



LINSU

Ingeniería en suelos

Informe Geotécnico

ANV - MVOTMA

Terreno Fray Bentos

Octubre de 2016

Cel: +598 9800 7272
E-mail: agustin.tejeira@linsu.com.uy
Web: www.linsu.com.uy



Índice

Índice	1
1 – Objetivo	2
2 – Datos generales de estudio.....	2
3 – Ubicación.....	2
3.1 – Ubicación general del terreno.....	2
3.2 – Ubicación en zona del terreno.	3
3.3 – Ubicación de cateos en terreno.	3
3.4 – Plano de cateos en terreno.	4
3.5 – Coordenadas planimétricas de cateos.	4
3.6 – Curvas de nivel.....	5
4 – Características geológicas de la zona.....	6
5 – Ensayo SPT (Standard Penetration Test).....	7
5.1 – Resultados de ensayos SPT, litología, nivel freático y desmoronabilidad.	7
5.2 – Capacidad portante del suelo.....	9
6 – Ensayos de Laboratorio.....	10
6.1 – Potencial expansivo.....	10
6.2 – Clasificación SUCS y AASHTO.....	10
7 – Recomendación sobre fundaciones.....	11
8 – Conclusiones.....	12
Adjuntos.....	13
I – Imágenes.....	13
I – 1 – Vista general del predio.....	13
I – 2 – Vista de calicata.	13
II – Carta regiones geológicas homogéneas del Uruguay.	14
III – Carta geológica esquemática del Uruguay.....	15
IV – Carta geológica de terrenos del Uruguay.....	16
V – Breve resumen del ensayo SPT.	17
VI – Suelos expansivos.....	18

1 – Objetivo.

El objetivo del presente informe es establecer las características geotécnicas inherentes al terreno de la Agencia Nacional de Vivienda – Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, de la ciudad Fray Bentos.

A pedido del cliente se realizaron 3 cateos in situ, con ejecución de ensayo SPT (ensayo de penetración estándar) en terreno de obra y posteriores ensayos de laboratorio.

2 – Datos generales de estudio.

Solicitante: ANV – Ing. Marcelo Fabini.

Obra: Terreno.

Dirección: Calle 18 de julio entre Brasil y Argentina.

Localidad: Fray Bentos.

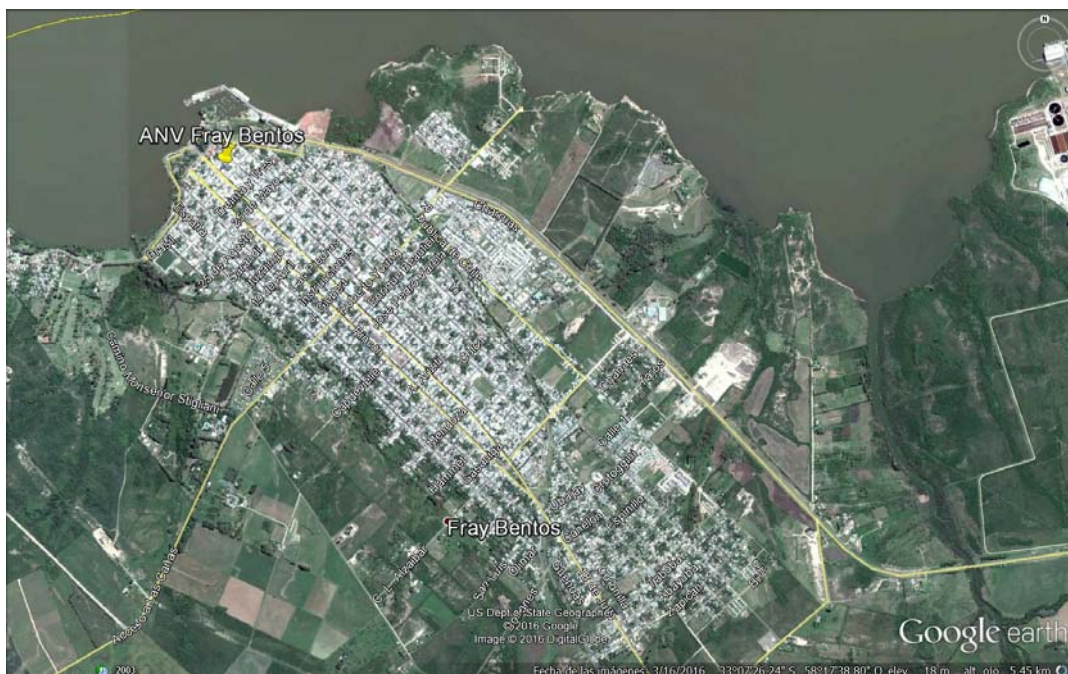
Fecha de ensayo: 29/10/2016.

3 – Ubicación.

El terreno se encuentra ubicado en la zona noroeste de la ciudad, a unos trescientos metros del Puerto de Fray Bentos.

3.1 – Ubicación general del terreno.

El terreno se encuentra sobre la calle principal.



3.2 – Ubicación en zona del terreno.

A continuación la ubicación del terreno en su entorno.



3.3 – Ubicación de cateos en terreno.

Ubicación de 3 cateos en terreno.



3.4 – Plano de cateos en terreno.

A continuación se muestra un plano acotado de los cateos, tomando como Punto 0 – 0 de referencia la esquina oeste del terreno. Se ha tomado el Eje x sobre calle 18 de Julio incrementándose hacia el sureste y el Eje y perpendicular a dicha calle incrementándose hacia el noreste.



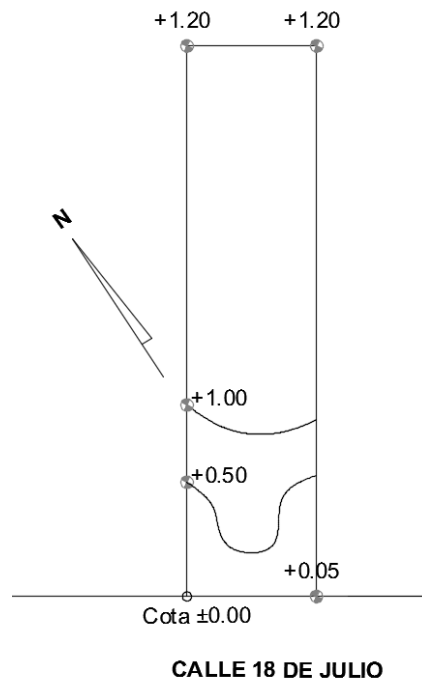
3.5 – Coordenadas planimétricas de cateos.

En la tabla siguiente se muestran coordenadas planimétricas de los cateos, referidas al plano del punto anterior.

Cateo	Eje x (m)	Eje y (m)
1	2	6
2	6	13
3	7	35

3.6 – Curvas de nivel.

Para realizar las curvas de nivel se ha tomado el punto *Cota 0* como nivel de referencia. El mismo se encuentra ubicado sobre el cordón de calle 18 de julio y la proyección del límite oeste del predio.



4 – Características geológicas de la zona.

El estudio previo de las tipologías geológicas de la zona en base a la literatura existente muestra que el terreno se encuentra en la Región VI (ver carta de regiones homogéneas en anexo II), del cenozoico (ver carta geológica esquemática en anexo III), inmerso en zonas de Formación Fray Bentos, limos y areniscas finas calcáreas, según lo establecido por Jorge Bossi en *Geología del Uruguay (2007)*.

Las rocas integrantes son predominantemente limosas o areniscas muy finas, con contenido variable de arcilla, arena fina y calcáreo. La sección tipo se ubica en las barrancas de los alrededores de la ciudad de Fray Bentos. Aquí las rocas dominantes son areniscas finas, limolitas, loess, generalmente bien seleccionados y con 20% de carbonato de calcio en promedio. Son rocas macizas de color rosado anaranjado característico y constante.

5 – Ensayo SPT (Standard Penetration Test).

A fin de estudiar las características geotécnicas del suelo en cada uno de los cateos realizados se procedió mediante ensayo de penetración estándar (SPT). Éste determina la resistencia que ofrece el suelo a la penetración de un muestreador circular de acero, que a la vez permite recuperar una muestra perturbada para fines de identificación. Mayor información se puede encontrar en el anexo V.

5.1 – Resultados de ensayos SPT, litología, nivel freático y desmoronabilidad.

A continuación se presentan los resultados obtenidos in situ de los ensayos SPT junto a las coordenadas del cateo y la litología de hallada.

Cateo:	1	Latitud:	33° 6' 52,92" S
Profundidad (m):	0,7	Longitud:	58° 18' 51,51" O
15 cm:	5	Elevación:	20 m SNM
30 cm:	10	Profundidad	Litología
45 cm:	12	0 m - 0,4 m	Relleno inorgánico, piso de hormigón existente.
Valor N:	22	0,4 m - 4,1 m	"Limo Fray Bentos" naranja.
Consistencia	Muy firme		
Profundidad (m):	1,7		
15 cm:	6		
30 cm:	9		
45 cm:	11		
Valor N:	20		
Consistencia	Muy firme		
Profundidad (m):	2,7		
15 cm:	10		
30 cm:	11		
45 cm:	12		
Valor N:	23		
Consistencia	Muy firme		
Profundidad (m):	3,8		
15 cm:	12		
30 cm:	14		
45 cm:	15		
Valor N:	29		
Consistencia	Muy firme		
		Observaciones	
		No se encontró presencia de agua.	
		No se encontró desmoronabilidad.	

Cateo:	2
--------	---

Profundidad (m):	0,9
15 cm:	8
30 cm:	9
45 cm:	10
Valor N:	19
Consistencia	Muy firme

Profundidad (m):	1,8
15 cm:	9
30 cm:	10
45 cm:	12
Valor N:	22
Consistencia	Muy firme

Profundidad (m):	2,7
15 cm:	8
30 cm:	11
45 cm:	11
Valor N:	22
Consistencia	Muy firme

Cateo:	3
--------	---

Profundidad (m):	0,8
15 cm:	6
30 cm:	8
45 cm:	9
Valor N:	17
Consistencia	Muy firme

Profundidad (m):	2,1
15 cm:	9
30 cm:	13
45 cm:	13
Valor N:	26
Consistencia	Muy firme

Profundidad (m):	3,6
15 cm:	10
30 cm:	13
45 cm:	14
Valor N:	27
Consistencia	Muy firme

Latitud:	33° 6' 52,80" S
Longitud:	58° 18' 51,18" O
Elevación:	20 m SNM

Profundidad	Litología
0 m - 0,4 m	Relleno inorgánico, piso de hormigón existente.
0,4 m - 4,1 m	"Limo Fray Bentos" naranja.

Observaciones
No se encontró presencia de agua.
No se encontró desmoronabilidad.

Latitud:	33° 6' 52,31" S
Longitud:	58° 18' 50,62" O
Elevación:	20 m SNM

Profundidad	Litología
0 m - 0,2 m	Relleno inorgánico, piso de hormigón existente.
0,4 m - 4,1 m	"Limo Fray Bentos" naranja.

Observaciones
No se encontró presencia de agua.
No se encontró desmoronabilidad.

5.2 – Capacidad portante del suelo.

Tomando en consideración los resultados del ensayo SPT, la litología a diferentes profundidades, el nivel freático y ensayos de laboratorio de los suelos se han calculado las tensiones admisibles.

Cateo	Profundidad (m)	N	N corr	Q adm (kg/cm ²)
1	0,7	22	22	2,9
1	1,7	20	20	2,7
1	2,7	23	23	3,1
1	3,8	29	29	3,9
2	0,9	19	19	2,5
2	1,8	22	22	2,9
2	2,7	22	22	2,9
3	0,8	17	17	2,3
3	2,1	26	26	3,5
3	3,6	27	27	3,6

6 – Ensayos de Laboratorio.

Teniendo en cuenta las experiencias encontradas en la zona del terreno y el tipo de suelo extraído mediante ensayos se determinó en laboratorio la granulometría, los Límites de Atterberg y se clasificó el suelo.

6.1 – Potencial expansivo.

Las muestras de suelos fueron en general limosas y arenosas, por lo que se espera un potencial expansivo bajo.

Cateo	Profundidad (m)	Material	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Potencial expansivo
1	1,0	"Limo Fray Bentos"	--	--	NP	No plástico
2	2,5	"Limo Fray Bentos"	--	--	NP	No plástico

En el caso que nos ocupa se observa que todas las muestras son no plásticas, por lo que no se esperan cambios de volumen en el suelo ante cambios en la humedad. En el anexo VI se puede hallar una reseña de suelos expansivos y sus distintos grados de expansividad.

6.2 – Clasificación SUCS y AASHTO.

En función de la granulometría y lo límites obtenidos se han clasificado las muestras:

Muestra	Profundidad	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Características
Cateo 1	1,0 m	ML	A - 4	Limo con arena.
Cateo 2	2,5 m	SM	A - 2 - 4	Arena limosa.

7 – Recomendación sobre fundaciones.

El terreno presenta construcciones existentes y pavimentos, mostrando uniformidad en cuanto al subsuelo, con un paquete de pavimento de entre 20 cm y 40 cm seguido por un horizonte del típico “limo Fray Bentos” de la zona que alcanza al menos los 4 m de profundidad.

El terreno presenta buenas condiciones, alcanzando los 2,5 kg/cm² al metro de profundidad, según tabla del apartado 5.2. El suelo presenta nula plasticidad, por lo que no se esperan variaciones de volumen ante cambios en la humedad. No se encontró agua ni desmoronabilidad en ninguno de los cateos.

Considerando los resultados mostrados en los numerales anteriores se recomienda realizar fundaciones mediante bases aisladas de hormigón, siendo posible también ejecutar pilotines hormigonados in situ.

Para ejecutar bases aisladas de hormigón se deberán realizar excavaciones considerando una tensión admisible de 2,0 kg/cm² al metro de profundidad, de 2,5 kg/cm² a los dos metros de profundidad y de 3,0 kg/cm² a los tres metros de profundidad. Esta solución puede ser realizada mediante maquinaria o manualmente y resulta recomendable ejecutar un hormigón de limpieza previa colocación de armadura.

Si se fundara mediante pilotines perforados in situ, se deberán realizar a una profundidad de más de 4,0 m, considerando una tensión admisible en punta de 4,0 kg/cm². Para su ejecución se recomienda generar la cabeza inferior del pilotín mediante mecanismo de caída por gravedad de masa de gran peso, colando el hormigón por capas. Asimismo se recuerda que cada pilotín debe ser ejecutado en su totalidad de manera continua.

Cabe recordar que las presentes recomendaciones ofician solo como tales, por lo que es de cargo y responsabilidad del proyectista el diseño y cálculo de las estructuras de fundación de la obra de referencia.

8 – Conclusiones.

Se realizaron 3 cateos en el terreno de la ANV, en la ciudad de Fray Bentos, con el fin de establecer las características geotécnicas del mismo.

El terreno presenta construcciones existentes y pavimentos, mostrando uniformidad en cuanto al subsuelo, con un paquete de pavimento seguido por un horizonte del típico “limo Fray Bentos” de la zona que alcanza al menos los 4 m de profundidad. El potencial expansivo del suelo resultó nulo. No se encontró agua ni desmoronabilidad en ninguno de los cateos.

Considerando los resultados mostrados en los numerales anteriores se recomienda realizar fundaciones mediante bases aisladas de hormigón, siendo posible también ejecutar pilotines hormigonados in situ.



Ing. Agustín Tejeira Barchi
C. J. P. P. U. 126914

Adjuntos.

I – Imágenes.

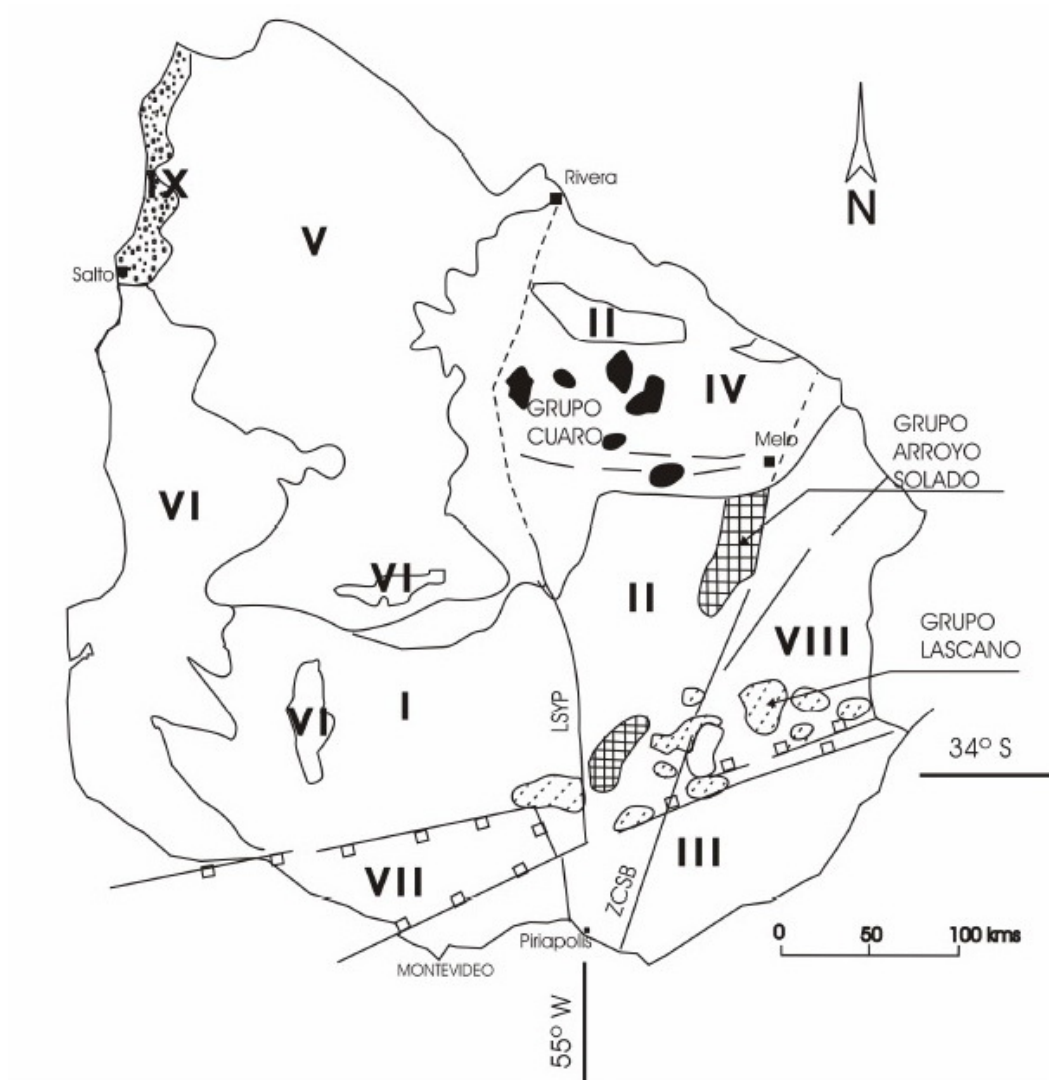
I – 1 – Vista general del predio.

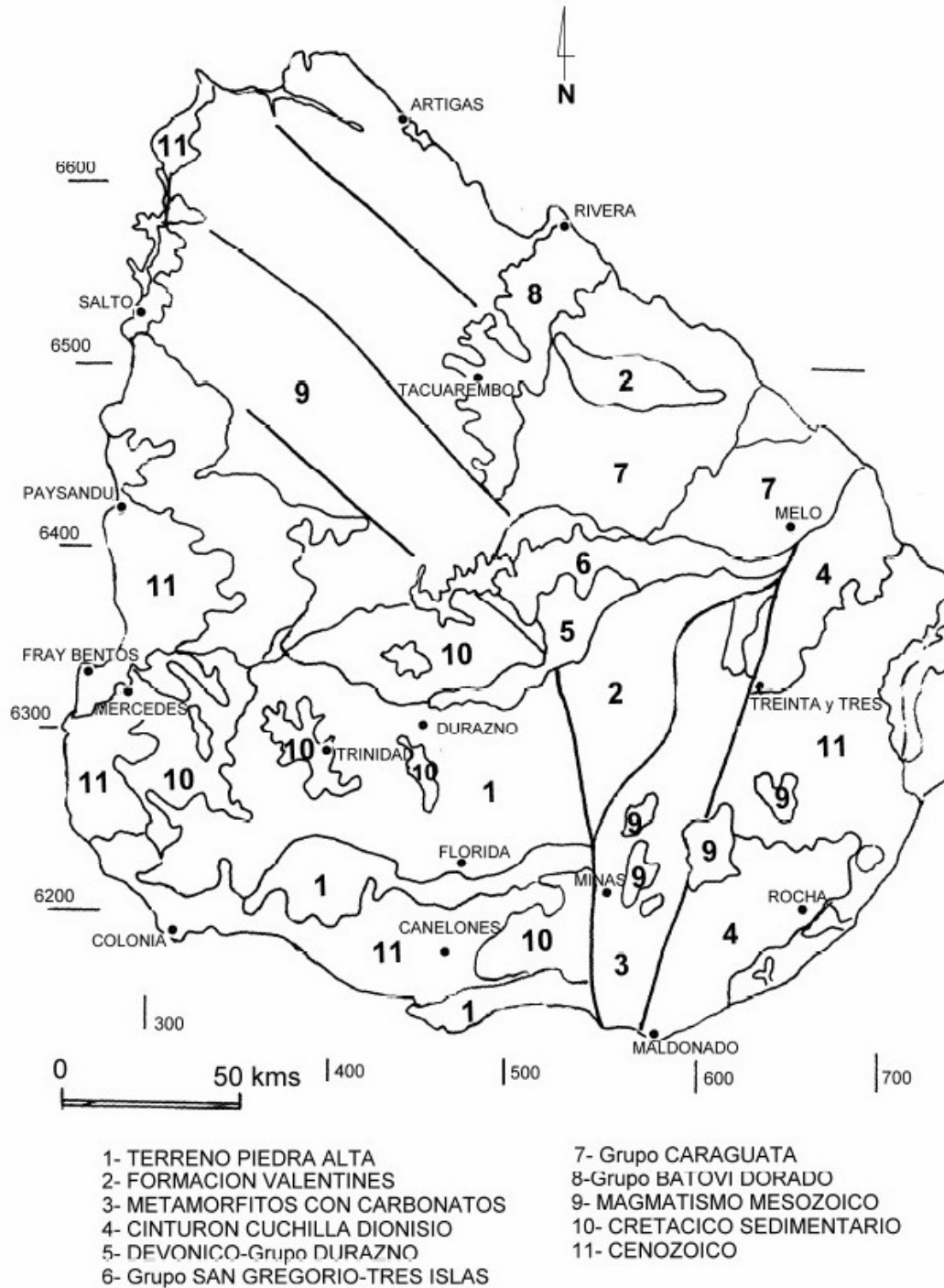


I – 2 – Vista de calicata.

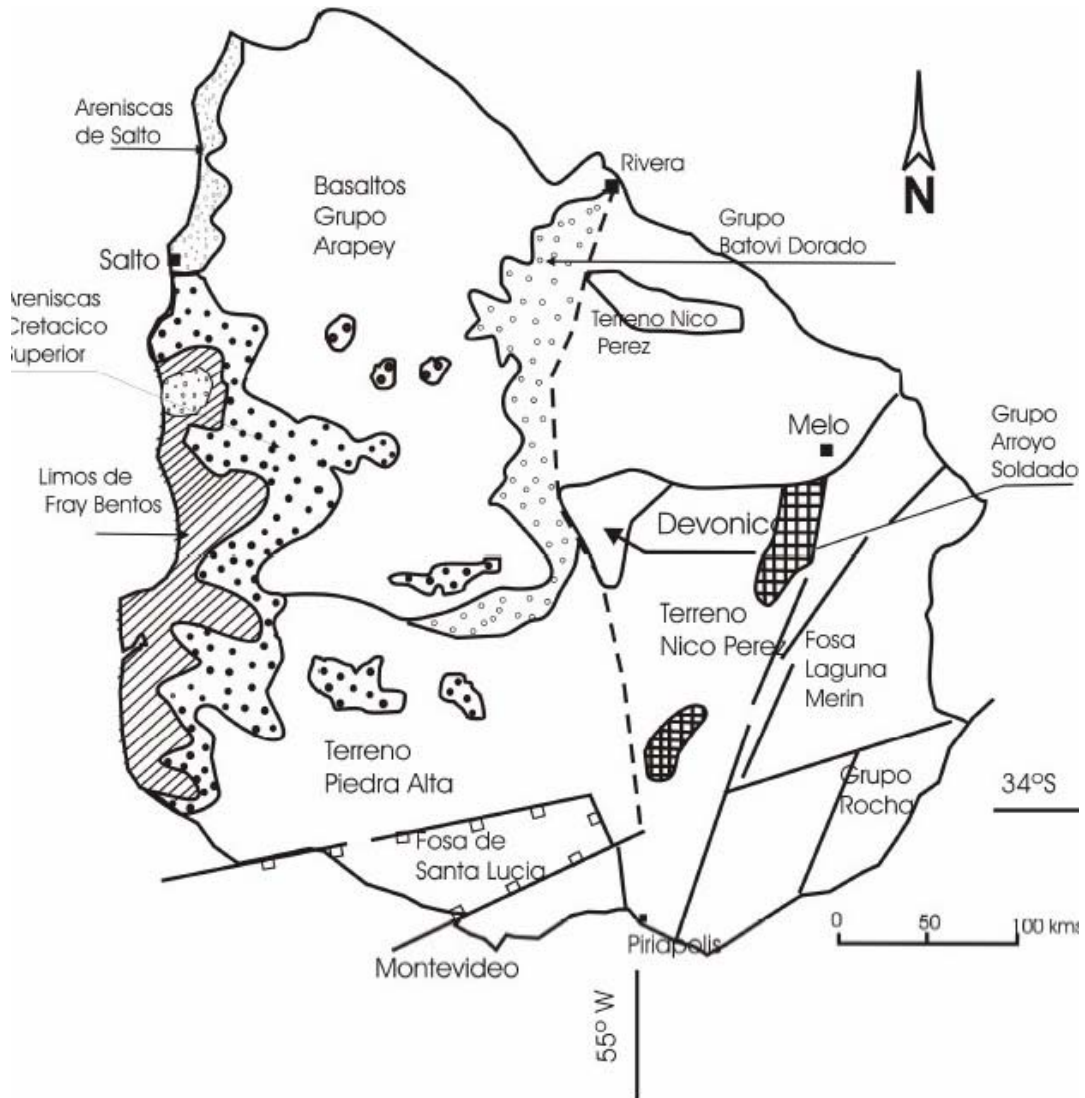


II – Carta regiones geológicas homogéneas del Uruguay.



III – Carta geológica esquemática del Uruguay.


IV – Carta geológica de terrenos del Uruguay.

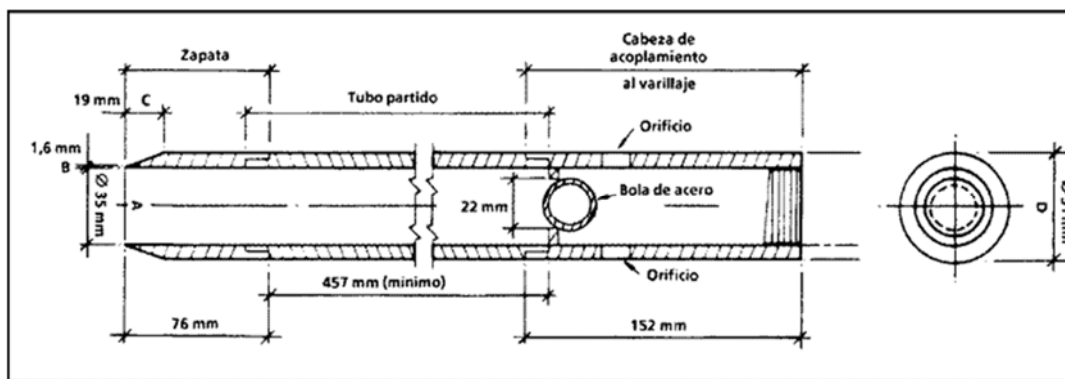


V – Breve resumen del ensayo SPT.

El siguiente resumen contiene fragmentos del libro *Ingeniería de Cimentaciones* de Ralph Peck, Walter Hanson y Thomas Thornburn.

A lo largo del tiempo se han ideado varios métodos para investigar la consistencia de los depósitos cohesivos o la compacidad relativa de los granulares sin necesidad de hacer sondeos o de extraer muestras. La mayoría de estos procedimientos se basa en la medida de resistencia que ofrece el suelo al avance de un aparato llamado penetrómetro. Si se empuja el penetrómetro uniformemente en el suelo el procedimiento se llama prueba de penetración estática, mientras que si se encaja a golpes se la llama prueba de penetración dinámica.

El penetrómetro más difundido es el llamado de “tubo partido” (ver figura a continuación) y la prueba más ampliamente usada de esta clase es la llamada *Standard Penetration Test*, normalizada según la ASTM D-1586.



El ensayo se realiza dejando caer un martillo que pesa 63,5 kg sobre la barra de perforación desde una altura de 76 cm. El número de golpes *N* necesarios para producir una penetración de 30 cm se considera la resistencia a la penetración. Para considerar la falta de apoyo, los golpes de los primeros 15 cm de penetración no se toman en cuenta; los necesarios para aumentar la penetración de 15 cm a 45 cm constituyen el valor *N*.

Los resultados de la prueba de penetración estándar pueden correlacionarse con algunas propiedades físicas importantes de suelo, tales como la compacidad relativa en el caso de arenas y la consistencia en el caso de arcillas.

Arena		Arcilla	
Número de golpes <i>N</i>	Compacidad relativa	Número de golpes <i>N</i>	Consistencia
		Menos de 2	Muy blanda
0 - 4	Muy suelta	2 - 4	Blanda
4 - 10	Suelta	4 - 8	Media
10 - 30	Media	8 - 15	Firme
30 - 50	Compacta	15 - 30	Muy firme
Más de 50	Muy compacta	Más de 30	Dura

La relación entre el número de golpes N y la consistencia de las arcillas ha sido estudiada por diferentes autores, encontrándose entre los primeros de ellos Terzaghi y Peck. Éstos proponen para distintos tipos de suelo (arcilla, arcilla limosa, arcilla arenosa limosa, loess) fórmulas que brindan una estimación de la capacidad portante del suelo en función del valor N.

Corrección por nivel freático: cuando el ensayo se realiza en arenas finas o limosas bajo el nivel de la napa freática debe reducirse el número de golpes a través de la relación $N = (N' + 15) / 2$.

Corrección por presión de confinamiento: está definido como la relación entre la resistencia medida del SPT para una presión vertical efectiva dada y la resistencia medida a un esfuerzo vertical normal de 1 kg/cm².

Aunque la prueba de penetración estándar no puede considerarse como método refinado y completamente seguro de investigación, los valores N dan útiles indicaciones preliminares de la resistencia o compacidad relativa de la mayor parte de los depósitos de suelos.

VI – Suelos expansivos.

Algunos suelos, aunque se encuentran sujetos a cargas externas constantes presentan grandes cambios de volumen al cambiar su contenido de agua. No solamente aumentan su volumen cuando aumenta el contenido de agua, sino que también lo disminuyen (o se contraen) con la disminución del agua. Estos suelos que presentan este comportamiento en forma marcada son usualmente arcillas montmorilloníticas con índices elevados de plasticidad, más conocidas como arcillas expansivas.

De manera general se relaciona el potencial expansivo de un suelo con su Índice de plasticidad

Índice de plasticidad	Potencial expansivo
> 35	Muy alto
20 - 55	Alto
10 - 35	Moderado
< 15	Bajo