

Realización de Cateos SPT y determinación de potencial expansivo de las arcillas.

CAIF– Dolores

Julio 2017

Responsables Técnicos:

Mauricio Montaña Gutiérrez

Licenciado en Geología

mmontano@geoambiente-uruguay.com

Diego Montaña García

Ingeniero Civil

diego.montano@geoambiente-uruguay.com

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL	1
INDICE DE ILUSTRACIONES	1
INDICE DE TABLAS	1
OBJETIVO	2
UBICACIÓN	2
GEOLOGÍA DEL ÁREA	2
FORMACIÓN DOLORES	2
FORMACIÓN FRAY BENTOS	2
CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS.....	3
CLASIFICACIÓN EN FUNCIÓN DE LA EXCAVABILIDAD	3
REALIZACIÓN DE ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR.....	3
BREVE DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO (SEGÚN NORMA ASTM D1586 – 84).....	3
APLICABILIDAD	3
CORRECCIONES DEL N_{SPT}	4
ENSAYOS SPT	4
TENSIÓN ADMISIBLE Y ASIENTO PARA FUNDACIÓN DIRECTA	6
EVALUACIÓN DEL POTENCIAL EXPANSIVO	7
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (AASHTO Y SUCS).....	9
RECOMENDACIONES SOBRE FUNDACIONES	9
CONCLUSIONES:	10
ANEXO.....	11
PLANILLAS DE CAMPO	12
PLANILLAS DE LABORATORIO.....	16

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 – Esquema de Ubicación del Predio de Estudio en azul.....	2
Ilustración 2 – Esquema de Ubicación de Sondeos en el Predio de Estudio	4
Ilustración 3 - Limolita Rosada	5
Ilustración 4 – Efecto de Presión de Expansión sobre Losas de Fundación	8

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Tensiones Admisibles en función de los valores de SPT y de la Profundidad.....	6
Tabla 2- Criterios de Expansividad	8
Tabla 3 – Resumen de Resultados de Laboratorio	8
Tabla 4 - Resumen de Clasificación de Suelos.....	9

DESARROLLO DEL INFORME

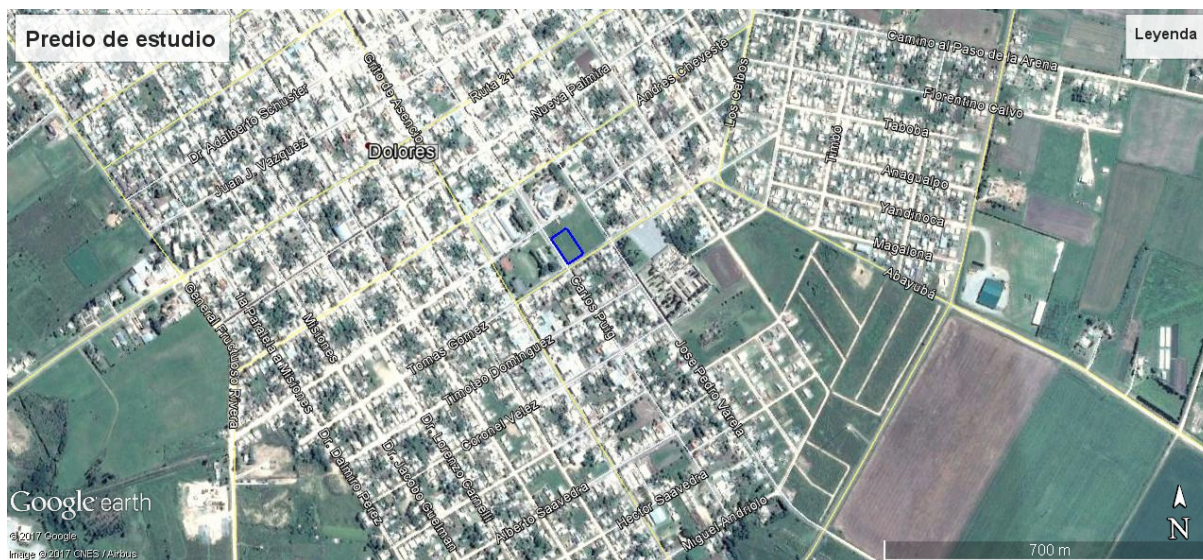
Objetivo

De acuerdo a lo solicitado se presenta un Estudio Geotécnico cuyo objetivo es a partir de una serie de ensayos de penetración estándar (SPT) estimar algunos parámetros del suelos del sitio a ser empleados como insumo para el diseño de la solución de fundación de las estructuras, ubicado en la calle Carlos Puig esquina Tomas Gómez, ciudad de Dolores, Departamento de Soriano.

En función de lo solicitado por el comitente se realizaron 3 cateos con la realización de un ensayo SPT por metro de cateo y se extrajeron muestras de arcillas para determinar su potencial de expansividad.

Ubicación

ILUSTRACIÓN 1 – ESQUEMA DE UBICACIÓN DEL PREDIO DE ESTUDIO EN AZUL



Geología del área

En función de la revisión de antecedentes, la fotointerpretación geológica a escala 1:20.000 y el relevamiento de campo realizado, se establece que el subsuelo del área está integrado por la Formación Dolores cubriendo a sedimentos de la Formación Fray Bentos.

Formación Dolores

Consiste en lodolitas masivas y friables de color pardo con locales tonos gris verdosos. La granulometría es variable pero siempre fina, con contenido en limo relativamente constante entre 35 y 47%. El rasgo dominante para su identificación es de corte geomorfológico, porque determinan planicies con mínimas ondulaciones y pendientes inferiores al uno por mil.

Formación Fray Bentos

Se compone de litologías diamictíticas, areniscas finas, loess y algunos niveles pelíticos, que como carácter unificante poseen un color bastante homogéneo en tonos anaranjados, pardo anaranjados o pardo rosados (10R7/4 y 5YR8/4). Las areniscas constituyen las litologías dominantes y corresponden a facies finos y muy finos de buena selección, de composición cuarzo feldespática (potásicos y plagioclasa), frecuentemente arcósica y con una importante proporción de vidrio volcánico. Los loess presentan también una amplia distribución

geográfica y tienen características muy similares a las areniscas con las que se intercalan, en estratos submétricos.

Criterios de clasificación de suelos

Los criterios utilizados en los estudios realizados a los efectos de clasificar los materiales del subsuelo en función de la excavabilidad, son los siguientes:

Clasificación en función de la excavabilidad

E1: Se incluye en esta categoría aquellos materiales friables a medianamente friables, penetrables por la pala americana, y en consecuencia excavables a pico y pala sin auxilio de elementos escarificantes y fácilmente movibles por medios mecánicos.

E2: Se incluyen en esta categoría los materiales medianamente friables a medianamente tenaces difícilmente a no penetrables con pala americana pero si excavables a pico y pala (aunque con dificultad y requiriendo eventualmente el auxilio de elementos escarificadores) removibles con medios mecánicos, a veces con alguna dificultad.

E3: Se incluyen en esta categoría aquellos materiales medianamente tenaces a tenaces, no penetrables con la pala americana, no excavables a pico y pala (incluso con elementos escarificadores) y difícilmente a no excavables con medios mecánicos. Son penetrables mediante perforación rotativa con corona con puntas de alta dureza y removibles mediante martillo o explosivos.

En la descripción de los perfiles litológicos identificados durante la realización de los taladros, se incluye la clasificación desde el punto de vista de la excavabilidad.

En dichos perfiles se puede observar, como criterio general, que los materiales identificados como suelos arcillosos de color marrón son identificados como pertenecientes a la clase E1.

Realización de ensayo de penetración estándar

Breve descripción del ensayo (según norma ASTM D1586 – 84)

De forma resumida el ensayo consiste en la ejecución de un “taladro” hasta la cota deseada y en el fondo del mismo se introduce un tomamuestras normalizado, el que es hincado en el terreno de estudio 45 cm contando el número de golpes necesarios para hincar tramos de 15 cm. La hincada se realiza mediante una maza de 63.5 kg que cae desde una altura de 76 cm en una cabeza de golpeo.

Los valores de golpeo de los tramos centrales de 15 cm (segundo y tercer tramo) sumados conducen al parámetro N_{30SPT} o N_{SPT} .

Cuando el terreno es muy resistente se detiene el ensayo por rechazo, anotando la penetración realizada y el número de golpes correspondiente.

El toma muestras permite además recoger una muestra, alterada, del material de estudio para su análisis e identificación.

Aplicabilidad¹

Los resultados de la prueba difundida ampliamente en todo el mundo, se correlacionan empíricamente con las propiedades específicas *in situ* del terreno. Se han desarrollado diferentes modelos para suelos arcillosos y arenosos de manera de obtener resultados acordes al tipo de suelo en estudio.

¹ Devicenzi M., Frank N., - Ensayos Geotécnicos In Situ – IGEO TEST – Mayo 2004

Correcciones del N_{SPT}

Existen algunos factores, independientes del dispositivo, que influyen en el resultado obtenido en campo. Estos son los siguientes¹:

- Corrección por nivel freático
 - Principalmente en suelos finos bajo el nivel freático, donde se produce un debilitamiento de la resistencia por el aumento de las presiones de poro que se generan el momento del golpeo.
 - En arenas gruesas y gravas, la saturación del terreno no afecta los resultados¹ así como tampoco para suelos finos con un $N_{SPT} < 15$.
 - Para los suelos finos por debajo del nivel freático y que presenten un valor de $N_{SPT} > 15$ se aplica la siguiente corrección:

$$N_{CORR} = 15 + \frac{N_{spt} - 15}{2}$$

Donde:

N_{CORR} : N corregido por nivel freático

N_{SPT} : es el valor de N obtenido en el estudio de campo

- Normalización por la presión de confinamiento
 - El valor N está influenciado por las sobrecargas debidas al peso de las tierras y se puede normalizar refiriéndolo a un valor unitario de la presión vertical efectiva (1 kp/cm^2) a fin de comparar distintos ensayos realizados a diferentes profundidades.

En el presente caso de estudio, no se detectaron niveles freáticos por lo que no se efectúan correcciones.

Ensayos SPT

Se realizaron 3 ensayos SPT (ver plano de ubicación), con el objetivo de cubrir con el detalle adecuado la zona de estudio, para obtener información de la capacidad portante del suelo de apoyo, del nivel de la napa freática y de los materiales que aparecen en el perfil de suelo.

A continuación se presenta el detalle de los resultados de campo obtenidos en el ensayo SPT efectuado en el sitio de referencia. En ningún caso resultaron desmoronamientos en los taladros.

ILUSTRACIÓN 2 – ESQUEMA DE UBICACIÓN DE SONDEOS EN EL PREDIO DE ESTUDIO



ILUSTRACIÓN 3 - LIMOLITA ROSADA



Tensión admisible y asiento para fundación directa

Se han propuesto una serie importante de correlaciones para calcular directamente la carga admisible y los asientos en un terreno determinado en base al valor de N_{SPT} . Casi todos ellos están basados en observaciones directas y análisis retrospectivos de asientos en estructuras y relaciones de carga.

En función de los resultados de campo del ensayo realizado, de la descripción litológica del perfil de suelos y de los ensayos de laboratorio determinando los límites de Atterberg adoptamos las ecuaciones empleadas para el cálculo de las cargas admisibles en suelos cohesivos (arcillas, limos y limos arcillosos), a la vez que presentamos los resultados del método de Terzaghi-Peck ampliamente difundido. Se ha comprobado que este último arroja aproximaciones extremadamente conservadoras.

Para la estimación de la carga admisible se empleó el método aproximado para arcillas según la siguiente ecuación:

$$Q_{adm} \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = \frac{1.33 \times N_{CORR}}{10}$$

Donde:

- Q_{adm} : Carga Admisible (kg/cm^2)
- N_{CORR} : N_{SPT} corregido

El modelo de Terzaghi-Peck, según la siguiente ecuación, arroja un valor más conservador.

$$Q_{adm} \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = \frac{s \times N}{8}$$

Donde:

- Q_{adm} : Carga Admisible (kg/cm^2)
- N : N_{SPT}
- s : asiento (1")

En la Tabla 1 presentamos el resumen de los valores de tensiones admisibles calculados según el fundamento teórico expuesto anteriormente.

TABLA 1 - TENSIONES ADMISIBLES EN FUNCIÓN DE LOS VALORES DE SPT Y DE LA PROFUNDIDAD

ID	Profundidad (m)	N_{campo}	N_{corr}	$Q_{adm} (kg/cm^2)$
SPT 1	1	16	16	2.13
	2	6	6	0.80
	3	27	27	3.59
SPT 2	1	26	26	3.46
	2	11	11	1.46
	3	34	34	4.52
SPT 3	1	15	15	2.00
	2	36	36	4.79
	2.5	53	53	7.05

En los sondeos SPT 1 y SPT 2, se observa que los valores de tensiones admisibles a los dos metros de profundidad son inferiores a las correspondientes al metro de profundidad. Por esta razón, para las profundidades de 1m se consideran tensiones admisibles menores a las estimadas a partir del N de forma de tomar en cuenta el bulbo de presiones generado en los estratos menos resistentes.

En términos generales, no se observa una tendencia marcada de aumento de la tensión admisible con la profundidad, observándose en algunos casos, estratos más "débiles" por debajo de estratos más "resistentes".

En tal sentido y teniendo en cuenta el bulbo de presiones por debajo de las fundaciones directas, se efectuarán algunas recomendaciones considerando el perfil de tensiones admisibles obtenido.

Valores de Tensiones Admisibles recomendados en función de la profundidad:

- **Profundidad 1.0m: $\sigma_{adm} = 1.0 \text{ kg/cm}^2$ (suelos arcillosos)**
- **Profundidad 2.0m: $\sigma_{adm} = 0.8 \text{ kg/cm}^2$ (suelos arcillosos)**
- **Profundidad 3.0m: $\sigma_{adm} = 3.5 \text{ kg/cm}^2$ (suelos arcillosos)**

Evaluación del Potencial Expansivo

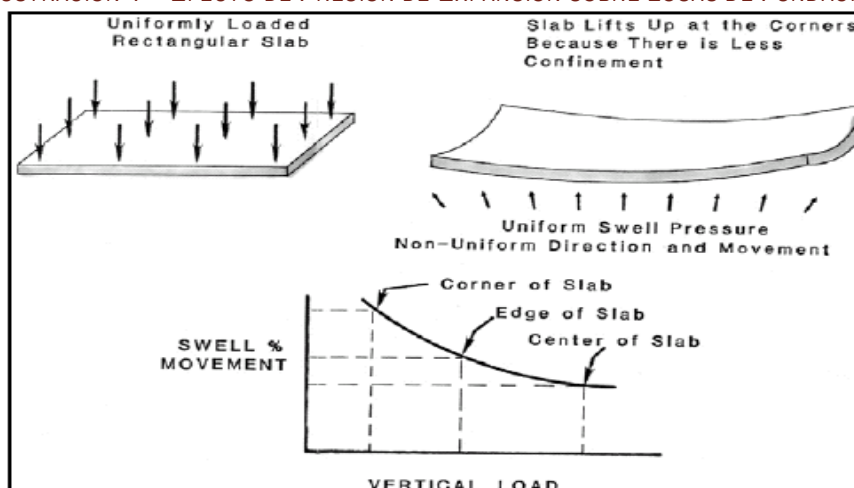
Los suelos con altos contenidos de minerales arcillosos, conocidos como suelos arcillosos o arcillas, y clasificados según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S) como CH, CL y CO, pueden presentar bajo ciertas características y circunstancias, un alto potencial expansivo y por lo tanto, generar altas presiones de hinchamiento sobre las fundaciones de las estructuras. Estas presiones son más relevantes cuando se trata de fundaciones de estructuras livianas, que por su bajo peso, pueden llegar a ser "levantadas" por éstas, generando fisuras y hasta el colapso de las estructuras en su conjunto.

En geotécnica se denominan arcillas expansivas, a los suelos con minerales del grupo de las montmorillonitas (en especial con presencia de minerales K y Na), que presentan la propiedad de succionar gran cantidad de agua entre sus láminas, aumentando considerablemente su volumen al hidratarse. Estas arcillas expansivas, pueden determinar el comportamiento del suelo en el que se encuentran, si el contenido de arcilla es superior al 5% en peso del suelo².

Los suelos expansivos desarrollan presiones y expansiones volumétricas de mayor magnitud en regiones con marcadas estaciones secas y lluviosas o húmedas. En nuestro país, salvo casos excepcionales, no existen estaciones húmedas o secas marcadas, siendo el régimen pluviométrico bastante uniforme a lo largo de todo el año. Estos suelos, al emplearse como apoyo de estructuras a través de las fundaciones pueden ocasionar inconvenientes en las mismas al generar variaciones en su volumen y presiones laterales y ascendentes sobre las estructuras directamente o sobre el paquete de suelos ubicado sobre estas y donde se encuentran fundadas las estructuras.

² J. David Rogers et al – **Damage to Foundation From Expansive Soils**

ILUSTRACIÓN 4 – EFECTO DE PRESIÓN DE EXPANSIÓN SOBRE LOSAS DE FUNDACIÓN



Se efectuó la toma de materiales representativos en un total de 5 muestras de suelos arcillosos a partir de los taladros, con el objetivo de efectuar los ensayos de determinación de Límites de Atterberg para luego efectuar una primera clasificación de los materiales según su potencial expansivo.

A partir de los resultados de clasificación de laboratorio, se efectúa una estimación del potencial expansivo de los suelos finos identificados en la unidad geotécnica del predio. En la Tabla 2 presentamos el criterio empleado para una primera aproximación al potencial expansivo de los suelos arcillosos elaborada por Swelling BRE (1980).

TABLA 2- CRITERIOS DE EXPANSIVIDAD

Ip (%)	Potencial de expansividad
> 35	Muy alto
22 - 35	Alto
18-22	Moderado
< 18	Bajo

A continuación, en la Tabla 3 presentamos un resumen de los resultados de laboratorio indicando los valores de los límites de Atterberg, el tipo de suelo a que corresponde y la evaluación cualitativa del potencial expansivo. Más adelante se adjuntan las planillas de laboratorio correspondientes a los límites de cada muestra.

TABLA 3 – RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO

ID	Prof (m)	LL	LP	IP	Tipo de Suelo	Potencial Expansivo
SPT 1	1	48	19	29	Arcilla marrón	Alto
SPT 3	2	30	17	13	Limolita Rosada	Bajo

Del resumen anterior se desprende que los suelos arcillosos presentes en el predio presentan un potencial expansivo de alto en términos generales.

Mientras que las limolitas ubicadas por debajo de los suelos arcillosos presentan potenciales expansivos bajos.

Para los puntos con potenciales expansivos bajos y moderados, combinado con la falta de presencia de niveles freáticos, hacen suponer que no se presentarán presiones de expansión que generen tensiones significativas sobre las estructuras.

Clasificación de Suelos (AASHTO y SUCS)

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 fundaciones³.

De los resultados obtenidos, y que se adjuntan en Anexo, se puede observar que el material evaluado corresponde básicamente a suelos de tipo arcilloso, de baja plasticidad.

En caso de ser empleados para terraplén, se deberá efectuar un diseño del mismo en cuanto a espesores de capa, humedad de compactación y densidades en obra.

TABLA 4 - RESUMEN DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

ID	Profundidad (m)	Descripción	Clasificación	
SPT 1	1.0	Arcilla marrón	A-6	CL
SPT 3	2.0	Limolita Rosada	A-6	CL

Recomendaciones sobre Fundaciones

En el caso de tratarse de estructuras livianas de una planta, y a partir de los perfiles geológico-geotécnicos relevados y que se adjuntan en Anexo, evaluamos la posibilidad de realizar fundaciones directas y superficiales mediante zapatas de hormigón armado.

A partir de los datos obtenidos tanto en campo, cómo en gabinete y laboratorio, se entiende viable esta solución, considerando para la determinación de las tensiones admisibles y las profundidades de fundación, lo mencionado respecto de los bulbos de presión y los potenciales expansivos identificados.

³ DNER – Manual de Pavimentacao - 1996

Conclusiones:

- El subsuelo del área está constituido por suelos de la Formación Dolores y debajo se encuentran limolitas de la Formación Fray Bentos.
- El perfil de suelos orgánico identificados está compuesto por una capa que varía entre los 70 cm y 90 cm de profundidad.
- Desde el punto de vista de las tensiones admisibles para fundaciones directas se alcanzan los siguientes valores de tensiones admisibles:
 - Profundidad 1.0m: $\sigma_{adm} = 1.0 \text{ kg/cm}^2$ (suelos arcillosos)
 - Profundidad 2.0m: $\sigma_{adm} = 0.8 \text{ kg/cm}^2$ (suelos arcillosos)
 - Profundidad 3.0m: $\sigma_{adm} = 3.5 \text{ kg/cm}^2$ (suelos arcillosos)
- No se registró desmoronabilidad en ninguno de los materiales atravesados ni se constató la presencia de agua.
- El terreno identificado hasta las profundidades alcanzadas, se clasifica cómo fácilmente excavable mediante medios mecánicos (E1), por lo que se entiende que no se prevén dificultades para la realización de las excavaciones durante la ejecución de la obra.

Montevideo, 17 de julio de 2017




Mauricio Montañó Gutiérrez
Licenciado en Geología




Diego Montañó García
Ingeniero Civil

ANEXO

Planillas de Campo

REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS							<div><div>GeoAmbiente srl</div><div>www.geoambiente-uruguay.com</div></div>					
PROYECTO: Caif Dolores												
SONDEO NRO.: SPT1			SITUACIÓN:				COORDENADAS: 33°32'08,1" 58°12'43,8"					
FECHA: 05/07/17			PROFUNDIDAD ALCANZADA: 3,5m			COTA DE BOCA DE POZO:						
PROFUNDIDAD (m)	LONGITUD TRAMO (m)	NIVEL FREATICO	COLUMNA	EXCAVABILIDAD	DESCRIPCIÓN	MUESTRAS	Nº GOLPES SPT	LÍMITES DE ATTERBERG			HUMEDAD (%)	CLASIFICACIÓN U.S.C.S
								LL (%)	LP (%)	IP		
0.1	0.9			E1	Suelo orgánico.	x	N _{SPT} = 16	48	19	29		CL
0.2												
0.3												
0.4												
0.5												
0.6												
0.7												
0.8												
0.9												
1.0	1			Arcilla limosa marrón.		N _{SPT} = 6						
1.1												
1.2												
1.3												
1.4												
1.5												
1.6												
1.7												
1.8												
1.9												
2.0	1.4			Arcilla limosa marrón claro.		N _{SPT} = 27						
2.1												
2.2												
2.3												
2.4												
2.5												
2.6												
2.7												
2.8												
2.9												
3.0	0.2			E2	Limolita con carbonato de color marrón rosado, tenaz.							
3.1												
3.2												
3.3												
3.4												
3.5												

REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS							 GeoAmbiente srl www.geoambiente-uruguay.com					
PROYECTO: Caif Dolores												
SONDEO NRO.: SPT3			SITUACIÓN:				COORDENADAS: 33°32'07,2" 58°12'44,4"					
FECHA: 05/07/17			PROFUNDIDAD ALCANZADA: 3,0m			COTA DE BOCA DE POZO:						
PROFUNDIDAD (m)	LONGITUD TRAMO (m)	NIVEL FREATICO	COLUMNA	EXCAVABILIDAD	DESCRIPCIÓN	MUESTRAS	Nº GOLPES SPT	LÍMITES DE ATTERBERG			HUMEDAD (%)	CLASIFICACIÓN U.S.C.S
								LL (%)	LP (%)	IP		
0.1	0.8			E1	Suelo orgánico.	X	N _{SPT} = 15					
0.2												
0.3												
0.4												
0.5												
0.6												
0.7												
0.8												
0.9	0.9		E1	Arcilla limosa marrón.								
1.0												
1.1												
1.2												
1.3												
1.4												
1.5												
1.6												
1.7	1.3	E1 / E2	Limolita de color marrón rosado, con carbonato. Tenaz.									
1.8												
1.9												
2.0												
2.1												
2.2												
2.3												
2.4												
2.5												
2.6												
2.7												
2.8												
2.9												
3.0												

Planillas de Laboratorio

Determinación de Límites de Consistencia - ASTM D 4318

OBRA:

CAIF - Dolores 1 (0,9-1,2m)

MATERIAL:

Suelo arcilloso marron oscuro

FECHA ENSAYO :

10/7/2017

OPERADOR :

C. Oliveira

LÍMITE PLÁSTICO

Pesaf. Nº	73	74	
P.S.H.+Pesaf	21.15	21.02	
P.S.S.+Pesaf	20.18	20.06	
Tara	15.16	15.00	
% de HUMEDAD	19.3	19.0	
HUMEDAD PROMEDIO	19.1		
LÍMITE DE PLASTICIDAD	19		

HUMEDAD NATURAL

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

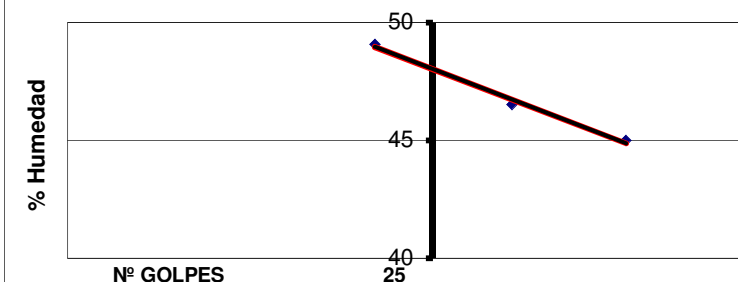
LÍMITE LÍQUIDO

Nº de GOLPES	33	28	23	
Pesaf. Nº	70	71	72	
P.S.H.+Pesaf	31.67	32.07	33.75	
P.S.S.+Pesaf	27.08	26.60	27.63	
Tara	16.88	14.84	15.16	
% de HUMEDAD	45.0	46.5	49.1	
LÍMITE LÍQUIDO	48			NO interviene en Gráfico

ÍNDICE de PLASTICIDAD

29

LÍMITE LÍQUIDO



ENSAYO DE TAMIZADO - ASTM D 422

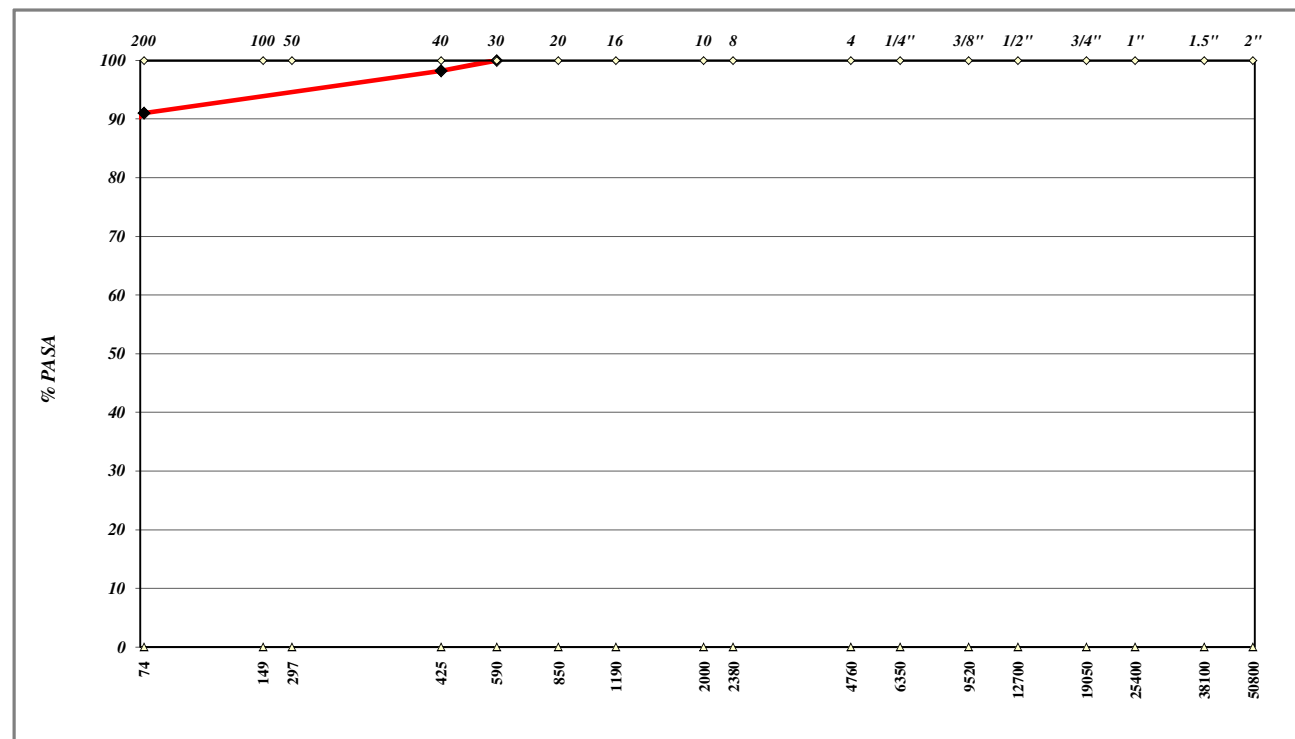
OBRA:	CAIF - Dolores 1 (0,9-1,2m)
--------------	-----------------------------

GRANULOMETRÍA			
VÍA SECA	peso (gr.)		
VÍA HÚMEDA	peso (gr.)	374.6	

LÍMITES DE ATTERBERG	LL = 48 IP = 29	MATERIAL:	Suelo arcilloso marron oscuro
CLASIFICACIÓN (AASHTO):	A-6	Descripción:	Suelo arcilloso
CLASIFICACIÓN (SUCS):	CL	Descripción:	Arcilla media plasticidad
FECHA ENSAYO :	10/7/2017	OPERADOR :	C. Olveira

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		100
N16	1190		100
N20	850		100
N30	590		100
N40	425	6.5	98
N80	177		
N100	149		
N200	74	27.2	91
pasa(vía seca)..			
pasa (vía Húmeda)		340.9	
TOTAL		374.6	

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



Determinación de Límites de Consistencia - ASTM D 4318

OBRA:

CAIF - Dolores 3 (1,7-2,0m)

MATERIAL:

Suelo arcilloso marron

FECHA ENSAYO :

10/7/2017

OPERADOR :

C. Oliveira

LÍMITE PLÁSTICO

Pesaf. Nº	78	79	
P.S.H.+Pesaf	19.44	19.39	
P.S.S.+Pesaf	18.83	18.78	
Tara	15.16	15.18	
% de HUMEDAD	16.6	16.9	
HUMEDAD PROMEDIO	16.8		
LÍMITE DE PLASTICIDAD	17		

HUMEDAD NATURAL

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

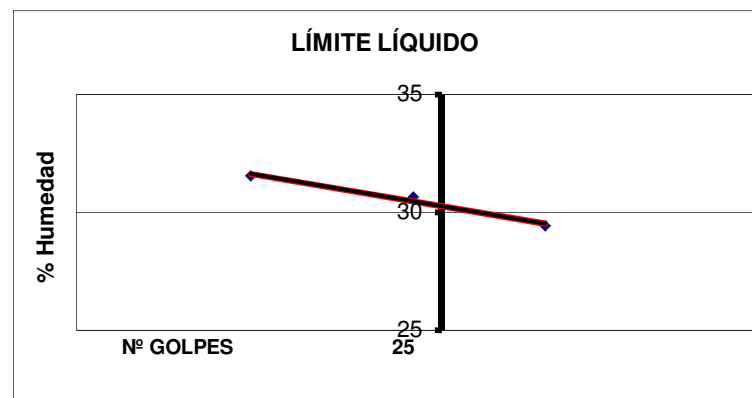
LÍMITE LÍQUIDO

Nº de GOLPES	29	24	19	
Pesaf. Nº	75	76	77	
P.S.H.+Pesaf	31.59	32.48	35.26	
P.S.S.+Pesaf	28.13	28.51	30.36	
Tara	16.37	15.56	14.83	
% de HUMEDAD	29.4	30.7	31.6	
LÍMITE LÍQUIDO	30			NO interviene en Gráfico

ÍNDICE de PLASTICIDAD

13

LÍMITE LÍQUIDO



ENSAYO DE TAMIZADO - ASTM D 422

OBRA:	CAIF - Dolores 3 (1,7-2,0m)
--------------	-----------------------------

GRANULOMETRÍA			
VÍA SECA	peso (gr.)		
VÍA HÚMEDA	peso (gr.)	363.4	

LÍMITES DE ATTERBERG	LL =	30	MATERIAL:	Suelo arcilloso marron
	IP =	13		
CLASIFICACIÓN (AASHTO):		A-6	Descripción:	Suelo arcilloso
CLASIFICACIÓN (SUCS):		CL	Descripción:	Arcilla media plasticidad con arena
FECHA ENSAYO :		10/7/2017	OPERADOR :	C. Olveira

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	4.9	99
N8	2380		
N10	2000	6.6	97
N16	1190		
N20	850		
N30	590		
N40	425	21.6	91
N80	177		
N100	149		
N200	74	48.4	78
pasa(vía seca)..			
pasa (vía Húmeda)		281.9	
TOTAL		363.4	

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

