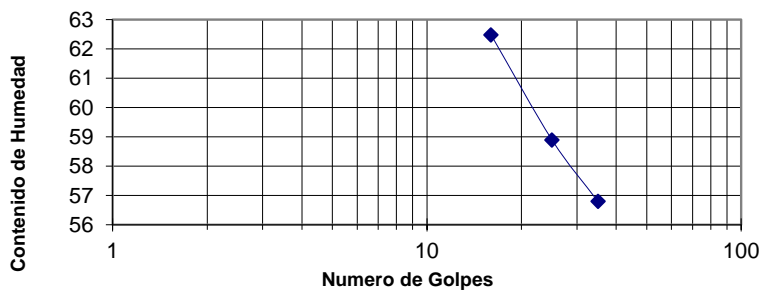
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto: MALECON  
Localización : BUENAVENTURA  
Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA  
Perforación : P - 5 Muestra : 4 - C Prof:Mts 10,00-10,50

### LIMITES DE ATTERBERG NORMAS: I.N.V. E-125 Y E-126

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1 2
No. De golpes		35	25	16	
Recipiente No.		166	165	164	23 24
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	36,84	37,63	38,62	13,99 13,98
Peso Vidrio+suelo seco	gr	25,27	25,58	25,75	11,05 11,14
Peso del vidrio	gr	11,57	12,05	12,87	2,94 2,84
Peso del vidrio	gr	4,90	5,12	5,15	3,80 4,00
Peso suelo seco	gr	20,37	20,46	20,6	7,25 7,14
Contenido de agua	%	56,8	58,9	62,5	40,6 39,8

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

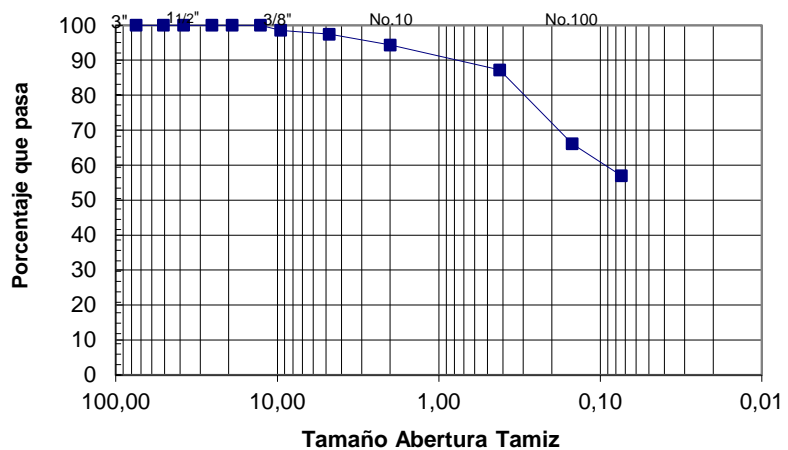
Humedad Natural	33,0
Límite Líquido	59
Límite Plástico	40
Índice de Plasticidad	19
Clasificación USCS	MH
Índice de grupo	-12
Clasific AASHTO	

Índice de consistencia	1,37
Índice de liquidez	-0,37

### ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NORMA: I.N.V E-123

GRADACIÓN				
Peso inicial	149,3	gr		
Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
3"				100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	2,2	1,5	1,5	98,5
No.4	1,6	1,1	2,5	97,5
No.10	4,6	3,1	5,6	94,4
No.40	10,7	7,2	12,8	87,2
No.100	31,5	21,1	33,9	66,1
No.200	13,6	9,1	43,0	57,0
Total	13,6			

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Retenido tamiz # 4 2,5 %  
Pasa tamiz # 200 57,0 %

Fecha \_\_\_\_\_

Laboratorista \_\_\_\_\_



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

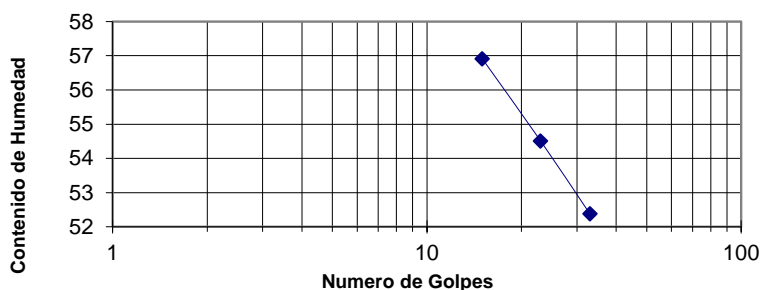
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto: MALECON  
Localización : BUENAVENTURA  
Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA  
Perforación : P - 5 Muestra : 3 - C Prof:Mts 6,00-6,50

### LIMITES DE ATTERBERG NORMAS: I.N.V. E-125 Y E-126

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1 2
No. De golpes		33	23	15	
Recipiente No.		167	168	169	21 22
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	32,95	33,19	33,1	13,1 12,55
Peso Vidrio+suelo seco	gr	23,26	23,22	22,89	10,57 10,11
Peso del vidrio	gr	9,69	9,97	10,21	2,53 2,44
Peso del vidrio	gr	4,76	4,93	4,95	3,7 3,56
Peso suelo seco	gr	18,5	18,29	17,94	6,87 6,55
Contenido de agua	%	52,4	54,5	56,9	36,8 37,3

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

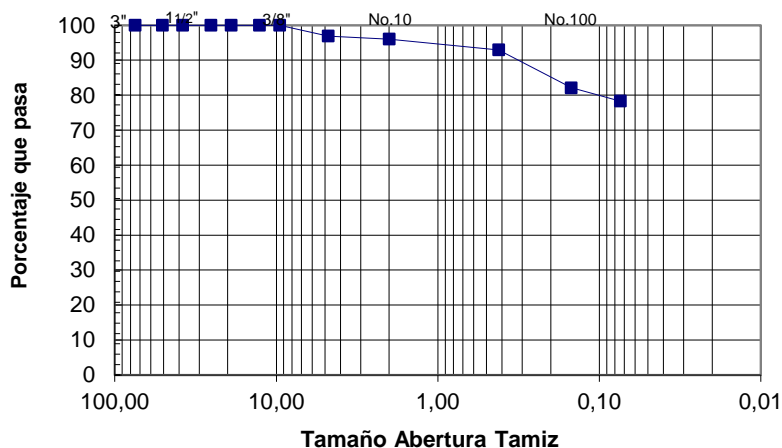
Humedad Natural	44,2
Límite Líquido	54
Límite Plástico	37
Índice de Plasticidad	17
Clasificación USCS	MH
Índice de grupo	-11
Clasific AASHTO	

Índice de consistencia	0,58
Índice de liquidez	0,42

### ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NORMA: I.N.V E-123

GRADACIÓN				
Peso inicial	170,1	gr		
Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
3"				100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
No.4	5,3	3,1	3,1	96,9
No.10	1,4	0,8	3,9	96,1
No.40	5,3	3,1	7,1	92,9
No.100	18,4	10,8	17,9	82,1
No.200	6,5	3,8	21,7	78,3
Total	36,9			

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Retenido tamiz # 4 3,1 %  
Pasa tamiz # 200 78,3 %

Fecha \_\_\_\_\_

Laboratorista \_\_\_\_\_



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

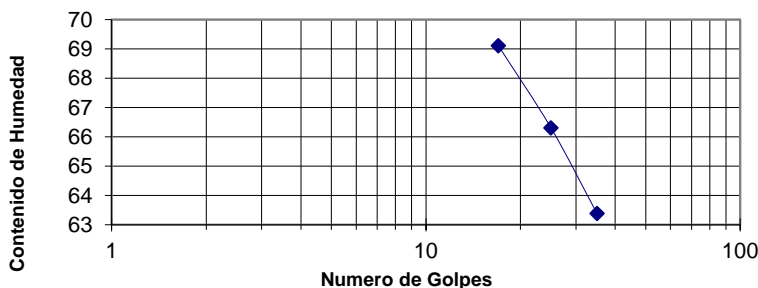
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto: MALECON  
Localización : BUENAVENTURA  
Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA  
Perforación : P - 6 Muestra : 5 - C Prof:Mts 12,50-13,00

### LIMITES DE ATTERBERG NORMAS: I.N.V. E-125 Y E-126

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1 2
No. De golpes		35	25	17	
Recipiente No.		154	153	152	31 32
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	38,87	40,24	40,38	13,83 13,97
Peso Vidrio+suelo seco	gr	25,64	26,15	25,93	11,07 11,18
Peso del agua	gr	13,23	14,09	14,45	2,76 2,79
Peso del vidrio	gr	4,77	4,9	5,02	3,85 3,83
Peso suelo seco	gr	20,87	21,25	20,91	7,22 7,35
Contenido de agua	%	63,4	66,3	69,1	38,2 38,0

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

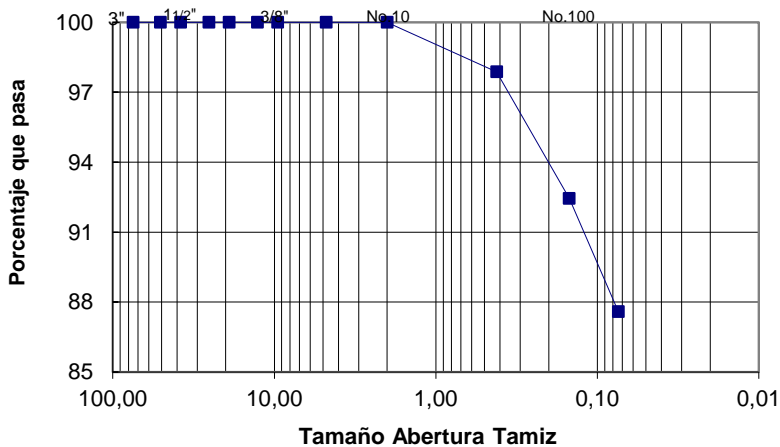
Humedad Natural	30,9
Límite Líquido	66
Límite Plástico	38
Índice de Plasticidad	28
Clasificación USCS	MH
Índice de grupo	-14
Clasific AASHTO	

Índice de consistencia	1,25
Índice de liquidez	-0,25

### ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NORMA: I.N.V E-123

GRADACIÓN				
Peso inicial	204,5	gr		
Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
3"				100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
No.4	0,0	0,0	0,0	100,0
No.10	0,0	0,0	0,0	100,0
No.40	4,3	2,1	2,1	97,9
No.100	11,0	5,4	7,5	92,5
No.200	9,8	4,8	12,3	87,7
Total	13,6			

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Retenido tamiz # 4 0,0 %  
Pasa tamiz # 200 87,7 %

Fecha \_\_\_\_\_

Laboratorista \_\_\_\_\_



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

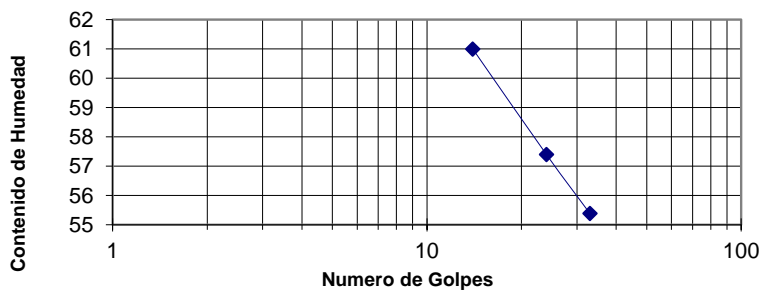
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto: MALECON  
Localización : BUENAVENTURA  
Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA  
Perforación : P - 6 Muestra : 4 - C Prof:Mts 10,50-11,00

### LIMITES DE ATTERBERG NORMAS: I.N.V. E-125 Y E-126

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1 2
No. De golpes		33	24	14	
Recipiente No.		155	156	157	29 30
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	35,98	36,9	37,05	13,38 13,63
Peso Vidrio+suelo seco	gr	24,98	25,34	24,87	10,72 11,12
Peso del agua	gr	11,00	11,56	12,18	2,66 2,51
Peso del vidrio	gr	5,12	5,2	4,90	3,95 4,67
Peso suelo seco	gr	19,86	20,14	19,97	6,77 6,45
Contenido de agua	%	55,4	57,4	61,0	39,3 38,9

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

Humedad Natural	35,4
Límite Líquido	57
Límite Plástico	39
Índice de Plasticidad	18
Clasificación USCS	MH
Índice de grupo	-11
Clasific AASHTO	

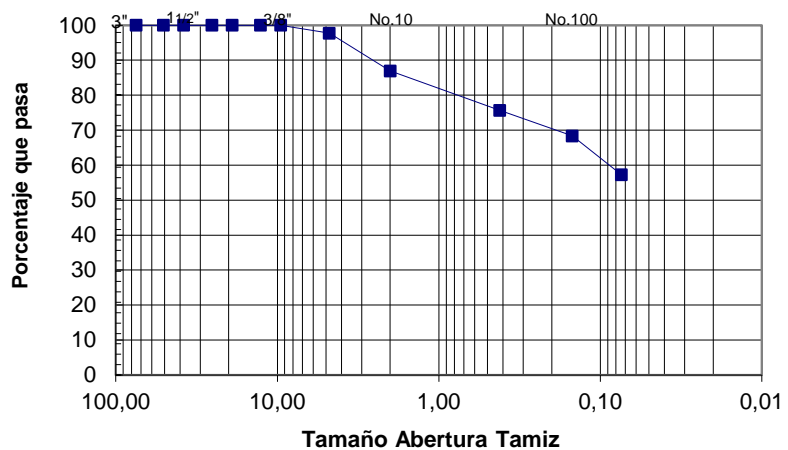
Índice de consistencia	1,20
Índice de liquidez	-0,20

### ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NORMA: I.N.V E-123

GRADACIÓN				
Peso inicial	179,9	gr		
Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
3"				100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
No.4	4,1	2,3	2,3	97,7
No.10	19,4	10,8	13,1	86,9
No.40	20,3	11,3	24,3	75,7
No.100	13,1	7,3	31,6	68,4
No.200	20,0	11,1	42,7	57,3
Total	13,6			

Retenido tamiz # 4 2,3 %  
Pasa tamiz # 200 57,3 %

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Fecha \_\_\_\_\_

Laboratorista \_\_\_\_\_



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

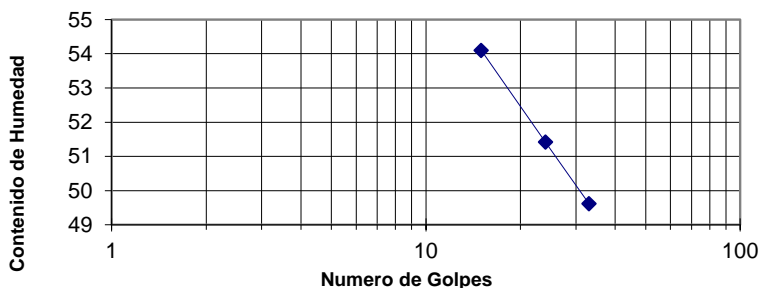
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto:	MALECON					
Localización :	BUENAVENTURA					
Cliente :	INGENIERO LUIS FERNADO MONTOYA					
Perforación :	P - 6	Muestra :	3 - C	Prof:Mts	8,00-8,50	

### LIMITES DE ATTERBERG NORMAS: I.N.V. E-125 Y E-126

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1 2
No. De golpes		33	24	15	
Recipiente No.		160	159	158	27 28
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	30,62	30,71	31,84	12,9 12,07
Peso Vidrio+suelo seco	gr	22,07	22	22,47	10,76 9,84
Peso del agua	gr	8,55	8,71	9,37	2,14 2,23
Peso del vidrio	gr	4,84	5,06	5,15	4,78 3,74
Peso suelo seco	gr	17,23	16,94	17,32	5,98 6,1
Contenido de agua	%	49,6	51,4	54,1	35,8 36,6

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

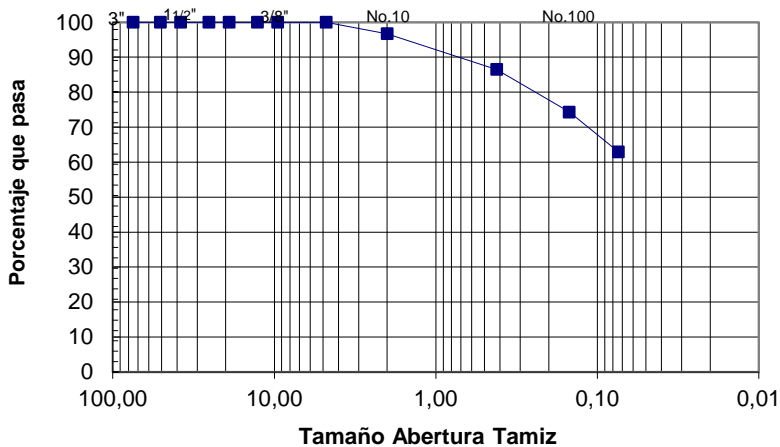
Humedad Natural	42,7
Límite Líquido	51
Límite Plástico	36
Índice de Plasticidad	15
Clasificación USCS	MH
Índice de grupo	-10
Clasific AASHTO	

Índice de consistencia	0,55
Índice de liquidez	0,45

### ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NORMA: I.N.V E-123

GRADACIÓN				
Peso inicial		199,4		gr
Tamiz	Peso	%	%Ret	%
No.	Ret	Ret	Acum	Pasa
3"				100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
No.4	0,0	0,0	0,0	100,0
No.10	6,6	3,3	3,3	96,7
No.40	20,3	10,2	13,5	86,5
No.100	24,3	12,2	25,7	74,3
No.200	22,7	11,4	37,1	62,9
Total	13,6			

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Retenido tamiz # 4 0,0 %  
Pasa tamiz # 200 62,9 %

Fecha \_\_\_\_\_

Laboratorista \_\_\_\_\_





Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

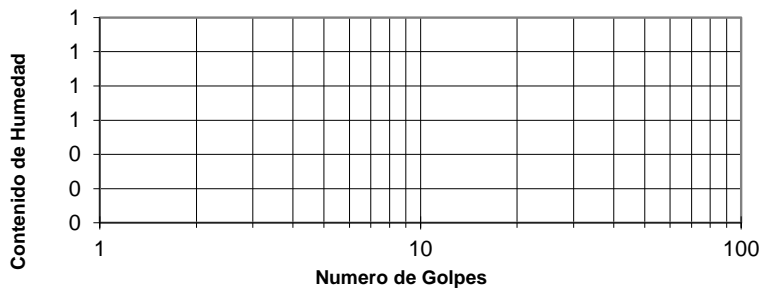
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto: MALECON  
Localización : BUENAVENTURA  
Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA  
Perforación : P - 6 Muestra : 1 Prof:Mts 0,20-4,00

### LIMITES DE ATTERBERG NORMAS: I.N.V. E-125 Y E-126

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1 2
No. De golpes					
Recipiente No.					
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr				
Peso Vidrio+suelo seco	gr				
Peso del agua	gr	N L	NL	NL	NP NP
Peso del vidrio	gr				
Peso suelo seco	gr				
Contenido de agua	%				

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

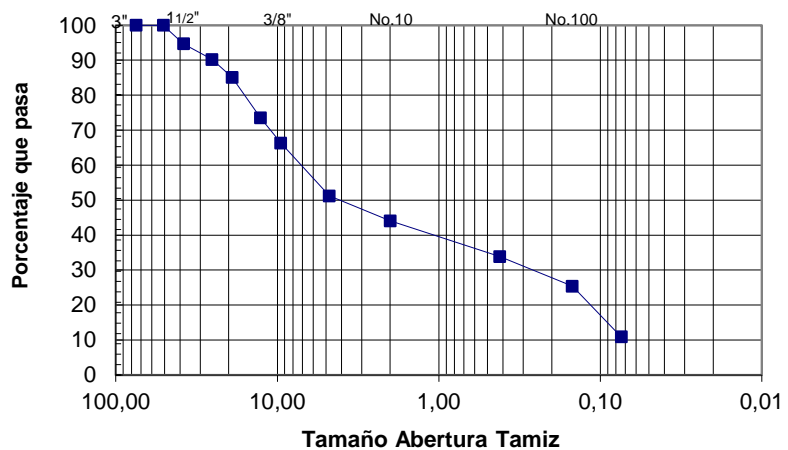
Humedad Natural	11,8
Límite Líquido	0
Límite Plástico	0
Índice de Plasticidad	0
Clasificación USCS	GM
Índice de grupo	2
Clasific AASHO	

Índice de consistencia	0,00
Índice de liquidez	0,00

### ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NORMA: I.N.V E-123

GRADACIÓN				
Peso inicial	3786,7	gr		
Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
3"				100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	200,7	5,3	5,3	94,7
1"	170,4	4,5	9,8	90,2
3/4"	193,1	5,1	14,9	85,1
1/2"	439,2	11,6	26,5	73,5
3/8"	272,6	7,2	33,7	66,3
No.4	571,8	15,1	48,8	51,2
No.10	268,9	7,1	55,9	44,1
No.40	386,2	10,2	66,1	33,9
No.100	321,9	8,5	74,6	25,4
No.200	549,1	14,5	89,1	10,9
Total	13,6			

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Retenido tamiz # 4 48,8 %  
Pasa tamiz # 200 10,9 %

Fecha \_\_\_\_\_

Laboratorista \_\_\_\_\_



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

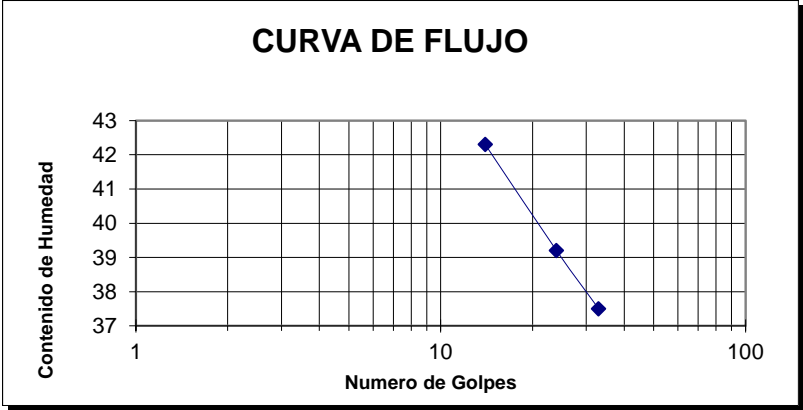
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto:	MALECÓN		
Localización:	BUENAVENTURA		
Cliente:	INCITOP		
PERFORACION Nº	P-10	MUESTRA 2 - C	PROF: 1,00 - 1,50 Mts

### LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1 2
No. De golpes		33	24	14	
Recipiente No.		186	163	165	1 5
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	32,18	32,78	33,88	12,21 15,72
Peso Vidrio+suelo seco	gr	24,77	24,96	25,33	10,70 13,61
Peso del agua	gr	7,41	7,82	8,55	1,51 2,11
Peso del vidrio	gr	5,00	5	5,12	4,55 5,02
Peso suelo seco	gr	19,77	19,96	20,21	6,15 8,59
Contenido de agua	%	37,5	39,2	42,3	24,5 24,6

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

Humedad Natural	35,0
Límite Líquido	40
Límite Plástico	25
Indice de Plasticidad	15
Clasificación USCS	ML
Indice de grupo	10
Clasific AASHTO	

Indice de consistencia	0,33
Indice de liquidez	0,67

### ANALISIS GRANULOMETRICO

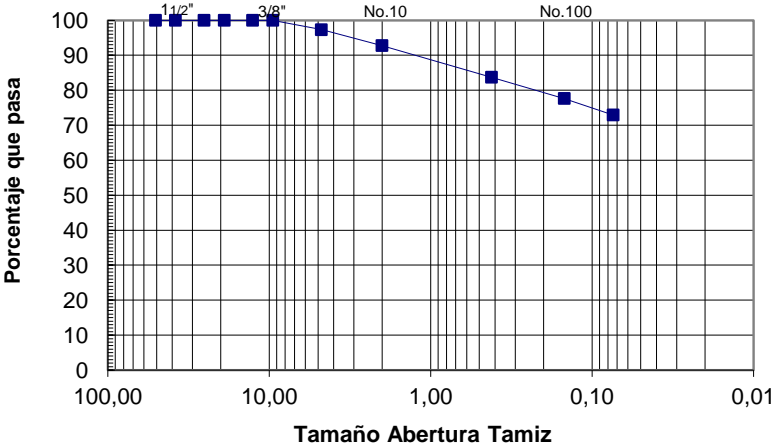
#### GRADACIÓN

Peso inicial 135,5 gr

Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
2"				100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
No.4	3,6	2,7	2,7	97,3
No.10	6,2	4,6	7,2	92,8
No.40	12,3	9,1	16,3	83,7
No.100	8,2	6,1	22,4	77,6
No.200	6,4	4,7	27,1	72,9

PasaTam200 72,9 %

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Laboratorista



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

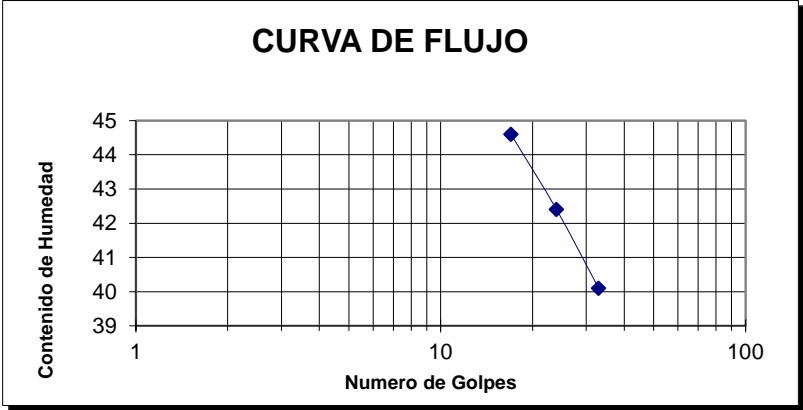
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto:	MALECÓN			
Localización:	BUENAVENTURA			
Cliente:	INCITOP			
PERFORACION Nº	P-10	MUESTRA	3 - c	PROF: 3,00 - 3,50 Mts

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1 2
No. De golpes		33	24	17	
Recipiente No.		139	146	156	4 8
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	34,04	34,21	35,03	13,79 13,45
Peso Vidrio+suelo seco	gr	25,74	25,51	25,83	11,81 11,46
Peso del agua	gr	8,30	8,7	9,2	1,98 1,99
Peso del vidrio	gr	5,04	5,00	5,2	4,87 4,36
Peso suelo seco	gr	20,70	20,51	20,63	6,94 7,10
Contenido de agua	%	40,1	42,4	44,6	28,5 28,0

CURVA DE FLUJO



LIMITES DE CONSISTENCIA

Humedad Natural	37,1
Límite Líquido	42
Límite Plástico	28
Indice de Plasticidad	14
Clasificación USCS	ML
Indice de grupo	12
Clasific AASHTO	

Indice de consistencia	0,35
Indice de liquidez	0,65

ANALISIS GRANULOMETRICO

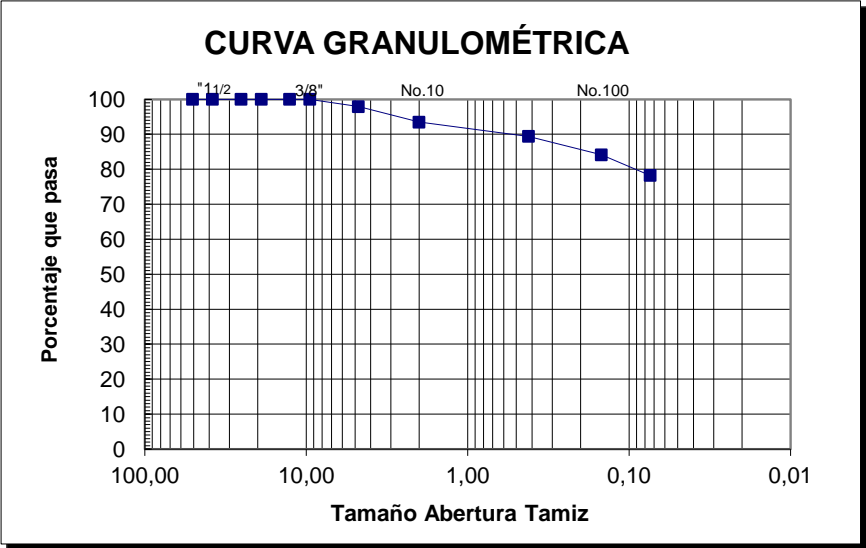
GRADACIÓN

Peso inicial 215,4 gr

Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
2"				100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
No.4	4,5	2,1	2,1	97,9
No.10	9,5	4,4	6,5	93,5
No.40	8,8	4,1	10,6	89,4
No.100	11,4	5,3	15,9	84,1
No.200	12,7	5,9	21,8	78,2

PasaTam200 78,2 %

CURVA GRANULOMÉTRICA



Laboratorista



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

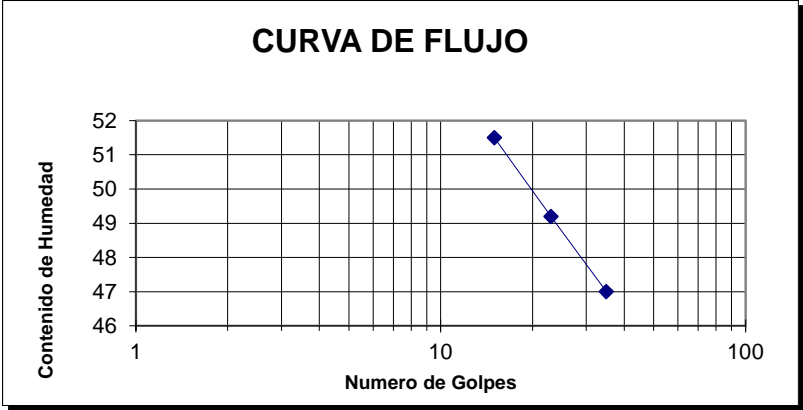
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto:	MALECÓN			
Localización:	BUENAVENTURA			
Cliente:	INCITOP			
PERFORACION Nº	P-10	MUESTRA	5 - C	PROF: 6,00 - 6,50 Mts

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1 2
No. De golpes		35	23	15	
Recipiente No.		185	174	108	7 10
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	33,76	35,68	34,32	13,26 11,89
Peso Vidrio+suelo seco	gr	24,56	25,5	24,58	11,01 10,11
Peso del agua	gr	9,20	10,18	9,74	2,25 1,78
Peso del vidrio	gr	4,98	4,81	5,66	4,95 5,35
Peso suelo seco	gr	19,58	20,69	18,92	6,06 4,76
Contenido de agua	%	47,0	49,2	51,5	37,1 37,5

CURVA DE FLUJO



LIMITES DE CONSISTENCIA

Humedad Natural	40,5
Límite Líquido	49
Límite Plástico	37
Indice de Plasticidad	12
Clasificación USCS	ML
Indice de grupo	10
Clasific AASHTO	

Indice de consistencia	0,71
Indice de liquidez	0,29

ANALISIS GRANULOMETRICO

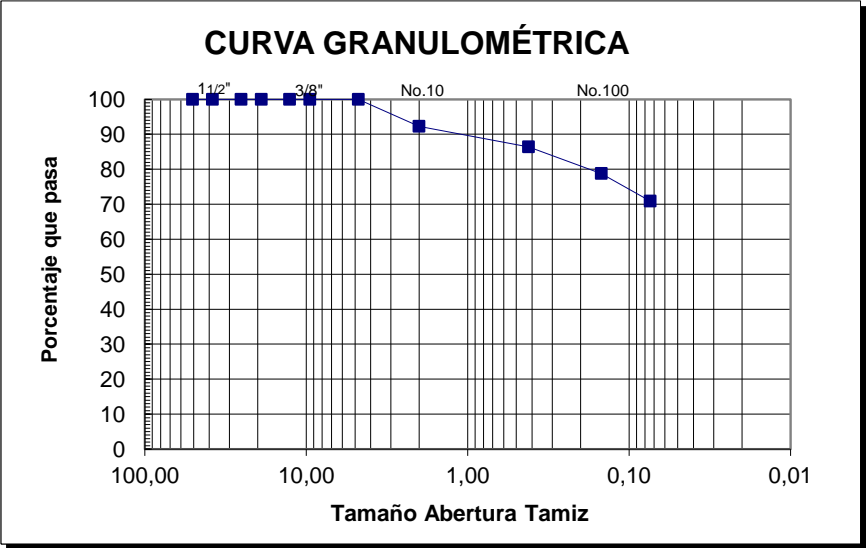
GRADACIÓN

Peso inicial 225,9 gr

Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
2"				100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
No.4	0,0	0,0	0,0	100,0
No.10	17,4	7,7	7,7	92,3
No.40	13,3	5,9	13,6	86,4
No.100	17,2	7,6	21,2	78,8
No.200	17,8	7,9	29,1	70,9

PasaTam200 70,9 %

CURVA GRANULOMÉTRICA



Laboratorista



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

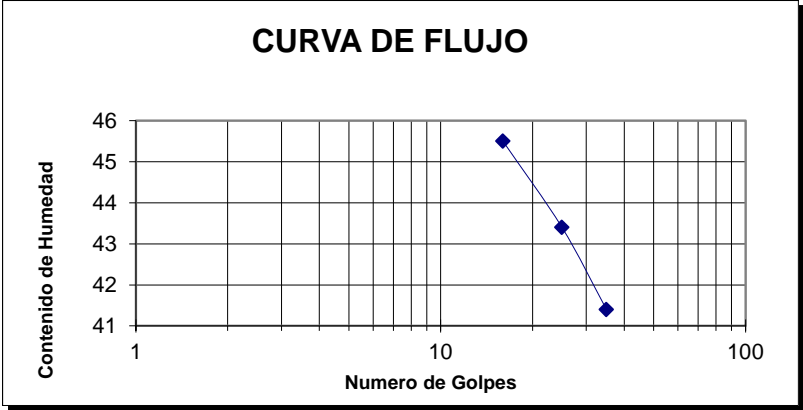
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto:	MALECÓN			
Localización:	BUENAVENTURA			
Cliente:	INCITOP			
PERFORACION Nº	P-10	MUESTRA	6 - C	PROF: 7,00 - 7,50 Mts

### LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO		LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1	2
No. De golpes		35	25	16		
Recipiente No.		105	172	176	14	20
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	36,34	34,19	35,68	14,41	14,80
Peso Vidrio+suelo seco	gr	27,81	25,37	26,11	12,26	12,63
Peso del agua	gr	8,53	8,82	9,57	2,15	2,17
Peso del vidrio	gr	7,20	5,04	5,07	4,93	5,18
Peso suelo seco	gr	20,61	20,33	21,04	7,33	7,45
Contenido de agua	%	41,4	43,4	45,5	29,3	29,1

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

Humedad Natural	39,9
Límite Líquido	43
Límite Plástico	29
Indice de Plasticidad	14
Clasificación USCS	ML
Indice de grupo	10
Clasific AASHTO	

Indice de consistencia	0,22
Indice de liquidez	0,78

### ANALISIS GRANULOMETRICO

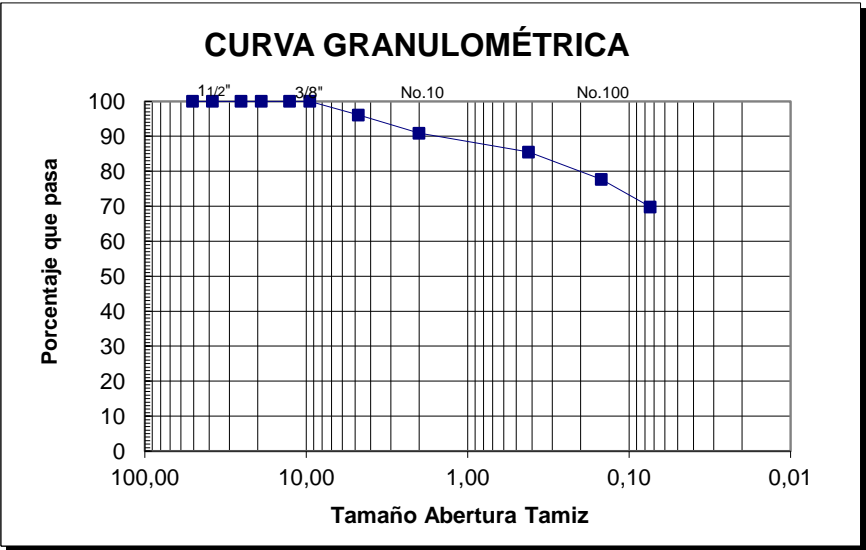
#### GRADACIÓN

Peso inicial 189,6 gr

Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
2"				100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
No.4	7,4	3,9	3,9	96,1
No.10	9,9	5,2	9,1	90,9
No.40	10,2	5,4	14,5	85,5
No.100	14,8	7,8	22,3	77,7
No.200	15,0	7,9	30,2	69,8

PasaTam200 69,8 %

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Laboratorista



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

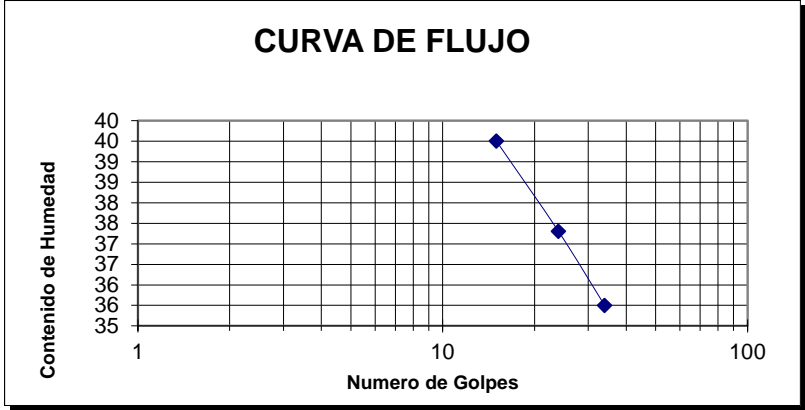
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto:	MALECÓN		
Localización:	BUENAVENTURA		
Cliente:	INCITOP		
PERFORACION Nº	P-10	MUESTRA 7 - C	PROF: 9,50 - 10,00 Mts

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG				LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1	2
No. De golpes		34	24	15	_____	_____
Recipiente No.		190	177	180	3	6
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	33,18	33,35	34,19	13,05	12,41
Peso Vidrio+suelo seco	gr	25,80	25,64	25,84	11,05	10,68
Peso del agua	gr	7,38	7,71	8,35	2,00	1,73
Peso del vidrio	gr	5,02	4,96	4,68	4,6	5,21
Peso suelo seco	gr	20,78	20,68	21,16	6,45	5,47
Contenido de agua	%	35,5	37,3	39,5	31,0	31,6

CURVA DE FLUJO



LIMITES DE CONSISTENCIA

Humedad Natural	39,2
Límite Líquido	37
Límite Plástico	31
Indice de Plasticidad	6
Clasificación USCS	ML
Indice de grupo	4
Clasific AASHTO	

Indice de consistencia	-0,37
Indice de liquidez	1,37

ANALISIS GRANULOMETRICO

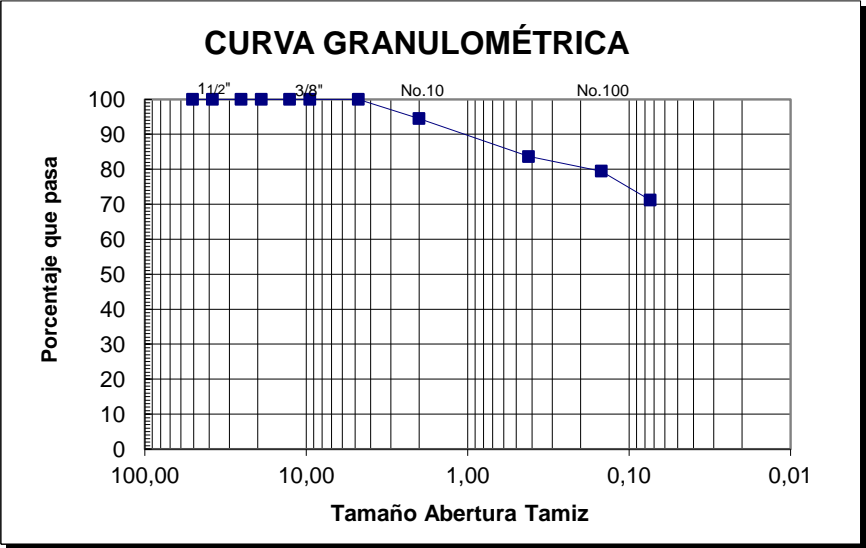
GRADACIÓN

Peso inicial 197,8 gr

Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
2"				100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
No.4	0,0	0,0	0,0	100,0
No.10	10,9	5,5	5,5	94,5
No.40	21,4	10,8	16,3	83,7
No.100	8,3	4,2	20,5	79,5
No.200	16,4	8,3	28,8	71,2

PasaTam200 71,2 %

CURVA GRANULOMÉTRICA



Laboratorista



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

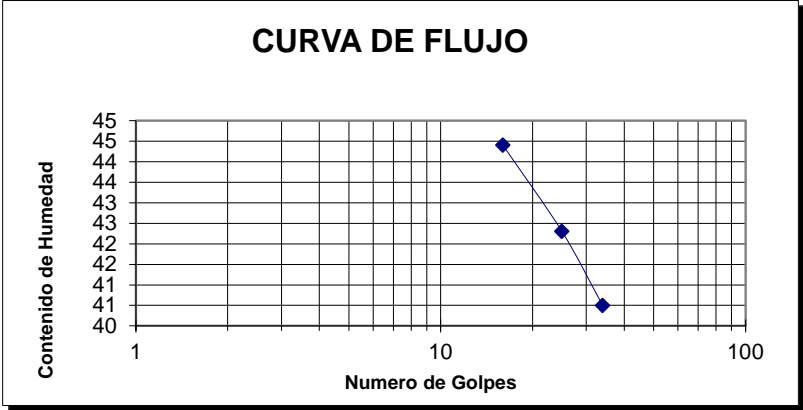
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto:	MALECÓN		
Localización:	BUENAVENTURA		
Cliente:	INCITOP		
PERFORACION Nº	P-11	MUESTRA 2 - C	PROF: 1,50 - 2,00 Mts

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1 2
No. De golpes		34	25	16	
Recipiente No.		153	189	195	15 18
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	34,97	34,99	34,72	13,62 13,40
Peso Vidrio+suelo seco	gr	26,30	26,12	25,53	11,88 11,58
Peso del agua	gr	8,67	8,87	9,19	1,74 1,82
Peso del vidrio	gr	4,90	5,15	4,82	4,7 4,46
Peso suelo seco	gr	21,40	20,97	20,71	7,18 7,12
Contenido de agua	%	40,5	42,3	44,4	24,2 25,6

CURVA DE FLUJO



LIMITES DE CONSISTENCIA

Humedad Natural	33,9
Límite Líquido	42
Límite Plástico	25
Indice de Plasticidad	17
Clasificación USCS	CL
Indice de grupo	9
Clasific AASHTO	

Indice de consistencia	0,48
Indice de liquidez	0,52

ANALISIS GRANULOMETRICO

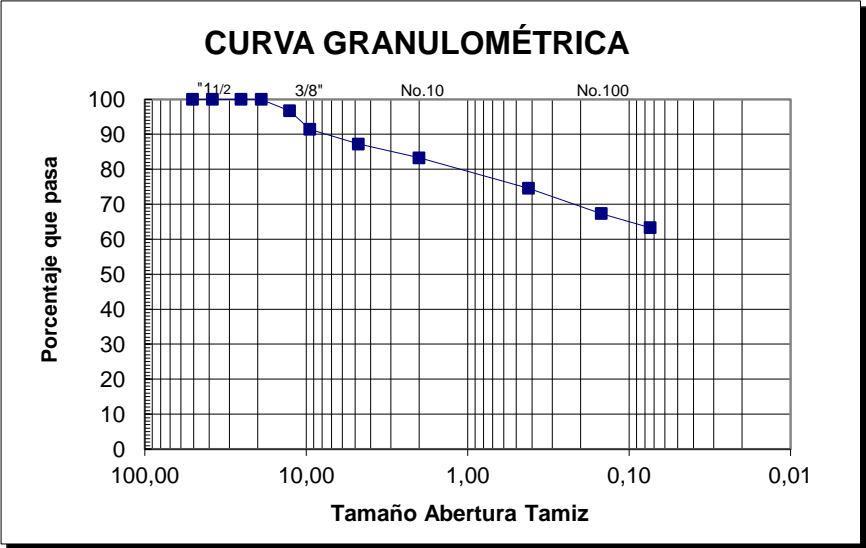
GRADACIÓN

Peso inicial 155,3 gr

Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
2"				100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	5,1	3,3	3,3	96,7
3/8"	8,2	5,3	8,6	91,4
No.4	6,5	4,2	12,7	87,3
No.10	6,2	4,0	16,7	83,3
No.40	13,5	8,7	25,4	74,6
No.100	11,2	7,2	32,6	67,4
No.200	6,3	4,1	36,7	63,3

PasaTam200 63,3 %

CURVA GRANULOMÉTRICA



Laboratorista



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

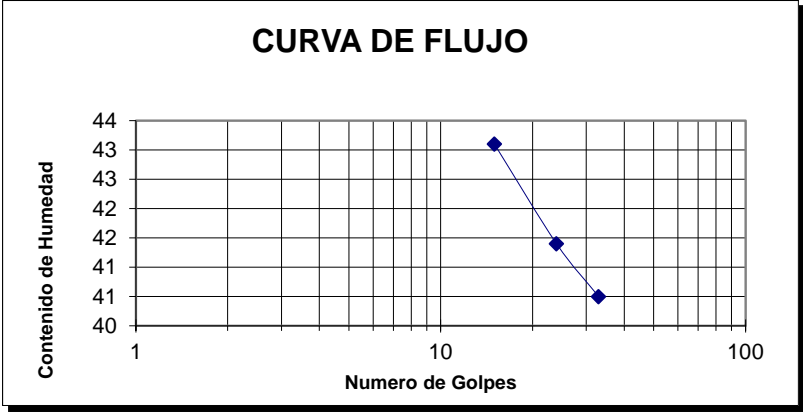
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto:	MALECÓN			
Localización:	BUENAVENTURA			
Cliente:	INCITOP			
PERFORACION Nº	P-11	MUESTRA	4 - C	PROF: 4,50 - 5,00 Mts

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1 2
No. De golpes		33	24	15	
Recipiente No.		199	144	168	9 12
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	33,15	33,91	34,09	13,84 12,99
Peso Vidrio+suelo seco	gr	25,06	25,42	25,31	11,88 11,08
Peso del agua	gr	8,09	8,49	8,78	1,96 1,91
Peso del vidrio	gr	5,08	4,9	4,93	4,9 4,21
Peso suelo seco	gr	19,98	20,52	20,38	6,98 6,87
Contenido de agua	%	40,5	41,4	43,1	28,1 27,8

CURVA DE FLUJO



LIMITES DE CONSISTENCIA

Humedad Natural	44,0
Límite Líquido	41
Límite Plástico	28
Indice de Plasticidad	13
Clasificación USCS	ML
Indice de grupo	10
Clasific AASHTO	

Indice de consistencia	-0,23
Indice de liquidez	1,23

ANALISIS GRANULOMETRICO

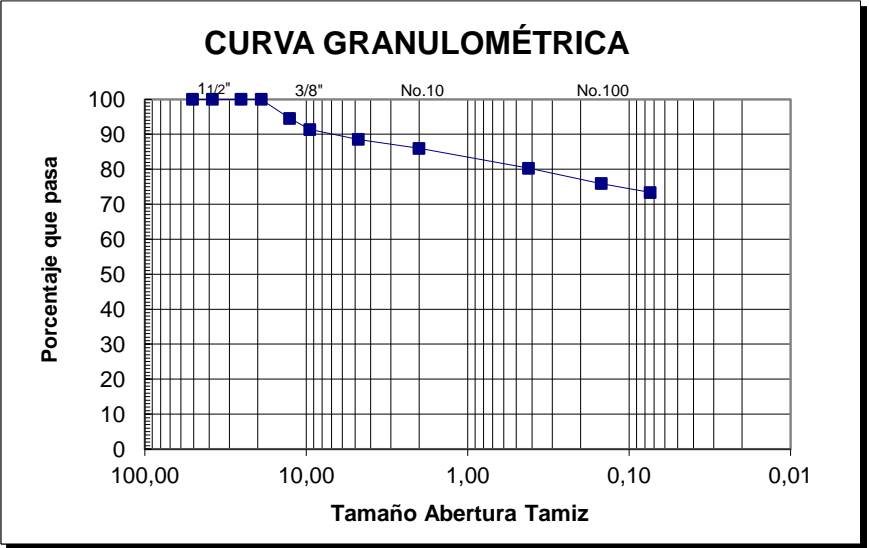
GRADACIÓN

Peso inicial 133,3 gr

Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
2"				100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	7,3	5,5	5,5	94,5
3/8"	4,2	3,2	8,6	91,4
No.4	3,8	2,9	11,5	88,5
No.10	3,4	2,6	14,0	86,0
No.40	7,6	5,7	19,7	80,3
No.100	5,8	4,4	24,1	75,9
No.200	3,4	2,6	26,6	73,4

PasaTam200 73,4 %

CURVA GRANULOMÉTRICA



Laboratorista





Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

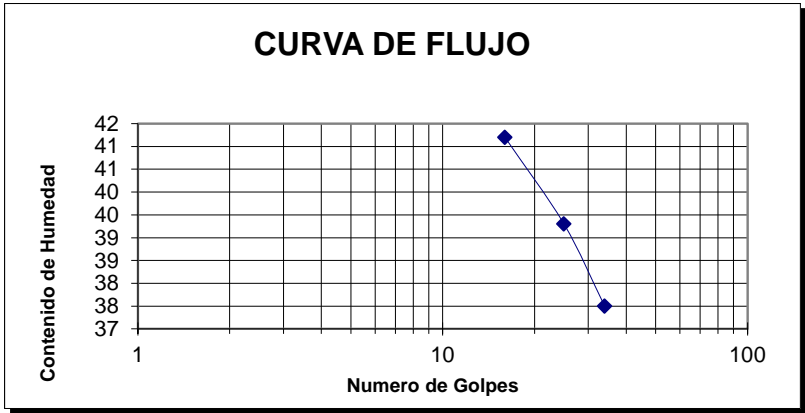
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto:	MALECÓN		
Localización:	BUENAVENTURA		
Cliente:	INCITOP		
PERFORACION Nº	P-11	MUESTRA 6 - C	PROF: 8,00 - 8,50 Mts

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG				LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1	2
No. De golpes		34	25	16	_____	_____
Recipiente No.		173	192	196	2	11
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	33,53	33,21	34,49	13,73	14,84
Peso Vidrio+suelo seco	gr	25,75	24,91	25,88	11,71	12,88
Peso del agua	gr	7,28	8,3	8,61	2,02	1,96
Peso del vidrio	gr	5,00	3,8	4,98	4,3	5,6
Peso suelo seco	gr	20,75	21,11	20,90	7,41	7,28
Contenido de agua	%	37,5	39,3	41,2	27,3	26,9

CURVA DE FLUJO



LIMITES DE CONSISTENCIA

Humedad Natural	46,1
Límite Líquido	39
Límite Plástico	27
Indice de Plasticidad	12
Clasificación USCS	ML
Indice de grupo	7
Clasific AASHTO	

Indice de consistencia	-0,59
Indice de liquidez	1,59

ANALISIS GRANULOMETRICO

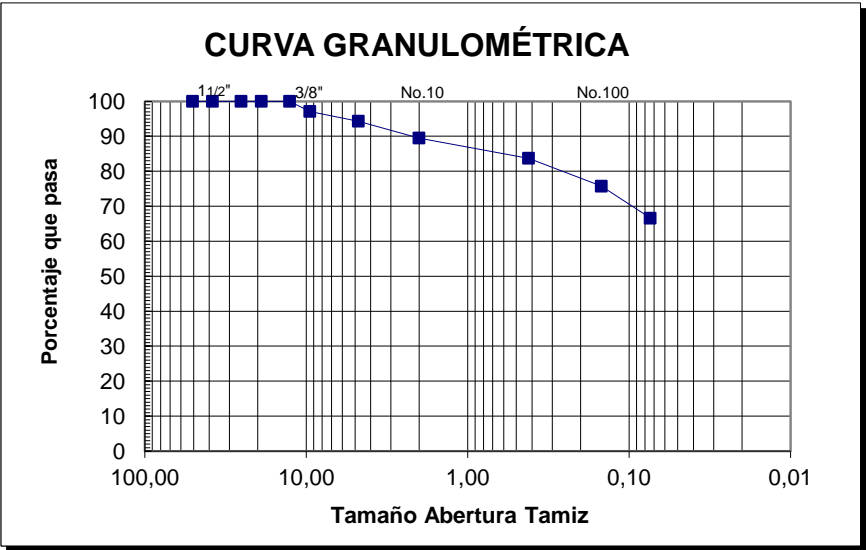
GRADACIÓN

Peso inicial 213,5 gr

Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
2"				100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	6,2	2,9	2,9	97,1
No.4	6,0	2,8	5,7	94,3
No.10	10,2	4,8	10,5	89,5
No.40	12,4	5,8	16,3	83,7
No.100	16,9	7,9	24,2	75,8
No.200	19,6	9,2	33,4	66,6

PasaTam200 66,6 %

CURVA GRANULOMÉTRICA



Laboratorista



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

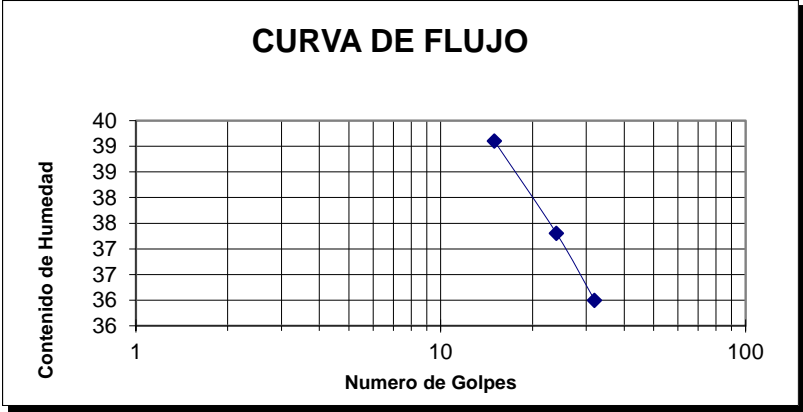
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto:	MALECÓN		
Localización:	BUENAVENTURA		
Cliente:	INCITOP		
PERFORACION Nº	P-11	MUESTRA 7 - C	PROF: 10,00 - 10,50 Mts

### LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO		LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1	2
No. De golpes		32	24	15		
Recipiente No.		145	169	149	13	16
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	34,54	34,36	34,27	13,69	14,66
Peso Vidrio+suelo seco	gr	26,70	26,37	26,07	11,68	12,58
Peso del agua	gr	7,84	7,99	8,2	2,01	2,08
Peso del vidrio	gr	4,93	4,95	5,1	4,43	5,27
Peso suelo seco	gr	21,77	21,42	20,97	7,25	7,31
Contenido de agua	%	36,0	37,3	39,1	27,7	28,4

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

Humedad Natural	31,3
Límite Líquido	37
Límite Plástico	28
Índice de Plasticidad	9
Clasificación USCS	ML
Índice de grupo	6
Clasific AASHTO	

Índice de consistencia	0,63
Índice de liquidez	0,37

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

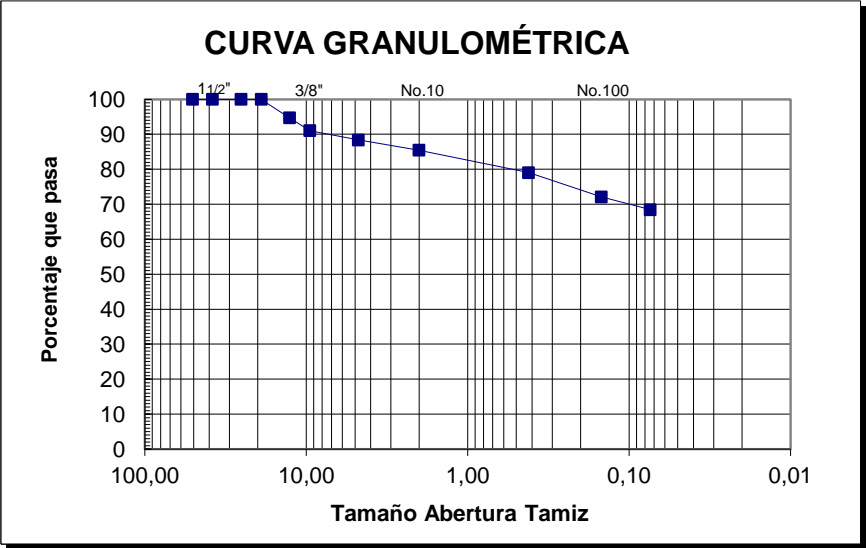
#### GRADACIÓN

Peso inicial 177,4 gr

Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
2"				100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	9,4	5,3	5,3	94,7
3/8"	6,5	3,7	9,0	91,0
No.4	4,7	2,6	11,6	88,4
No.10	5,2	2,9	14,5	85,5
No.40	11,4	6,4	21,0	79,0
No.100	12,3	6,9	27,9	72,1
No.200	6,5	3,7	31,6	68,4

PasaTam200 68,4 %

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Laboratorista



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

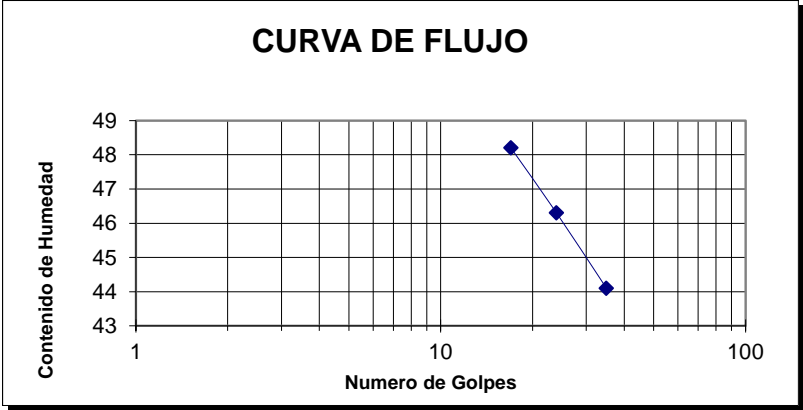
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto:	MALECÓN				
Localización:	BUENAVENTURA				
Cliente:	INCITOP				
PERFORACION Nº	P-11	MUESTRA	8 - C	PROF: 12,00-12,50	Mts

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1 2
No. De golpes		35	24	17	
Recipiente No.		152	183	189	17 19
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	33,77	35,05	35,12	14,85 14,21
Peso Vidrio+suelo seco	gr	24,97	25,56	25,37	12,57 11,93
Peso del agua	gr	8,80	9,49	9,75	2,28 2,28
Peso del vidrio	gr	5,02	5,06	5,15	5,18 4,66
Peso suelo seco	gr	19,95	20,5	20,22	7,39 7,27
Contenido de agua	%	44,1	46,3	48,2	30,8 31,4

CURVA DE FLUJO



LIMITES DE CONSISTENCIA

Humedad Natural	33,3
Límite Líquido	46
Límite Plástico	31
Indice de Plasticidad	15
Clasificación USCS	ML
Indice de grupo	11
Clasific AASHTO	

Indice de consistencia	0,85
Indice de liquidez	0,15

ANALISIS GRANULOMETRICO

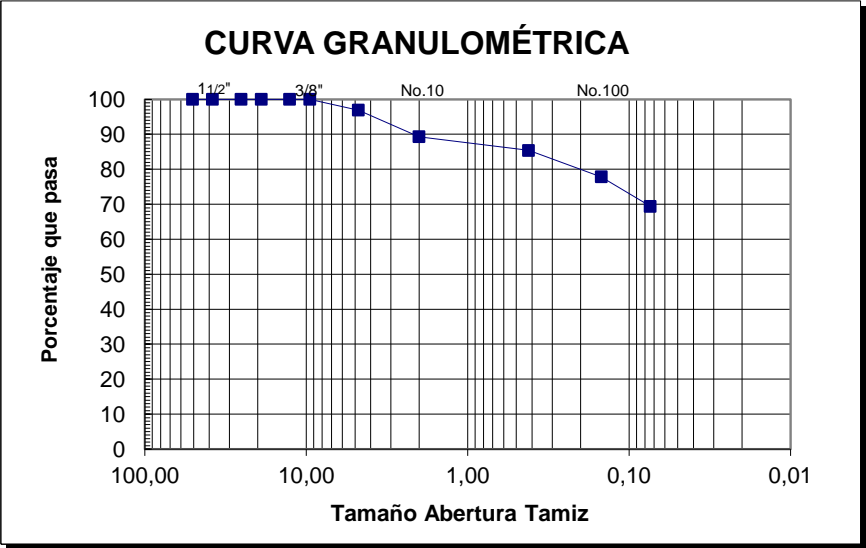
GRADACIÓN

Peso inicial 218,7 gr

Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
2"				100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
No.4	6,8	3,1	3,1	96,9
No.10	16,6	7,6	10,7	89,3
No.40	8,5	3,9	14,6	85,4
No.100	16,6	7,6	22,2	77,8
No.200	18,4	8,4	30,6	69,4

PasaTam200 69,4 %

CURVA GRANULOMÉTRICA



Laboratorista



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

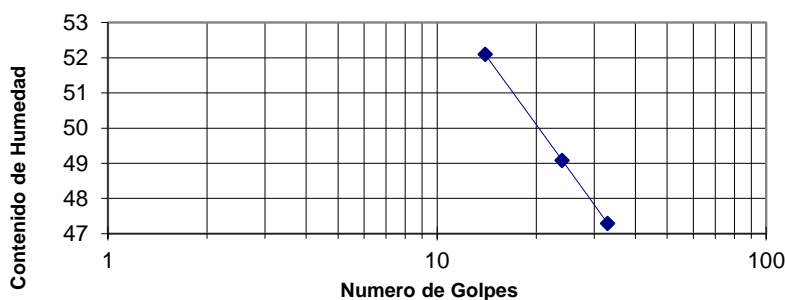
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto: MALECON  
Localización : BUENAVENTURA  
Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA  
Perf: P - 14 Muestra: 6 - C Profundidad: Mts 8,50-9,00

### LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1 2
No. De golpes		33	24	14	
Recipiente No.		118	119	120	13 14
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	29,85	31,80	31,76	12,97 13,55
Peso Vidrio+suelo seco	gr	21,84	23,24	22,8	11,18 11,77
Peso del agua	gr	8,01	8,56	8,96	1,79 1,78
Peso del vidrio	gr	4,90	5,8	5,6	4,43 4,93
Peso suelo seco	gr	16,94	17,44	17,2	6,75 6,84
Contenido de agua	%	47,3	49,1	52,1	26,5 26,0

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

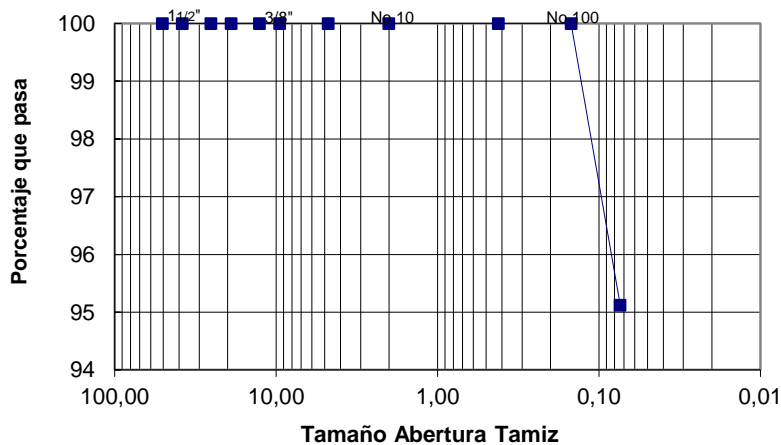
Humedad Natural	25,2
Límite Líquido	49
Límite Plástico	26
Indice de Plasticidad	23
Clasificación USCS	CL
Indice de grupo	-11
Clasific AASHO	

Indice de consistencia	1,03
Indice de liquidez	-0,03

### ANALISIS GRANULOMÉTRICO

GRADACIÓN				
Peso inicial	153,7	gr		
Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
2"				100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
No.4	0,0	0,0	0,0	100,0
No.10	0,0	0,0	0,0	100,0
No.40	0,0	0,0	0,0	100,0
No.100	0,0	0,0	0,0	100,0
No.200	7,5	4,9	4,9	95,1
Total	7,5			

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Retenido tamiz # 4 0,0 %  
Pasa tamiz # 200 95,1 %

Fecha \_\_\_\_\_

Laboratorista \_\_\_\_\_



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

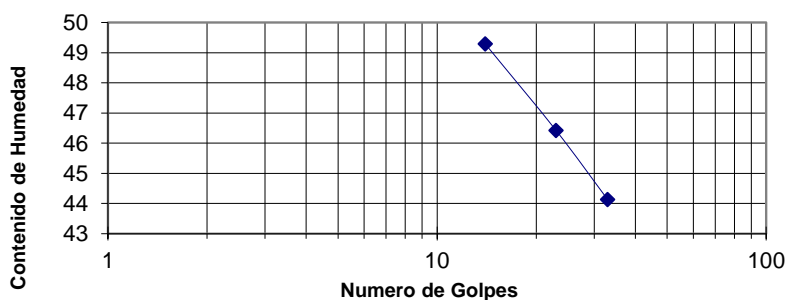
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto: MALECON  
Localización : BUENAVENTURA  
Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA  
Perf: P - 14 Muestra: 5 - C Profundidad: Mts 6,50-7,00

### LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1 2
No. De golpes		33	23	14	
Recipiente No.		115	116	117	11 12
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	29,78	30,87	31,15	13,2 13,21
Peso Vidrio+suelo seco	gr	22,12	22,9	22,78	11,6 11,61
Peso del agua	gr	7,66	7,97	8,37	1,6 1,6
Peso del vidrio	gr	4,76	5,73	5,8	5,66 4,2
Peso suelo seco	gr	17,36	17,17	16,98	5,94 7,41
Contenido de agua	%	44,1	46,4	49,3	26,9 21,6

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

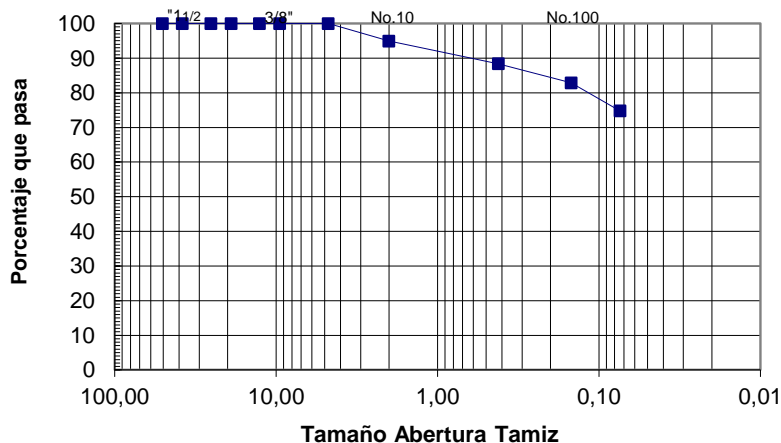
Humedad Natural	33,4
Límite Líquido	46
Límite Plástico	27
Índice de Plasticidad	19
Clasificación USCS	CL-ML
Índice de grupo	-9
Clasific AASHO	

Índice de consistencia	0,66
Índice de liquidez	0,34

### ANALISIS GRANULOMÉTRICO

GRADACIÓN				
Peso inicial	135,5	gr		
Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
2"				100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
No.4	0,0	0,0	0,0	100,0
No.10	6,9	5,1	5,1	94,9
No.40	8,9	6,6	11,7	88,3
No.100	7,4	5,5	17,1	82,9
No.200	11,0	8,1	25,2	74,8
Total	34,2			

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Retenido tamiz # 4 0,0 %  
Pasa tamiz # 200 74,8 %

Fecha \_\_\_\_\_

Laboratorista \_\_\_\_\_



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

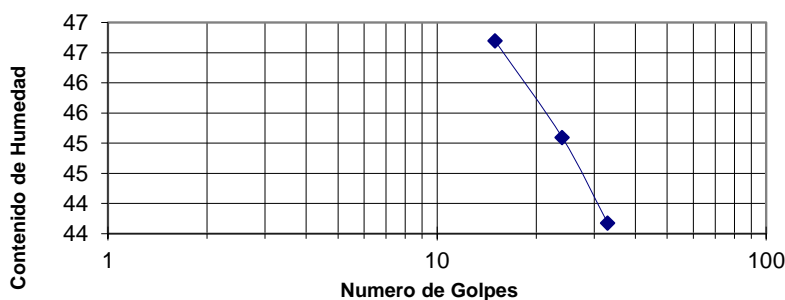
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto: MALECON  
Localización : BUENAVENTURA  
Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA  
Perf: P - 15 Muestra: 2 - C Profundidad: Mts 3,00-3,50

### LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1 2
No. De golpes		33	24	15	
Recipiente No.		106	107	108	5 6
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	34,45	35,18	35,41	13,72 13,94
Peso Vidrio+suelo seco	gr	25,72	26,08	25,94	12,13 12,36
Peso del agua	gr	8,73	9,1	9,47	1,59 1,58
Peso del vidrio	gr	5,73	5,9	5,66	5,02 5,21
Peso suelo seco	gr	19,99	20,18	20,28	7,11 7,15
Contenido de agua	%	43,7	45,1	46,7	22,4 22,1

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

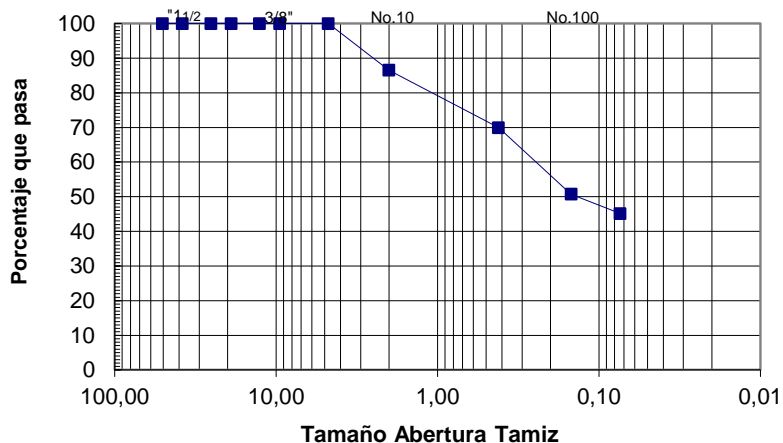
Humedad Natural	39,8
Límite Líquido	45
Límite Plástico	22
Índice de Plasticidad	23
Clasificación USCS	SC
Índice de grupo	-10
Clasific AASHO	

Índice de consistencia	0,23
Índice de liquidez	0,77

### ANALISIS GRANULOMÉTRICO

GRADACIÓN				
Peso inicial	170,5	gr		
Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
2"				100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
No.4	0,0	0,0	0,0	100,0
No.10	23,0	13,5	13,5	86,5
No.40	28,3	16,6	30,1	69,9
No.100	32,7	19,2	49,3	50,7
No.200	9,5	5,6	54,8	45,2
Total	93,5			

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Retenido tamiz # 4 0,0 %  
Pasa tamiz # 200 45,2 %

Fecha \_\_\_\_\_

Laboratorista \_\_\_\_\_



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

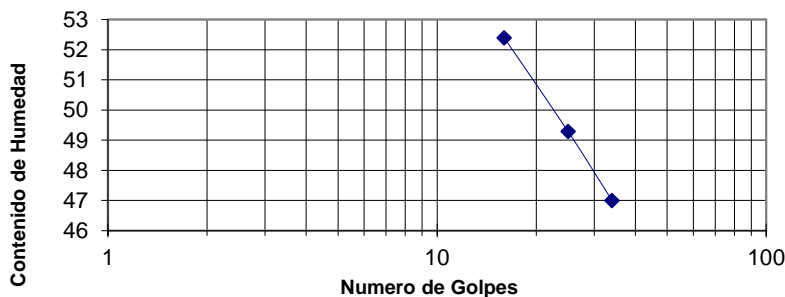
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto: MALECON  
Localización : BUENAVENTURA  
Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA  
Perf: P - 15 Muestra: 3 - C Profundidad: Mts 6,00-6,50

### LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1 2
No. De golpes		34	25	16	
Recipiente No.		109	110	111	7 8
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	35,22	35,42	36,61	13,9 13,01
Peso Vidrio+suelo seco	gr	25,75	25,35	25,99	12,16 11,35
Peso del agua	gr	9,47	10,07	10,62	1,74 1,66
Peso del vidrio	gr	5,60	4,92	5,72	4,95 4,36
Peso suelo seco	gr	20,15	20,43	20,27	7,21 6,99
Contenido de agua	%	47,0	49,3	52,4	24,1 23,7

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

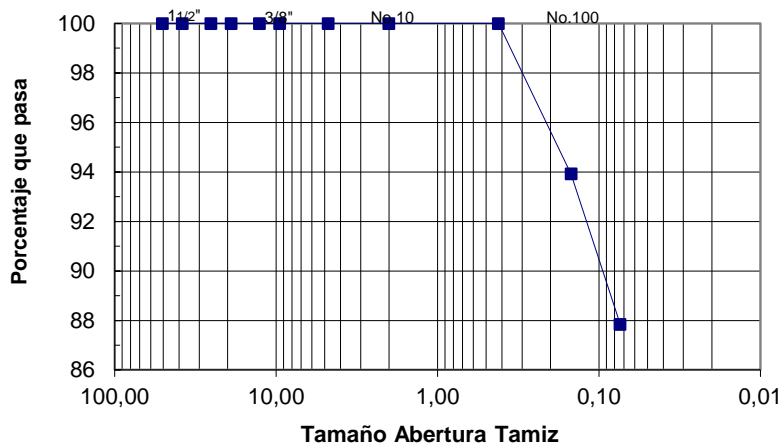
Humedad Natural	34,5
Límite Líquido	49
Límite Plástico	24
Índice de Plasticidad	25
Clasificación USCS	CL
Índice de grupo	-11
Clasific AASHO	

Índice de consistencia	0,58
Índice de liquidez	0,42

### ANALISIS GRANULOMÉTRICO

GRADACIÓN				
Peso inicial	143,1	gr		
Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
2"				100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
No.4	0,0	0,0	0,0	100,0
No.10	0,0	0,0	0,0	100,0
No.40	0,0	0,0	0,0	100,0
No.100	8,7	6,1	6,1	93,9
No.200	8,7	6,1	12,2	87,8
Total	17,4			

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Retenido tamiz # 4 0,0 %  
Pasa tamiz # 200 87,8 %

Fecha \_\_\_\_\_

Laboratorista \_\_\_\_\_



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

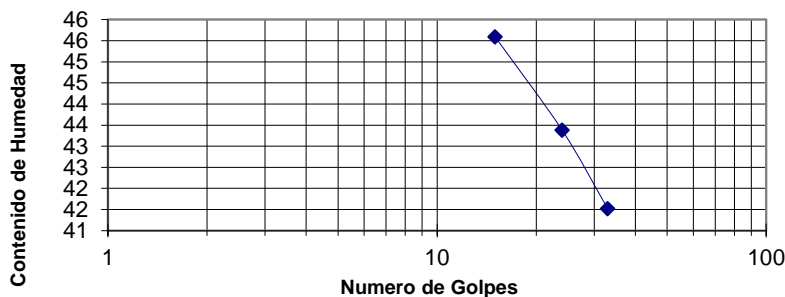
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto: MALECON  
Localización : BUENAVENTURA  
Cliente : INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA  
Perf: P - 15 Muestra: 4 - C Profundidad: Mts 8,50-9,00

### LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1 2
No. De golpes		33	24	15	
Recipiente No.		112	113	114	9 10
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	32,17	33,89	34,68	14,09 14,32
Peso Vidrio+suelo seco	gr	24,12	25,41	25,73	11,84 12,14
Peso del agua	gr	8,05	8,48	8,95	2,25 2,18
Peso del vidrio	gr	4,73	5,86	6,1	4,9 5,35
Peso suelo seco	gr	19,39	19,55	19,63	6,94 6,79
Contenido de agua	%	41,5	43,4	45,6	32,4 32,1

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

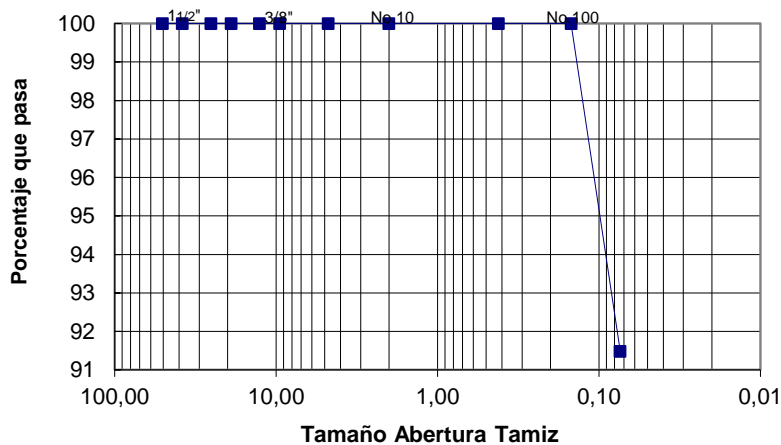
Humedad Natural	29,9
Límite Líquido	43
Límite Plástico	32
Índice de Plasticidad	11
Clasificación USCS	ML
Índice de grupo	-8
Clasific AASHO	

Índice de consistencia	1,19
Índice de liquidez	-0,19

### ANALISIS GRANULOMÉTRICO

GRADACIÓN				
Peso inicial	167,9	gr		
Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
2"				100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
No.4	0,0	0,0	0,0	100,0
No.10	0,0	0,0	0,0	100,0
No.40	0,0	0,0	0,0	100,0
No.100	0,0	0,0	0,0	100,0
No.200	14,3	8,5	8,5	91,5
Total	14,3			

### CURVA GRANULOMÉTRICA

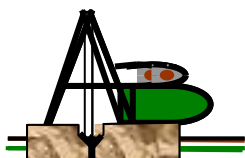


Retenido tamiz # 4 0,0 %  
Pasa tamiz # 200 91,5 %

Fecha \_\_\_\_\_

Laboratorista \_\_\_\_\_





Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

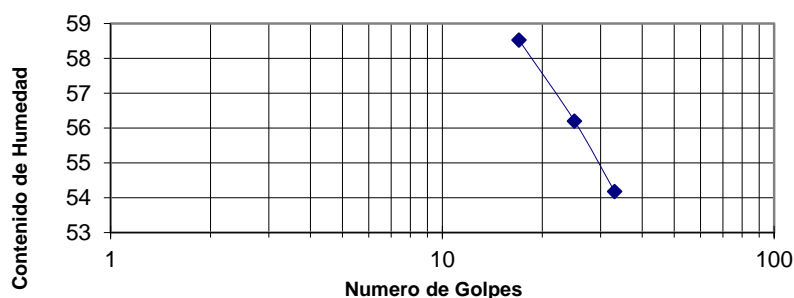
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto:	MALECON				
Localización :	BUENAVENTURA				
Cliente :	INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA				
Perf:	P - 16	Muestra:	5 - C	Profundidad: Mts	8,50-9,00

### LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1 2
No. De golpes		33	25	17	— —
Recipiente No.		103	104	105	3 4
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	33,57	34,34	36,4	13,62 13,98
Peso Vidrio+suelo seco	gr	23,85	24,05	25,62	11,37 11,72
Peso del agua	gr	9,72	10,29	10,78	2,25 2,26
Peso del vidrio	gr	5,91	5,74	7,2	4,6 4,87
Peso suelo seco	gr	17,94	18,31	18,42	6,77 6,85
Contenido de agua	%	54,2	56,2	58,5	33,2 33,0

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

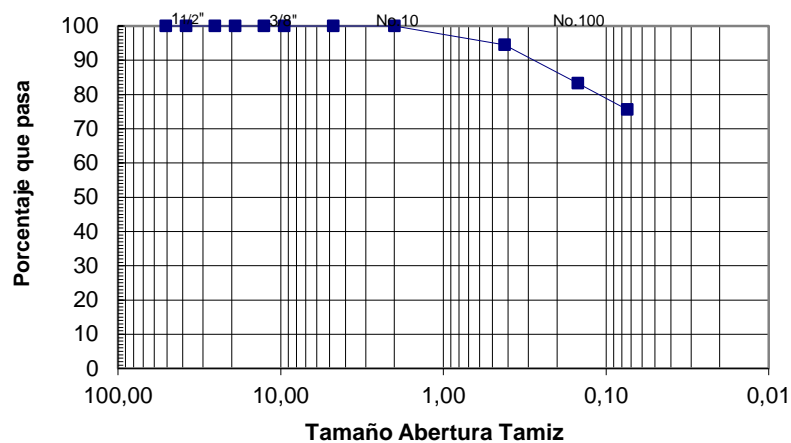
Humedad Natural	33,4
Límite Líquido	56
Límite Plástico	33
Índice de Plasticidad	23
Clasificación USCS	MH
Índice de grupo	-12
Clasific AASHO	

Índice de consistencia	0,98
Índice de liquidez	0,02

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

GRADACIÓN				
Peso inicial	165,1	gr		
Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
2"				100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
No.4	0,0	0,0	0,0	100,0
No.10	0,0	0,0	0,0	100,0
No.40	9,1	5,5	5,5	94,5
No.100	18,5	11,2	16,7	83,3
No.200	12,7	7,7	24,4	75,6
Total	40,3			

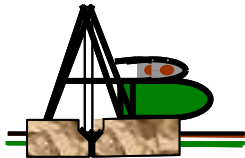
### CURVA GRANULOMÉTRICA



Retenido tamiz # 4 0,0 %  
Pasa tamiz # 200 75,6 %

Fecha \_\_\_\_\_

Laboratorista \_\_\_\_\_



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

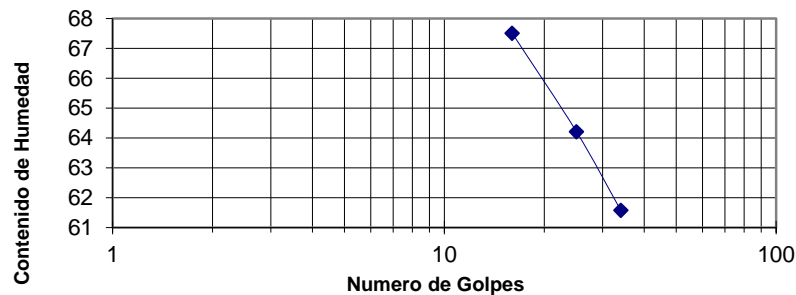
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto:	MALECON				
Localización :	BUENAVENTURA				
Cliente :	INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA				
Perf:	P - 16	Muestra:	2 ST	Profundidad: Mts	1,50-2,00

### LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG				LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1	2
No. De golpes		34	25	16	_____	_____
Recipiente No.		100	101	102	1	2
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	37,73	37,42	38,33	14,1	13,12
Peso Vidrio+suelo seco	gr	25,60	25,06	25,14	11,47	10,67
Peso del agua	gr	12,13	12,36	13,19	2,63	2,45
Peso del vidrio	gr	5,90	5,81	5,6	4,53	4,28
Peso suelo seco	gr	19,70	19,25	19,54	6,94	6,39
Contenido de agua	%	61,6	64,2	67,5	37,9	38,3

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

Humedad Natural	30,8
Límite Líquido	64
Límite Plástico	38
Índice de Plasticidad	26
Clasificación USCS	MH
Índice de grupo	-14
Clasific AASHO	

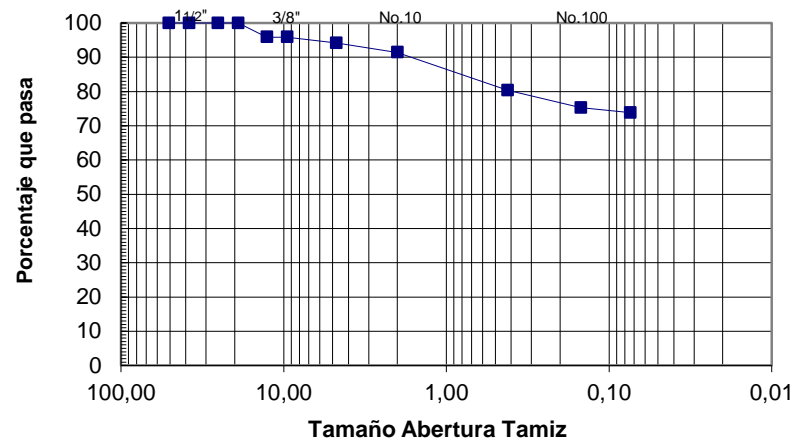
Índice de consistencia	1,28
Índice de liquidez	-0,28

### ANALISIS GRANULOMÉTRICO

GRADACIÓN				
Peso inicial	166,0	gr		
Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	% Ret Acum	% Pasa
2"				100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	6,8	4,1	4,1	95,9
3/8"	0,0	0,0	4,1	95,9
No.4	2,8	1,7	5,8	94,2
No.10	4,6	2,8	8,6	91,4
No.40	18,3	11,0	19,6	80,4
No.100	8,5	5,1	24,7	75,3
No.200	2,4	1,4	26,1	73,9
Total	43,4			

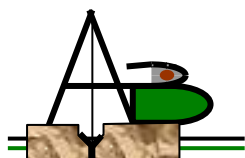
Retenido tamiz # 4      5,8 %  
Pasa tamiz # 200      73,9 %

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Fecha \_\_\_\_\_

Laboratorista \_\_\_\_\_



**Laboratorio de Suelos A&B**  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

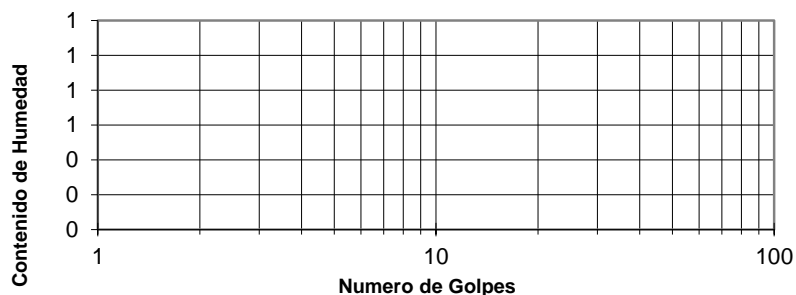
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto:	MALECON				
Localización :	BUENAVENTURA				
Cliente :	INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA				
Perf:	P - 16	Muestra:	3 - C	Profundidad: Mts	3,00-3,50

### LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1 2
No. De golpes					
Recipiente No.					
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr				
Peso Vidrio+suelo seco	gr				
Peso del agua	gr	NL	NL	NL	NP NP
Peso del vidrio	gr				
Peso suelo seco	gr				
Contenido de agua	%				

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

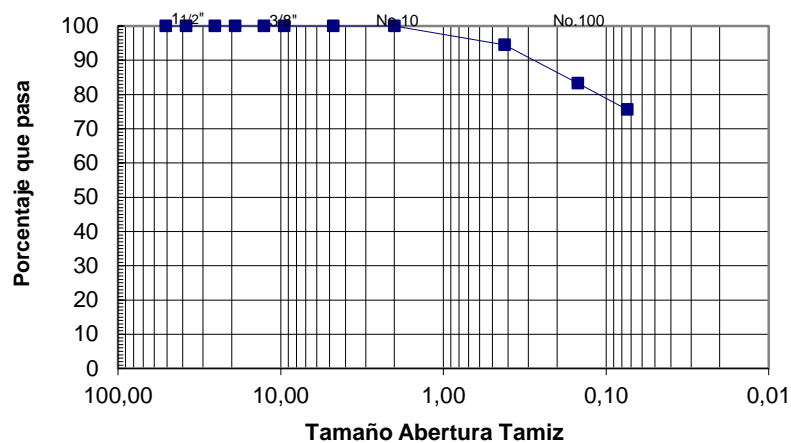
Humedad Natural	31,2
Límite Líquido	NL
Límite Plástico	NP
Índice de Plasticidad	0
Clasificación USCS	SM
Índice de grupo	
Clasific AASHO	

Índice de consistencia	
Índice de liquidez	

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

GRADACIÓN				
Peso inicial	184,8	gr		
Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
2"				100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
No.4	1,6	0,9	0,9	99,1
No.10	5,4	2,9	3,8	96,2
No.40	62,6	33,9	37,7	62,3
No.100	34,5	18,7	56,3	43,7
No.200	18,7	10,1	66,5	33,5
Total	122,8			

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Retenido tamiz # 4 **0,9 %**  
Pasa tamiz # 200 **33,5 %**

Fecha \_\_\_\_\_

Laboratorista \_\_\_\_\_



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

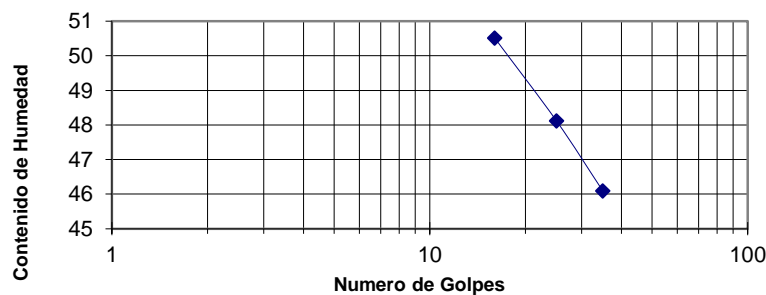
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto: **MALECON**  
Localización: **BUENAVENTURA**  
Cliente: **INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA**  
Perf: **P-18** Muestra: **2 - C** Profundidad: **3,50 - 4,00 Mts**

### LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO		LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1	2
No. De golpes		35	25	16	—	—
Recipiente No.		68	73	83	14	18
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	35,6	35,6	36,69	13,41	13,65
Peso Vidrio+suelo seco	gr	26,23	25,87	26,31	11,7	11,91
Peso del agua	gr	9,37	9,73	10,38	1,71	1,74
Peso del vidrio	gr	5,90	5,65	5,76	4,93	5,08
Peso suelo seco	gr	20,33	20,22	20,55	6,77	6,83
Contenido de agua	%	46,1	48,1	50,5	25,3	25,5

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

Humedad Natural	41,5
Límite Líquido	48
Límite Plástico	25
Índice de Plasticidad	23
Clasificación USCS	CL
Índice de grupo	-10
Clasific AASHTO	

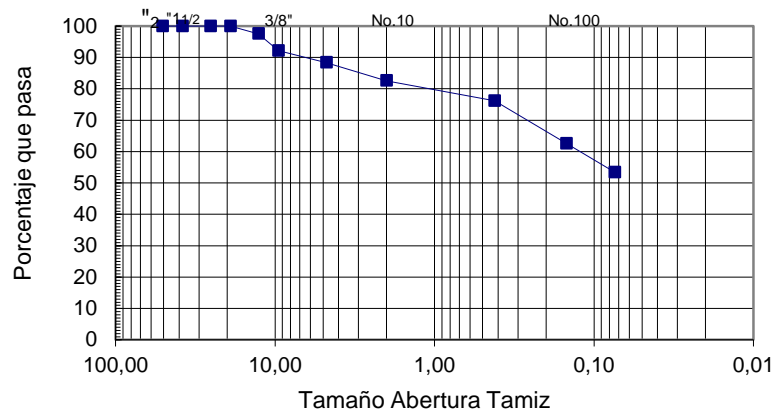
Índice de consistencia	0,28
Índice de liquidez	0,72

### ANALISIS GRANULOMÉTRICO

GRADACIÓN				
Peso inicial	193,3	gr		
Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	% Ret Acum	% Pasa
2"				100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	4,8	2,5	2,5	97,5
3/8"	10,4	5,4	7,9	92,1
No.4	7,3	3,8	11,6	88,4
No.10	11,2	5,8	17,4	82,6
No.40	12,4	6,4	23,8	76,2
No.100	26,3	13,6	37,5	62,5
No.200	17,6	9,1	46,6	53,4
Total	90,0			

Retenido tamiz # 4 **11,6 %**  
Pasa tamiz # 200 **53,44 %**

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Fecha \_\_\_\_\_

Laboratorista \_\_\_\_\_



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

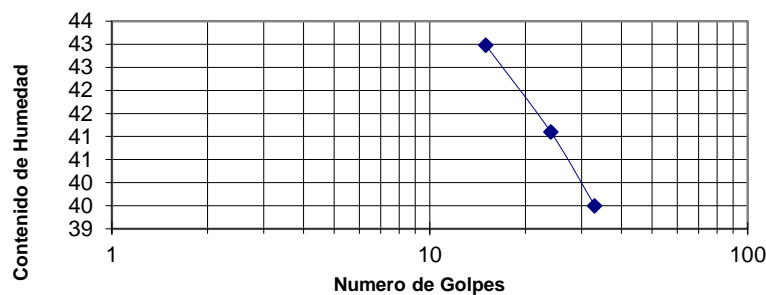
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto: **MALECON**  
Localización: **BUENAVENTURA**  
Cliente: **INGENIERO LUIS FERNANDO MONTOYA**  
Perf: **P-18** Muestra: **4 - C** Profundidad: **8,50 9,00 Mts**

### LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	1 2
No. De golpes		33	24	15	
Recipiente No.		61	79	81	12 20
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	33,73	33,71	33,08	12,13 13,02
Peso Vidrio+suelo seco	gr	25,85	25,61	24,94	10,51 11,38
Peso del agua	gr	7,88	8,1	8,14	1,62 1,64
Peso del vidrio	gr	5,90	5,90	6,00	4,21 5,18
Peso suelo seco	gr	19,95	19,71	18,94	6,3 6,20
Contenido de agua	%	39,5	41,1	43,0	25,7 26,5

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

Humedad Natural	32,3
Límite Líquido	41
Límite Plástico	26
Índice de Plasticidad	15
Clasificación USCS	CL-ML
Índice de grupo	-8
Clasific AASHTO	

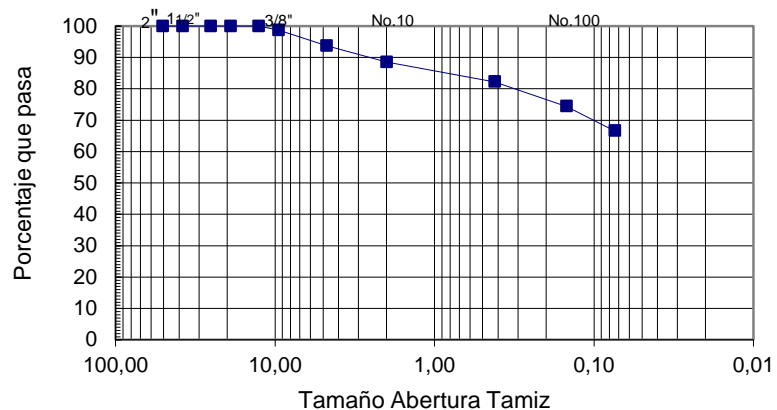
Índice de consistencia	0,58
Índice de liquidez	0,42

### ANALISIS GRANULOMÉTRICO

GRADACIÓN				
Peso inicial	185,6	gr		
Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
2"				100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	2,4	1,3	1,3	98,7
No.4	9,3	5,0	6,3	93,7
No.10	9,6	5,2	11,5	88,5
No.40	11,7	6,3	17,8	82,2
No.100	14,5	7,8	25,6	74,4
No.200	14,5	7,8	33,4	66,6
Total	62,0			

Retenido tamiz # 4 **6,3 %**  
Pasa tamiz # 200 **66,59 %**

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Fecha \_\_\_\_\_

Laboratorista \_\_\_\_\_



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

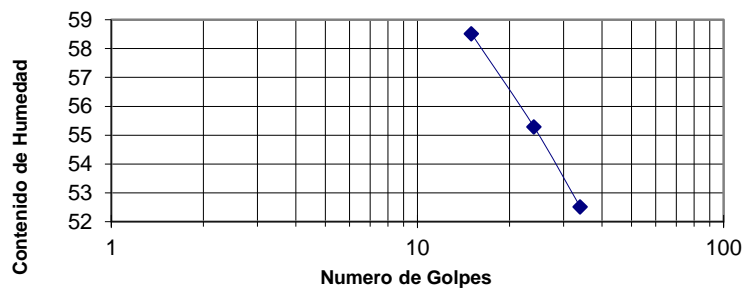
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto:	MALECON					
Cliente :	INCITOP					
Localización :	BUENAVENTURA					
Perfor:	P-23	Muestra:	2 - C	Profundidad:	5,00 - 5,50 Mts	

### LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	
No. De golpes		34	24	15	
Recipiente No.		154	155	174	
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	37,36	37,59	37,75	14,16
Peso Vidrio+suelo seco	gr	26,14	26,03	25,59	12,19
Peso del agua	gr	11,22	11,56	12,16	1,97
Peso del vidrio	gr	4,77	5,12	4,81	5,21
Peso suelo seco	gr	21,37	20,91	20,78	6,98
Contenido de agua	%	52,5	55,3	58,5	28,2

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

Humedad Natural	39,9
Límite Líquido	51
Límite Plástico	28
Índice de Plasticidad	23
Clasificación USCS	CL-ML
Índice de grupo	25
Clasific AASHO	

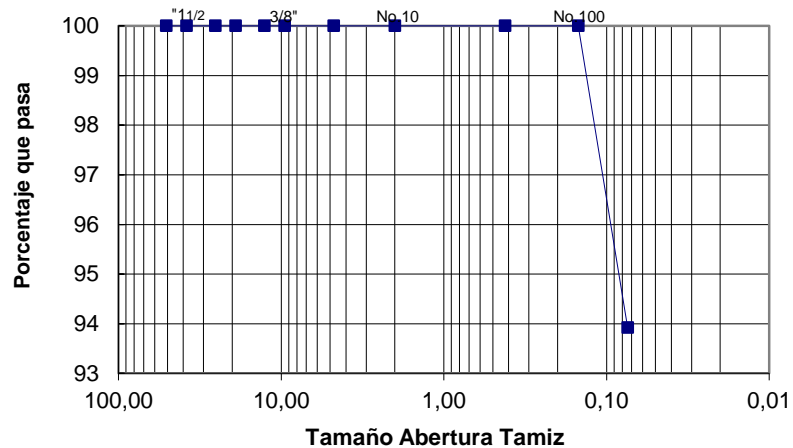
Índice de consistencia	0,48
Índice de liquidez	0,52

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

GRADACIÓN				
Peso inicial		177,5 gr		
Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	% Ret Acum	% Pasa
2"				100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
No.4	0,0	0,0	0,0	100,0
No.10	0,0	0,0	0,0	100,0
No.40	0,0	0,0	0,0	100,0
No.100	0,0	0,0	0,0	100,0
No.200	10,8	6,1	6,1	93,9

Pas.Tam 200 93,9 %

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Fecha \_\_\_\_\_

Laboratorista \_\_\_\_\_



Laboratorio de Suelos A&B  
Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

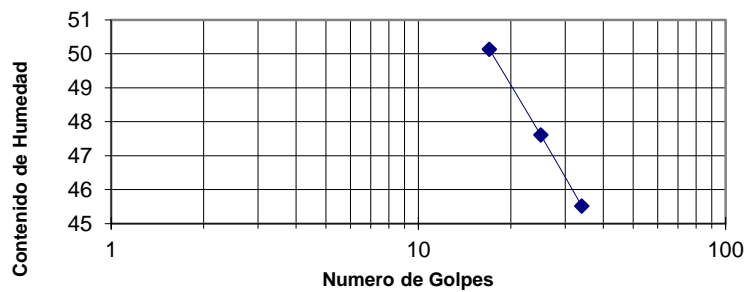
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Proyecto:	MALECON					
Cliente :	INCITOP					
Localización :	BUENAVENTURA					
Perfor: P-23	Muestra:	3 - C	Profundidad:	6,00 - 6,50	Mts	

### LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO	LIMITES DE ATTERBERG			LIMITE PLASTICO	
Determinación No.		1	2	3	
No. De golpes		34	25	17	
Recipiente No.		189	140	194	
Peso Vidrio+suelo húmedo	gr	36,16	35,23	37,87	
Peso Vidrio+suelo seco	gr	26,46	25,48	26,85	
Peso del agua	gr	9,70	9,75	11,02	
Peso del vidrio	gr	5,15	5,00	4,87	
Peso suelo seco	gr	21,31	20,48	21,98	
Contenido de agua	%	45,5	47,6	50,1	

### CURVA DE FLUJO



### LIMITES DE CONSISTENCIA

Humedad Natural	33,6
Límite Líquido	48
Límite Plástico	34
Índice de Plasticidad	14
Clasificación USCS	ML
Índice de grupo	#¡DIV/0!
Clasific AASHO	

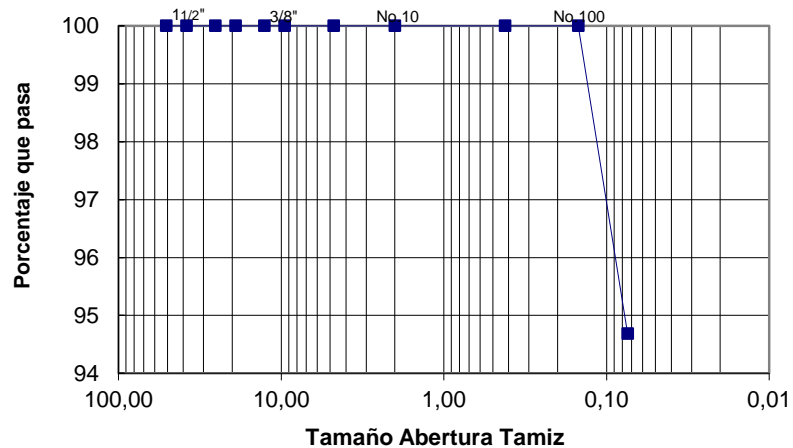
Índice de consistencia	1,03
Índice de liquidez	-0,03

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

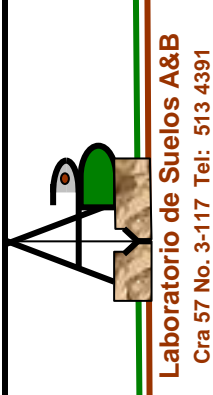
GRADACIÓN				
Peso inicial		120,3	gr	
Tamiz No.	Peso Ret	% Ret	%Ret Acum	% Pasa
2"				100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	####	####	####
3/4"	0,0	####	####	####
1/2"	0,0	####	####	####
3/8"	0,0	####	####	####
No.4	0,0	####	####	####
No.10	0,0	####	####	####
No.40	0,0	####	####	####
No.100	0,0	####	####	####
No.200	6,4	####	####	####

Pas.Tam 200 #### %

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Fecha \_\_\_\_\_



## RESUMEN DE RESULTADOS DEL LABORATORIO

Proyecto: MALECON

**Localización:**

Perforación:	P-1	P-2	P-3
--------------	-----	-----	-----

**Fecha Ensayo:** DICIEMBRE DEL 2007

HOJA

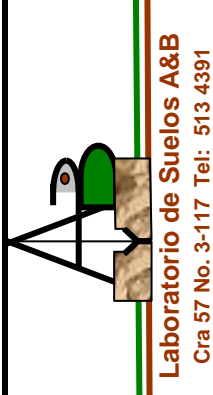
**Cliente:** ING. LUIS FERNANDO MONTOYA

[illegible]

**ST = SHELBY C = CUCHARA**

**LABORATORISTA**





## RESUMEN DE RESULTADOS DEL LABORATORIO

Proyecto: MALECON

**Localización:**

Perforación: P - 4    P - 5    P - 6

**Fecha Ensayo:** DICIEMBRE DEL 2007

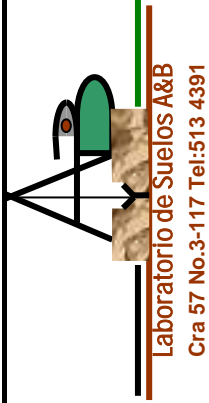
HOJA

**Cliente:** ING. LUIS FERNANDO MONTOYA

[illegible]

**ST = SHELBY C = CUCHARA**

**LABORATORISTA**



## RESUMEN DE RESULTADOS DEL LABORATORIO

**Proyecto: MALECON**

**Localización:** BUENAVENTURA

**Cliente:** **INCITOP**

Perforación: P-10    P-11

**HOJA 1 DE 1**

### Fecha Ensayo:

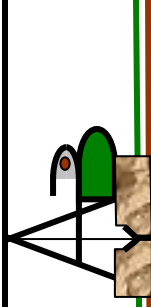
Laboratorio de Suelos A&amp;B

Cra 57 No.3-117 Tel:513 4391

[illegible]

OBSERVACIONES: C = CUCHARA - ST = SHELBY

## Laboratorista



**Laboratorio de Suelos A&B**  
Cra 57 No. 3-117 Tel: 513 4391

## RESUMEN RESULTADOS LABORATORIO

Proyecto: MALECON

**Localización:**

Perforación: P - 14 P - 15 P - 16

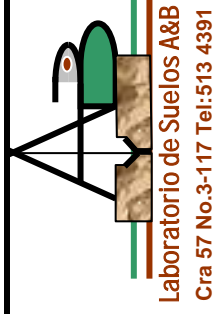
**Fecha Ensayo:**

**Cliente: INCITOP**

**HOJA 1 DE 1**

[illegible]

LABORATORISTA



## RESUMEN RESULTADOS LABORATORIO

**Proyecto:**

**Localización:**

**Perforación:**

**Fecha Ensayo:**

**Cliente: INCITOP**

**HOJA**

1 DE 1

**Fecha Ensayo:**[illegible]

**LABORATORISTA**





# **SÍSMICA DE MICROTRÉMORES - REMI, EN EL MALECÓN DEL PUERTO DE BUENAVENTURA, VALLE DEL CAUCA, COLOMBIA.**

**Martín Pacheco Correa, Geofísico M.Sc.  
Jesús Eduardo Alarcón Moreno. Tec. Ambiental  
Erika Johanna Alarcón Moreno, Tec. Geofísica**

**Geophysical Researchers Consulting S.A.S**

**Presentado a:  
ING. CARLOS ECHEVERRY  
GRUPO CAÑAS GORDAS**

**Bogotá D.C., Noviembre de 2014**

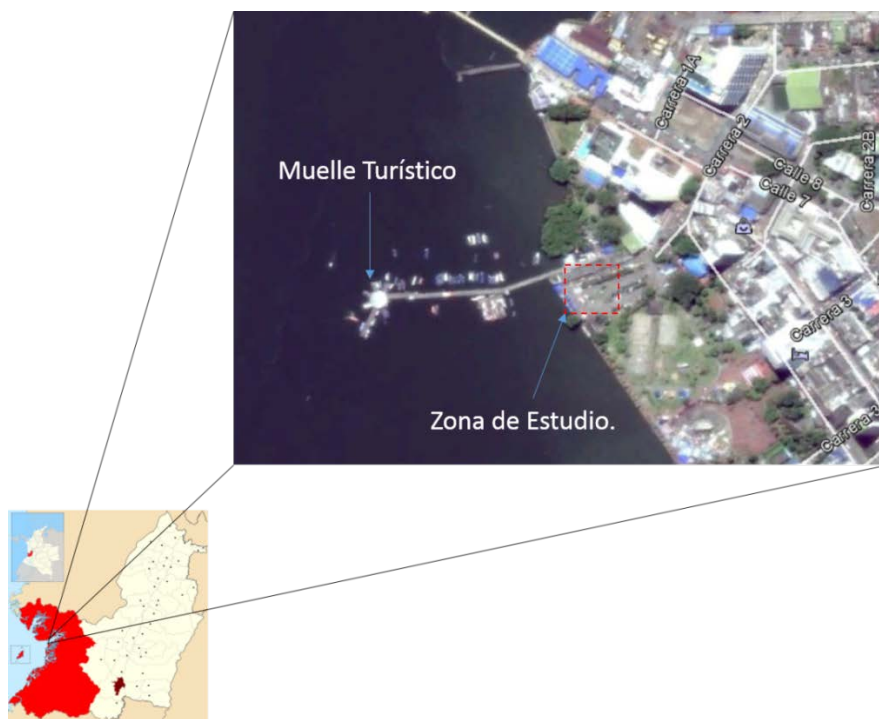
## OBJETIVO.

En el presente trabajo se tuvo como objetivo la realización de un estudio de sísmica de refracción-microtrémores (Re.Mi), en el área donde se pretende construir el Malecom del puerto de Buenaventura. Se desea determinar la velocidad de la onda S en el subsuelo, con el fin de la caracterización sísmica del área.

La sísmica Re.Mi. es una técnica adecuada para el trabajo en sitios urbanos ya que funciona con los microtrémores producidos por fuentes lejanas (fuentes pasivas) y microsismos naturales.

## INTRODUCCIÓN.

El levantamiento Sísmico ReMi fue realizado en el área del parqueadero del puerto de Buenaventura, Valle del Cauca – Colombia. La figura 1 muestra su ubicación.



**Figura 1. Ubicación de la zona de estudio. Puerto de Buenaventura, Valle del Cauca – Colombia. Figura obtenida y modificadas de Google Earth.**

La zona del parqueadero, tuvo un flujo constante de personas y vehículos durante todo el transcurso del día, la figura 2 muestra el trazado de la línea sísmica esta se trato de aproximar lo máximo posible a la posición de interés, pero ya que se trataba de un sitio con bastante afluencia de vehículos y personas fue necesario manejar una longitud máxima de 50m, normalmente la máxima profundidad del ReMi es de la mitad del tendido

de la línea, de manera que para aumentar por lo menos hasta 30m la profundidad del modelo de onda S, se tomaron el doble de registros que normalmente se toma.

La tabla 1 muestra las coordenadas de inicio, final de línea sísmica. Esta comienza a unos pocos metros de la línea de costa, a nivel de marea alta, y se extiende en el sitio. Los geófonos son colocados cada 2m.

Línea	INICIO		FIN		Distancia (m)
	LATITUD	LONGITUD	LATITUD	LONGITUD	
L1	3°53'19.66"N	77° 4'48.33"O	3°53'20.58"N	77° 4'46.99"O	50m

Tabla 1. Coordenadas de ubicación de la línea de Sísmica de MicroTremores. Puerto de Buenaventura, Valle del Cauca – Colombia. Sistema de Coordenadas WS84



Figura 2. Detalle de la línea sísmica para la realización de Re.Mi., en el Puerto de Buenaventura, Valle del Cauca – Colombia. Figura modificada de Google Earth.





Figura 3. Detalle de la ubicación de la línea en la zona de estudio

Reconocimiento general y marco geológico.



En profundidad se pueden encontrar suelos de arcillas plásticas, que pueden tener espesores superiores a los 5m al occidente de la ciudad, bajo ellas se pueden encontrar rocas (limolitas grises) progresivamente duras y dispuestas en capas horizontales. (CVC & OSSO, 2008)

## **SÍSMICA RE.MI. Y ESPECTROS DE ONDAS SUPERFICIALES**

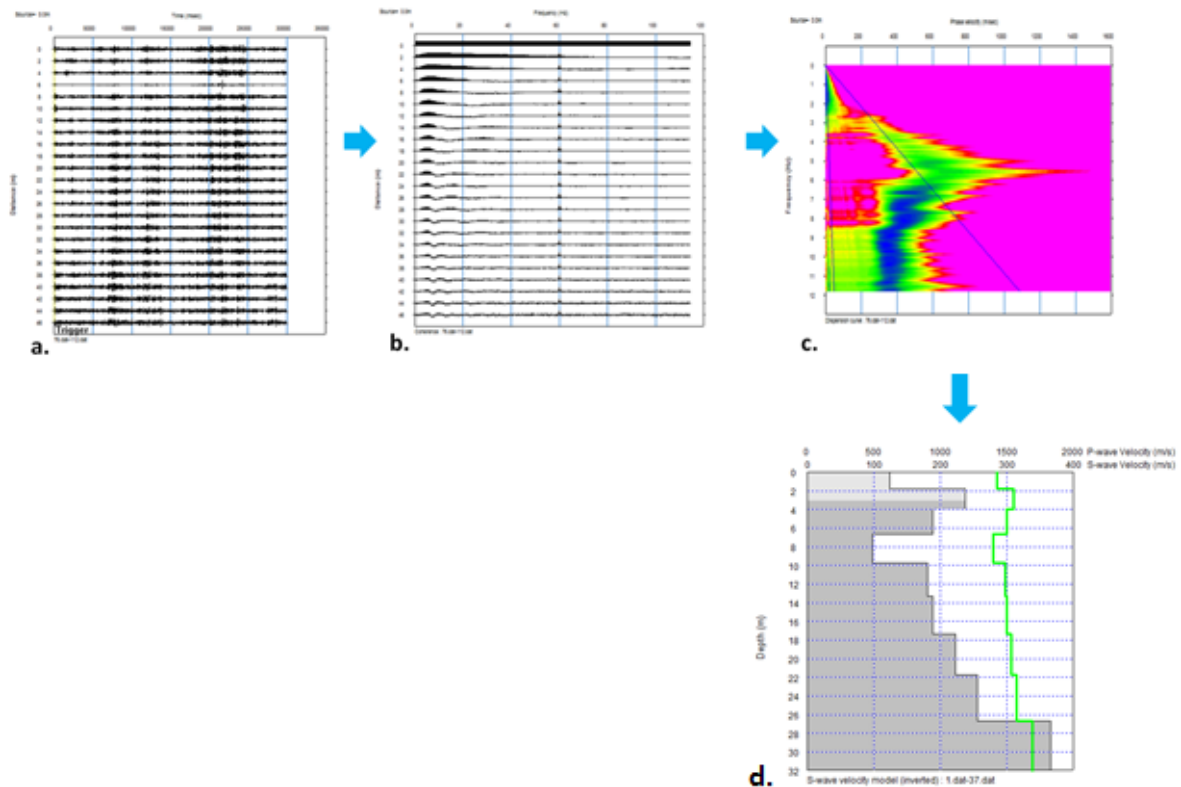
La sismica de Refracción-Microtrémores (REMI) hace uso de un tendido e instrumentación de sismica de refracción para el estudio de señales sísmicas producidas por microtrémores en diferentes espectros de frecuencia y niveles de energía. Se trata de un método pasivo ya que no usa directamente una fuente como una explosión o un golpe con mazo.

Este método permite realizar mediciones in situ de perfiles de velocidad de ondas de corte Vs en función de la profundidad, usando registros de ruido ambiental (microtrémores). Los datos se adquieren usando el mismo sismógrafo convencional y geófonos verticales de onda P usado en estudios de refracción. Las ondas S pueden ser estimadas matemáticamente en función de un mínimo conocimiento del sitio y con medidas de refracción hecha con el mismo arreglo. El método REMI permite estudiar sitios urbanos e industriales, también es útil en áreas donde no se puede usar explosivo.

Se adquieren registros con un arreglo de geófonos en línea recta y separados una distancia constante entre sí, se adquieren varios registros sísmicos, en donde se identifica la coherencia entre sismogramas mediante correlación autoespacial (SPAC) y se obtiene una curva de dispersión de ondas superficiales, que se relacionan con los valores de onda S en función de la profundidad.

Estas técnicas son ideales para sitios Urbanos o donde se presente paso de maquinaria pesada, alejada de la línea por lo menos 100m, la figura 5 muestra el proceso para obtener una curva de dispersión, son adquiridos varios registros de microtrémores (figura 5.a), de los cuales se obtiene un diagrama de coherencia (figura 5.b) y posteriormente se obtiene el espectro de ondas mediante la transformación fase-frecuencia (figura 5.c), las zonas de baja amplitud representan la zona de dispersión de ondas superficiales, se pica esta zona para obtener una curva de dispersión, que mediante procesos de inversión de datos, se calcula la onda S en el subsuelo (figura 5.d).





**Figura 5. Proceso en el análisis de datos Re.Mi. a) Registros sísmicos, b) Coherencia entre sismogramas, c) espectro fase-frecuencia, d) Modelo de Velocidad de onda S y P en función de la profundidad.**

En la tabla 2 se muestra la clasificación del tipo de suelo de acuerdo con la velocidad de la onda S, la tabla está basada en la Norma de sismoresistencia NSR-10.

### Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
<b>A</b>	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s \geq 1500 \text{ m/s}$
<b>B</b>	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > \bar{v}_s \geq 760 \text{ m/s}$
<b>C</b>	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > \bar{v}_s \geq 360 \text{ m/s}$
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$ , o $\bar{s}_u \geq 100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2)$
<b>D</b>	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > \bar{v}_s \geq 180 \text{ m/s}$
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$ , o $100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{s}_u \geq 50 \text{ kPa} (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$
<b>E</b>	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$180 \text{ m/s} > \bar{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total <b>H</b> mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $50 \text{ kPa} (\approx 0.50 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{s}_u$
<b>F</b>	<p>Los perfiles de suelo tipo <b>F</b> requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases:</p> <p><b>F<sub>1</sub></b> — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.</p> <p><b>F<sub>2</sub></b> — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (<b>H</b> &gt; 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).</p> <p><b>F<sub>3</sub></b> — Arcillas de muy alta plasticidad (<b>H</b> &gt; 7.5 m con Índice de Plasticidad <b>IP</b> &gt; 75)</p> <p><b>F<sub>4</sub></b> — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (<b>H</b> &gt; 36 m)</p>	

**Tabla No.2 Caracterización Sísmica de Suelos a partir de la velocidad de onda S, Según la Norma NSR-10.**

## METODOLOGÍA, ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS.

Fue usado un sismógrafo GEOMETRICS GEODE NZ de 24 Canales (figura 6) manufacturados por Geometrics Inc. ([www.geometrics.com](http://www.geometrics.com)). Es un sismógrafo que garantiza la adquisición de registros de alta fidelidad y con buenos niveles de relación señal/ruido. Puede ser aplicado en prospección sísmica por MASW, REMI, Downhole, Refracción y Reflexión.

Para la línea sísmica se usó el sismógrafo con geófonos de 4.5Hz, con una distancia de separación de 2m cada uno. Estos fueron georeferenciados con un GPS Garmin 60Cxs estándar (Precisión < 2m). La disposición de geófonos se realizó con cinta métrica en el terreno conservando una misma distancia horizontal (figura 6).



**Figura 6 . a). Sismógrafo Geode-Geometrics NZ 24CH, b y c) disposición de geófonos y línea sísmica en el levantamiento de sísmica Microtrémores, Buenaventura, Valle del Cauca - Colombia. La policía Nacional Facilitó dos agentes para la ayuda en la adquisición y seguridad de los equipos.**

Debido a que en la zona se encuentra cubierta por lozas de cemento, y no era posible enterrar los geófonos en el suelo, se usaron bloques de madera, con un agujero al cual se le colocaba plastilina y en este se acoplaba el geófono. En la base del bloque de madera, se disponía de una capa de plastilina blanda, la cual lograba un acople adecuado al suelo permitiendo que las vibraciones se transmitieran hacia los geófonos. La figura 7 muestra el detalle del mismo.



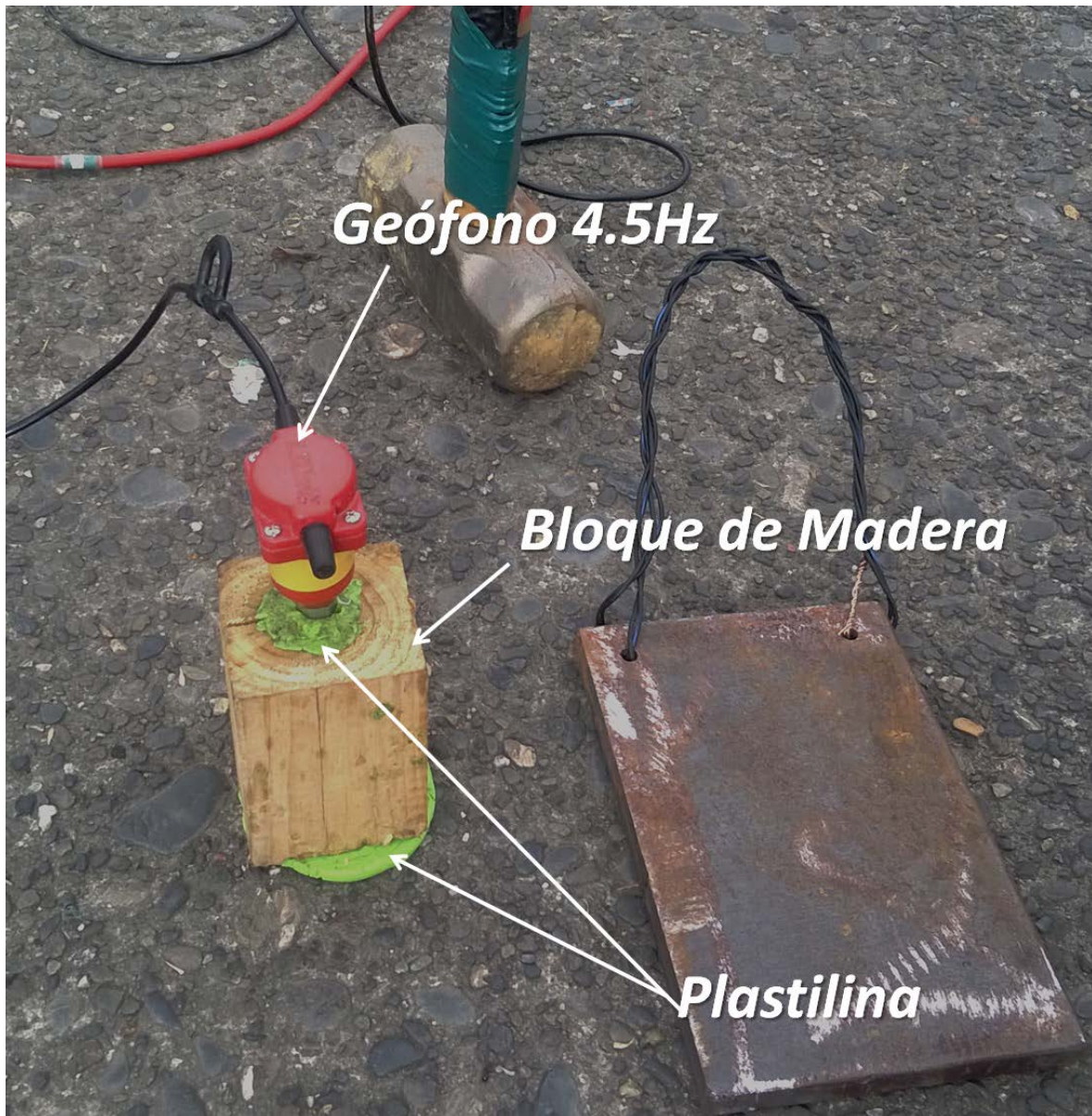


Figura 7. Método usado para lograr el acople de los geófonos al suelo.

Los registros de microtrémores fueron adquiridos durante diez minutos por cada línea en más de treinta y siete registros de 30 segundos cada uno a una tasa de muestreo de 2ms, estos se acoplan y se forma el espectro de coherencia para cada línea sísmica mediante una la auto correlación espacial 2D (SPAC), Lo anterior siguiendo la metodología de adquisición de datos REMI.

Mediante el uso del software Licenciado Seisimager de Geometrics, son procesados los registros de sísmica ReMi.

En la figura 8, se muestra la secuencia de procesamiento usada para obtener los modelos de velocidades de onda S y P, y la figura 7, muestra la secuencia de procesamiento usada para obtener las imágenes de sísmica ReMi.

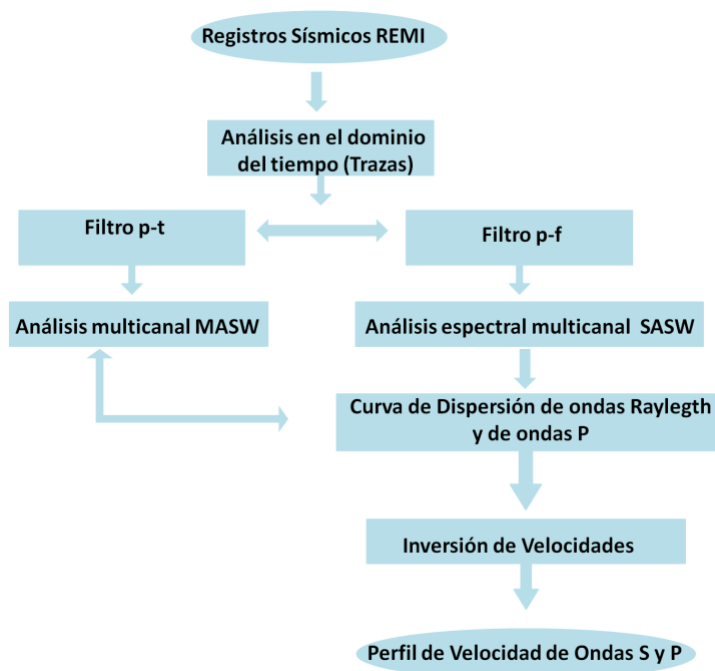


Figura 8. Secuencia de procesamiento para Sísmica de microtrémores Re.Mi.

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Las figuras 9 muestran algunos de los registros efectuados para el análisis de datos de la sísmica ReMi, se presentan sismogramas, con señales aleatorias y ruido, producto de baja presencia de tremores, también señales con frentes de onda planos, asociados a fuentes lejanas. Algunos de los registros muestran frentes de onda deformados los cuales se asocian a fuentes cercanas de ruido.



Todas estas señales se estudian con el fin de obtener la curva de dispersión de ondas superficiales. La figura 10 muestra el espectro de dispersión y curva de ondas superficiales, además del diagrama de coherencia de las señales, en cada uno de los registros. Se muestra una zona espectral muy bien definida lo cual habla de la calidad de la adquisición de datos, así como coherencia en frecuencias entre 0 a 20Hz.

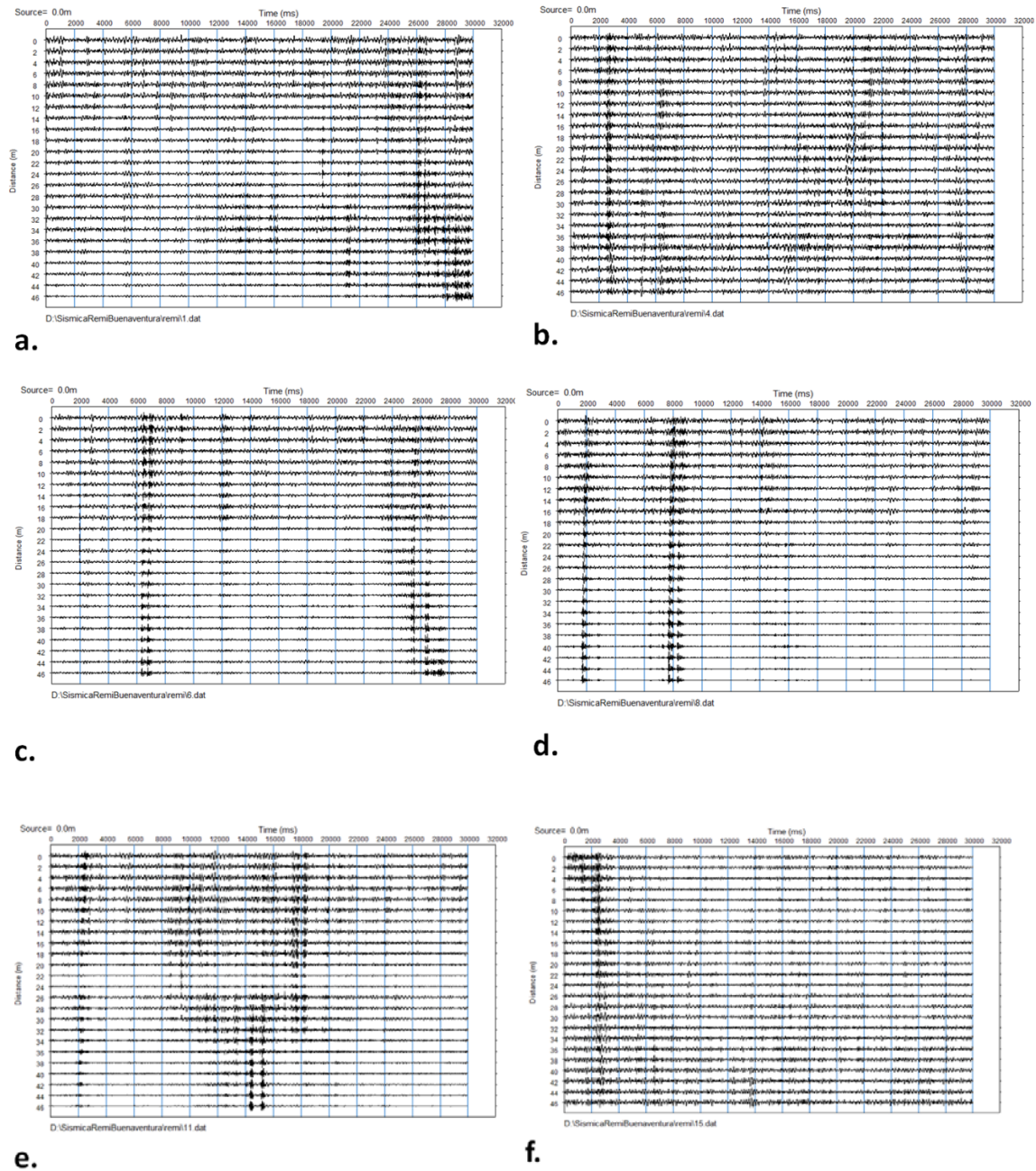
A partir de la curva de dispersión, se genera un modelo hipotético del subsuelo y mediante un algoritmo de inversión se calcula el perfil de velocidad de onda S en función de la profundidad, este se muestra en la figura 11 junto con la curva de la onda P en función de la profundidad, y calculada a partir de la onda S.

La figura 10 muestra también la interpretación de acuerdo a los suelos y litología que se presenta en el área.

En profundidades entre 0 a 3m pueden presentarse rellenos con lodos, y también con gravas alcanzando estas profundidades hasta de 6m.

En profundidad continua una zona de baja velocidad asociada a la presencia de arcillas con espesores entre 9 a 14m aproximadamente. Los valores de velocidad de onda S tienden a crecer en profundidad donde a partir de 17m crecen de forma progresiva, desde dicha profundidad es probable encontrar niveles de roca semiconsolidada como las arcillolitas características de la región.

La tabla 3 muestra los valores de velocidades de onda P y S, en promedio se tiene un valor de velocidad de onda S de 180m/s lo cual clasifica el suelo como de tipo E según la tabla 2, aunque en profundidad se pueden alcanzar valores hasta de 250m/s que clasifican en profundidad los suelos como tipo D.



**Figura 9. Registros sísmicos representativos en la adquisición ReMi. a) Registro con baja densidad de tremores, b, c y d) registros con tremores de fuentes lejanas, e y f) registros de tremores cercanos.**

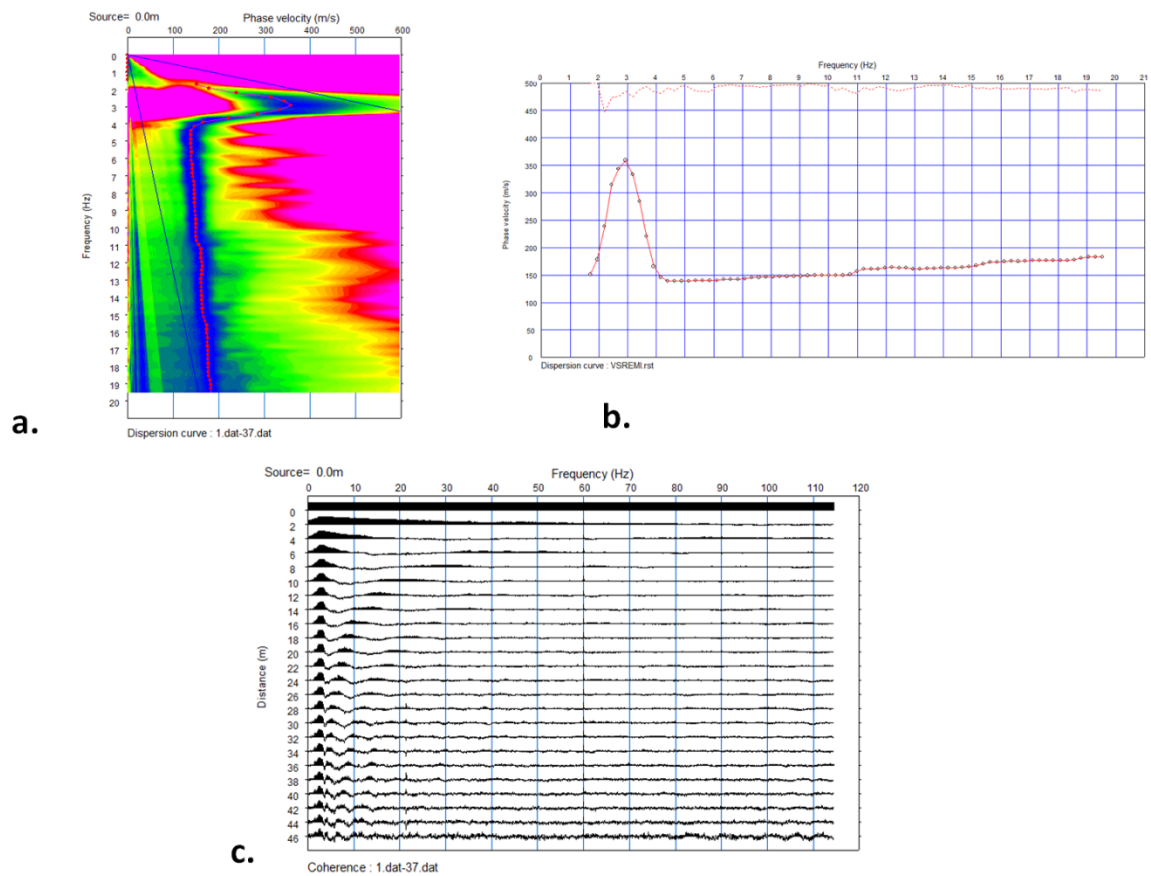


Figura 10. a) Espectro de dispersión de ondas superficiales, b) Curva de dispersión de ondas superficiales y c) Coherencia entre los 37 registros sísmicos, usados para el ReMi.

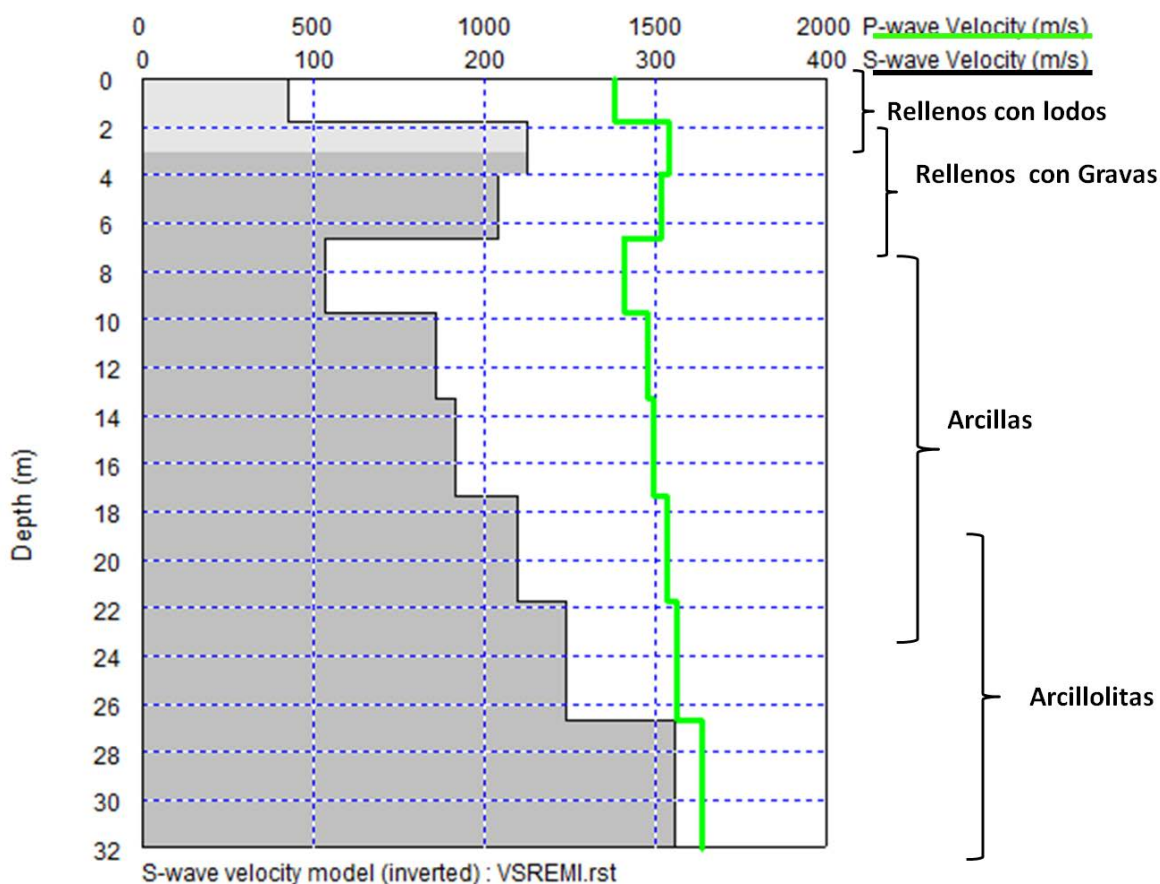


Figura 11. Velocidad de onda S y velocidad de onda P calculada, en función de la profundidad, a partir de sísmica Re.Mi.

Depth(m)	S-wave velocity(m/s)	P-wave velocity(m/s)	Density(g/cc)	N	Bulk Modulus (Kg/m)	Shear Modulus (Kg/m)
0	84.886961	1384.22453	1.750264	0.653894	3.34E+09	1.26E+07
1.777778	224.833861	1539.56556	1.800468	14.544775	4.15E+09	9.10E+07
4	207.584307	1520.41853	1.794348	11.279812	4.04E+09	7.73E+07
6.666667	106.541045	1408.26047	1.758114	1.348223	3.46E+09	2.00E+07
9.777778	171.200037	1480.03197	1.781376	6.106201	3.83E+09	5.22E+07
13.333334	183.117628	1493.2605	1.785634	7.565688	3.90E+09	5.99E+07
17.333334	219.76167	1533.93543	1.79867	13.525309	4.12E+09	8.69E+07
21.777779	247.636035	1564.87596	1.808529	19.783922	4.28E+09	1.11E+08
26.666667	311.608434	1635.88536	1.830966	41.127479	4.66E+09	1.78E+08
37.333336	373.865932	1704.9911	1.852551	73.462236	5.04E+09	2.59E+08

Tabla 3. Velocidad de onda S y velocidad de onda P calculada, en función de la profundidad.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

La sísmica de Re.Mi. es un método que permite trabajar en sitios urbanos, hace uso del ruido cultural y microsismos para estudiar el comportamiento de las ondas superficiales, las cuales traen bastante información acerca del subsuelo. A partir del estudio de la dispersión de ellas fue posible derivar valores de velocidad de onda S y P.

Se presentan varias zonas de cambio de velocidad de onda S en función de la profundidad, las cuales se asocian a la presencia de rellenos que pueden alcanzar hasta los 6m de profundidad. Hay una zona de baja velocidad entre 7 y 10m que se interpreta como la zona donde comienzan depósitos de arcillas, y pueden estar afectadas por el nivel freático. En profundidad se presenta una zona a partir de 17m donde aumentan la velocidad de onda S, que se asocia al comiendo de litología semiconsolidada y rocas de arcillolitas.

En general se pudo obtener muy buena información de sitio a pesar de la presencia de vehículos en movimiento y de transeúntes, fuentes de ruido cercanas y de alta amplitud afectan la calidad de los datos, en este caso la ayuda de la Policía Nacional, del CAI del parque Nestor Urbano fue fundamental ya que nos permitió controlar vehículos y personas que se acercaban a la línea sísmica. Lamentablemente no fue posible el cierre del parqueadero para extender un poco más la línea.

Se recomienda por lo menos que pilotes o estructuras similares superen bastante bastante la profundidad de 17m en el caso de requerir una edificación, ya que en superficie los rellenos pueden ser propensos a fenómenos de licuefacción.

## BIBLIOGRAFÍA

- CVC & OSSO, Mapa de formaciones geológicas superficiales: Evaluación básica e investigación geológica y sismológica y red acelerográfica como insumo para la microzonificación sísmica del área urbana de y expansión urbana de Buenaventura. 2008
- Díaz S., Caracterización de suelos arenosos mediante análisis de ondas de superficie, Ai Consultoría México D.F, 20 de septiembre del 2007.
- Geometrics, SeisImager/SW Manual, Geometrics Inc., [www.geometrics.com](http://www.geometrics.com), May 25, 2005.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, Norma NSR-10, Título A – Requisitos Generales de Diseño y Construcción Sismoresistente, 2010.
- Rojas S., Sísmica de Refracción y microtrémores para caracterización de parámetros dinámicos superficiales en Caracas, Universidad Simón Bolívar. 2008..
- Telford W., Geldart L. Sheriff R., Applied Geophysics Second Edition, Cambridge University Press.





MALECÓN BAHÍA DE LA CRUZ - BUENAVENTURA - VALLE

[illegible]

**Página**







# GEO PERFORACIONES CYB

REGISTRO DE EXPLORACION  
DEL SUELO

CLIENTE Buenaventura

OBRA micron punto

SONDEO p 2-p 3.

FECHA

LOCALIZACION

INSPECTOR cap 110.

PERFORADOR

PROFUNDIDAD MTS.	MUESTRA		GOLPES TUBERIA REVEST.	DESCRIPCION DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
	Clase	No.			
1.0	1P-#2			arena de tipo medio gruesa color café arena fina y gruesa	
				arena media color café vetas café arena fina	
				arena media color café vetas gruesa arena fina	
2.0	1P-#3			arena fina	arena fina 0-700. arena 3/4".
				arena media y gruesa con vetas café arena fina	
				arena media y gruesa con vetas café arena fina y gruesa	
1.0				arena media y gruesa con vetas café arena fina	
				arena media y gruesa con vetas café arena fina	
				arena media y gruesa con vetas café arena fina	
2.0				arena media y gruesa con vetas café arena fina	
				arena media y gruesa con vetas café arena fina	
				arena media y gruesa con vetas café arena fina	

Para muestras tipos y tamaños (a) .....

(b) .....

(c) .....

Tubería de revestimiento tamaño ..... Peso de Martillo 140 Lb. .... Caída 3011 .....

Profundidad de la capa freática .....



# ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO (ALTERADO) NORMA INV. E - 148 - 07

PROYECTO: MALECON - PARQUE.

J.A.M.C.

CLIENTE:

ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS SENIOR.

MATERIAL: GRAVA GRAVILLOSA ARENOSA LIMOSA CON RASTROS DE ARCILLA COLOR CAFÉ CLARO.

PROCEDENCIA: BUENAVENTURA.

FECHA: NOVIEMBRE - 27 - 2014

C.B.R. No. 4

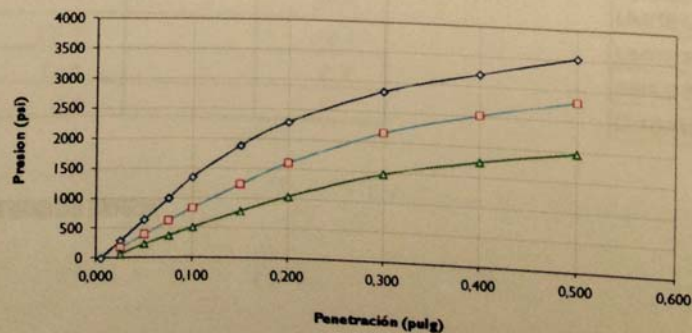
PROF: 1,50 Mts.

Prueba	1	2	3
No de Golpes	56	25	12
Molde No	30	32	33
Volumen Molde (pie <sup>3</sup> )	0,0815	0,0815	0,0826
Peso Muestra Humeda + Molde (gr)	10,588	10,465	10,237
Peso del Molde (gr)	4,750	4,912	4,770
Peso del Muestra Húmeda (gr)	5,838	5,553	5,467
Peso del Muestra Húmeda (lb)	12,84	12,22	12,03
Peso Unitario Húmedo (lb/pie <sup>3</sup> )	157,6	149,9	145,6
Recipiente No	55	8	60
Peso Muestra Humeda + Recipiente (gr)	425,6	295,8	380,4
Peso Muestra Seca + Recipiente (gr)	401,7	279,5	359,2
Peso del Agua (gr)	23,9	16,3	21,2
Peso del Recipiente (gr)	40,2	36,4	38,4
Peso de Muestra Seca (gr)	361,5	243,1	320,8
Humedad (%)	6,6%	6,7%	6,6%
Peso Unitario Seco (lb/pie <sup>3</sup> )	147,8	140,5	136,6
Lectura de Expansion Dia 1			
Lectura de Expansion Dia 2			
Lectura de Expansion Dia 3			
Lectura de Expansion Dia 4	NO	NO	NO
Expansión Total (%)			

Constante de anillo: 3,93

Penetración (pulg)	Carga 0.0001"	Carga (lb)	Presión (psi)	Carga 0.0001"	Carga (lb)	Presión (psi)	Carga 0.0001"	Carga (lb)	Presión (psi)
0,005									
0,025		74,0	290,8		45,0	176,9		17,0	66,8
0,050		165,0	648,5		101,0	396,9		60,0	235,8
0,075		255,0	1002,2		160,0	628,8		95,0	373,4
0,100		345,0	1355,9		214,0	841,0		132,0	518,8
0,150		480,0	1886,4		315,0	1238,0		200,0	786,0
0,200		583,0	2291,2		408,0	1603,4		265,0	1041,5
0,300		725,0	2849,3		549,0	2157,6		375,0	1473,8
0,400		815,0	3203,0		642,0	2523,1		445,0	1748,9
0,500		899,0	3533,1		716,0	2813,9		503,0	1976,8
Humedad Penetración (%)		6,6			6,7			6,6	
C.B.R. corregido a 0.1" (%)		135,6			84,1			51,9	
C.B.R. corregido a 0.2" (%)		152,7			106,9			69,4	

PRESIÓN - PENETRACIÓN



# ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO (ALTERADO) NORMA INV. E - 148 - 07

PROYECTO: MALECON - PARQUE.

J.A.M.C.

CLIENTE:

ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS SENIOR.

MATERIAL: DE SITIO; GRAVA GRAVILLOSA ARENOSA LIMOSA CON RASTROS DE ARCILLA COLOR CAFÉ CLARO.

PROCEDENCIA:

FECHA: NOVIEMBRE - 27 - 2014

C.B.R. No. 3

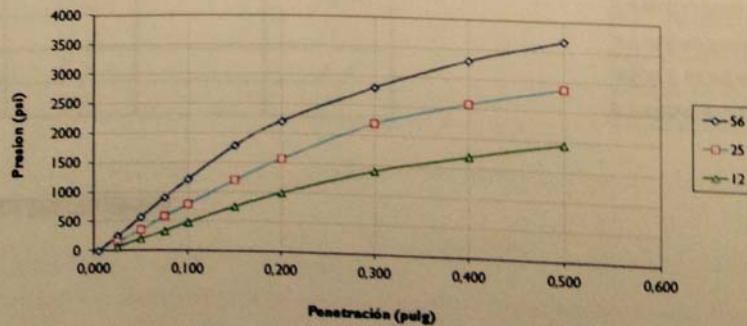
PROF: 1,50 Mts.

Prueba	1	2	3
No de Golpes	56	25	12
Molde No	34	35	36
Volumen Molde (pie <sup>3</sup> )	0,0815	0,0815	0,0815
Peso Muestra Humeda + Molde (gr)	10,470	10,235	10,170
Peso del Molde (gr)	4,700	4,675	4,700
Peso de Muestra Humeda (gr)	5,770	5,560	5,470
Peso de Muestra Humeda (lb)	12,69	12,23	12,03
Peso Unitario Humedo (lb/pie <sup>3</sup> )	155,8	150,1	147,7
Recipiente No	64	73	28
Peso Muestra Humeda + Recipiente (gr)	381,2	435,0	395,0
Peso Muestra Seca + Recipiente (gr)	360,9	411,4	373,7
Peso del Agua (gr)	20,3	23,6	21,3
Peso del Recipiente (gr)	38,2	36,6	41,0
Peso de Muestra Seca (gr)	322,7	374,8	332,7
Humedad (%)	6,3%	6,3%	6,4%
Peso Unitario Seco (lb/pie <sup>3</sup> )	146,5	141,2	138,8
Lectura de Expansion Dia 1			
Lectura de Expansion Dia 2			
Lectura de Expansion Dia 3			
Lectura de Expansion Dia 4	NO	NO	NO
Expansion Total (%)			

Constante de anillo: 3,93

Penetración (pulg)	Carga 0.0001"	Carga (lb)	Presión (psi)	Carga 0.0001"	Carga (lb)	Presión (psi)	Carga 0.0001"	Carga (lb)	Presión (psi)
0.005									
0.025		65,0	255,5		40,0	157,2		18,0	70,7
0.050		148,0	581,6		92,0	361,6		53,0	208,3
0.075		232,0	911,8		151,0	593,4		86,0	338,0
0.100		311,0	1222,2		202,0	793,9		123,0	483,4
0.150		456,0	1792,1		307,0	1206,5		193,0	758,5
0.200		562,0	2208,7		400,0	1572,0		254,0	998,2
0.300		715,0	2810,0		560,0	2200,8		358,0	1406,9
0.400		842,0	3309,1		656,0	2578,1		432,0	1697,8
0.500		935,0	3674,6		732,0	2876,8		498,0	1957,1
Humedad Penetración (%)		6,3			6,3			6,4	
C.B.R. corregido a 0.1" (%)		122,2			79,4			48,3	
C.B.R. corregido a 0.2" (%)		147,2			104,8			66,5	

PRESIÓN - PENETRACIÓN





# ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO (ALTERADO) NORMA INV. E - 148 - 07

PROYECTO: MALECON - PARQUE.

J.A.M.C.

CLIENTE:

ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS SENIOR.

MATERIAL: DE SITIO; ARENA GRAVOSA GRAVILLOSA LIMOSA CON ALGO DE ARCILLA COLOR GRIS.

PROCEDENCIA: BUENAVENTURA.

FECHA: NOVIEMBRE - 27 - 2014

C.B.R. No. 1

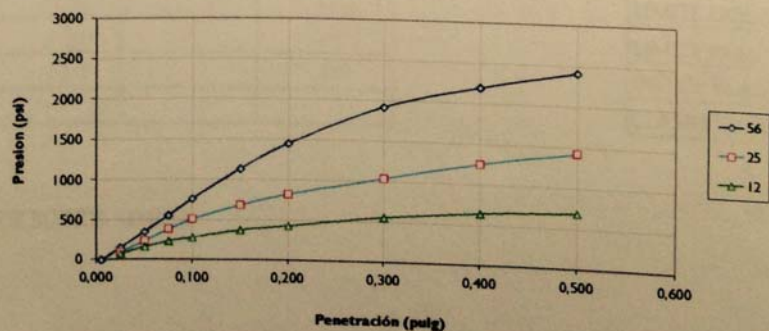
PROF: 1,50 Mts.

Prueba	1	2	3
No de Golpes	56	25	12
Molde No	35	36	34
Volumen Molde (pie <sup>3</sup> )	0,0815	0,0815	0,0815
Peso Muestra Humeda + Molde (gr)	9,730	9,560	9,300
Peso del Molde (gr)	4,675	4,700	4,700
Peso del Muestra Humeda (gr)	5,055	4,860	4,600
Peso del Muestra Humeda (lb)	11,12	10,69	10,12
Peso Unitario Humedo (lb/pie <sup>3</sup> )	136,5	131,2	124,2
Recipiente No	85	78	9
Peso Muestra Humeda + Recipiente (gr)	367,6	367,1	378,2
Peso Muestra Seca + Recipiente (gr)	340,5	339,6	349,6
Peso del Agua (gr)	27,1	27,5	28,6
Peso del Recipiente (gr)	38,1	37,6	38,5
Peso de Muestra Seca (gr)	302,4	302,0	311,1
Humedad (%)	9,0%	9,1%	9,2%
Peso Unitario Seco (lb/pie <sup>3</sup> )	125,2	120,2	113,7
Lectura de Expansion Dia 1			
Lectura de Expansion Dia 2			
Lectura de Expansion Dia 3			
Lectura de Expansion Dia 4	NO	NO	NO
Expansión Total (%)			

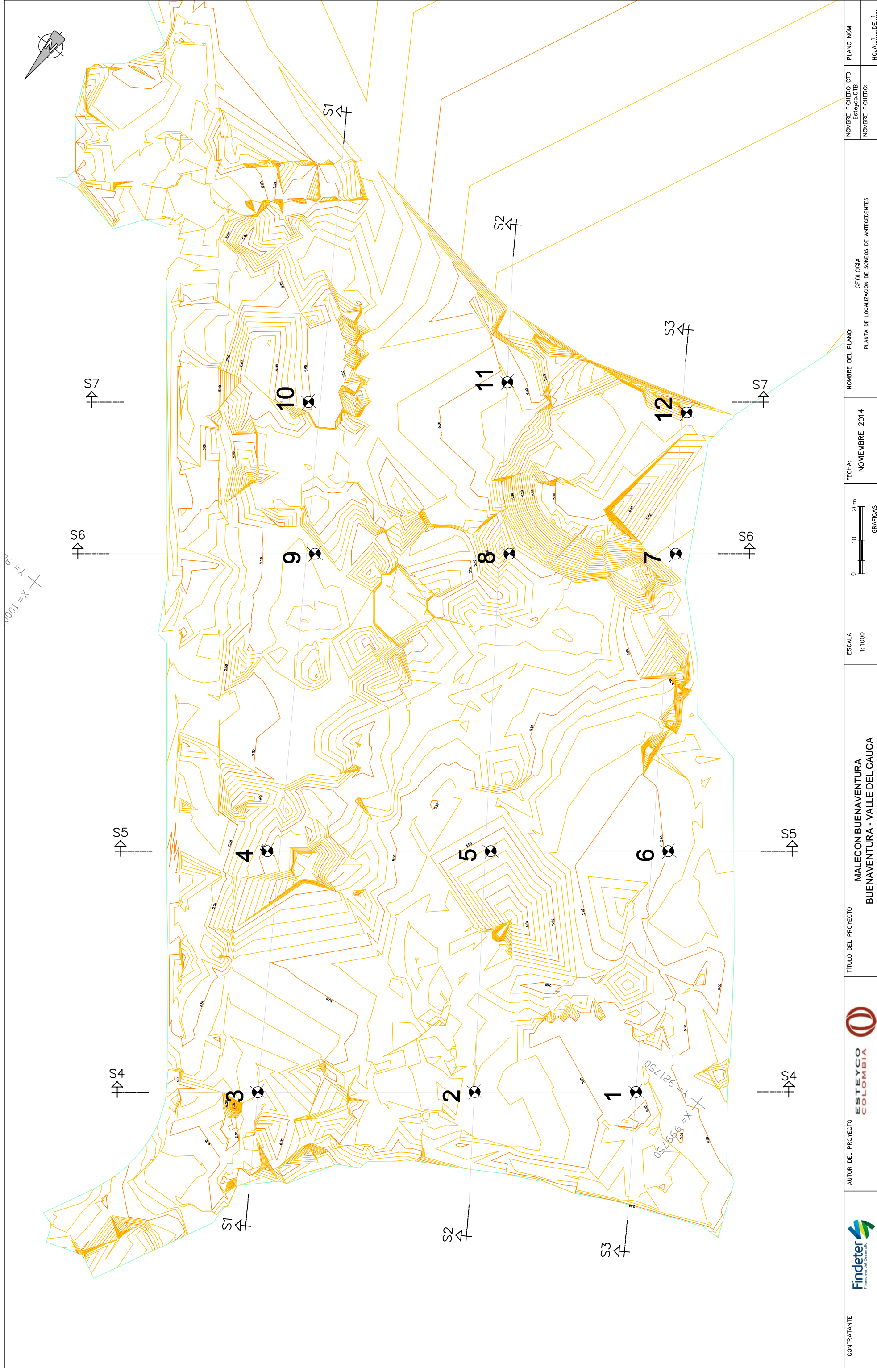
Constante de anillo: 3,93

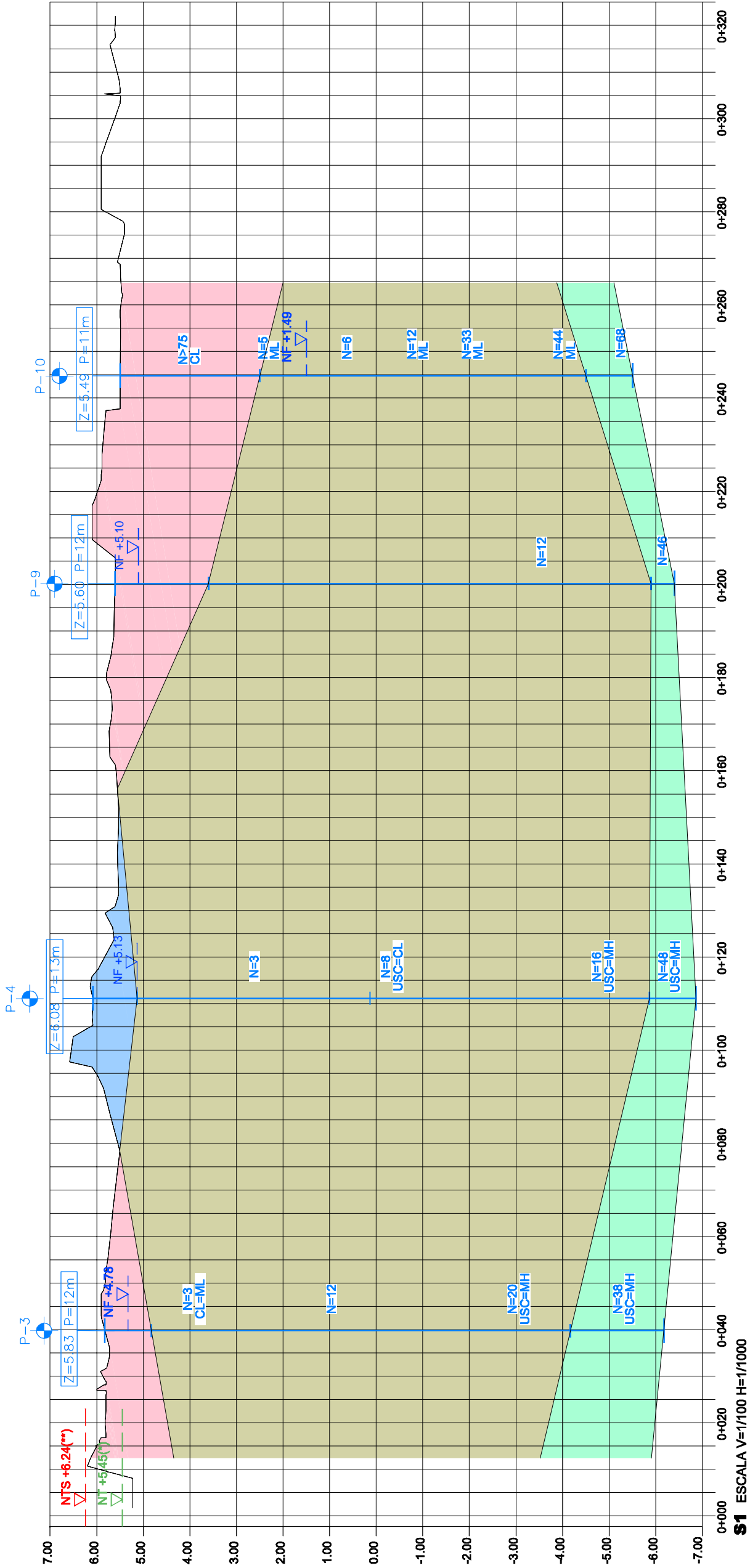
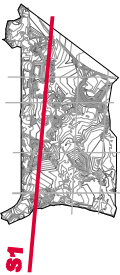
Penetración (pulg)	Carga 0.0001"	Carga (lb)	Presión (psi)	Carga 0.0001"	Carga (lb)	Presión (psi)	Carga 0.0001"	Carga (lb)	Presión (psi)
0,005									
0,025		40,0	157,2		25,0	98,3		20,0	78,6
0,050		90,0	353,7		61,0	239,7		42,0	165,1
0,075		142,0	558,1		98,0	385,1		60,0	235,8
0,100		195,0	766,4		130,0	510,9		72,0	283,0
0,150		290,0	1139,7		175,0	687,8		95,0	373,4
0,200		370,0	1454,1		210,0	825,3		110,0	432,3
0,300		490,0	1925,7		265,0	1041,5		143,0	562,0
0,400		560,0	2200,8		320,0	1257,6		165,0	648,5
0,500		615,0	2417,0		364,0	1430,5		178,0	699,5
Humedad Penetración (%)		9,0			9,1			9,2	
C.B.R corregido a 0.1" (%)		76,6			51,1			28,3	
C.B.R corregido a 0.2" (%)		96,9			55,0			28,8	

## PRESIÓN - PENETRACIÓN



**AP3: ESTRATIGRAFÍA (PLANOS Y PERFILES)**





NOTAS:  
(\*) SEGÚN BOLETIN CIENTIFICO CCCP (2004), NO.11:30-41  
(\*\*) MÁXIMO NIVEL DE INUNDACIÓN EN CONDICIONES DE MAREA ALTA  
EN CASO DE TSUNAMI PARA UNA INTENSIDAD DE SISMO 8.2. SEGÚN  
BOLETIN CIENTIFICO CCCP (2003), NO.9:45-57

SÍMBOLOS CONVENCIONALES

CONTACTO LITOLÓGICO INTERPRETADO

NF

NIVEL FREÁTICO

NTS

NIVEL TSUNAMI

NT

NIVEL COTA MÁXIMA MAREA T=50 AÑOS

RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO

INVESTIGACIÓN REALIZADA

N=XX

GOLPEO

P-X

IDENTIFICACIÓN

PERFORACIÓN

Z=XX.XX P=XXm

Z=COTA ABSOLUTA P=PROFUNDIDAD

LLEGENDA ESTRATIGRÁFICA

V

TIPO CAPA VEGETAL

A

TIPO A

B

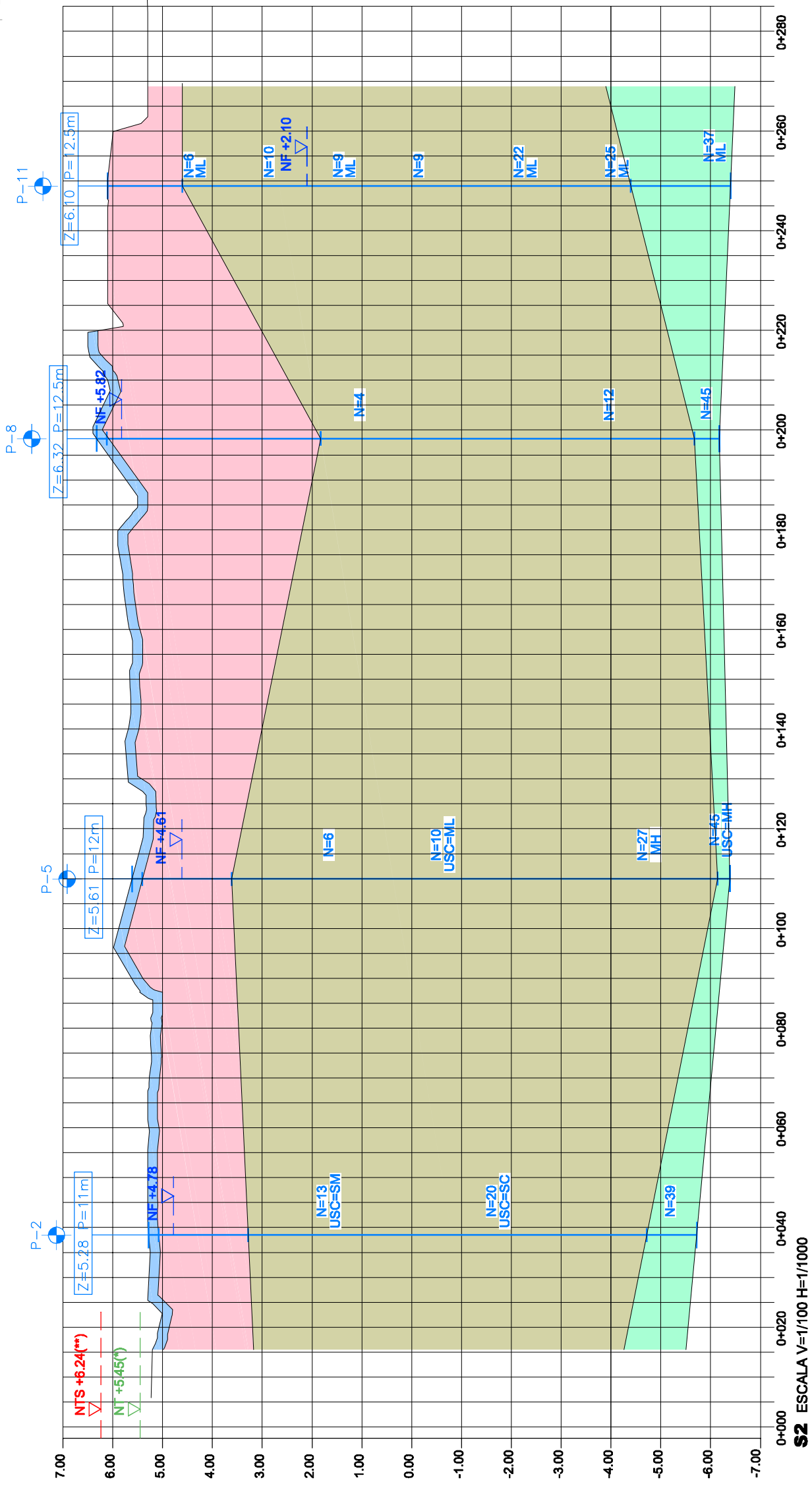
TIPO B

C

TIPO C

CONTRATANTE	AUTOR DEL PROYECTO	ESTEYCO COLOMBIA	TÍTULO DEL PROYECTO	MALECON BUENAVENTURA BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA		ESCALA INDICADAS	FECHA: NOVIEMBRE 2014	NOMBRE DEL PLANO: GEOLOGÍA PERFILES GEOLOGICO	NOMBRE FICHERO CTB: EsteycocTB	PLANO NÚM.
									NOMBRE FICHERO: HOJA_1...DE_7...	





**NOTAS:**

(\*) SEGÚN BOLETIN CIENTIFICO CCCP (2004), NO.11:30-41

(\*\*) MÁXIMO NIVEL DE INUNDACIÓN EN CONDICIONES DE MAREA ALTA

EN CASO DE TSUNAMI PARA UNA INTENSIDAD DE SISMO 8.2. SEGÚN

BOLETIN CIENTIFICO CCCP (2003), NO 9:45-57

## SÍMBOLOS CONVENCIONALES

CONTACTO LITOLÒGICO INTERPRETADO

NIVEL FREÁTICO

NIVEI TSIINAMI

NIVEL COTA MÁXIMA MAREA T=50 AÑOS

**LLEENDA ESTRATIGRÀFICA**

TIPO	CAPA	VEGETAL
V		

TIPO A

TIPO B	
B	

TIPO C	C
--------	---

RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO

INVESTIGACIÓN REALIZADA

 $N=XY$ 

P-X IDENTIFICACIÓN



UNIVERSIDAD DE LA PAZ

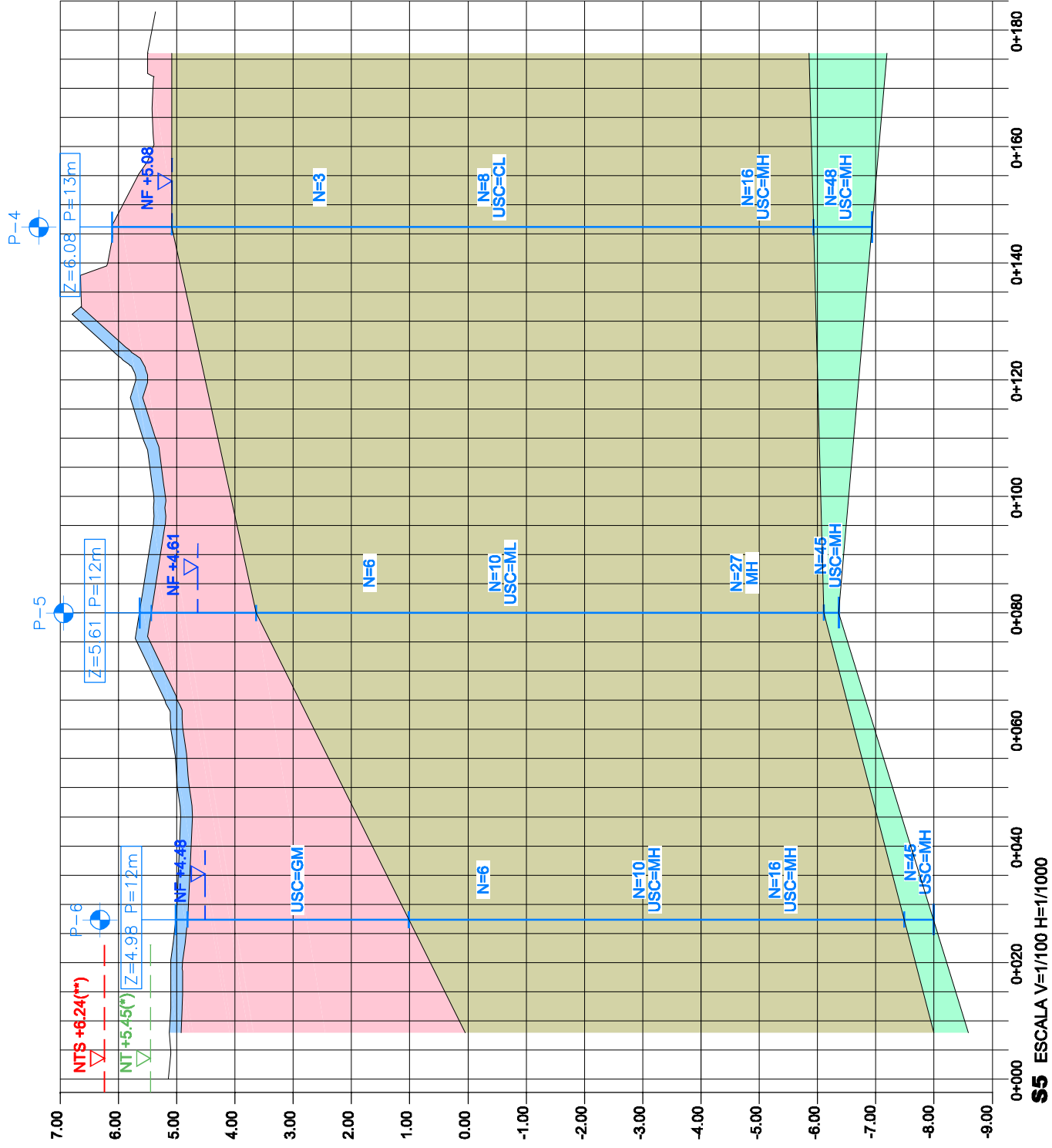
Z=XX.XX P=XXm Z=COTA ABSOLUTA P=PROFUNDIDAD

CONTRATANTE






















NOTAS:

(\*) SEGÚN BOLETIN CIENTIFICO CCCP (2004), NO.11:30-41

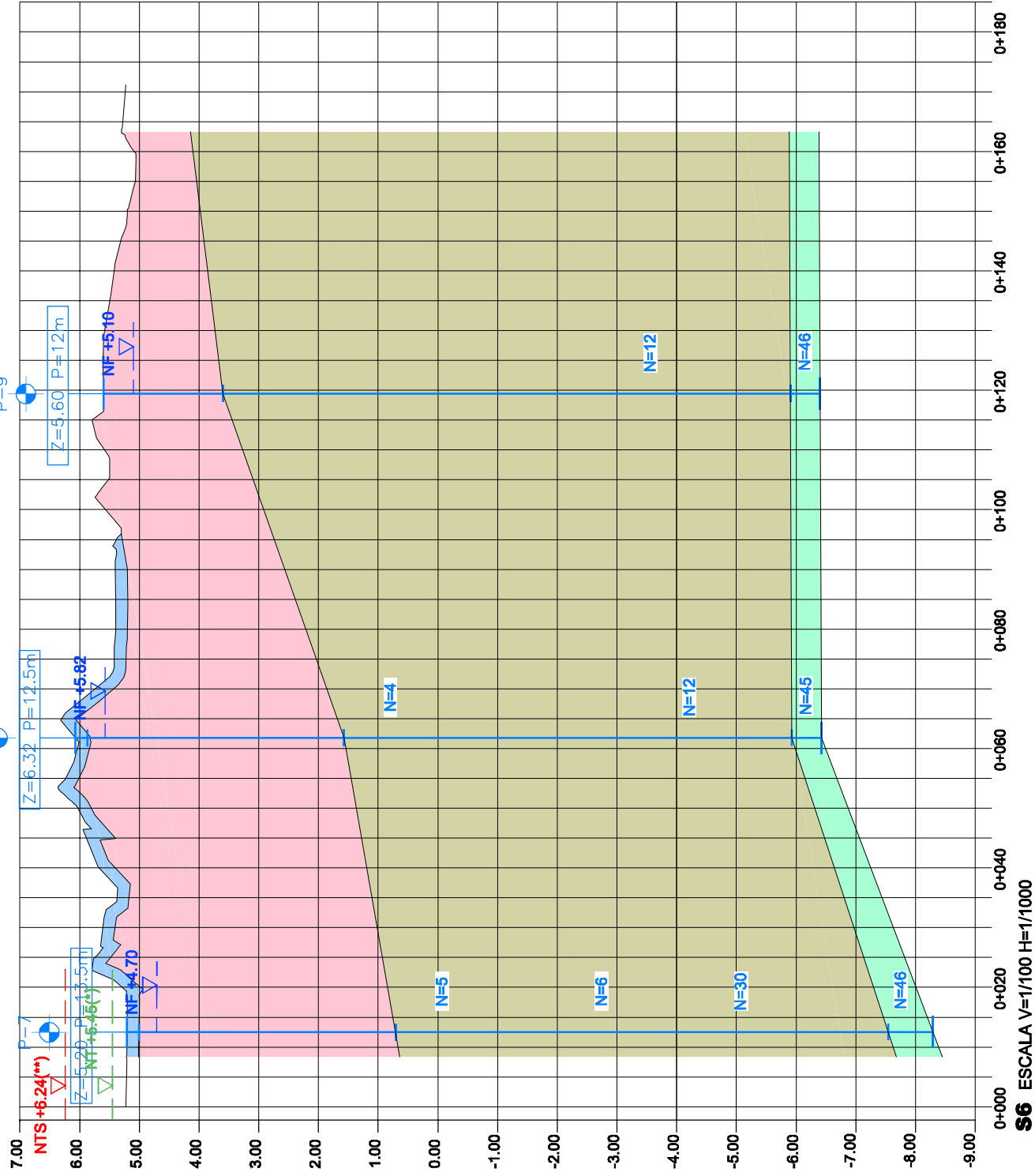
(\*\*) MÁXIMO NIVEL DE INUNDACIÓN EN CONDICIONES DE MAREA ALTA

EN CASO DE TSUNAMI PARA UNA INTENSIDAD DE SISMO 8.2. SEGÚN

BOLETIN CIENTIFICO CCCP (2003), NO.9:45-57

SÍMBOLOS CONVENCIONALES		RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO		LEGENDA ESTRATIGRÁFICA	
	CONTACTO LITOLÓGICO INTERPRETADO				TIPO CAPA VEGETAL
	NIVEL FREÁTICO				TIPO A
	NIVEL TSUNAMI				TIPO B
	NIVEL COTA MÁXIMA MAREA T=50 AÑOS				TIPO C
		<b>N=XX</b>	<b>GOLPEO</b>		
		<b>P-X</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
			<b>PERFORACIÓN</b>		
		<b>Z=XX.XX P=XXm</b>			
		<b>Z=COTA ABSOLUTA P=PROFUNDIDAD</b>			

CONTRATANTE

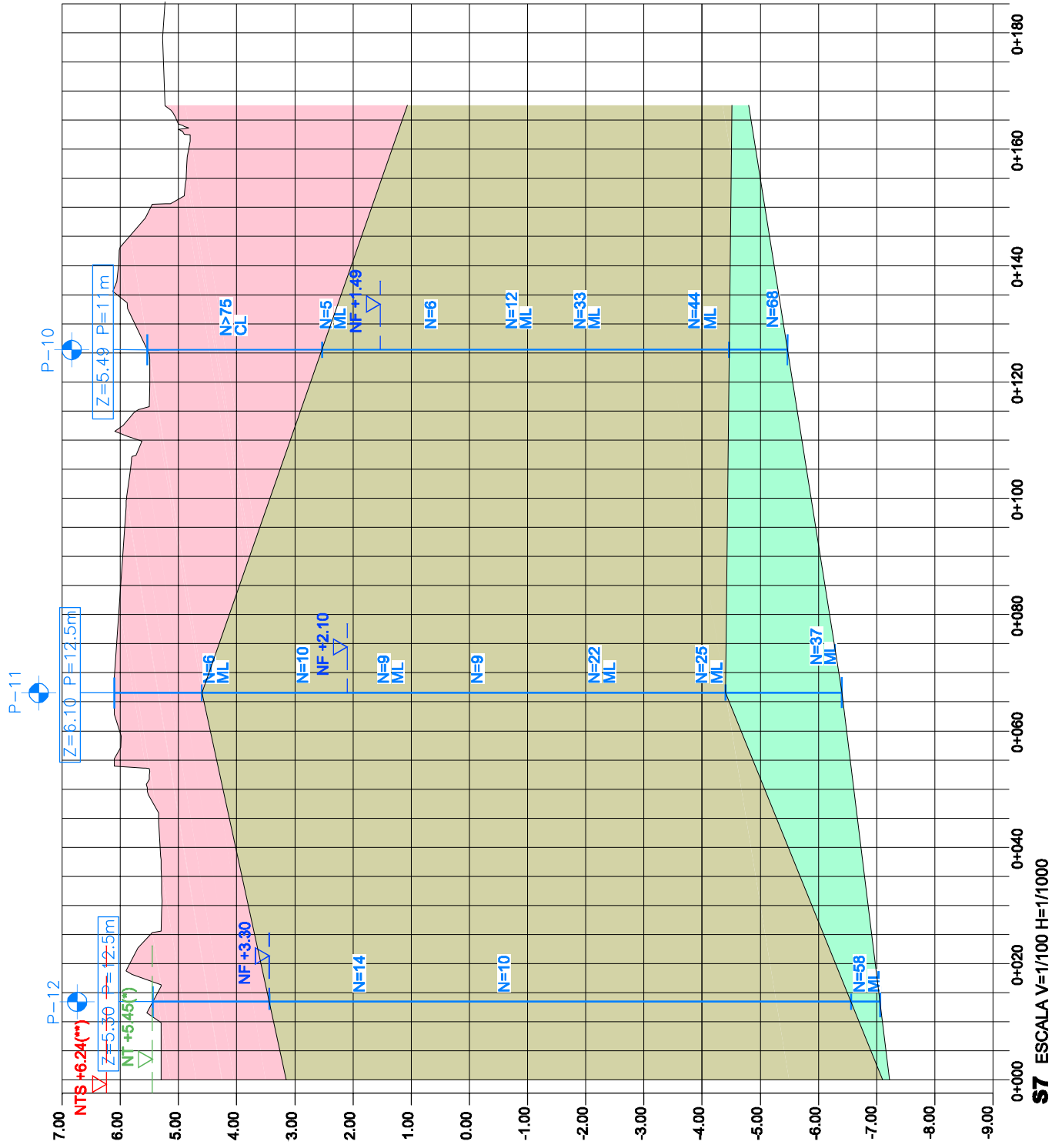
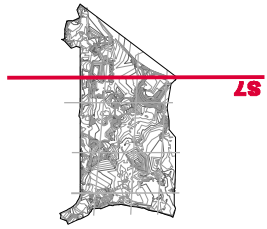


**S6** ESCALA  $V=1/100$   $H=1/1000$

(\*) SEGÚN BOLETÍN CIENTÍFICO CCOP (2004), NO.11:30-41  
 (\*\*) MÁXIMO NIVEL DE INUNDACIÓN EN CONDICIONES DE MAREA ALTA  
 EN CASO DE TSUNAMI PARA UNA INTENSIDAD DE SISMO 8.2. SEGÚN  
 BOLETÍN CIENTÍFICO CCOP (2003), NO.9:45-57

SÍMBOLOS CONVENCIONALES		RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO	LLEGENDA ESTRATIGRAFICA
	CONTACTO LITOLÓGICO INTERPRETADO		V TIPO CAPA VEGETAL
NF	NIVEL FREÁTICO	N=XX GOLPEO	A TIPO A
T/S	NIVEL TSUNAMI	P-X IDENTIFICACIÓN PERFORACIÓN 	B TIPO B
M/T	NIVEL COTA MÁXIMA MAREA T=50 AÑOS	Z=XX.XX P=Xm PROFUNDIDAD	C TIPO C

CONTRATANTE	 <b>Findeter</b> Financiera del Departamento	AUTOR DEL PROYECTO  <b>ESTEYCO</b> <b>COLOMBIA</b> Financiera del Departamento	TÍTULO DEL PROYECTO <p style="text-align: center;"> <b>MALECON BUENAVENTURA</b>  <b>BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA</b> </p>	ESCALA INDICADAS  0	FECHA: NOVIEMBRE 2014	NOMBRE DEL PLANO: GEOLOGIA PERFILES GEOLOGICO	NOMBRE FICHERO CTB: Esteyco.CTB NOMBRE FICHERO: 	PLANO NÚM. HOJA: 6.....DE: 7.....
-------------	---	---	--	---	--------------------------	---	---	--------------------------------------



**NOTAS:**

(\*) SEGÚN BOLETIN CIENTIFICO CCCP (2004), NO.11:30-41

(\*\*) MÁXIMO NIVEL DE INUNDACIÓN EN CONDICIONES DE MAREA ALTA

EN CASO DE TSUNAMI PARA UNA INTENSIDAD DE SISMO 8.2. SEGÚN

BOLETIN CIENTIFICO CCCP (2003), NO.9:45-57

## SÍMBOLOS CONVENCIONALES

CONTACTO LITOLÒGICO INTERPRETADO

NIVEL FREÁTICO

NIVEI TSUNAMI

NIVEL COTA MÁXIMA MAREA T=50 AÑOS

## LLEGENDA ESTRATIGRÀFICA

TIPO	CAPA VEGETAL
V	

TIPO A

CONFIDENTIAL

TIPO C

## RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO

INVESTIGACIÓN REALIZADA

**N=XX** COL DEO

**P-X**


**PERFORACIÓN**

Z=XX.XX P=XXm

CONTRATANTE



AUTOR DEL PROYECTO



TÍTULO DEL PROYECTO

MALECON BUENAVENTURA  
BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA

ESCALA



GRAFICAS

FECHA:

NOVIEMBRE 2014

**NOMBRE DEL PLANO:**

**GEOLOGÍA**  
**PERFILES GEOLÓGICO**

NOMBRE FICHERO CTB:	PLANO NÚM.
---------------------	------------

NOMBRE FICHERO:	
-----------------	--

HOJA 7 DE 7