



**GeoAmbiente**

servicios en geología, hidrogeología, ingeniería y medio ambiente

# Puerto de Paysandú

## Futura Playa de Contenedores

### Estudio Geotécnico

Noviembre 2015

**Responsables Técnicos:**

**Diego Montaña García**

*Ingeniero Civil*

[diego.montano@geoambiente-uruguay.com](mailto:diego.montano@geoambiente-uruguay.com)

## INDICE GENERAL

INDICE GENERAL.....	1
INDICE GENERAL.....	1
INDICE DE ILUSTRACIONES .....	1
OBJETIVO DEL TRABAJO .....	2
UBICACIÓN .....	2
TRABAJOS DE CAMPO.....	3
UBICACIÓN DE CALICATAS .....	3
REALIZACIÓN DE CALICATAS .....	4
DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA .....	4
TRABAJO DE LABORATORIO.....	5
CLASIFICACIÓN DE SUELOS .....	6
ENSAYO CBR.....	7
RESUMEN DE RESULTADOS .....	8
ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	8
ANEXOS.....	10
REGISTROS FOTOGRÁFICOS .....	11
PLANILLAS DE CAMPO Y LABORATORIO .....	17

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Ubicación Predio de Estudio .....	2
Ilustración 2 - Ubicación de Sondeos .....	3
Ilustración 3 - Perfil Litológico - Calicata 01.....	5
Ilustración 4 - Suelo Arenoso (M2) .....	6
Ilustración 5 - Suelo Limo-Arcilloso (M3) .....	7
Ilustración 6 - Calicata 1 .....	12
Ilustración 7 - Calicata 2 .....	13
Ilustración 8 - Calicata 3 .....	14
Ilustración 9 - Calicata 4 .....	15
Ilustración 10 - Calicata 5 .....	16

## DESARROLLO DEL INFORME

### Objetivo del Trabajo

En el marco del Proyecto de la ejecución de una playa de contenedores en el puerto de Paysandú y con el objetivo de identificar las condiciones geotécnicas del perfil de suelo existente en el área, se efectuó un Estudio Geotécnico de forma de generar la información base para el diseño del futuro pavimento.

A tales efectos se realizaron una serie de trabajos de campo y de laboratorio a los efectos de cumplir con el objetivo planteado, para lo que se efectuaron en 5 ubicaciones dentro del predio destinado a la playa de contenedores una serie de calicatas mediante retroexcavadora combinada de hasta 2.6 m de profundidad a los efectos de identificar los perfiles geológico-geotécnicos, relevar niveles freáticos y efectuar la toma de muestras representativas para análisis de laboratorio y gabinete.

A partir de la información de campo y de laboratorio se efectúa un informe con los resultados de los mismos, y con recomendaciones a los efectos de ser empleadas en el diseño del pavimento futuro.

### Ubicación

El predio con destino a Playa de Contenedores se ubica dentro del recinto portuario del Puerto de Paysandú, entre la zona actualmente pavimentada y el límite oeste del recinto, según presentamos en la Ilustración 1.

ILUSTRACIÓN 1 - UBICACIÓN PREDIO DE ESTUDIO



## Trabajos de Campo

Los trabajos de campo fueron realizados el día 13 de octubre de 2015 mediante la ejecución de 5 calicatas a cielo abierto hasta una profundidad de 2.5m con el empleo de retroexcavadora combinada y la toma de 3 muestras representativas para análisis de laboratorio.

## Ubicación de Calicatas

Las ubicaciones de las mismas, que se presentan en la Ilustración 2 y en la Tabla 1, fueron proporcionadas por CDS Ingenieros, ajustándose las mismas en el sitio de forma conjunta, a los efectos de no interferir con las obras en ejecución en el predio y manteniendo la representatividad del muestreo.

ILUSTRACIÓN 2 - UBICACIÓN DE SONDEOS



TABLA 1 - COORDENADAS DE CATEOS

ID	Latitud	Longitud
<b>Cateo 01</b>	32°18'54.40"S	58° 6'12.20"O
<b>Cateo 02</b>	32°18'54.50"S	58° 6'11.80"O
<b>Cateo 03</b>	32°18'57.70"S	58° 6'12.70"O
<b>Cateo 04</b>	32°18'58.60"S	58° 6'12.40"O
<b>Cateo 05</b>	32°19'0.70"S	58° 6'12.40"O



## Realización de Calicatas

Se procedió a la realización de 5 catas distribuidas según Ilustración 2 por parte del Ingeniero especialista, incluyendo la descripción y registro de los siguientes parámetros:

- Descripción Litológica
- Profundidades y Espesores de cada nivel
- Relevamiento de Niveles Freáticos
- Toma de Muestras Representativas (3)

Las catas fueron realizadas mediante el empleo de retroexcavadora combinada tipo NEW HOLLAND LB110-477 con brazo extensible hasta una profundidad del orden de los 2.5m en función del objetivo del estudio.

## Descripción Litológica

Según se pudo observar y en virtud de antecedentes, se entiende que la zona de estudio corresponde a un relleno efectuado con anterioridad, probablemente con material de dragado del Río Uruguay ya que, cómo puede observarse en las imágenes satelitales, todo el recinto está ejecutado sobre relleno sobre la ribera del río.

En tal sentido, los materiales hallados presentan cierta heterogeneidad tanto en sus características así como en sus espesores, lo que probablemente corresponda a los procedimientos constructivos empleados. En Anexo presentamos las planillas de campo con las descripciones detalladas de cada una de las catas realizadas.

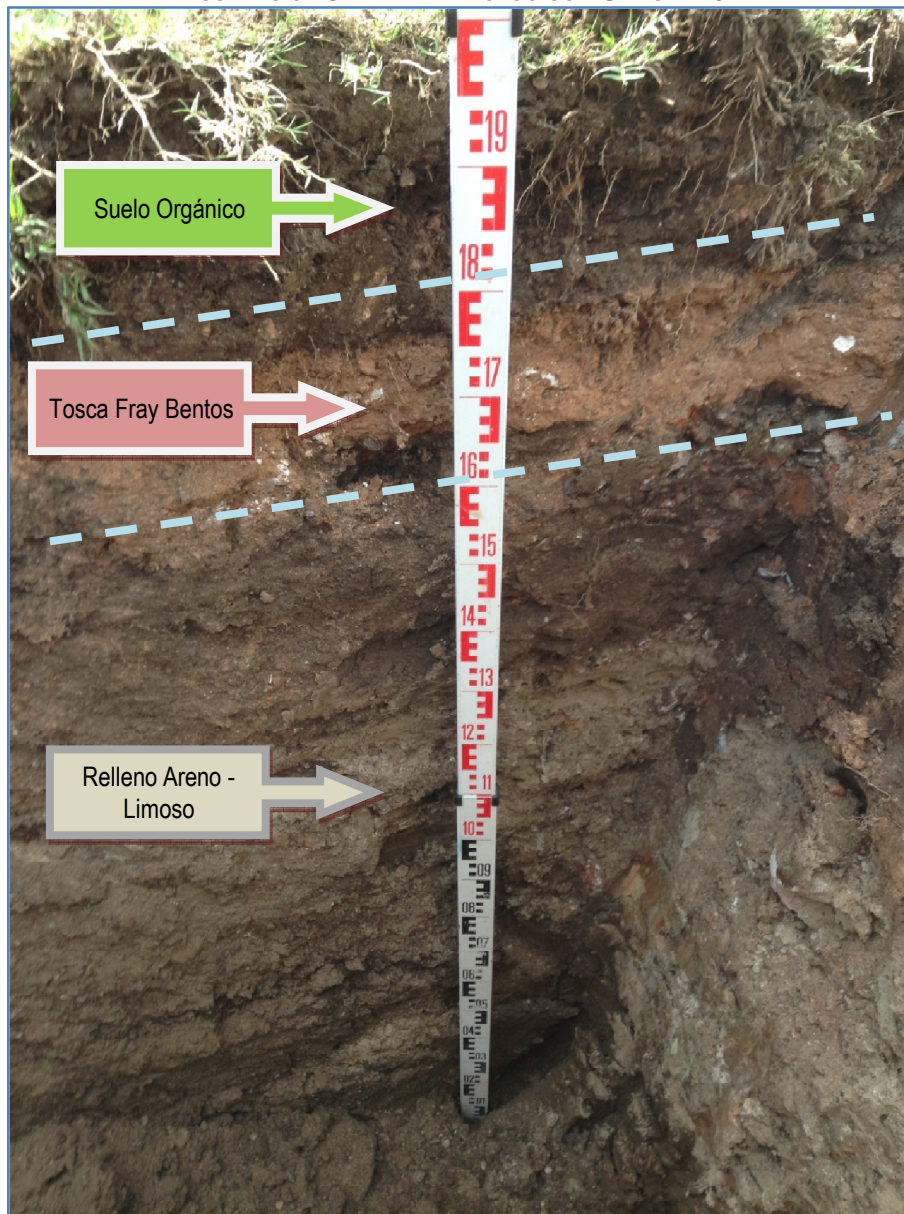
En términos generales se identificó un perfil de suelos ( ver Ilustración 3) compuesto por:

- Suelo orgánico de poca potencia:  $e = 0.10\text{m}$
- Tosca color rosado de Formación Fray Bentos:  $e = 0.20\text{m} - 0.40\text{m}$
- Relleno de materiales finos areno-limosos a limo-arenosos de baja plasticidad al menos hasta la profundidad alcanzadas (2.5m)

Respecto de los Niveles Freáticos, únicamente en el Cateo 5 se relevó la presencia de agua a una profundidad de 2.5m. Sin embargo, los niveles de humedad de los suelos varía de seco a húmedo dependiendo principalmente del tipo de suelo.

Los suelos más arenosos tipo SP - SM presentaron bajo contenido de humedad mientras que los suelos con mayor presencia de finos tipo ML presentan mayor contenido de humedad.

ILUSTRACIÓN 3 - PERFIL LITOLÓGICO - CALICATA 01



### Trabajo de Laboratorio

Según el prediseño para el pavimento a proyectar y a partir de las cotas de las explanadas adyacentes se entiende que los niveles de subrasante de la futura playa de contenedores estará a una profundidad variable entre los 0.60m y 1.0m respecto de la cota de terreno actual.

En tal sentido se evaluaron, particularmente, los estratos ubicados a esta profundidad, efectuando la toma de tres muestras representativas a los efectos de analizar en laboratorio a partir de los Cateos 02, 03 y 04.

A partir de los solicitado por el cliente y en virtud de la información geotécnica necesaria para el diseño así como para el control de obra se estimó pertinente realizar los siguientes ensayos:



- Proctor Estándar (AASHTO T-99)
- Proctor Modificado (AASHTO T-180)
- Ensayo de Clasificación (AASHTO M-145)
- Ensayo CBR (AASHTO T-193)

### Clasificación de Suelos

A continuación presentamos los resultados de la clasificación de suelos según el método de AASHTO (M-145), el que ha sido desarrollado con una orientación a la estimación del material natural como apoyo o fundación, principalmente de carreteras. Asimismo, presentamos la clasificación según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.), según la norma ASTM D-2487, basado en su comportamiento como suelos para carreteras, terraplenes y fundaciones<sup>1</sup>.

ILUSTRACIÓN 4 - SUELO ARENOSO (M2)



<sup>1</sup> DNER – Manual de Pavimentacao - 1996

ILUSTRACIÓN 5 - SUELO LIMO-ARCILLOSO (M3)



### Ensayo CBR

Este ensayo fue desarrollado para determinar el valor soporte de un suelo a ser empleado como subrasante o como parte de un paquete de pavimento. En particular el ensayo CBR mide la deformación que sufre el suelo bajo la aplicación de carga en ciertas condiciones estandarizadas, y comparadas con la deformación de un material patrón (piedra partida de California).

A su vez, permite determinar la expansión que puede sufrir el terreno bajo la carga del paquete que se coloque sobre este en condiciones de saturación.

La metodología seguida es la establecida en la norma AASHTO T-193 y las planillas de ensayos se presentan en Anexo.

El material limo-arenoso tipo ML analizado presenta un **CBR de 20%** al 100% del Peso Unitario Seco Máximo, con una expansión del orden de **1%**.

El material arenoso tipo SP-SM analizado presenta un **CBR de 76%** al 100% del Peso Unitario Seco Máximo, con una expansión inferior al **1%**.



## Resumen de Resultados

En la Tabla 2 presentamos un resumen de los resultados obtenidos para cada una de las muestras, mientras que en Anexo se presenta el detalle de las planillas de laboratorio.

TABLA 2 - RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO

ID	Calicata	Prof. (m)	Descripción Material	Resultados de Laboratorio					
				Clasif. SUCS	Clasif. AASHTO	PUSM (T/m <sup>3</sup> )	Humedad Optima (%)	CBR (%)	Expansión CBR (%)
M1	2	1.00	Limo arenoso	ML	A-4	1.53	21.6	20	1.08
M2	3	1.10	Arenoso	SP-SM	A-2-5	1.76	12.1	76	0.4
M3	4	1.00	Limo arenoso	ML	A-4	-	-	-	-

Según se desprende de los resultados de laboratorio, combinado con los perfiles litológicos identificados, se entiende que el material con destino a subrasante del pavimento a proyectar está compuesto por un relleno de suelos arenosos a limoarenosos cuya procedencia se desconoce, pero puede estar asociado a dragados del propio río.

Para los suelos más finos identificados, tipo A-4, se clasifican como suelos aceptables desde el punto de vista de su calidad como subrasante según la AASHTO<sup>2</sup>.

Por su parte los suelos arenosos, tipo A-2-5, se clasifican como buenos desde el punto de vista de su calidad como subrasante de carreteras según la AASHTO<sup>2</sup>.

## Análisis de Resultados

La explanada, como parte de la infraestructura portuaria, se define<sup>3</sup> como la superficie de coronación del relleno sobre la que apoya directamente el firme.

El espesor de esta coronación debe ser como mínimo de 1.0m y su calidad, en cuanto a su capacidad soporte, depende en gran medida de los materiales empleados.

Respecto de la calidad de los materiales de relleno, la ROM, establece ciertas características que estos deben cumplir para ser componente de la coronación.

Los "Suelos Adecuados"<sup>3</sup>, los menos restrictivos según la ROM, se definen según las siguientes características:

- *Tamaño máximo < 10 cm*
- *Contenido de Finos < 35%*

<sup>2</sup> Bañón Blazquez, L; Beviá García, J. F. - **Manual de Carreteras** - España

<sup>3</sup> R.O.M. 0.0 (**RECOMENDACIONES DE OBRAS MARÍTIMAS**) NORMATIVA ESPAÑOLA EN PROYECTOS PORTUARIOS - Puertos del Estado



- $LL < 40$
- $PUSM > 1.75 \text{ t/m}^3$
- $CBR (100\% PUSM) > 5\%$
- *Expansión en ensayo CBR < 2%*
- *Contenido de Materia Orgánica < 1% en peso*

Los "Suelos Seleccionados con  $CBR > 20\%$ "<sup>3</sup>, más restrictivos según la ROM, se definen según las siguientes características:

- *Tamaño máximo < 8 cm*
- *Contenido de Finos < 25%*
- $LL < 30$
- $PUSM > 1.75 \text{ t/m}^3$
- $CBR (100\% PUSM) > 20\%$
- *Expansión en ensayo CBR < 1%*
- *Contenido de Materia Orgánica = 0% en peso*

A partir de los resultados de laboratorio, de la descripción de los perfiles identificados y de las especificaciones mencionadas, se entiende que los suelos limosos tipo ML cumplen con los requerimientos a excepción del PUSM mínimo así como del contenido de finos.

Por su parte, las arenas presentes cumplen con los requerimientos respecto de suelos Seleccionados con  $CBR > 20\%$ .

Respecto de los valores de diseño se recomienda emplear los siguientes parámetros:

- Suelos Limo-arenosos (tipo A-4 según AASHTO)
  - $PUSM 1.5 \text{ t/m}^3$
  - *Humedad Óptima 21%*
  - $CBR = 20\%$
- Suelos Arenosos (tipo A-2-5 según AASHTO)
  - $PUSM 1.75 \text{ t/m}^3$
  - *Humedad Óptima 12%*
  - $CBR = 79\%$

Montevideo, 15 de noviembre de 2015

---



Diego Montaña García  
Ingeniero Civil

# ANEXOS

# Registros Fotográficos

ILUSTRACIÓN 6 - CALICATA 1





ILUSTRACIÓN 7 - CALICATA 2





ILUSTRACIÓN 8 - CALICATA 3



ILUSTRACIÓN 9 - CALICATA 4





ILUSTRACIÓN 10 - CALICATA 5



# Planillas de Campo y Laboratorio

**REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS**

**PROYECTO:** Puerto de Paysandú - Playa de Contenedores

**SONDEO NRO.:** CATEO 01

**SITUACIÓN:** Terreno Natural

**COORDENADAS:**

X = 32°18'54.40"S  
Y = 58° 6'12.20"O  
Z =

**FECHA:** 13/10/15

**PROFUNDIDAD ALCANZADA:** 2.20m

**COTA DE BOCA DE POZO:** N/A

PROFUNDIDAD (m)	LONGITUD TRAMO (m)	NIVEL FREÁTICO	COLUMINA	EXCAVABILIDAD	DESCRIPCIÓN	MUESTRAS	CBR (%)	LÍMITES DE ATTERBERG			PUSM (%)	CLASIFICACIÓN AASHTO	
								LL (%)	LP (%)	IP			
0.1	0.3			E1	Suelo orgánico.								
0.2					Tosca Formación Fray Bentos								
0.3													
0.4													
0.5	0.3			E1	Suelo orgánico - Natural								
0.6													
0.7													
0.8													
0.9	0.8			E1	Arena color claro								
1.0													
1.1													
1.2													
1.3	0.6			E1	Limo-Arenoso								
1.4													
1.5													
1.6													
1.7													
1.8													
1.9													
2.0													
2.1													

**Registro Fotográfico**





REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS

PROYECTO: Puerto de Paysandú - Playa de Contenedores

SONDEO NRO.: CATEO 02

SITUACIÓN: Terreno Natural

COORDENADAS:

X = 32°18'54.50"S  
Y = 58° 6'11.80"O  
Z =

FECHA: 13/10/15

PROFUNDIDAD ALCANZADA: 1.70m

COTA DE BOCA DE POZO: N/A

PROFUNDIDAD (m)	LONGITUD TRAMO (m)	NIVEL FREÁTICO	COLUMNA	EXCAVABILIDAD	DESCRIPCIÓN	MUESTRAS	CBR (%)	LÍMITES DE ATTERBERG			PUSM (t/m3)	CLASIFICACIÓN AASHTO
								LL (%)	LP (%)	IP		
0.1	0.5		[Red]	E1	Suelo orgánico.	M1	20	35	29	6	1.53	A-4
0.2					Tosca Formación Fray Bentos							
0.3												
0.4												
0.5												
0.6	0.4		[Grey]	E1	Limo - arenoso	M1	20	35	29	6	1.53	A-4
0.7												
0.8												
0.9												
1.0	0.7		[Checkered]	E1	Limo - arenoso color amarronado	M1	20	35	29	6	1.53	A-4
1.1												
1.2												
1.3												
1.4												
1.5												
1.6												
1.7												

Registro Fotográfico



**REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS**

**PROYECTO:** Puerto de Paysandú - Playa de Contenedores

**SONDEO NRO.:** CATEO 03

**SITUACIÓN:** Terreno Natural

**COORDENADAS:**

X = 32°18'57.70"S  
Y = 58° 6'12.70"O  
Z =

**FECHA:** 13/10/15

**PROFUNDIDAD ALCANZADA:** 2.50m

**COTA DE BOCA DE POZO:** N/A

PROFUNDIDAD (m)	LONGITUD TRAMO (m)	NIVEL FREÁTICO	COLUMNA	EXCAVABILIDAD	DESCRIPCIÓN	MUESTRAS	CBR (%)	LÍMITES DE ATTERBERG			PUSM (t/m3)	CLASIFICACIÓN AASHTO
								LL (%)	LP (%)	IP		
0.1	0.2				Tosca Formación Fray Bentos							
0.2					Suelo orgánico.							
0.3												
0.4	0.4				Arena color Claro							
0.5												
0.6												
0.7	0.3				Arena Color Claro amarillento	M2	76	N/P	-	-	1.76	A-2-5
0.8												
0.9												
1.0	1.6			E1								
1.1												
1.2												
1.3												
1.4												
1.5												
1.6												
1.7												
1.8												
1.9												
2.0												
2.1												
2.2												
2.3												
2.4												
2.5												

**Registro Fotográfico**



**REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS**

**PROYECTO:** Puerto de Paysandú - Playa de Contenedores

**SONDEO NRO.:** CATEO 04

**SITUACIÓN:** Terreno Natural

**COORDENADAS:**

X = 32°18'58.60"S  
Y = 58° 6'12.40"O  
Z =

**FECHA:** 13/10/15


**PROFUNDIDAD ALCANZADA:** 2.30m

**COTA DE BOCA DE POZO:** N/A

PROFUNDIDAD (m)	LONGITUD TRAMO (m)	NIVEL FREÁTICO	COLUMNA	EXCAVABILIDAD	DESCRIPCIÓN	MUESTRAS	CBR (%)	LÍMITES DE ATTERBERG			PUSM (t/m3)	CLASIFICACIÓN AASHTO
								LL (%)	LP (%)	IP		
0.1	0.3			E1	Suelo orgánico.	M3	-	40	30	10	-	A-4
0.2					Tosca Formación Fray Bentos							
0.3												
0.4												
0.5	0.2			E1	Suelo orgánico.	M3	-	40	30	10	-	A-4
0.6												
0.7	0.5			E1	Limo-Arenoso	M3	-	40	30	10	-	A-4
0.8												
0.9												
1.0												
1.1	1.2			E1	Arena Color Claro amarillento	M3	-	40	30	10	-	A-4
1.2												
1.3												
1.4												
1.5												
1.6												
1.7												
1.8												
1.9												
2.0												
2.1												
2.2												
2.3												

**Registro Fotográfico**



REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS						 <small>www.geoambiente-uruguay.com</small>							
PROYECTO: Puerto de Paysandú - Playa de Contenedores													
SONDEO NRO.: CATEO 05			SITUACIÓN: Terreno Natural			COORDENADAS: X = <u>32°19'0.70"S</u> Y = <u>58° 6'12.40"O</u> Z = _____							
FECHA: 13/10/15			PROFUNDIDAD ALCANZADA: 2.60m		COTA DE BOCA DE POZO: N/A								
PROFUNDIDAD (m)	LONGITUD TRAMO (m)	NIVEL FREÁTICO	COLUMINA	EXCAVABILIDAD	DESCRIPCIÓN	MUESTRAS	CBR (%)	LÍMITES DE ATTERBERG			PUSM (t/m <sup>3</sup> )	CLASIFICACIÓN AASHTO	
								LL (%)	LP (%)	IP			
0.1	0.4			E1	Suelo orgánico.								
0.2													
0.3													
0.4													
0.5	1.1				Tosca Formación Fray Bentos								
0.6					Arena Color Claro amarillento								
0.7													
0.8													
0.9													
1.0													
1.1													
1.2			Arena Color Claro amarillento										
1.3	0.2												
1.4													
1.5													
1.6													Limo-arenoso
1.7	0.8												
1.8													
1.9													
2.0													
2.1													
2.2													arena arcillosa color grisáceo húmeda
2.3													
2.4													
2.5													

**Registro Fotográfico**







# GeoAmbiente

servicios en geología, hidrogeología, ingeniería y medio ambiente

## ENSAYO DE PLASTICIDAD

<b>OBRA:</b>	<b>Puerto Paysandu (M1 Cat. 2 prof. 1.0m)</b>
--------------	---

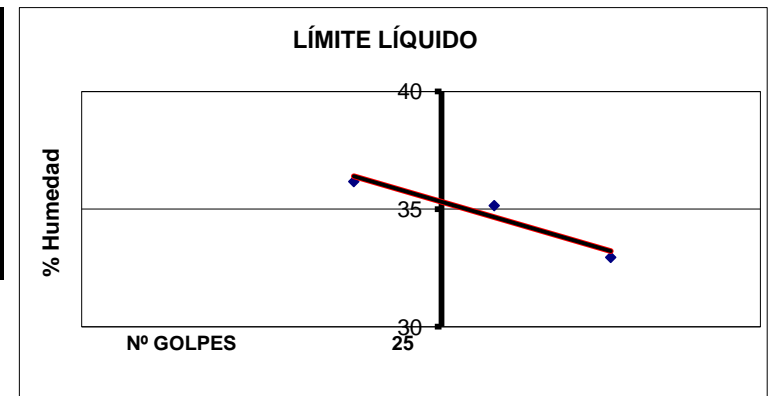
MATERIAL:	Suelo areno arcilloso marron oscuro
FECHA :	21/10/2015
OPERADOR :	C. Oliveira

LÍMITE PLÁSTICO			
Pesaf. Nº	53	54	
P.S.H.+Pesaf	20.04	20.03	
P.S.S.+Pesaf	18.89	18.86	
Tara	14.93	14.68	
% de HUMEDAD	<b>29.0</b>	<b>28.0</b>	
HUMEDAD PROMEDIO	28.5		
<b>LÍMITE DE PLASTICIDAD</b>	<b>29</b>		

Humedad Natural			
Pesaf. Nº			
P.S.H.+Pesaf			
P.S.S.+Pesaf			
Tara			
% de HUMEDAD			

LÍMITE LÍQUIDO				
Nº de GOLPES	32	27	22	
Pesaf. Nº	50	51	52	
P.S.H.+Pesaf	36.09	38.79	40.94	
P.S.S.+Pesaf	30.95	32.66	34.10	
Tara	15.35	15.22	15.19	
% de HUMEDAD	<b>32.9</b>	<b>35.1</b>	<b>36.2</b>	
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>	<b>35</b>			<b>NO interviene en Gráfico</b>

<b>ÍNDICE de PLASTICIDAD</b>	<b>6</b>
------------------------------	----------





## ENSAYO DE TAMIZADO

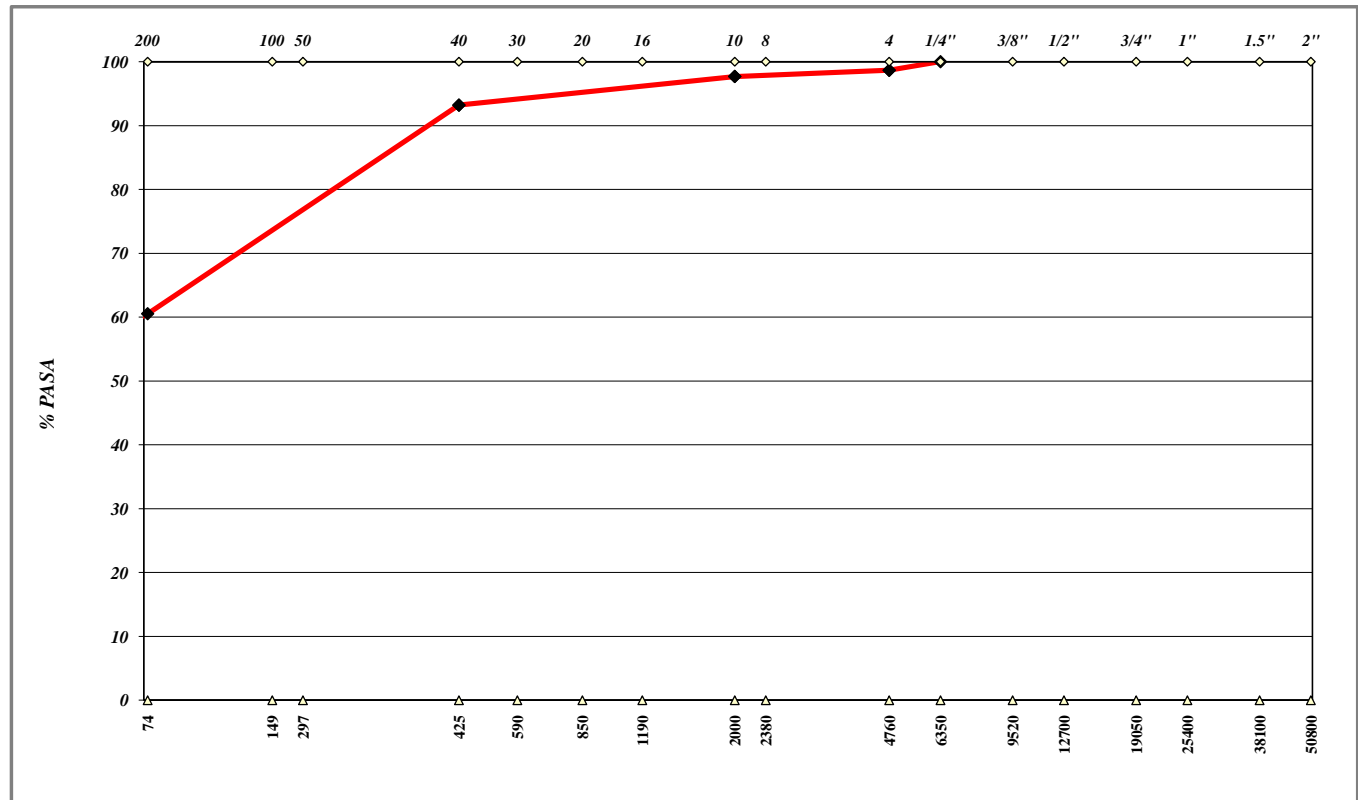
**OBRA:** Puerto Paysandu (M1 Cat.2 prof. 1.0m)

GRANULOMETRÍA			
VÍA SECA	peso (gr.)		
VÍA HÚMEDA	peso (gr.)	320.5	

LL =	35	LÍMITES DE ATTERBERG	MATERIAL:	Suelo areno arcilloso marron oscuro
IP =	6			
CLASIFICACIÓN (AASHTO):	A-4	FECHA :	21/10/2015	
CLASIFICACIÓN (SUCS):	M-L	OPERADOR :	C. Oliveira	

TAMIZ		Retenido gr.	Pasa %
Nominal	Micrones		
2	50800		100
1 1/2	38100		100
1	25400		100
3/4	19050		100
1/2	12700		100
3/8	9520		100
1/4	6350		100
N4	4760	4.3	99
N8	2380		
N10	2000	3.1	98
N16	1190		
N20	850		
N30	590		
N40	425	14.4	93
N80	177		
N100	149		
N200	74	104.7	61
pasa .....(vía seca)..			
pasa (vía Húmeda)		194.0	
TOTAL		320.5	

MÓDULO DE FINURA (UY-A 15-89) = **SERIE INCOMPLETA**



**OBRA:** Puerto Paysandu

MATERIAL	M 1 Cateo 2 prof: 1,0m.(S. arenoarcilloso)
FECHA :	21/10/2015
UBICACIÓN:	Laboratorio

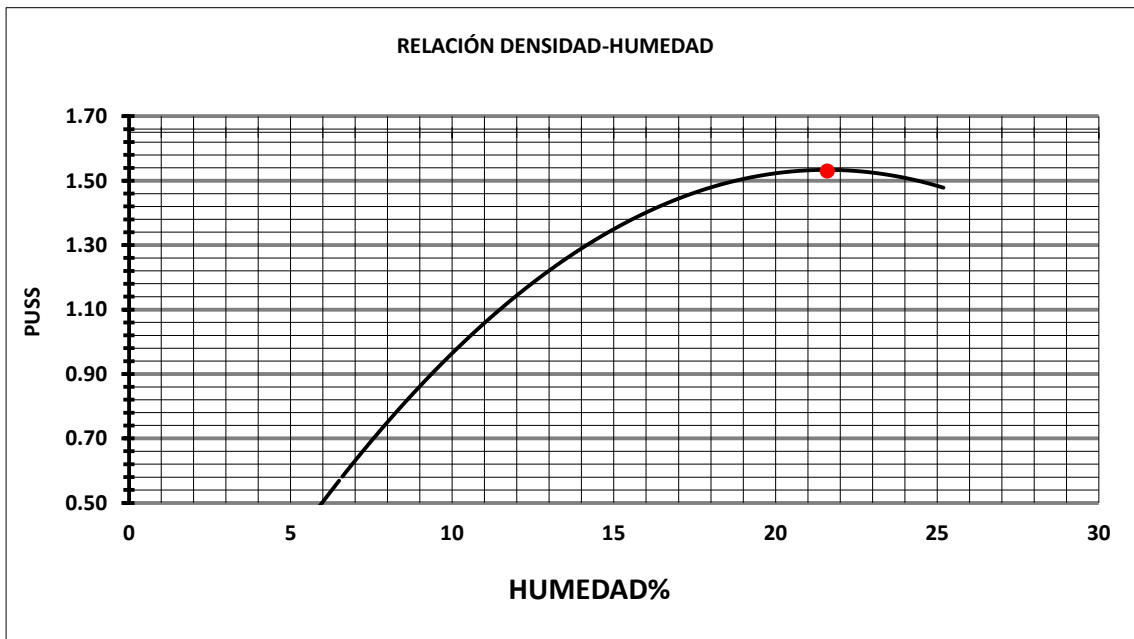
<b>COH %</b>	<b>PUSSMAX</b>
<b>21.6</b>	<b>1.530</b>

MOLDE N°	1	1	1	1		
N° DE CAPAS	3	3	3	3		
N° DE GOLPES	25	25	25	25		
VOL. AGUA AGREGADA %	6%	9%	12%	15%		

COMPACTACIÓN						
PESO MUESTRA + MOLDE	3448	3660	3606	3622		
PESO MOLDE	1882	1882	1882	1882		
PESO MUESTRA	1566	1778	1724	1740		
VOLUMEN MOLDE	949	949	949	949		
PUSH	1.650	1.874	1.817	1.834		

HUMEDAD										HUMEDAD EXISTENTE		
PESAFILTRO N°	26	17	27	14	28	15	29	16				
PESO HUMEDO + TARA	183.1	179.1	179.3	174.8	194.6	174.7	190.1	189.2				
PESO SECO + TARA	162.3	159.6	156.6	152.3	165.9	149.2	158.1	158.3				
TARA	38.1	44.3	37.6	38.2	40.4	39.6	36.8	41.9				
Peso agua	20.8	19.5	22.7	22.5	28.7	25.5	32	30.9				
% HUMEDAD	16.7	16.9	19.1	19.7	22.9	23.3	26.4	26.5				
% HUMEDAD MEDIA	16.8		19.4		23.1		26.5					

<b>PUSS</b>	<b>1.413</b>	<b>1.569</b>	<b>1.476</b>	<b>1.450</b>				
-------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--	--	--	--



Realizado por:  
Carlos Oliveira

Controlado por:  
Ing. Diego Montaña

**OBRA:** Puerto Paysandu

<b>MATERIAL:</b>	Muestra 1 Cateo 2 prof: 1,0m. Suelo areno arcilloso	<b>HO %</b>	<b>PUSMAX</b>
<b>FECHA :</b>	22/10/2015	<b>21.6</b>	<b>1.53</b>
<b>OPERADOR :</b>	C. Oliveira		
<b>UBICACIÓN</b>	Laboratorio		

MOLDE Nº	C.B.R		
		4	5
<b>Nº DE CAPAS</b>	5	5	5
<b>Nº de GOLPES</b>	56	25	10

<b>PESO MUESTRA + MOLDE</b>	8180	7938	7681
<b>PESO MOLDE</b>	4102	4172	4332
<b>PESO MUESTRA</b>	4078	3766	3349
<b>VOLUMEN MOLDE</b>	2105	2112	2105
<b>PUSH</b>	<b>1.937</b>	<b>1.783</b>	<b>1.591</b>

Agua a Agregar

$$AaA=PTx(HO-HE)/(100+HE)$$

PT=

AaA=

HUMEDAD	C.B.R		
	<b>PESAFILTRO Nº</b>	4	5
<b>PESO HUMEDO + TARA</b>	175.1	176.6	183.1
<b>PESO SECO + TARA</b>	151.9	152.9	158.4
<b>TARA</b>	38.8	38.5	39.9
<b>% HUMEDAD</b>	<b>20.5</b>	<b>20.7</b>	<b>20.8</b>
<b>% HUMEDAD PROMEDIO</b>	<b>20.5</b>	<b>20.7</b>	<b>20.8</b>

HUMEDAD EXISTENTE	

<b>PUSS</b>	<b>1.608</b>	<b>1.477</b>	<b>1.317</b>
-------------	--------------	--------------	--------------

Penetración	MOLDE Nº 4		MOLDE Nº 5		MOLDE Nº 6			
	Nº GOLPES 56		Nº GOLPES 25		Nº GOLPES 10			
	Cte. del aro: 1.7670		Cte. del aro: 1.7670		Cte. del aro: 1.7670			
<b>0,01mm</b>	<b>0,001"</b>	<b>Lect</b>	<b>Lect</b>	<b>Lect</b>	<b>Lect</b>	<b>Lect</b>		
0.0	0	Inic	Correg	Inic	Correg	Inic		
63.5	25	31.0	11	28.0	11	21		
127.0	50	60.0	Corrección	47.0	Corrección	22		
190.5	75	95.0	lectura	66.0	lectura	41		
254.0	100	132.0	<b>142</b>	<b>251</b>	<b>82</b>	<b>145</b>		
381.0	150	178.0		110.0		66		
508.0	200	222.0	<b>233</b>	<b>411</b>	135.0	<b>132</b>		
762.0	300	281.0		156.0		76		
1016.0	400	335.0		180.0		103		
1270.0	500	385.0		197.0		118		
						136		
		<b>C B R</b>	<b>0,1"</b>	<b>18</b>	<b>C B R</b>	<b>0,1"</b>	<b>11</b>	
			<b>0,2"</b>	<b>20</b>		<b>0,2"</b>	<b>11</b>	
			<b>CBR</b>	<b>20</b>		<b>CBR</b>	<b>11</b>	
						<b>C B R</b>	<b>0,1"</b>	<b>7</b>
							<b>0,2"</b>	<b>8</b>
							<b>CBR</b>	<b>8</b>

EXPANSIÓN									
	ALTURA DEL MOLDE =		11.6						
	Sobrecarga:		4	Aros		Fecha inmersión		22/10/15	
	MOLDE Nº		4	MOLDE Nº		5	MOLDE Nº		6
	LECT.	mm	%	LECT.	mm	%	LECT.	mm	%
DIA 0									
DIA 1	100	0.100	0.87	118	0.118	1.02	125	0.125	1.08
DIA 2	102	0.102	0.88	118	0.118	1.02	125	0.125	1.08
DIA 3	102	0.102	0.88	118	0.118	1.02	125	0.125	1.08

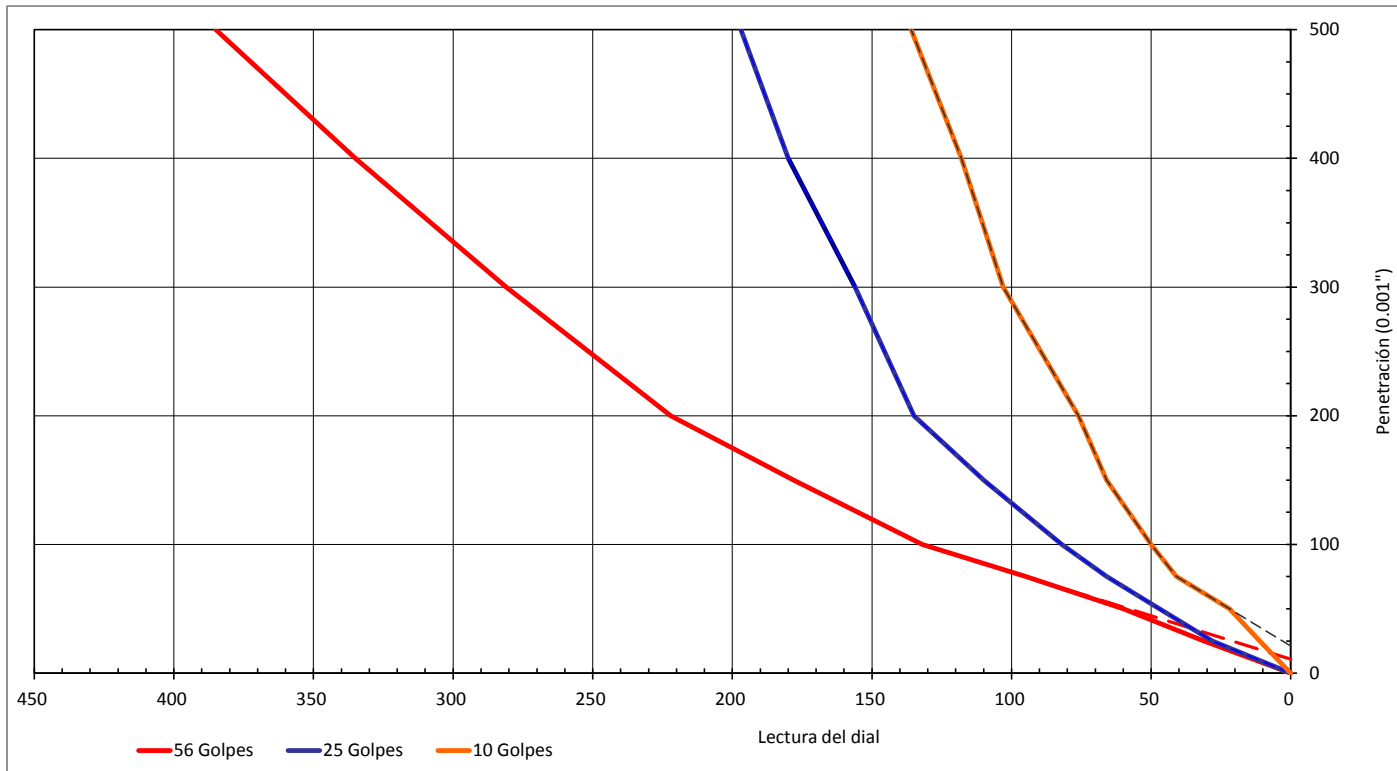
Realizado por:

Carlos Oliveira

Controlado por:

Ing. Diego Montaña

### CURVA CARGA PENETRACIÓN







# GeoAmbiente

servicios en geología, hidrogeología, ingeniería y medio ambiente

## ENSAYO DE PLASTICIDAD

<b>OBRA:</b>	<b>Puerto Paysandu (M2 Cat.3 prof.: 1.3m)</b>
--------------	---

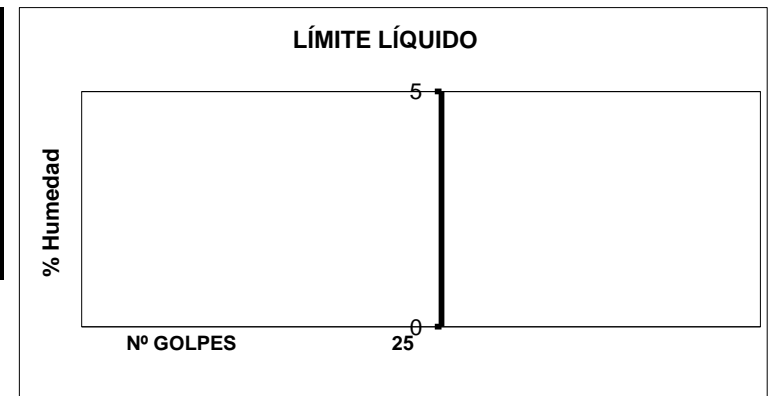
MATERIAL:	Suelo arenoso marron claro
FECHA :	21/10/2015
OPERADOR :	C. Olveira

LÍMITE PLÁSTICO			
Pesaf. Nº			
P.S.H.+Pesaf			
P.S.S.+Pesaf			
Tara			
% de HUMEDAD			
HUMEDAD PROMEDIO			
<b>LÍMITE DE PLASTICIDAD</b>	<b>N/P</b>		

Humedad Natural			
Pesaf. Nº			
P.S.H.+Pesaf			
P.S.S.+Pesaf			
Tara			
% de HUMEDAD			

LÍMITE LÍQUIDO				
Nº de GOLPES				
Pesaf. Nº				
P.S.H.+Pesaf				
P.S.S.+Pesaf				
Tara				
% de HUMEDAD				
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>	<b>No determinable</b>			<b>NO interviene en Gráfico</b>

<b>ÍNDICE de PLASTICIDAD</b>	
------------------------------	--



## ENSAYO DE TAMIZADO

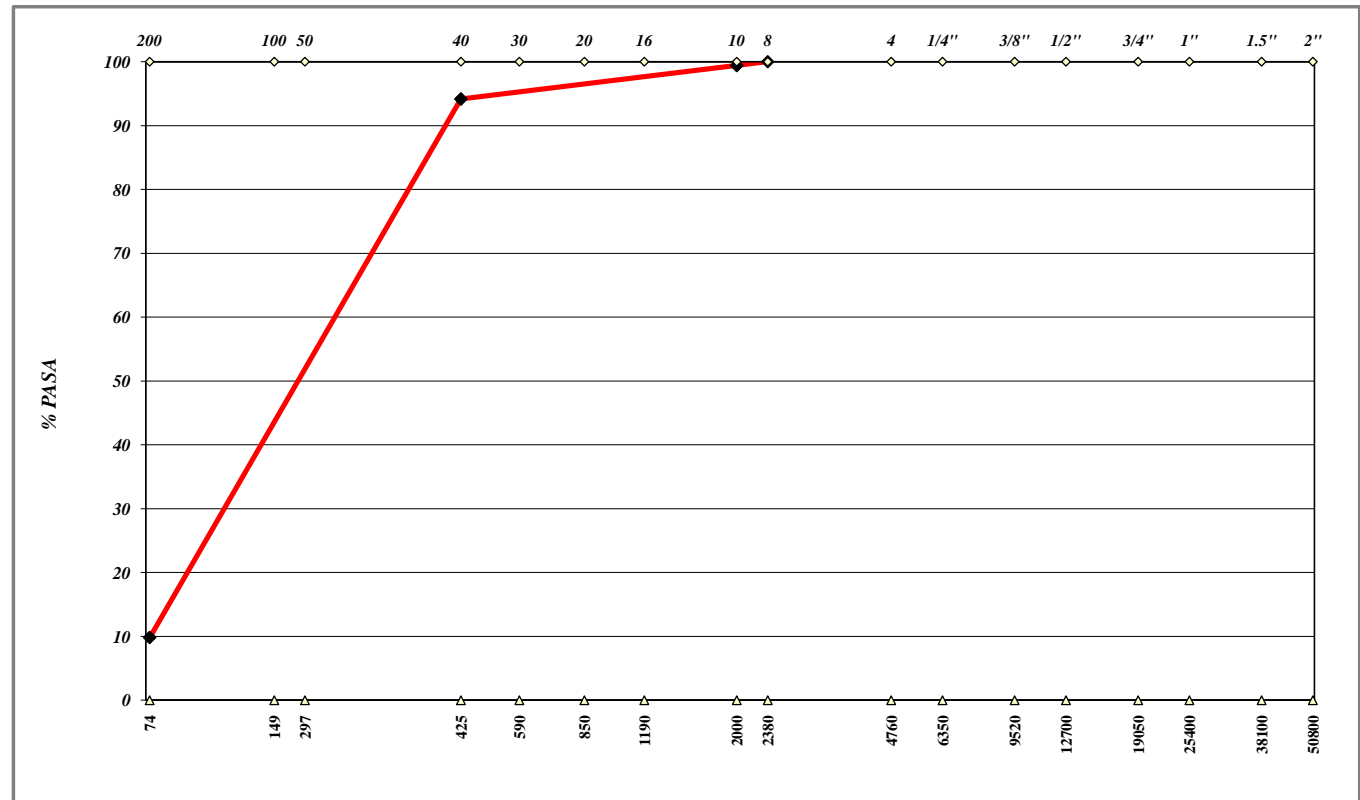
**OBRA:** Puerto Paysandu (M2 Cat. 3 prof.: 1.3m)

GRANULOMETRÍA			
VÍA SECA	peso (gr.)		
VÍA HÚMEDA	peso (gr.)	385.5	

LL =	no determinab	LÍMITES DE ATTERBERG		MATERIAL:	Suelo arenoso marron claro
IP =					
CLASIFICACIÓN (AASHTO):		A-2-5	FECHA :	21/10/2015	
CLASIFICACIÓN (SUCS):		SP - SM	OPERADOR :	C. Oliveira	

TAMIZ		Retenido gr.	Pasa %
Nominal	Micrones		
2	50800		100
1 1/2	38100		100
1	25400		100
3/4	19050		100
1/2	12700		100
3/8	9520		100
1/4	6350		100
N4	4760		100
N8	2380		100
N10	2000	2.3	99
N16	1190		
N20	850		
N30	590		
N40	425	20.2	94
N80	177		
N100	149		
N200	74	325.1	10
pasa .....(vía seca)..			
pasa (vía Húmeda)		37.9	
TOTAL		385.5	

MÓDULO DE FINURA (UY-A 15-89) = **SERIE INCOMPLETA**



**OBRA:** Puerto Paysandu

MATERIAL:	M2 - Cateo 3- Prof. 1,30m (Suelo arenoso)
FECHA :	22/10/2015
OPERADOR :	Carlos Oliveira
UBICACIÓN	Laboratorio

HO %	PUSSMAX
12.1	1.76

MOLDE Nº	C.B.R		
	1	2	3
Nº DE CAPAS	5	5	5
Nº de GOLPES	56	25	10

C.B.R			
MOLDE Nº	1	2	3
PESO MUESTRA + MOLDE	8454	8792	8188
PESO MOLDE	4180	4644	4190
PESO MUESTRA	4274	4148	3998
VOLUMEN MOLDE	2156	2106	2102
PUSH	1.982	1.970	1.902

Agua a Agregar

$$AaA=PTx(HO-HE)/(100+HE)$$

PT=

AaA=

C.B.R				
HUMEDAD	1	2	3	
PESAFILTRO Nº				
PESO HUMEDO + TARA	206.5	193.3	163.6	
PESO SECO + TARA	188.6	177.5	150.1	
TARA	40.5	40.1	37.6	
% HUMEDAD	12.1	11.5	12.0	
% HUMEDAD PROMEDIO	12.1	11.5	12.0	

HUMEDAD EXISTENTE	

PUSS	1.768	1.766	1.698
------	-------	-------	-------

Penetración	MOLDE Nº		1		MOLDE Nº		2		MOLDE Nº		3	
	Nº GOLPES		56		Nº GOLPES		25		Nº GOLPES		10	
	Cte. del aro:		1.7670		Cte. del aro		1.7670		Cte. del aro		1.7670	
	Lect	Lect			Lect	Lect			Lect	Lect		
0,01mm	Inic	Correg			Inic	Correg			Inic	Correg		
0.0	0	24				6				11		
63.5	25	58.0			51.0			45				
127.0	50	112.0		Corrección	98.0		Corrección	70		Corrección		
190.5	75	201.0	lectura	Kgf	165.0	lectura	Kgf	115	lectura	Kgf		
254.0	100	298.0	439	776	225.0	240	424	150	163	289		
381.0	150	596.0			345.0			210				
508.0	200	832.0	903	1596	452.0	589	1041	265	278	491		
762.0	300	904.0			590.0			340				
1016.0	400	905.0			591.0			410				
1270.0	500	906.0			592.0			498				
			0,1"	57		0,1"	31		0,1"	21		
			0,2"	79		0,2"	51		0,2"	24		
			<b>CBR</b>	<b>79</b>		<b>CBR</b>	<b>51</b>		<b>CBR</b>	<b>24</b>		

EXPANSIÓN										
		Sobrecarga:		4	Aros		Fecha inmersión		22/10/15	
		ALTURA DEL MOLDE =		11.6						
		MOLDE Nº		1	MOLDE Nº		2	MOLDE Nº		3
		LECT.		mm	LECT.		mm	LECT.		mm
				%			%			%
DIA 0										
DIA 1	20	0.020	0.17	32	0.032	0.28	48	0.048	0.42	
DIA 2	20	0.020	0.17	32	0.032	0.28	48	0.048	0.42	
DIA 3	20	0.020	0.17	32	0.032	0.28	48	0.048	0.42	

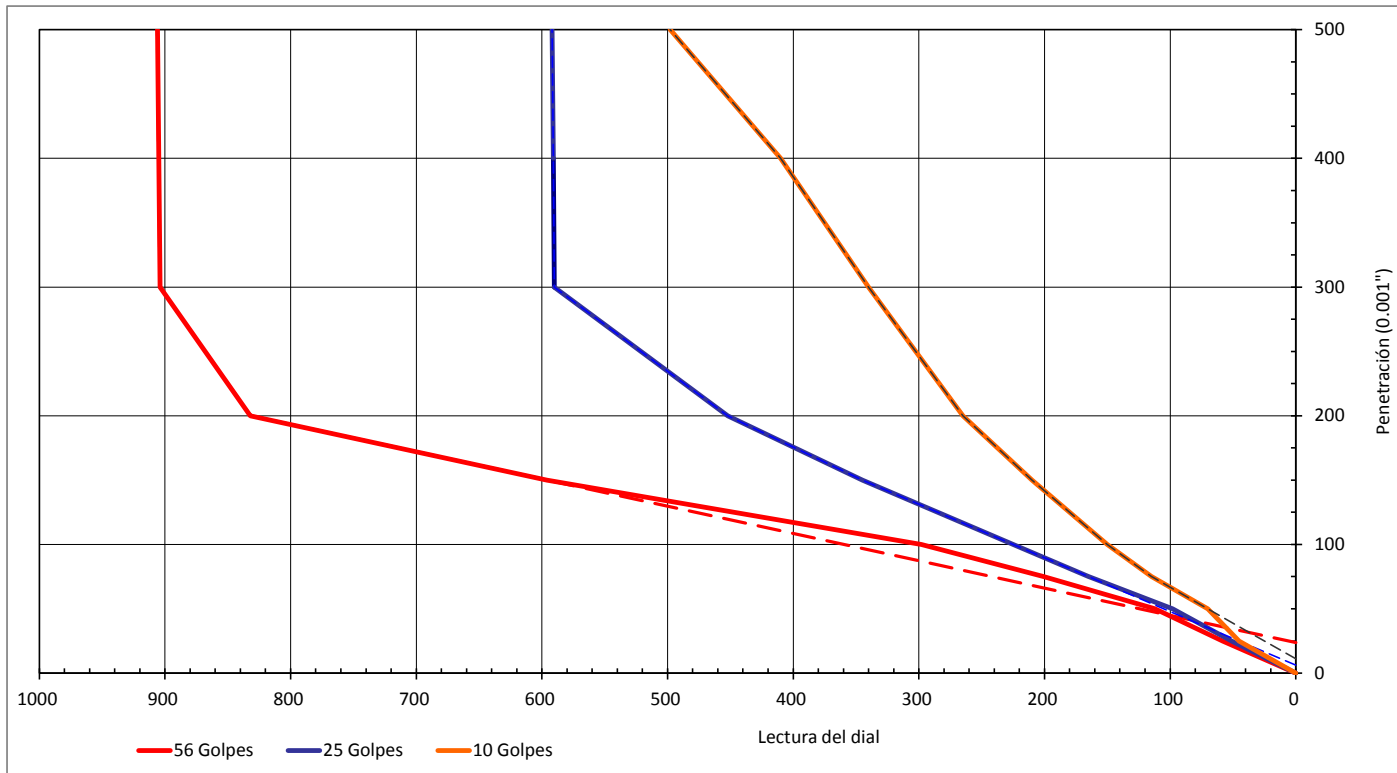
Realizado por:

Carlos Oliveira

Controlado por:

Ing. Diego Montaña

### CURVA CARGA PENETRACIÓN





**OBRA:** Puerto Paysandu

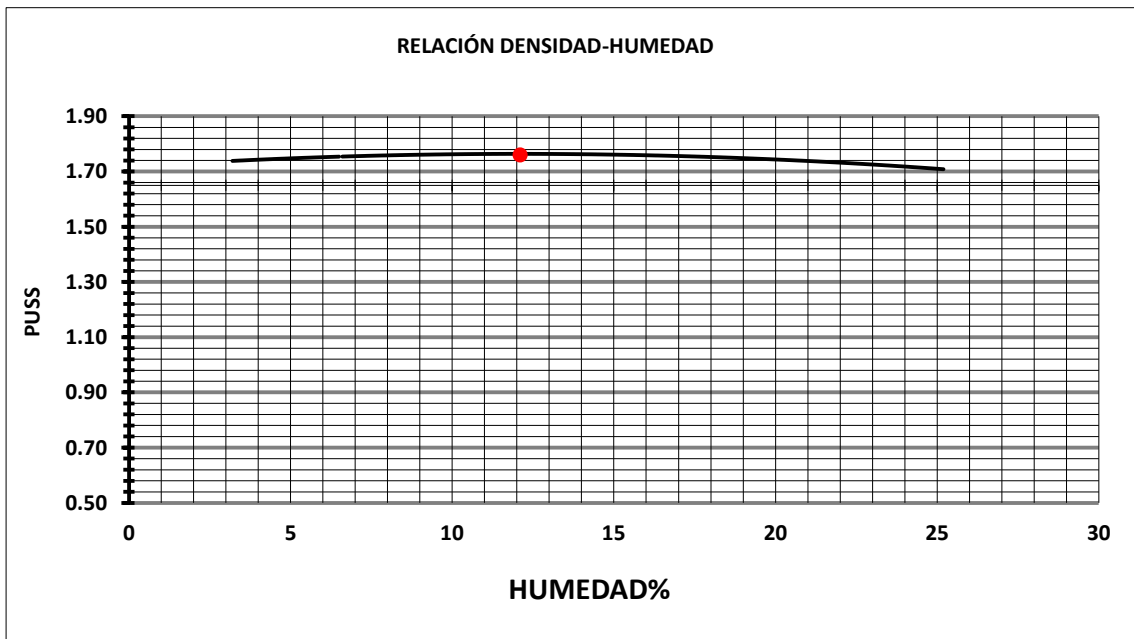
MATERIAL	M2 -Cateo 3- Prof.1,30m S. Arenoso
FECHA :	21/10/2015
UBICACIÓN:	Laboratorio

<b>COH %</b>	<b>PUSSMAX</b>
<b>12.1</b>	<b>1.760</b>

MOLDE N°	11	11	11	11		
N° DE CAPAS	5	5	5	5		
N° DE GOLPES	56	56	56	56		
VOL. AGUA AGREGADA %	4%	6%	8%	10%		

COMPACTACIÓN						
PESO MUESTRA + MOLDE	8254	8456	8526	8629		
PESO MOLDE	4278	4378	4378	4378		
PESO MUESTRA	3976	4078	4148	4251		
VOLUMEN MOLDE	2115	2115	2115	2115		
PUSH	1.880	1.928	1.961	2.010		

HUMEDAD											HUMEDAD EXISTENTE
PESAFILTRO N°	6	7	8	9	10	11	12	13			
PESO HUMEDO + TARA	214.9	206.7	205	194.5	232.4	199.1	218.2	232			
PESO SECO + TARA	203.4	195.6	190.4	180.9	213.2	183.3	195.8	208.7			
TARA	40.2	38.6	38.6	37.9	42.5	39.4	40.6	38.7			
Peso agua	11.5	11.1	14.6	13.6	19.2	15.8	22.4	23.3			
% HUMEDAD	7.0	7.1	9.6	9.5	11.2	11.0	14.4	13.7			
% HUMEDAD MEDIA	7.1		9.6		11.1		14.1				
PUSS	1.756	1.760	1.765	1.762							



Realizado por:  
Carlos Oliveira

Controlado por:  
Ing. Diego Montaña



# GeoAmbiente

servicios en geología, hidrogeología, ingeniería y medio ambiente

## ENSAYO DE PLASTICIDAD

**OBRA:**

**Puerto Paysandu (M. 3 Cat.4 prof.: 1.0m)**

**MATERIAL:**

**Suelo areno arcilloso marron pardo**

**FECHA :**

**21/10/2015**

**OPERADOR :**

**C. Olveira**

### LÍMITE PLÁSTICO

Pesaf. Nº	4	5	
P.S.H.+Pesaf	17.08	38.65	
P.S.S.+Pesaf	15.95	37.06	
Tara	12.15	31.96	
% de HUMEDAD	<b>29.7</b>	<b>31.2</b>	
HUMEDAD PROMEDIO	30.5		
<b>LÍMITE DE PLASTICIDAD</b>	<b>30</b>		

### Humedad Natural

Pesaf. Nº			
P.S.H.+Pesaf			
P.S.S.+Pesaf			
Tara			
% de HUMEDAD			

### LÍMITE LÍQUIDO

Nº de GOLPES	32	27	22	
Pesaf. Nº	1	2	3	
P.S.H.+Pesaf	34.91	37.59	34.93	
P.S.S.+Pesaf	28.87	30.80	28.67	
Tara	12.84	13.31	13.40	
% de HUMEDAD	<b>37.7</b>	<b>38.8</b>	<b>41.0</b>	
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>	<b>40</b>			<b>NO interviene en Gráfico</b>

**ÍNDICE de PLASTICIDAD**

**10**

### LÍMITE LÍQUIDO



## ENSAYO DE TAMIZADO

**OBRA:** Puerto Paysandu (M3 Cat.4 prof.: 1.0m)

GRANULOMETRÍA			
VÍA SECA	peso (gr.)		
VÍA HÚMEDA	peso (gr.)	314.5	

LL =	40	LÍMITES DE ATTERBERG	MATERIAL:	Suelo areno arcilloso marron pardo
IP =	10			
CLASIFICACIÓN (AASHTO):	A-4	FECHA :	21/10/2015	
CLASIFICACIÓN (SUCS):	M-L	OPERADOR :	C. Oliveira	

TAMIZ		Retenido gr.	Pasa %
Nominal	Micrones		
2	50800		100
1 1/2	38100		100
1	25400		100
3/4	19050		100
1/2	12700		100
3/8	9520		100
1/4	6350		100
N4	4760	3.0	99
N8	2380		
N10	2000	4.4	98
N16	1190		
N20	850		
N30	590		
N40	425	24.6	90
N80	177		
N100	149		
N200	74	115.1	53
pasa .....(vía seca)..			
pasa (vía Húmeda)		167.4	
TOTAL		314.5	

MÓDULO DE FINURA (UY-A 15-89) = **SERIE INCOMPLETA**

