

INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO

OBRA: EDIFICIO MADES

UBICACIÓN: Avda. Madame Lynch esq. Reservista de la Guerra del Chaco,
Asunción



Preparado para:

TECNICON S.A

tecnicon@tecnicon.com.py

GEO-STAN S.R.L.

Proyecto: 2917_MADES/21

Diciembre, 2021


GEO-STAN S.R.L.
Ing. MIGUEL STANICHEVSKY
Director - Gerente



GEOSTAN S.R.L.
Proyectos Geotécnicos
Proyectos Estructurales
Vías de Comunicación
Impactos Ambientales

Contacto
(+595 21) 420 592 | (+595 21) 481 746
geostan@pla.net.py
www.geostan.com.py
Sicilia 941 | Asunción, Paraguay.



@geostanpy

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	3
2. ENSAYOS Y MEDICIONES REALIZADAS	5
2.1 REPLANTEO Y NIVELACIÓN DE LOS SONDEOS.....	5
2.2 PERFORACIONES DE AUSCULTACIÓN CON PALAS BARRENOS.....	5
2.3 ENSAYOS DE CAMPO DE PENETRACIÓN STANDARD (SPT).....	5
2.4 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE NB (ÍNDICE DE BOSIO).....	6
2.5 AGUA SUBTERRÁNEA Y DETERMINACIÓN DEL NIVEL FREÁTICO.....	6
2.6 ENSAYOS DE LABORATORIO DE CLASIFICACIÓN E ÍNDICES FÍSICOS.....	6
2.7 ENSAYO DE PERCOLACIÓN DE CAMPO.....	6
3. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	7
3.1 SONDEOS P1-P4.....	7
3.2 SONDEOS P5-P6-P7-P8-P9-11.....	7
3.3 SONDEOS P10-P14-P15	7
3.4 RESULTADOS DE ENSAYOS DE PERCOLACIÓN DE CAMPO	8
4. INTERACCIÓN SUELO-ESTRUCTURA.....	8
4.1 TENSIONES ADMISIBLES VERTICALES	8
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	12

LISTADO DE ANEXOS

ANEXO A: PLANTA DE UBICACIÓN

ANEXO B: CORTE TRANSVERSAL DEL SITIO

ANEXO C: PERFILES ESTRATIGRÁFICOS DE SONDEOS

ANEXO D: PLANILLAS DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

ANEXO E: PLANILLA DE CÁLCULO DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

ANEXO F: PLANILLA DE ENSAYOS DE PERCOLACIÓN



GEO-STAN S.R.L.
Ing. MIGUEL STANICHEVSKY
Director - Gerente



GEOSTAN S.R.L.
Proyectos Geotécnicos
Proyectos Estructurales
Vías de Comunicación
Impactos Ambientales

Contacto
(+595 21) 420 592 | (+595 21) 481 746
geostan@pla.net.py
www.geostan.com.py
Sicilia 941 | Asunción, Paraguay.

 @geostanpy

1. INTRODUCCIÓN.

La descripción contenida en el presente informe resume los resultados obtenidos en la investigación geotécnica realizada en un terreno ubicado sobre Avenida Madame Lynch esquina Reservista de la Guerra del Chaco, de la ciudad de Asunción, como se muestra en la portada para el proyecto de construcción de edificios del MADES.

El estudio geotécnico tiene por objetivo establecer el perfil del terreno, la ubicación de la napa freática, la capacidad portante para las fundaciones y los procedimientos constructivos más adecuados para el proyecto. Los trabajos en campaña del estudio se realizaron en las fechas del 14/11/2021 al 01/12/21 por un equipo de personales integrado por un oficial de campo y tres ayudantes.

La coordinación para los trabajos de campo y la ubicación de los puntos de estudios se concertó con el Comitente en un total de 15 sondeos hasta la profundidad mínima de 15.0 m y la ejecución de dos ensayos de percolación de campo.

La ubicación en planta de las perforaciones se presenta en el "Plano de Ubicación de Sondeos" del **Anexo A**.

En el **Anexo B** se presenta el corte de la sección de estudio, que presenta en forma detallada los valores de índice de penetración Nspt. Se indica la estratigrafía general y la posición del nivel freático.

El **Anexo C** presenta el perfil estratigráfico de cada perforación con la indicación de los niveles de cambios de estratos, profundidad relativa del nivel freático con valores de SPT y Nb, así como la clasificación de suelos SUCS.

En el **Anexo D** se incluye la planilla de Identificación de los suelos realizados en laboratorio según la normativa del S.U.C.S. (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) para las muestras recuperadas.

En el **Anexo E** se presentan los cálculos y gráficos de los parámetros geotécnicos representativos para el sitio en estudio a partir de los ensayos con SPT y muestras obtenidas en los sondeos, agrupando de acuerdo a los sectores estudiados en el terreno.

En el **Anexo F** resultados de ensayos de campo de Percolación para la identificación cualitativa y dimensionamiento de pozos absorbentes para evacuación de aguas pluviales y aguas negras.

En función de todos los resultados mencionados anteriormente se arriban a las conclusiones de este estudio que consisten básicamente en:



GEO-STAN S.R.L.
Ing. MIGUEL STANICHEVSKY
Director - Gerente



GEOSTAN S.R.L.
Proyectos Geotécnicos
Proyectos Estructurales
Vías de Comunicación
Impactos Ambientales

Contacto
(+595 21) 420 592 | (+595 21) 481 746
geostan@pla.net.py
www.geostan.com.py
Sicilia 941 | Asunción, Paraguay.

 @geostanpy

a) Sondeos P1-P2-P3-P4

Desde la superficie por lo general se presenta arena arcillosa (SC) color gris y compacidad media hasta los 7.0 m con una camada intermedia de arcilla de baja plasticidad (CL) entre los 2.0 m y 5.0 m. A continuación se presenta una arena limosa (SM) densa algo cementada, color marrón hasta los 15.00 m estudiados. El rechazo al sacamuestras se presenta por lo general a partir de los 5.0 m. Los valores de rechazo al sacamuestras y los valores de Índices de Penetración Nb indican la presencia de un macizo de suelo endurecido o roca muy blanda.

b) Sondeos P5-P6-P7-P8-P9-P11-P12-P13

Desde la superficie se presenta, por lo general, una camada continua de arena arcillosa (SC) de color gris de compacidad media a densa algo cementada hasta los 15.0 m de profundidad con camadas intermedias de arena limosa (SM) entre los 6.0 y 14.0 m. En el sondeo P9 se detecta inicialmente una camada de arcilla de baja plasticidad (CL) color gris hasta los 4.0 m. El rechazo al sacamuestras se presenta por lo general a partir de los 6.0 m. Los valores de rechazo al sacamuestras y los valores de Índices de Penetración Nb indican la presencia de un macizo de suelo endurecido o roca muy blanda.

c) Sondeos P10-P14-P15

Desde la superficie se presenta, por lo general, una arena arcillosa (SC) de color gris de compacidad media a densa, hasta la profundidad variable entre los 4.0 m a 7.0 m. A continuación se presenta una arena limosa (SM) de compacidad densa algo cementada, color marrón hasta los 15.00 m estudiados. El rechazo al sacamuestras se presenta por lo general a partir de los 2.0 m. Los valores de rechazo al sacamuestras y los valores de Índices de Penetración Nb indican la presencia de un macizo de suelo endurecido o roca muy blanda.

d) El nivel freático se detecta entre los 0.50 m y 3.0 m de profundidad.

e) Las fundaciones de los edificios pueden consistir en: a) fundaciones directas con zapatas o plateas de fundación; b) fundaciones combinadas de zapatas y pilotes (estacas T); c) zapatas o vigas corridas de fundación con pilotes; d) fundaciones profundas con pilotes perforados.

f) Los ensayos de percolación de campo indican que el terreno no es apto para la disposición de líquidos efluentes por medio de pozos absorbentes.

g) Se debe evaluar la necesidad de las protecciones para evitar desmoronamientos hasta la profundidad de excavaciones y llevar en cuenta el nivel freático en los sistemas constructivos.



GEO-STAN S.R.L.
Ing. MIGUEL STANICHEVSKY
Director - Gerente



GEOSTAN S.R.L.
Proyectos Geotécnicos
Proyectos Estructurales
Vías de Comunicación
Impactos Ambientales

Contacto
(+595 21) 420 592 | (+595 21) 481 746
geostan@pla.net.py
www.geostan.com.py
Sicilia 941 | Asunción, Paraguay.

 @geostanpy

- h) El sector con mejores condiciones de suelo es el englobado en el área del P10-P14-P15, en segundo lugar el área englobada en el P5 al P13 y de condiciones algo inferiores el área del P1 al P4.
- i) En todos los sectores se presentan niveles freáticos elevados, posiblemente de mejor control en el sector P10-P14-P15 para los trabajos de excavación y bombeo.

2. ENSAYOS Y MEDICIONES REALIZADAS.

2.1 Replanteo y Nivelación de los Sondeos.

La ubicación de los pozos se realizó con replanteo topográfico referido a un sistema de coordenadas locales X-Y que se indica en el plano de ubicación de sondeos y con utilización de GPS de posicionamiento global. Las coordenadas UTM de cada sondeo se ubican en las planillas de perfiles de sondeos.

La nivelación de los sondeos se realizó con un nivel óptico de campo, con apreciación del nivel de la boca del sondeo en ± 1 mm tomando como referencia el nivel de referencia ubicado en la planta de ubicación. A la cota de referencia se le asignó arbitrariamente el valor +100,00 m. La cota de referencia RN utilizada corresponde a la cota topográfica +99.50 m según el plano de relevamiento topográfico recibido.



2.2 Perforaciones de Auscultación con Palas Barrenos.

Fueron realizados para cada perforación barrenos manuales hasta la profundidad del rechazo para la obtención de muestras de suelos disturbadas para ensayos de clasificación de laboratorio y determinación de la posición del nivel freático.

2.3 Ensayos de Campo de Penetración Standard (SPT).

Se realizaron un total de quince auscultaciones con un total aproximado de 226.50 ml, con ensayos de penetración Standard (SPT) a cada metro de sondeo, utilizando para ello un sacamuestras bipartido del tipo Raymond - Terzaghi, ASTM D-1586, de 2" y 1 3/8" de diámetros externo e



interno respectivamente e hincado por medio de un mazo de 64 kilogramos de peso y una altura de caída de 76 centímetros. Las barras de hincado fueron del tipo AW. La perforación en el suelo fue hecha con barrenó manual hasta la profundidad del estudio. En donde el suelo presentó rechazo a los golpes de hinca del sacamuestra, $N > 50$, se determinó el Índice NB (Índice de Bosio), para suelos endurecidos o roca blanda.

2.4 Determinación del Índice NB (Índice de Bosio).

En los estratos de suelos con rechazo a la penetración del sacamuestra, con arenas densas algo cementadas o suelos endurecidos, se pueden obtener valores de Índice de Penetración N_B . El Índice de Bosio, N_B , se presenta en el **Anexo C** para su interpretación.

2.5 Agua subterránea y Determinación del Nivel Freático.

La determinación del nivel freático se realizó con medición directa a través de la perforación con barra rígida. El nivel freático se detecta entre los 0.50 y 3.0 m de profundidad.

2.6 Ensayos de Laboratorio de Clasificación e Índices Físicos.

Las muestras de suelo extraídas fueron clasificadas tacto visualmente en el campo y analizadas en laboratorio para la determinación de sus propiedades granulométricas y plásticas en cada caso. Dichos ensayos fueron ejecutados conforme a las Reglas y Normas del ASTM Comité D18, clasificando los suelos en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos y presentados en las estratigrafías correspondientes y en las planillas de clasificación de suelos.

2.7 Ensayo de Percolación de Campo.

Para la determinación de las características de absorción de las capas superiores de suelos, el ensayo de percolación permite dimensionar las dimensiones de los pozos de absorción de aguas pluviales o aguas negras. El ensayo se ejecuta básicamente midiéndose el tiempo que tarda en filtrar el agua en una zanja normalizada de 30 x 30 x 30 cm. a la profundidad indicada de la prueba. El ensayo da una valoración cualitativa de la capacidad de absorción del suelo.

Se realizaron dos ensayos de percolación en los distintos puntos estudiados en el sitio. El procedimiento utilizado consistió en medir la percolación en una zanja determinándose la velocidad de infiltración para el descenso de 2.5 cm. del nivel del agua con una carga hidráulica de 15 cm. de altura. El análisis de la velocidad de percolación permite la definición del área de absorción necesaria para 750 lts. de agua, volumen que se considera que elimina cada vivienda por día.



3. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

3.1 Sondeos P1-P2-P3-P4

Desde la superficie por lo general se presenta arena arcillosa (SC) color gris y compacidad media hasta los 7.0 m con una camada intermedia de arcilla de baja plasticidad (CL) entre los 2.0 m y 5.0 m. A continuación se presenta una arena limosa (SM) densa algo cementada, color marrón hasta los 15.00 m estudiados.

El rechazo al sacamuestras se presenta por lo general a partir de los 5.0 m. Los valores de rechazo al sacamuestras y los valores de Índices de Penetración Nb indican la presencia de un macizo de suelo endurecido o roca muy blanda.

Los valores obtenidos de Índice de Penetración Np e Índice NB, en las profundidades indicadas, permiten inferir que el macizo corresponde a un macizo blando a regular ($2.2 \leq Nb \leq 8.3$) con resistencia a la compresión simple q_u con valores comprendidos entre 0.50 Kg/cm^2 y 6.8 Kg/cm^2 .

3.2 Sondeos P5-P6-P7-P8-P9-P11-P12-P13

Desde la superficie se presenta, por lo general, una camada continua de arena arcillosa (SC) de color gris de compacidad media a densa algo cementada hasta los 15.0 m de profundidad con camadas intermedias de arena limosa (SM) entre los 6.0 y 14.0 m. En el sondeo P9 se detecta inicialmente una camada de arcilla de baja plasticidad (CL) color gris hasta los 4.0 m.

El rechazo al sacamuestras se presenta por lo general a partir de los 6.0 m. Los valores de rechazo al sacamuestras y los valores de Índices de Penetración Nb indican la presencia de un macizo de suelo endurecido o roca muy blanda.

Los valores obtenidos de Índice de Penetración Np e Índice NB, en las profundidades indicadas, permiten inferir que el macizo corresponde a un macizo regular a resistente ($1.7 \leq Nb \leq 5.6$) con resistencia a la compresión simple q_u con valores menores a 4.15 Kg/cm^2 .

3.3 Sondeos P10-P14-P15

Desde la superficie se presenta, por lo general, una arena arcillosa (SC) de color gris de compacidad media a densa, hasta la profundidad variable entre los 4.0 m a 7.0 m. A continuación se presenta una arena limosa (SM) de compacidad densa algo cementada, color marrón hasta los 15.00 m estudiados. El rechazo al sacamuestras se presenta por lo general a partir de los 2.0 m.



Los valores de rechazo al sacamuestras y los valores de Índices de Penetración Nb indican la presencia de un macizo de suelo endurecido o roca muy blanda.

Los valores obtenidos de Índice de Penetración Np e Índice NB, en las profundidades indicadas, permiten inferir que el macizo corresponde a un macizo regular a resistente ($2.1 \leq Nb \leq 6.7$) con resistencia a la compresión simple q_u con valores comprendidos entre 0.50 Kg/cm^2 y 5.25 Kg/cm^2 .

3.4 Resultados de Ensayos de Percolación de Campo

En los 2 ensayos realizados en los sectores de Sondeos P5-P13 y P10-P14-P15 no se percibió la absorción de agua en el periodo de tiempo establecido. Los ensayos fueron realizados a la profundidad de 1.0 a 1.30 m, por la presencia de nivel freático elevado, que no permite la absorción de liquido en el terreno, tanto por la baja permeabilidad del suelo como por el estado saturado del suelo.

4. INTERACCIÓN SUELO-ESTRUCTURA.

4.1 Tensiones Admisibles Verticales.

Los valores de las tensiones admisibles del terreno con la profundidad para la ejecución de fundaciones directas tipo zapatas o bloques ciclópeos, pueden observarse en la Tabla I en la columna **a**. Los valores son variables y presentan los valores mínimos en función de la ubicación del sondeo. También se presentan las tensiones para fundaciones semi profundas tipo Tubulones o pilares de fundación en la columna **b**. El comportamiento de fundación superficial directa debe entenderse como ejecutado a una profundidad máxima de 1,5 veces el ancho de la zapata o bloque de fundación. Caso contrario debe adoptarse las tensiones de la columna **b**.

**TABLA I: TENSIONES ADMISIBLES PARA FUNDACIONES DIRECTAS
SECTOR P1-P2-P3-P4**

Profundidad (m)	Tensión Admisible (Tn/m ²)	
	Columna a Fundaciones Superficiales	Columna b Fundaciones semi - Profundas
1,30	3,8	
2,30	7,5	
3,30		11,5
4,30		8,5
5,30		17,2
6,00		78,9
7,00		41,9
8,00		102,9
9,00		124,0
10,00		133,5



**TABLA II: TENSIONES ADMISIBLES PARA FUNDACIONES DIRECTAS
SECTOR P5-P13**

Profundidad (m)	Tensión Admisible (Tn/m ²)	
	Columna a Fundaciones Superficiales	Columna b Fundaciones semi - Profundas
1,30	10,4	
2,30	11,5	
3,30		11,8
4,30		15,5
5,30		41,1
6,00		64,9
7,00		58,5
8,00		61,7
9,00		59,1
10,00		71,1

**TABLA III: TENSIONES ADMISIBLES PARA FUNDACIONES DIRECTAS
SECTOR P10-P14-P15**

Profundidad (m)	Tensión Admisible (Tn/m ²)	
	Columna a Fundaciones Superficiales	Columna b Fundaciones semi - Profundas
1,30	16,7	
2,30	22,4	
3,30	23,4	
4,30		45,3
5,30		69,3
6,00		69,3
7,00		67,4
8,00		67,5
9,00		67,1
10,00		67,4

Las fundaciones directas pueden ser zapatas o plateas superficiales apoyadas a la profundidad de **1,30 m** con tensiones admisibles indicadas en las Tabla I al III, respetando la profundidad respectiva. Se deben tomar precauciones para la excavación de las zanjas para evitar desmoronamientos y prever la necesidad de bombeo de agua desde las zanjas de excavación o desde pozos profundos de depresión de napa freática.



GEO-STAN S.R.L.
Ing. MIGUEL STANICHEVSKY
Director - Gerente



Las fundaciones también pueden consistir en zapatas de hormigón armado a la profundidad de 1,30 m combinadas con un pilote centrado de 5,0 m de profundidad mínima (Estaca T). Las tensiones admisibles para la zapata y para el pilote se debe tomar a partir de las Tablas I al VI.

Otra variante es la utilización de zapatas o vigas de fundación corridas sustentadas sobre pilotes, a la profundidad de 1,30 m combinadas con pilotes de 5,0 m de profundidad mínima. Las tensiones admisibles para la zapata y para el pilote se debe tomar a partir de las Tablas I al VI.

Otra alternativa que puede resultar también viable es la utilización de pilotes perforados, excavados con lodo bentonítico o barrenos continuos y con profundidad mínima de 6,0 m. Los pilotes de 0,30 m a 0,80 m pueden evaluarse como alternativas para el diseño de las fundaciones. Se han preparado gráficos con la capacidad portante por punta y por fricción que puede desarrollar el suelo para fundaciones con interacción tanto lateral como de punta con el suelo. El proyectista podrá a partir de los gráficos incluidos en el Anexo E evaluar la profundidad más adecuada. El dimensionamiento de los pilotes debe ser en función del diámetro adoptado y la profundidad, y que puede ser evaluado a partir de las Tablas IV al VI de acuerdo al sector con las tensiones admisibles de fricción y de punta de los pilotes:

**TABLA IV: TENSIONES FUNDACIONES INDIRECTAS PILOTES PERFORADOS
SECTOR P1-P4**

Profundidad (m)	Tensión Admisible (Tn/m ²)	
	Tensión admisible lateral (Tn/m ²)	Tensión admisible de punta (Tn/m ²)
1,3	0,34	3,75
2,3	0,69	7,50
3,0	2,27	34,62
4,0	2,57	25,45
5,0	2,90	51,45
6,0	3,29	236,62
7,0	3,64	125,76
8,0	3,94	308,76
9,0	4,20	372,00
10,0	4,43	400,49
11,0	4,62	400,92
12,0	4,77	415,04
13,0	4,89	408,02
14,0	4,99	402,10
15,0	5,05	401,64

16ef
GEO-STAN S.R.L.
Ing. MIGUEL STAN CHEVSKY
Director - Gerente



GEOSTAN S.R.L.
Proyectos Geotécnicos
Proyectos Estructurales
Vías de Comunicación
Impactos Ambientales

Contacto
(+595 21) 420 592 | (+595 21) 481 746
geostan@pla.net.py
www.geostan.com.py
Sicilia 941 | Asunción, Paraguay.

 @geostanpy

Los encepados de los pilotes deben ir amarrados por vigas de fundación a nivel de fundación de paredes de sub-suelo o planta baja.

Las paredes de excavaciones deben ser dimensionados con empujes que lleven en cuenta las propiedades del suelo con peso específico, $\gamma = 1,85 \text{ Tn/m}^3$, nivel freático elevado, ángulo de fricción $\Phi = 30^\circ$ y cohesión $c = 0,2 \text{ Kg/cm}^2$.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y las características del proyecto se dan las siguientes alternativas dependiendo del nivel de cargas y concentración de los mismos. Se han identificado tres sectores de estudios y para cada sector se dan recomendaciones específicas de las tensiones admisibles del suelo y cuidados constructivos a ser llevados en cuenta.

Las fundaciones pueden consistir en:

- 1) Fundaciones directas que pueden ser zapatas o plateas superficiales apoyadas a la profundidad de 1,30 m con tensiones admisibles indicadas en las Tabla I al III, respetando la profundidad respectiva. Se deben tomar precauciones para la excavación de las zanjas para evitar desmoronamientos y prever la necesidad de bombeo de agua desde las zanjas de excavación o desde pozos profundos de depresión de napa freática.
- 2) Fundaciones que pueden consistir en zapatas de hormigón armado a la profundidad de 1,30 m combinadas con un pilote centrado de 5,0 m de profundidad mínima (Estaca T). Las tensiones admisibles para la zapata y para el pilote se debe tomar a partir de las Tablas I al VI.
- 3) Fundaciones con zapatas o vigas de fundación corridas sustentadas sobre pilotes, a la profundidad de 1,30 m combinadas con pilotes de 5,0 m de profundidad mínima. Las tensiones admisibles para la zapata y para el pilote se debe tomar a partir de las Tablas I al VI.
- 4) Fundaciones profundas con pilotes perforados, excavados con lodo bentonítico o barrenos continuos y con profundidad mínima de 6,0 m. Los pilotes de 0,30 m a 0,80 m pueden evaluarse como alternativas para el diseño de las fundaciones.
- 5) Para el dimensionamiento de los pilotes las tensiones admisibles recomendadas se dan en las Tablas IV al VI de este estudio.
- 6) Las excavaciones deben ser dimensionadas con empujes que lleven en cuenta las propiedades del suelo con peso específico, $\gamma = 1,85 \text{ Tn/m}^3$, llevar en cuenta el nivel freático elevado, ángulo de fricción $\Phi = 30^\circ$ y cohesión $c = 0,2 \text{ Kg/cm}^2$.


GEO-STAN S.R.L.
 Ing. **MIGUEL STANICHEVSKY**
 Director - Gerente



GEOSTAN S.R.L.
 Proyectos Geotécnicos
 Proyectos Estructurales
 Vías de Comunicación
 Impactos Ambientales

Contacto
 (+595 21) 420 592 | (+595 21) 481 746
geostan@pla.net.py
www.geostan.com.py
 Sicilia 941 | Asunción, Paraguay.

 @geostanpy

- 7) En los dos ensayos realizados en los sectores de Sondeos P5-P11 y P10-P14-P15 no se percibió la absorción de agua en el periodo de tiempo establecido. Los ensayos fueron realizados a la profundidad de 1.0 a 1.30 m, por la presencia de nivel freático elevado, que no permite la absorción de líquido en el terreno, tanto por la baja permeabilidad del suelo como por el estado saturado del suelo.
- 8) El sector con mejores condiciones de suelo es el englobado en el área del P10-P14-P15, en segundo lugar el área englobada en el P5 al P13 y de condiciones algo inferiores el área del P1 al P4.
- 9) En todos los sectores se presentan niveles freáticos elevados, posiblemente de mejor control en el sector P10-P14-P15 para los trabajos de excavación y bombeo.
- 10) La condición de suelos poco permeables no permite dar recomendaciones de sistemas de infiltración al suelo. Todos los sistemas de desagote deben ser de acumulación en tanques subterráneos y eventual conexión a sistemas de descargas externas.

Las recomendaciones del presente informe son el resultado de la aplicación de criterios técnicos basados en la auscultación de puntos discretos dentro del perfil del suelo. En caso de presentarse variaciones de las características del terreno, un especialista geotécnico podrá definir las pautas técnicas a ser seguidas ante dicha circunstancia.

Asunción, 14 de Diciembre de 2021

Ing. Tatiana Stanichevsky
Ing. Civil Geotécnico



Ing. Miguel Stanichevsky
Ing. Civil Geotécnico

GEO-STAN S.R.L.
Ing. MIGUEL STANICHEVSKY
Director - Gerente



GEOSTAN S.R.L.
Proyectos Geotécnicos
Proyectos Estructurales
Vías de Comunicación
Impactos Ambientales

Contacto
(+595 21) 420 592 | (+595 21) 481 746
geostan@pla.net.py
www.geostan.com.py
Sicilia 941 | Asunción, Paraguay.



@geostanpy

ANEXO A



GEOSTAN S.R.L.
Proyectos Geotécnicos
Proyectos Estructurales
Vías de Comunicación
Impactos Ambientales

Contacto
(+595 21) 420 592 | (+595 21) 481 746
geostan@pla.net.py
www.geostan.com.py
Sicilia 941 | Asunción, Paraguay.

 @geostanpy



GEOSTAN S. R. L.
PROYECTOS DE FUNDACIONES, ESTRUCTURAS,
VIAS DE COMUNICACIÓN E IMPACTOS AMBIENTALES

PLANTA DE UBICACIÓN GENERAL DE SONDEOS

OBRA: MADES

Proyecto: 2917_Arq. Escobar - MADES

UBICACIÓN: Avda. Madame Lynch esq. REservista del Chaco

REFERENCIAS:

- P1 Sondeo con SPT
- +100.00 Nivel de Referencia
- EP1 Ensayo de Percolación.

Esc. : Sin escala

- DMT1 Sondeo con DMT
- CPI Sondeo con Piezocono.



GEOSTAN S.R.L.
Proyectos Geotécnicos
Proyectos Estructurales
Vías de Comunicación
Impactos Ambientales

Contacto
(+595 21) 420 592 | (+595 21) 481 746
geostan@pla.net.py
www.geostan.com.py
Sicilia 941 | Asunción, Paraguay.



@geostanpy



GEOSTAN S. R. L.
PROYECTOS DE FUNDACIONES, ESTRUCTURAS,
VIAS DE COMUNICACIÓN E IMPACTOS AMBIENTALES

PLANTA DE UBICACIÓN GENERAL DE SONDEOS

OBRA: MADES

Proyecto: 2917_Arq. Escobar - MADES

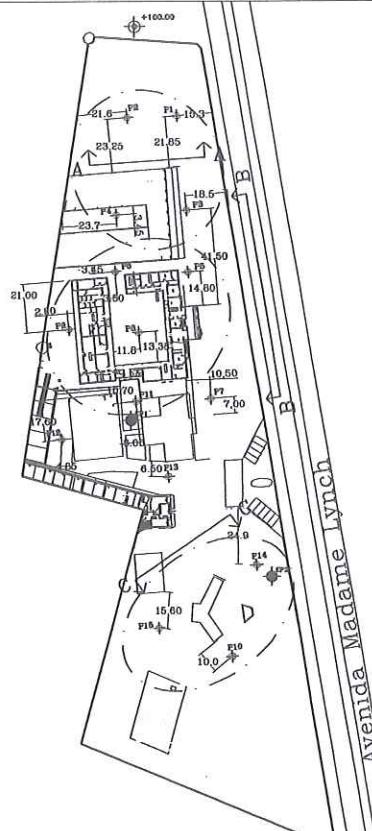
UBICACIÓN: Avda. Madame Lynch esq. Reservista del Chaco

REFERENCIAS:

- P1 Sondeo con SPT
- +100.00 Nivel de Referencia
- EP1 Ensayo de Percolación.

Esc. : Sin escala

- DMT1 Sondeo con DMT
- CP1 Sondeo con Piezócono.



	X	Y	Z
P1	444.838	7.205.734	+100.04
P2	444.816	7.205.734	+100.24
P3	444.846	7.205.696	+100.11
P4	444.809	7.205.691	+100.60
P5	444.846	7.205.669	+100.10
P6	444.817	7.205.669	+100.47
P7	444.857	7.205.617	+100.02
P8	444.824	7.205.645	+100.61
P9	444.790	7.205.640	+100.67
P10	444.865	7.205.502	+100.21
P11	444.824	7.205.614	+100.33
P12	444.796	7.205.592	+100.68
P13	444.836	7.205.581	+100.37
P14	444.877	7.205.542	+100.54
P15	444.836	7.205.515	+100.58
EP1	444.874	7.205.540	+100.33
EP2	444.822	7.205.607	+100.54
RN	444.817	7.205.776	+100.00



GEOSTAN S.R.L.
Proyectos Geotécnicos
Proyectos Estructurales
Vías de Comunicación
Impactos Ambientales

Contacto
(+595 21) 420 592 | (+595 21) 481 746
geostan@pla.net.py
www.geostan.com.py
Sicilia 941 | Asunción, Paraguay.

@geostanpy

ANEXO B



GEOSTAN S.R.L.
Proyectos Geotécnicos
Proyectos Estructurales
Vías de Comunicación
Impactos Ambientales

Contacto
(+595 21) 420 592 | (+595 21) 481 746
geostan@pla.net.py
www.geostan.com.py
Sicilia 941 | Asunción, Paraguay.

 @geostanpy



G E O S T A N S. R. L.

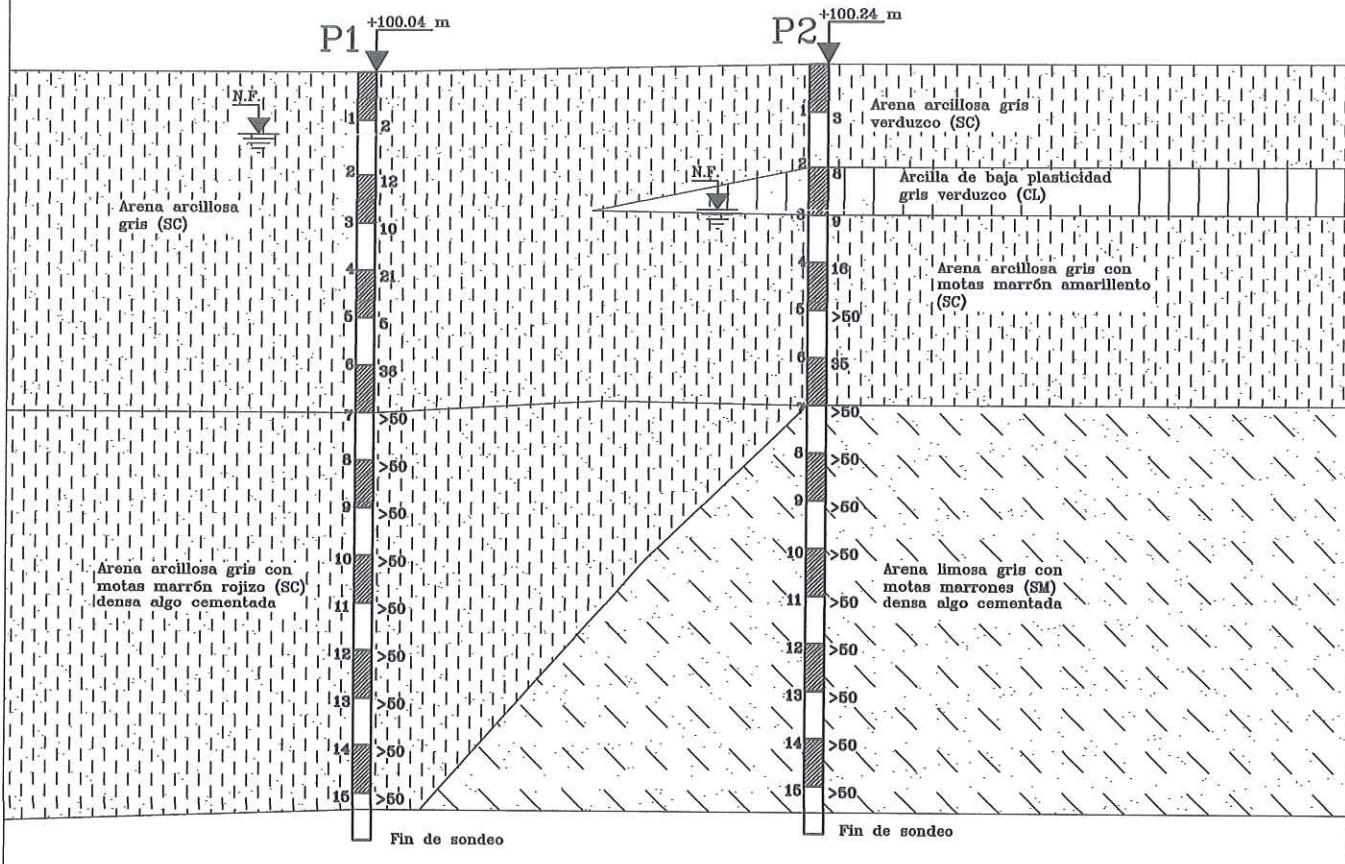
PROYECTOS DE FUNDACIONES, ESTRUCTURAS,
VIAS DE COMUNICACIÓN E IMPACTOS AMBIENTALES

OBRA: MADES

Proyecto: 2917_MADES – Arq. Escobar

PERFIL TRANSVERSAL A-A

Eso. Horiz.: Sin escala	Referencias
Eso. Vertical: 1/100	1. Profundidad
Pi: Sondeo	20. SPT



GEOSTAN S.R.L.
Proyectos Geotécnicos
Proyectos Estructurales
Vías de Comunicación
Impactos Ambientales

Contacto
(+595 21) 420 592 | (+595 21) 481 746
geostan@pla.net.py
www.geostan.com.py
Sicilia 941 | Asunción, Paraguay.

@geostanpy



G E O S T A N S. R. L.

PROYECTOS DE FUNDACIONES, ESTRUCTURAS,
VIAS DE COMUNICACIÓN E IMPACTOS AMBIENTALES

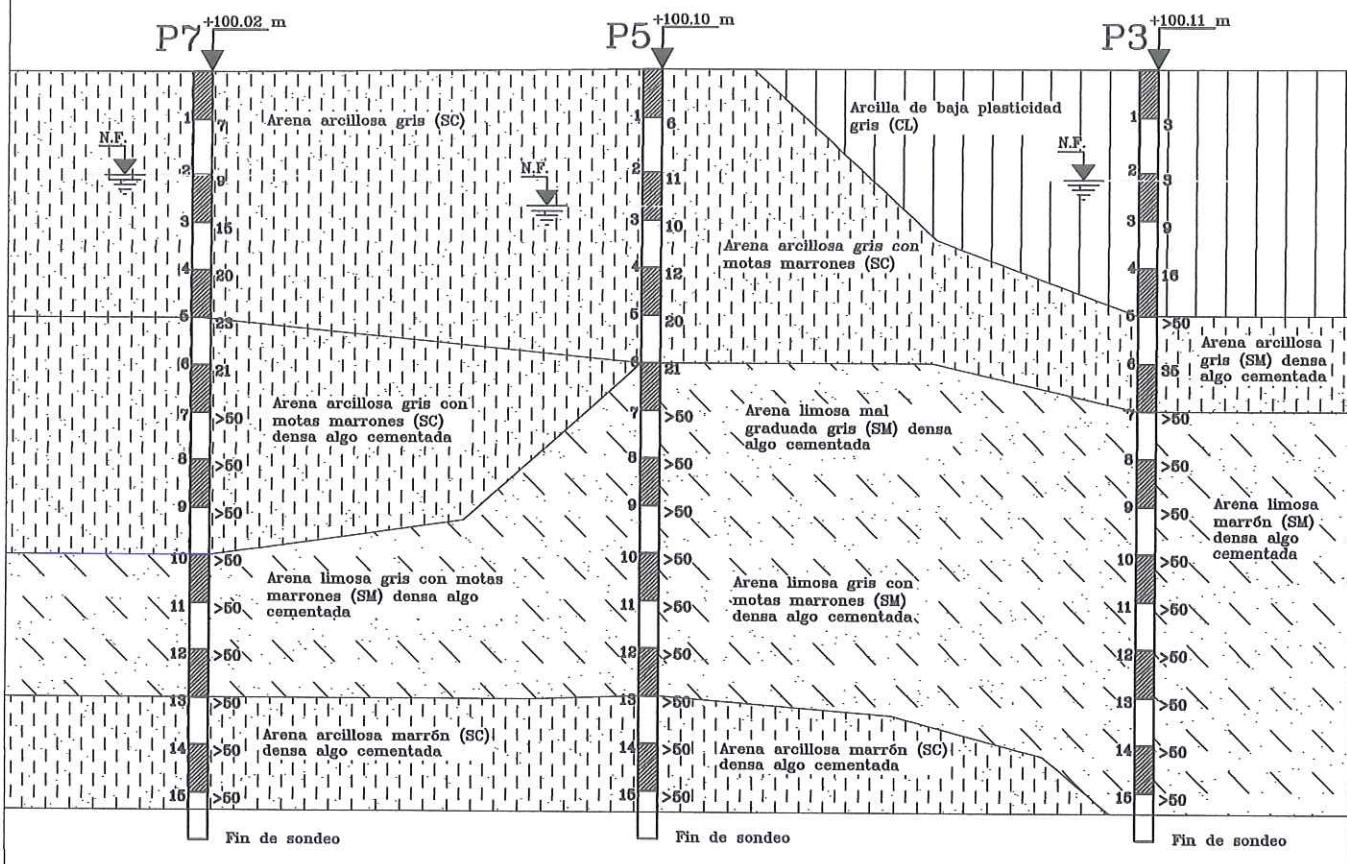
OBRA: MADES

Proyecto: 2917_MADES - Arq. Escobar

PERFIL TRANSVERSAL B-B

Eso. Horiz.: Sin escala
Eso. Vertical: 1/100
P1: Sondeo

Referencias
1 Profundidad
20 SPT



GEOSTAN S.R.L.
Proyectos Geotécnicos
Proyectos Estructurales
Vías de Comunicación
Impactos Ambientales

Contacto
(+595 21) 420 592 | (+595 21) 481 746
geostan@pla.net.py
www.geostan.com.py
Sicilia 941 | Asunción, Paraguay.

@geostanpy



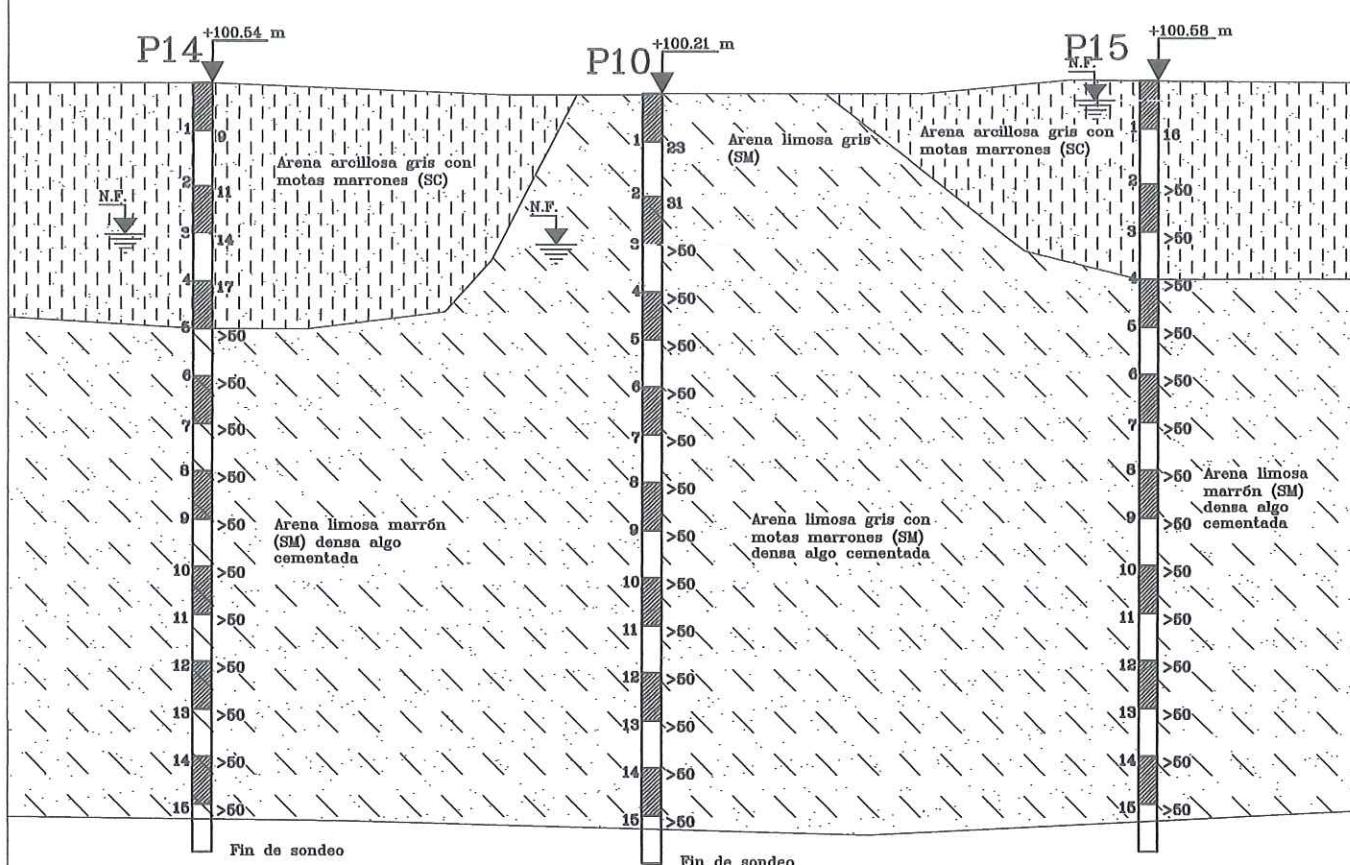
GEOSTAN S. R. L.

PROYECTOS DE FUNDACIONES, ESTRUCTURAS,
VIAS DE COMUNICACIÓN E IMPACTOS AMBIENTALES

PERFIL TRANSVERSAL C-C

Eso. Horiz.: Sin escala
Eso. Vertical: 1/100
P1: Sondeo

Referencias
1 Profundidad
20% SPT



GEOSTAN S.R.L.
Proyectos Geolegicos
Proyectos Estructurales
Vías de Comunicación
Impactos Ambientales

Contacto
(+595 21) 420 592 | (+595 21) 481 746
geostan@pla.net.py
www.geostan.com.py
Sicilia 941 | Asunción, Paraguay.

@geostanpy

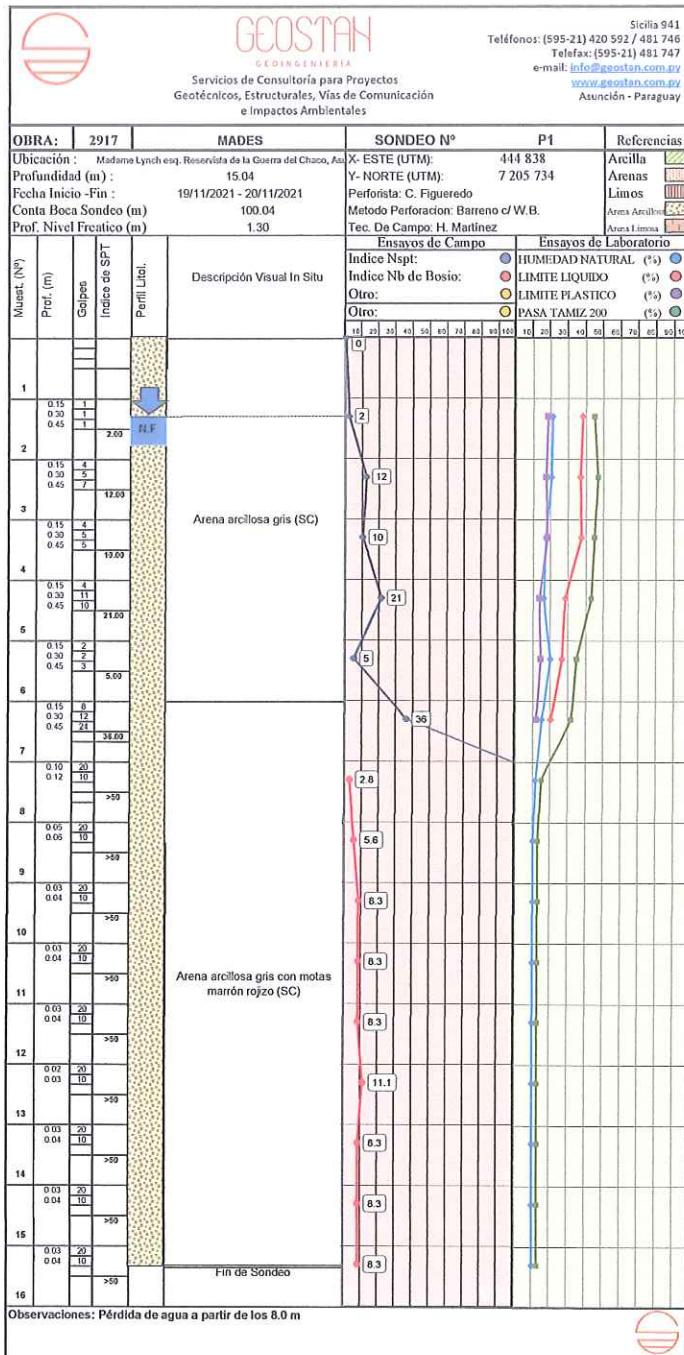
ANEXO C

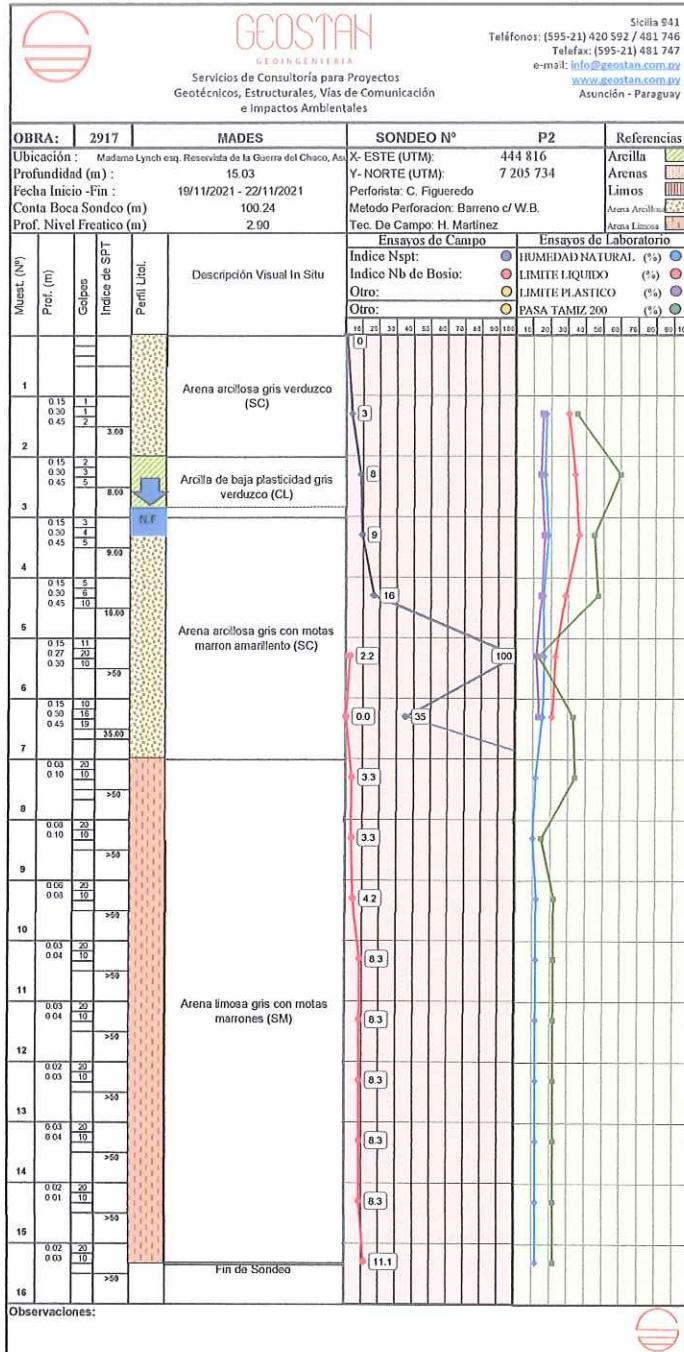


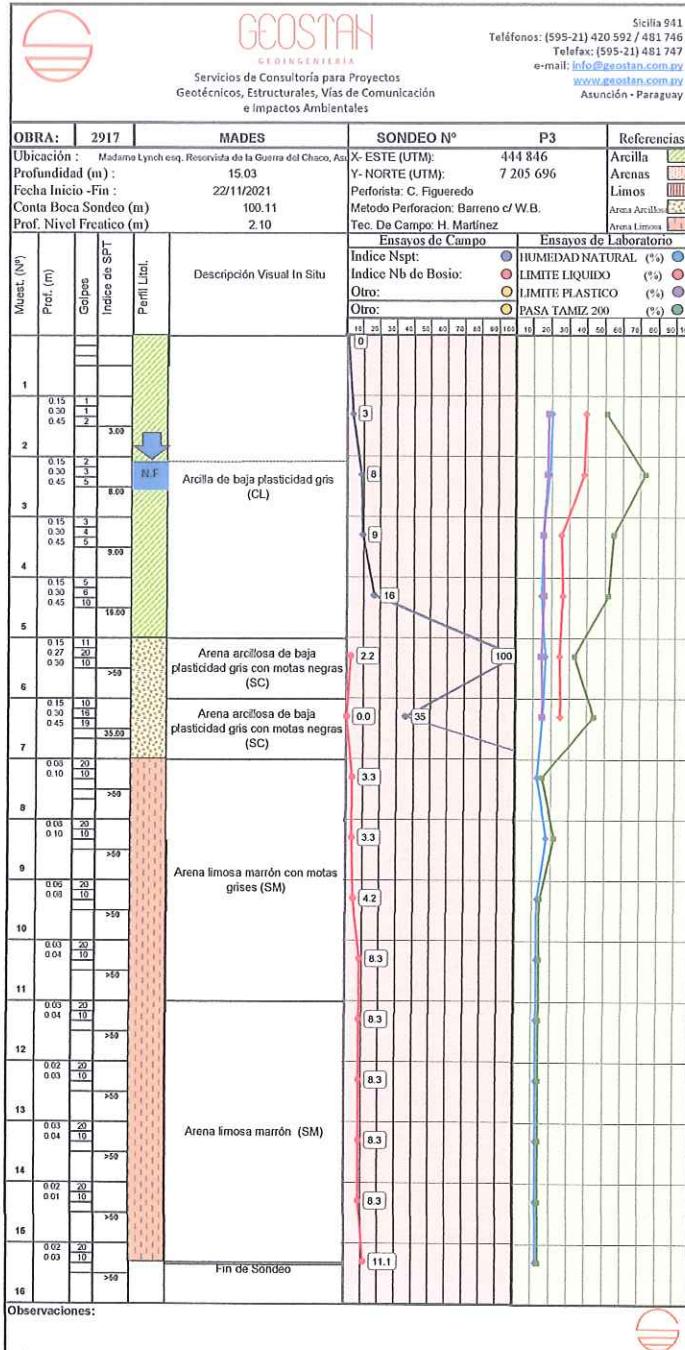
GEOSTAN S.R.L.
Proyectos Geotécnicos
Proyectos Estructurales
Vías de Comunicación
Impactos Ambientales

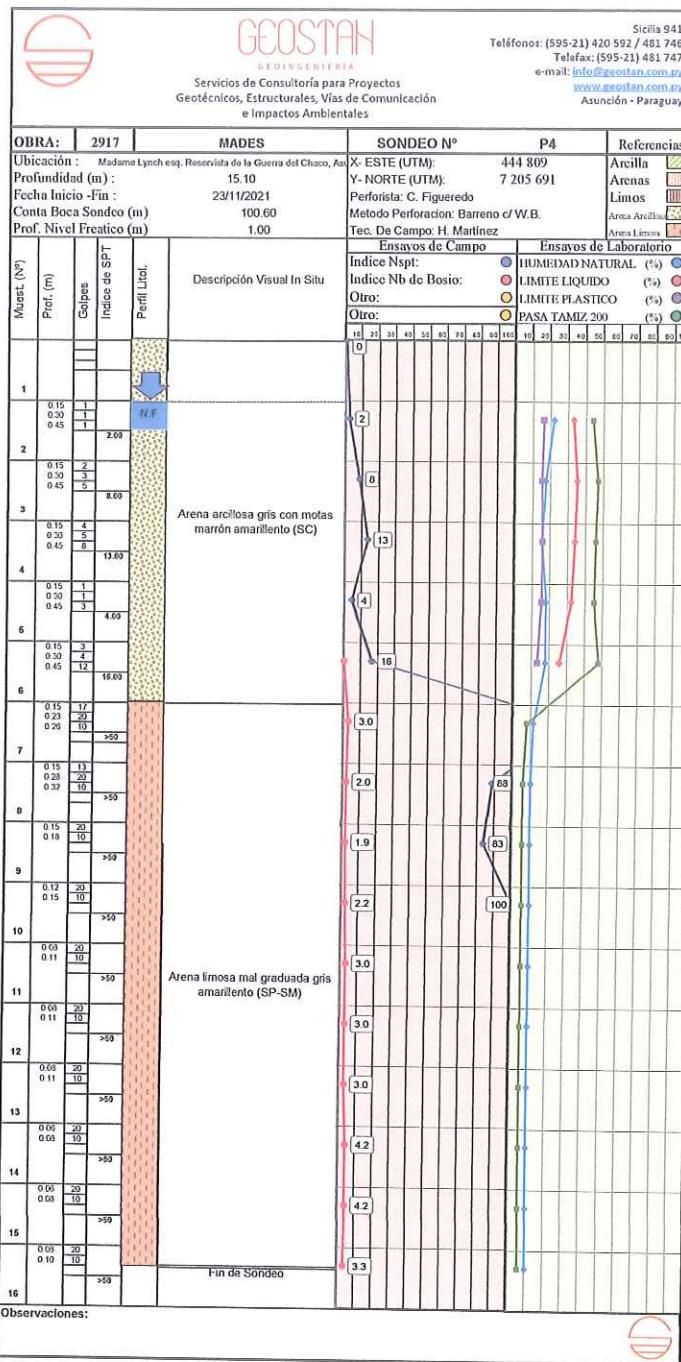
Contacto
(+595 21) 420 592 | (+595 21) 481 746
geostan@pla.net.py
www.geostan.com.py
Sicilia 941 | Asunción, Paraguay.

 @geostanpy





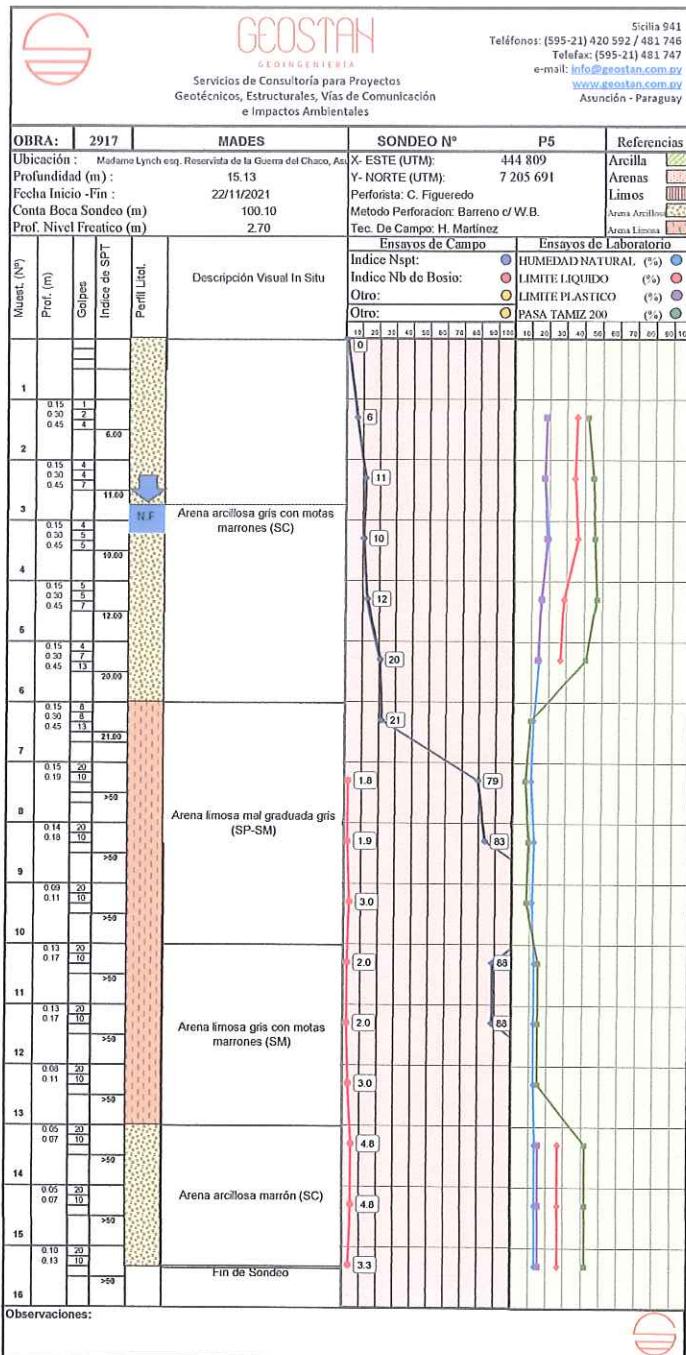


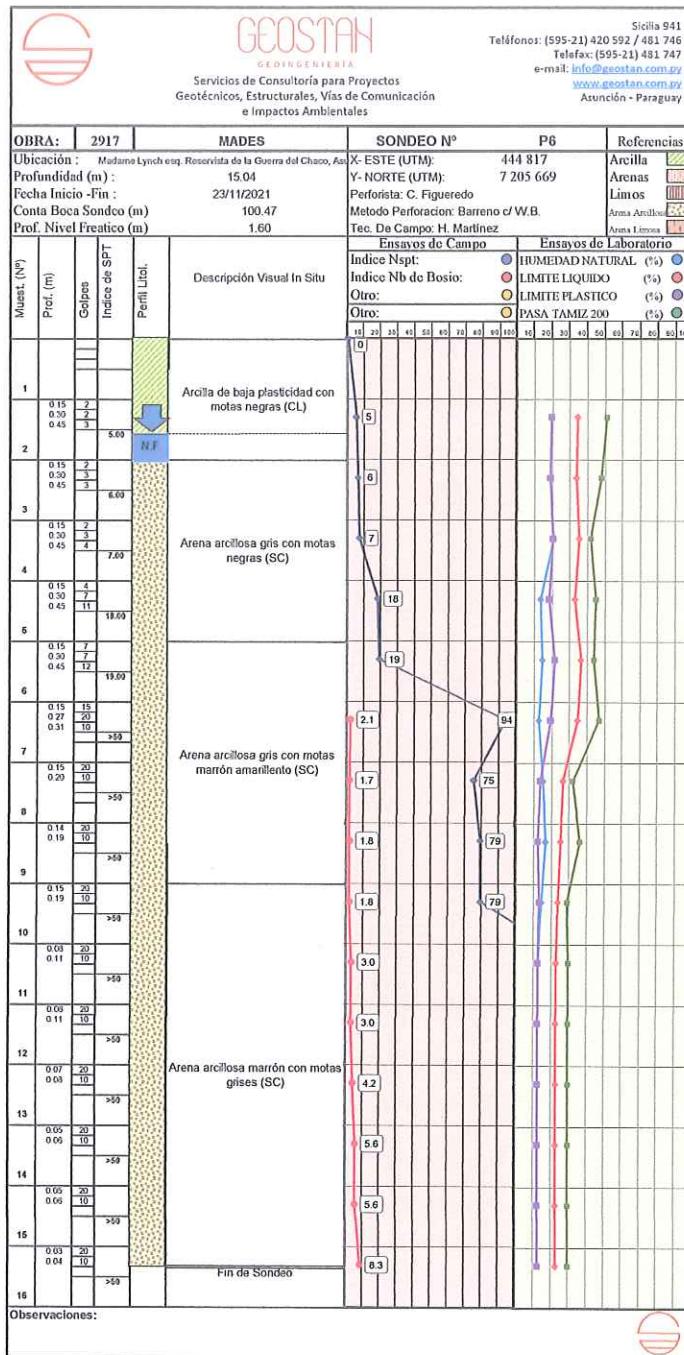


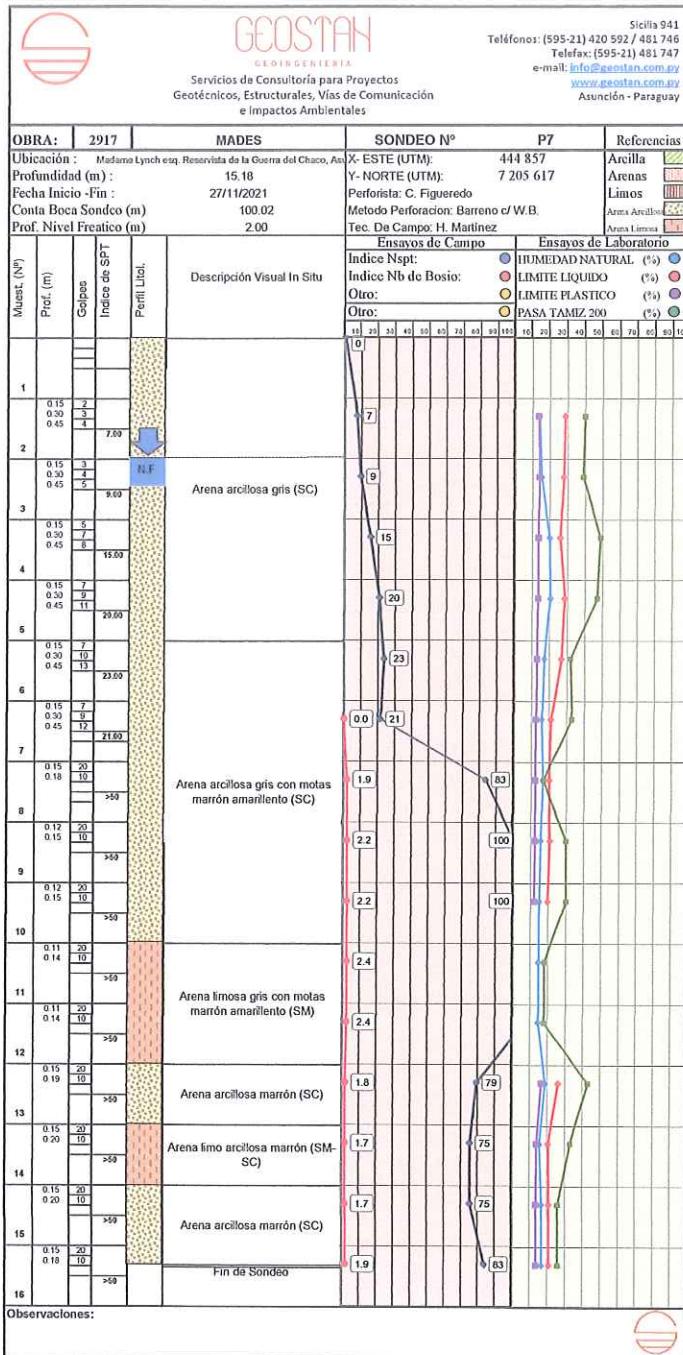
GEOSTAN S.R.L.
Proyectos Geotécnicos
Proyectos Estructurales
Vías de Comunicación
Impactos Ambientales

Contacto
(+595 21) 420 592 | (+595 21) 481 746
geostan@pla.net.py
www.geostan.com.py
Sicilia 941 | Asunción, Paraguay.

 @geostanpy





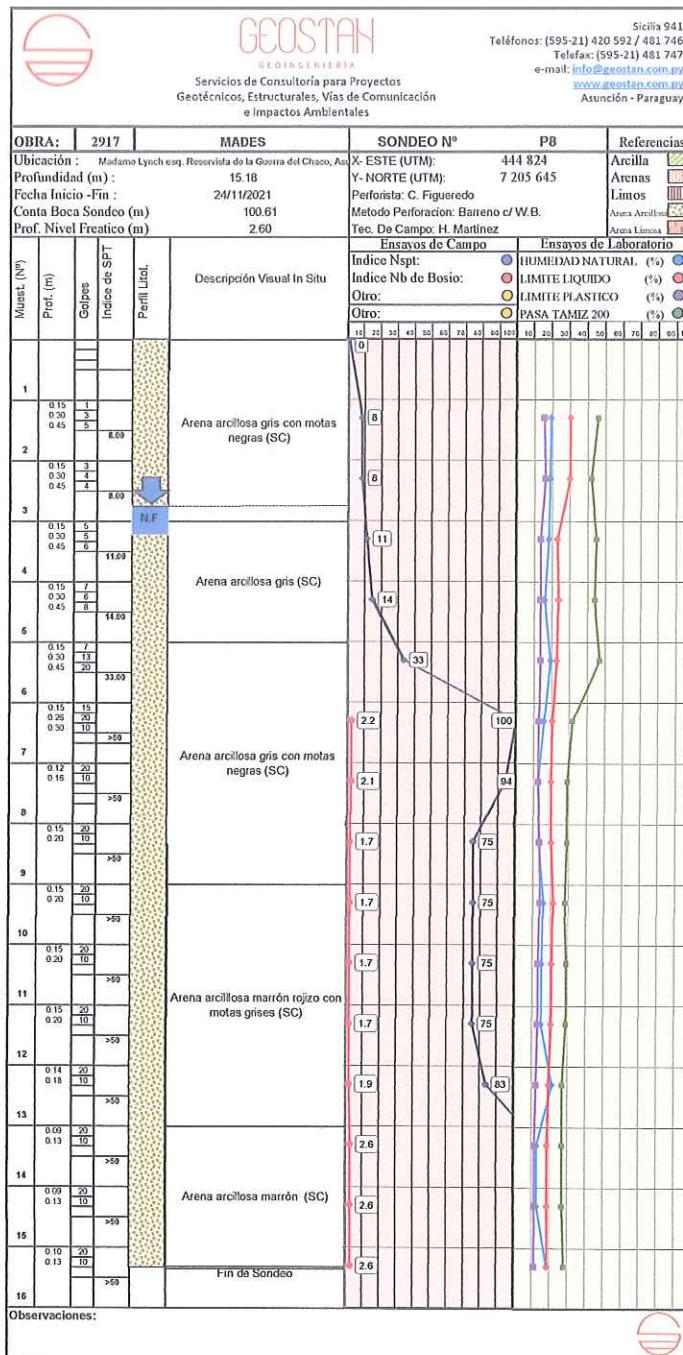


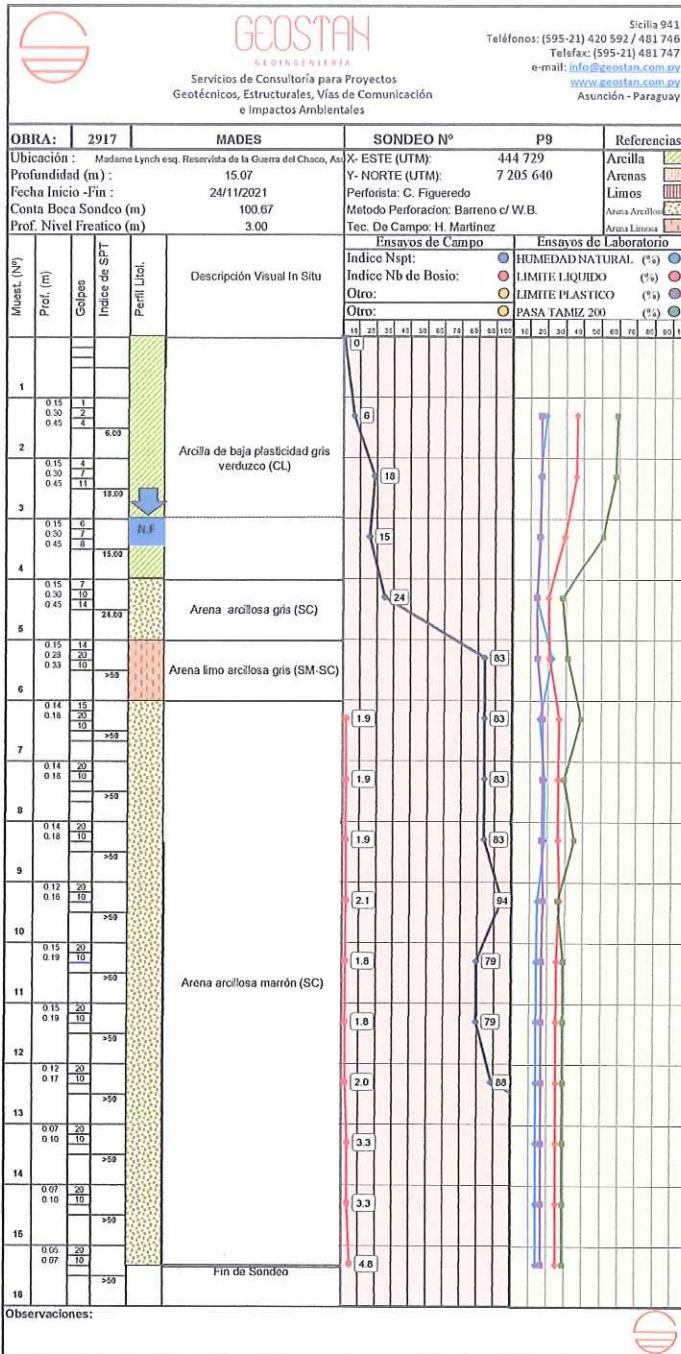
GEOSTAN S.R.L.
 Proyectos Geotécnicos
 Proyectos Estructurales
 Vías de Comunicación
 Impactos Ambientales

Contacto
 (+595 21) 420 592 | (+595 21) 481 746
geostan@pla.net.py
www.geostan.com.py
 Sicilia 941 | Asunción, Paraguay.



@geostanpy

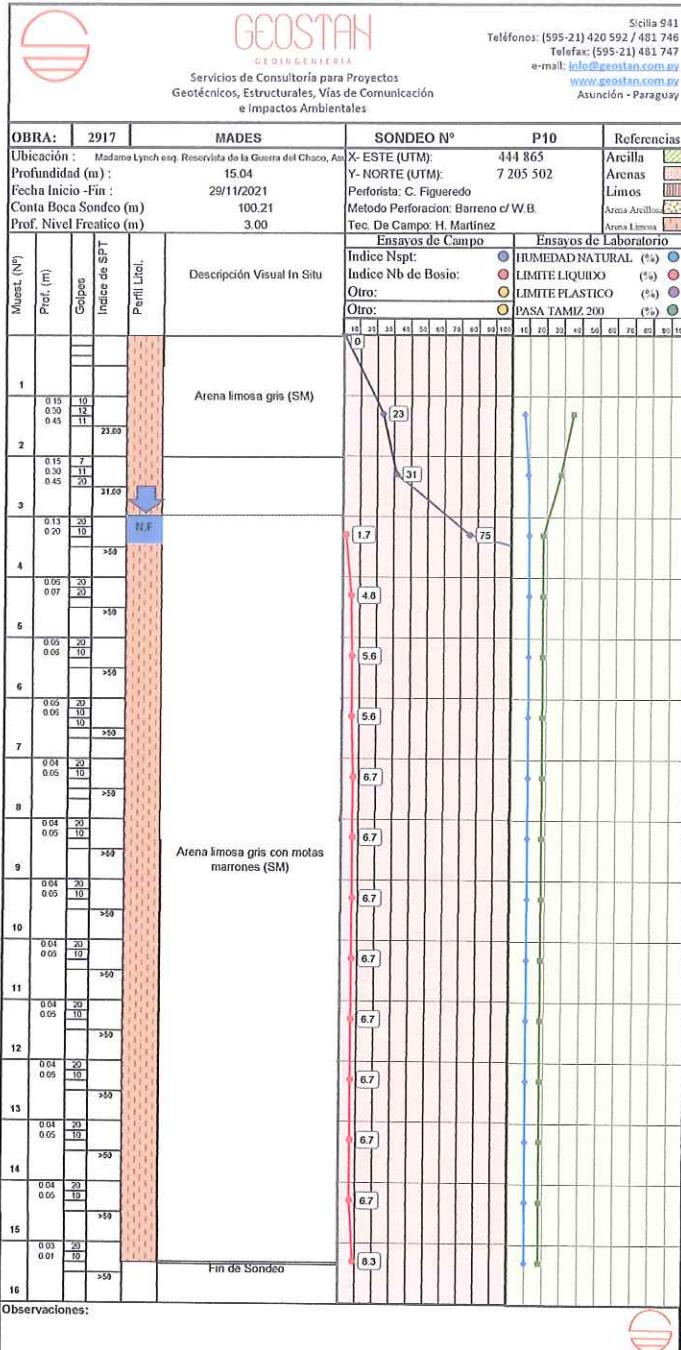




GEOSTAN S.R.L.
Proyectos Geotécnicos
Proyectos Estructurales
Vías de Comunicación
Impactos Ambientales

Contacto
(+595 21) 420 592 | (+595 21) 481 746
geostan@pfa.net.py
www.geostan.com.py
Sicilia 941 | Asunción, Paraguay.

 @geostanpy

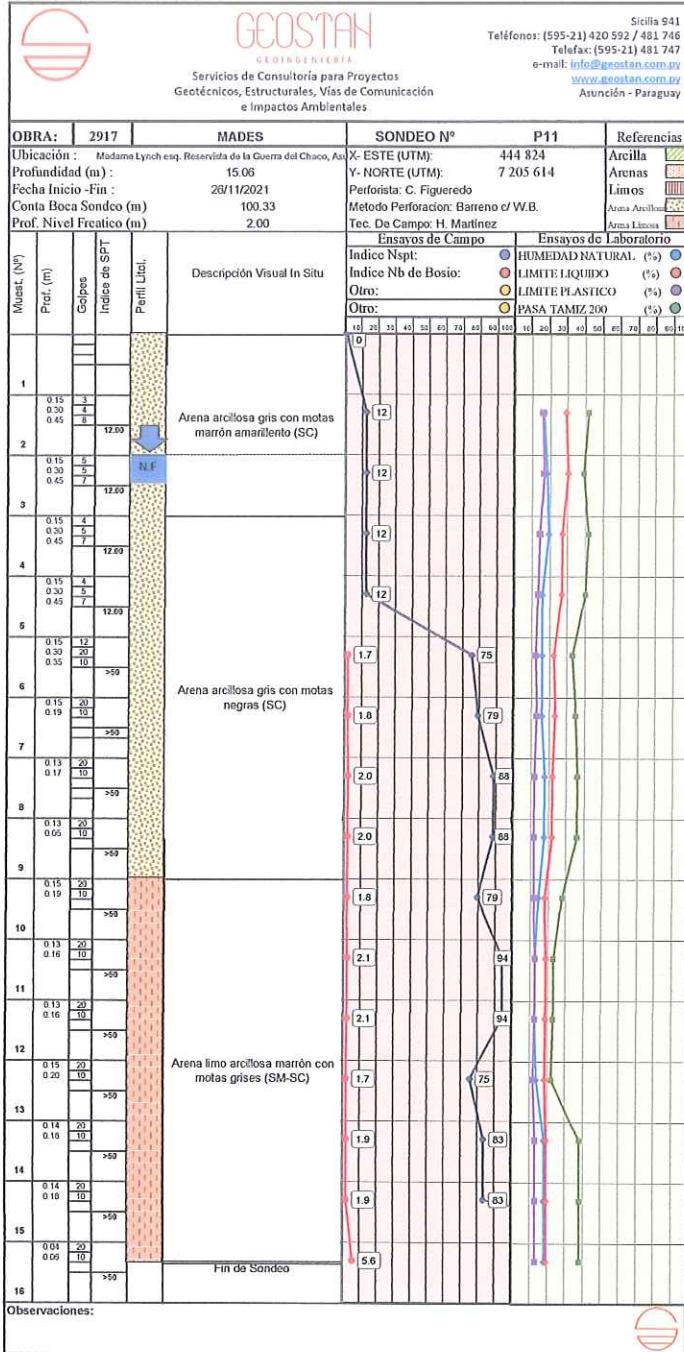


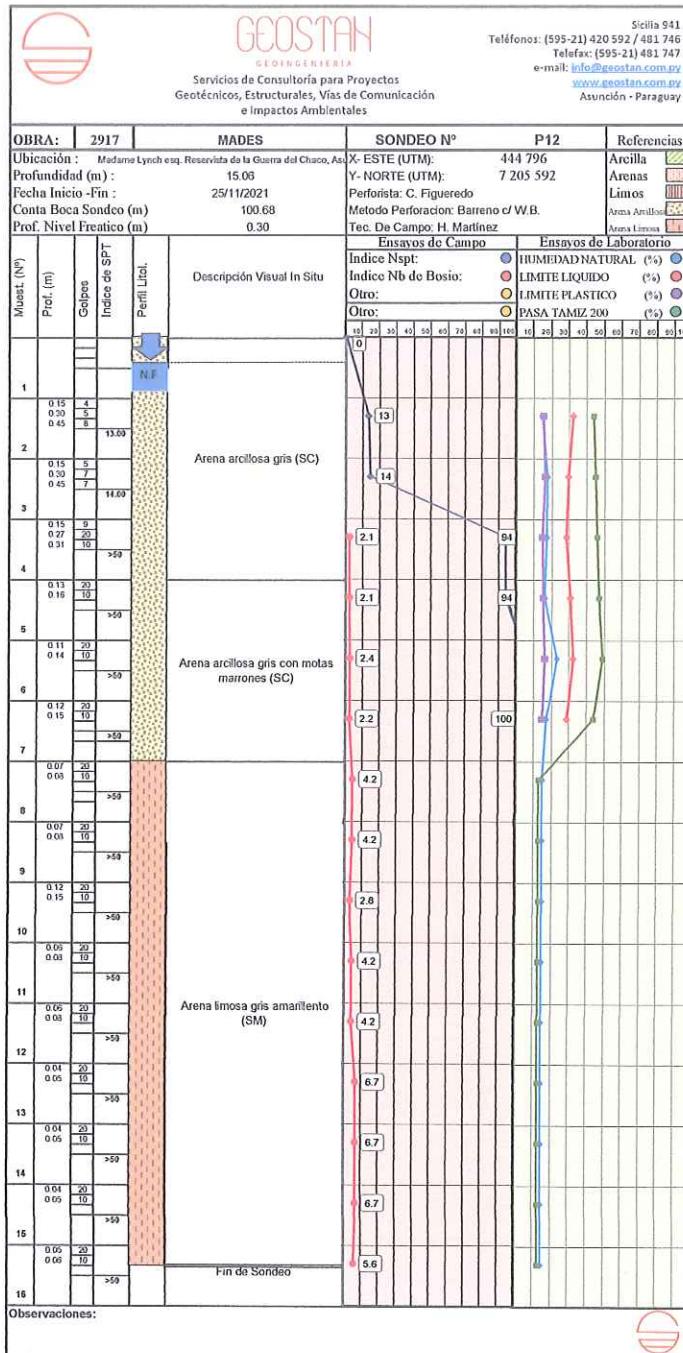
GEOSTAN S.R.L.
Proyectos Geotécnicos
Proyectos Estructurales
Vías de Comunicación
Impactos Ambientales

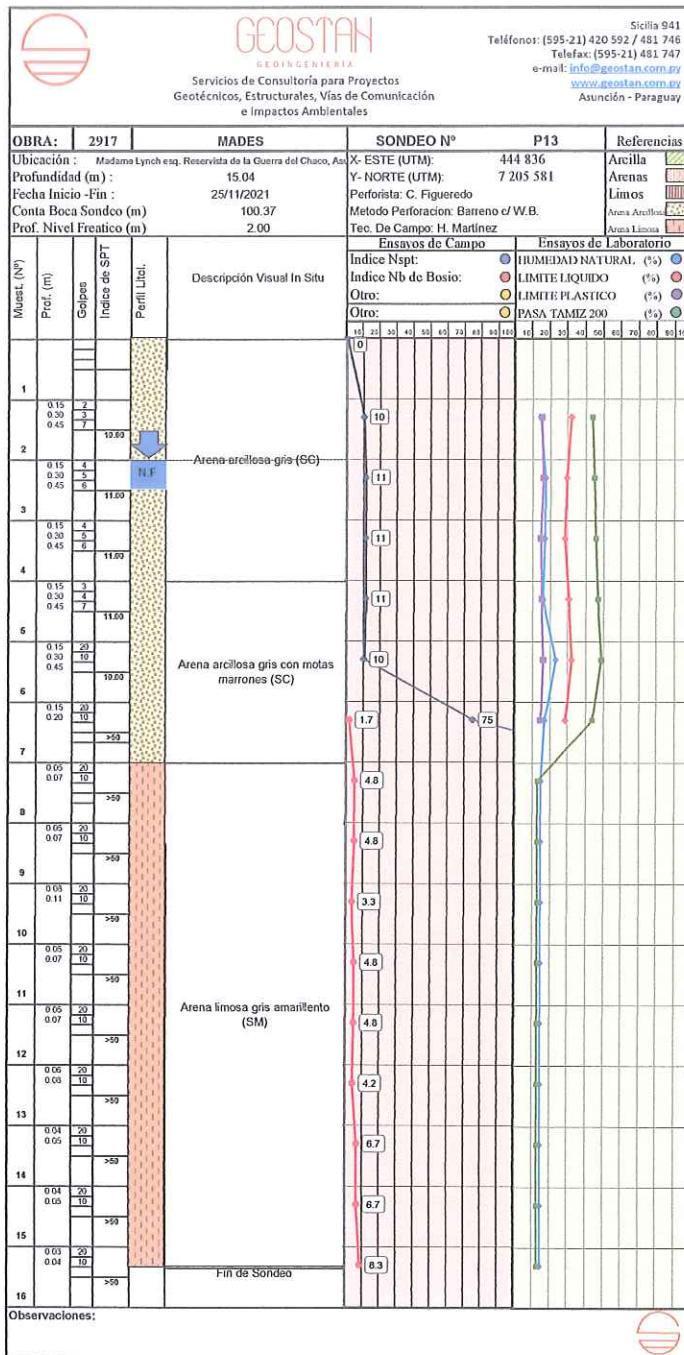
Contacto
(+595 21) 420 592 | (+595 21) 481 746
geostan@pla.net.py
www.geostan.com.py
Sicilia 941 | Asunción, Paraguay.

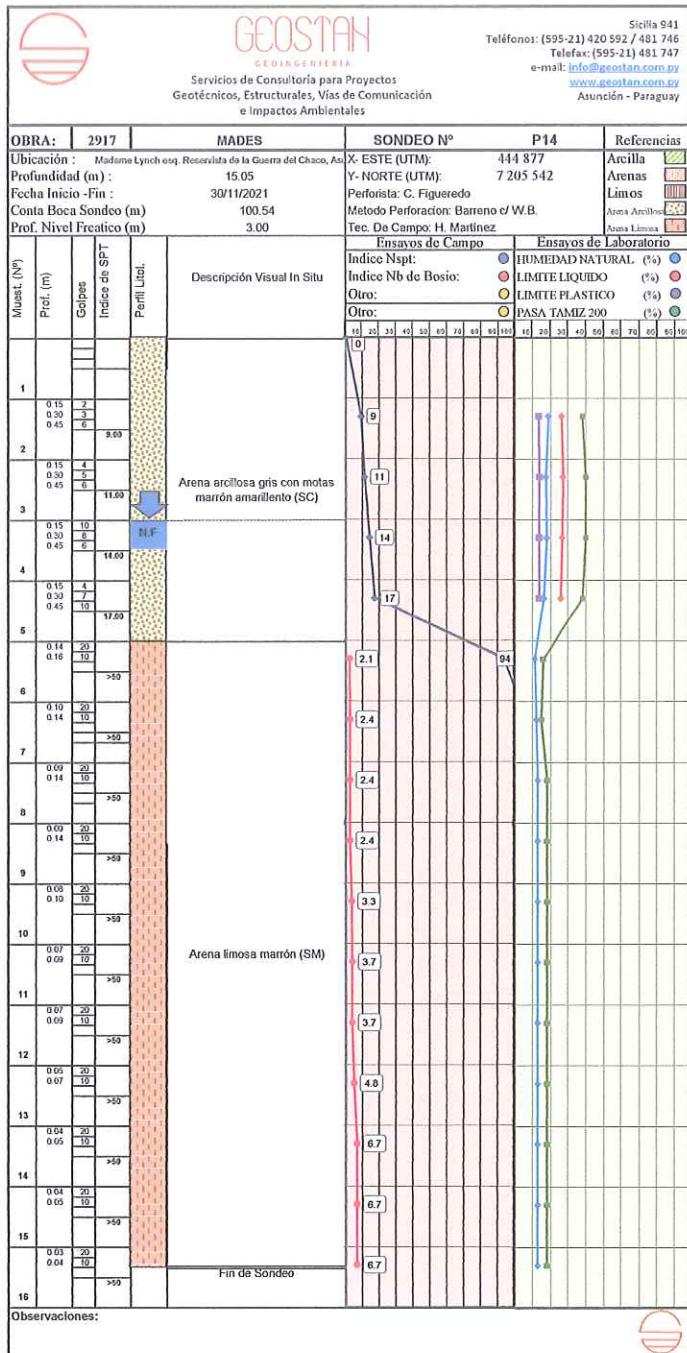


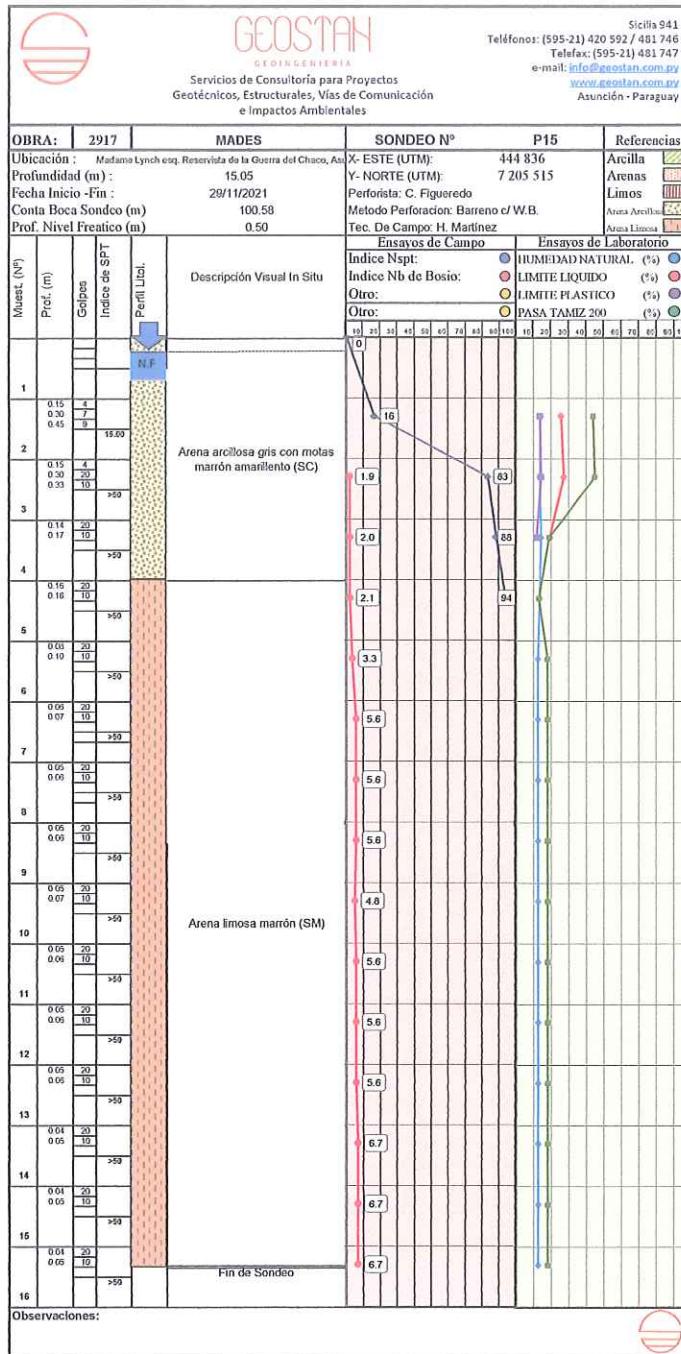
@geostanpy











GEOSTAN S.R.L.
Proyectos Geotécnicos
Proyectos Estructurales
Vías de Comunicación
Impactos Ambientales

Contacto
(+595 21) 420 592 | (+595 21) 481 746
geostan@pla.net.py
www.geostan.com.py
Sicilia 941 | Asunción, Paraguay.



@geostanpy

DETERMINACION E INTERPRETACION DEL INDICE DE BOSIO

Índice NB (Índice de Bosio)

En los estratos de suelos con rechazo a la penetración del sacamuestra, con arenas densas algo cementadas, se obtienen valores de Índice de Penetración N_B .

El Índice de Bosio, N_B , se determina por la expresión:

$$N_B = 1 / N_p \times 100, \text{ donde}$$

N_p es el Índice de Penetración, que se obtiene a partir de ensayos de SPT, por la expresión:

$$N_p = 4.5 (\text{Penetración 50 golpes} - \text{Penetración 30 golpes})$$

La penetración de 50 golpes, se entiende, por la penetración del sacamuestra del ensayo del SPT con los golpes del martillo correspondiente.

La Tabla 2.1 y Tabla 2.2. indican los valores para la interpretación de esta medición:

Tabla 2.1: Resistencia del Macizo de arenas cementadas (Bosio, 1998)

Descripción	Índice N_p	Índice N_B
Macizo resistente	< 9	> 11.1
Macizo regular	13.1 > N_p > 9	5,6 < N_B < 11.1
Macizo blando	< 18	< 5,6

Tabla 2.2: Relación entre N_{spt} , Índice N_p , N_B y Compresión Simple q_u

N_{spt}	1000	500	333	250	200	166	142	125	112	100
N_p	4,5	9	13,5	18	22,5	27	31,5	36	40,5	45
N_b	22,2	11,1	7,4	5,6	4,4	3,7	3,2	2,8	2,5	2,2
q_u	11,94	8,39	5,90	4,15	2,92	2,05	1,44	1,01	0,71	0,50
*	Resistente		Regular		Blando					
*	Calidad del macizo									



ANEXO D



GEOSTAN S.R.L.
Proyectos Geotécnicos
Proyectos Estructurales
Vías de Comunicación
Impactos Ambientales

Contacto
(+595 21) 420 592 | (+595 21) 481 746
geostan@pla.net.py
www.geostan.com.py
Sicilia 941 | Asunción, Paraguay.



@geostanpy

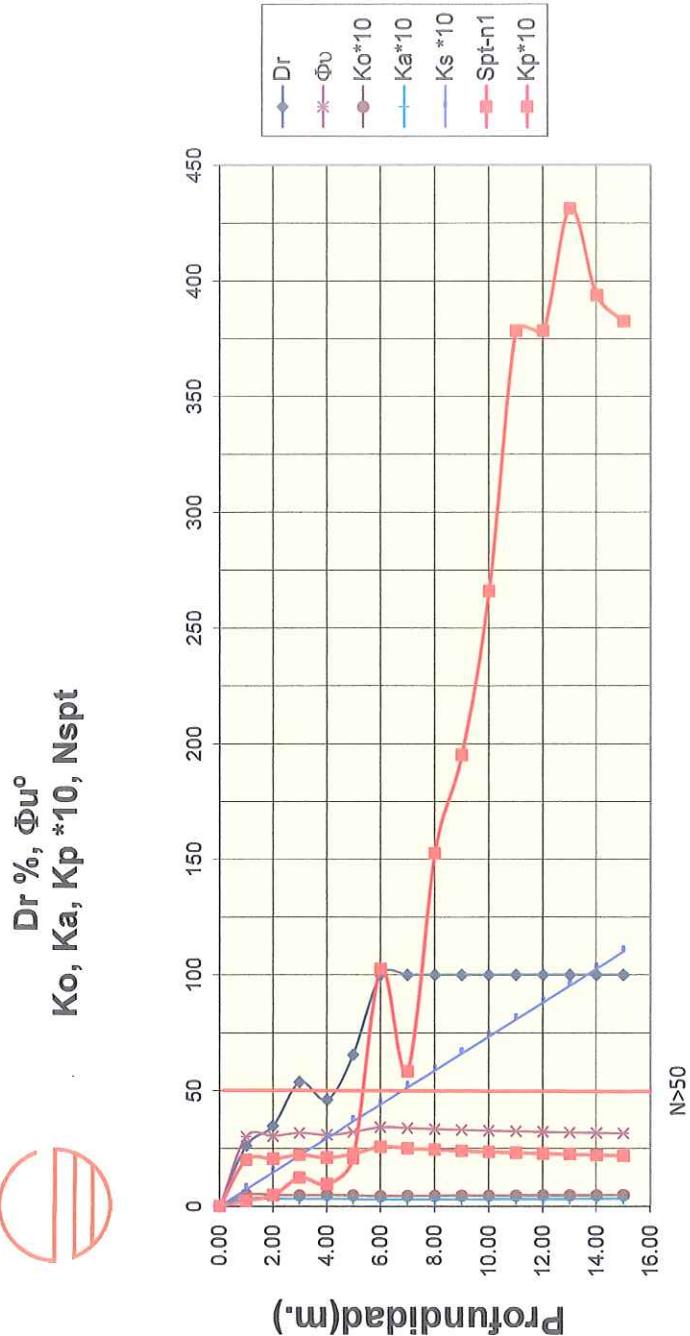
ANEXO E



GEOSTAN S.R.L.
Proyectos Geotécnicos
Proyectos Estructurales
Vías de Comunicación
Impactos Ambientales

Contacto
(+595 21) 420 592 | (+595 21) 481 746
geostan@pla.net.py
www.geostan.com.py
Sicilia 941 | Asunción, Paraguay.

 @geostanpy



Parámetros Geotécnicos
OBRA:MADES - Sondeo P1-P4

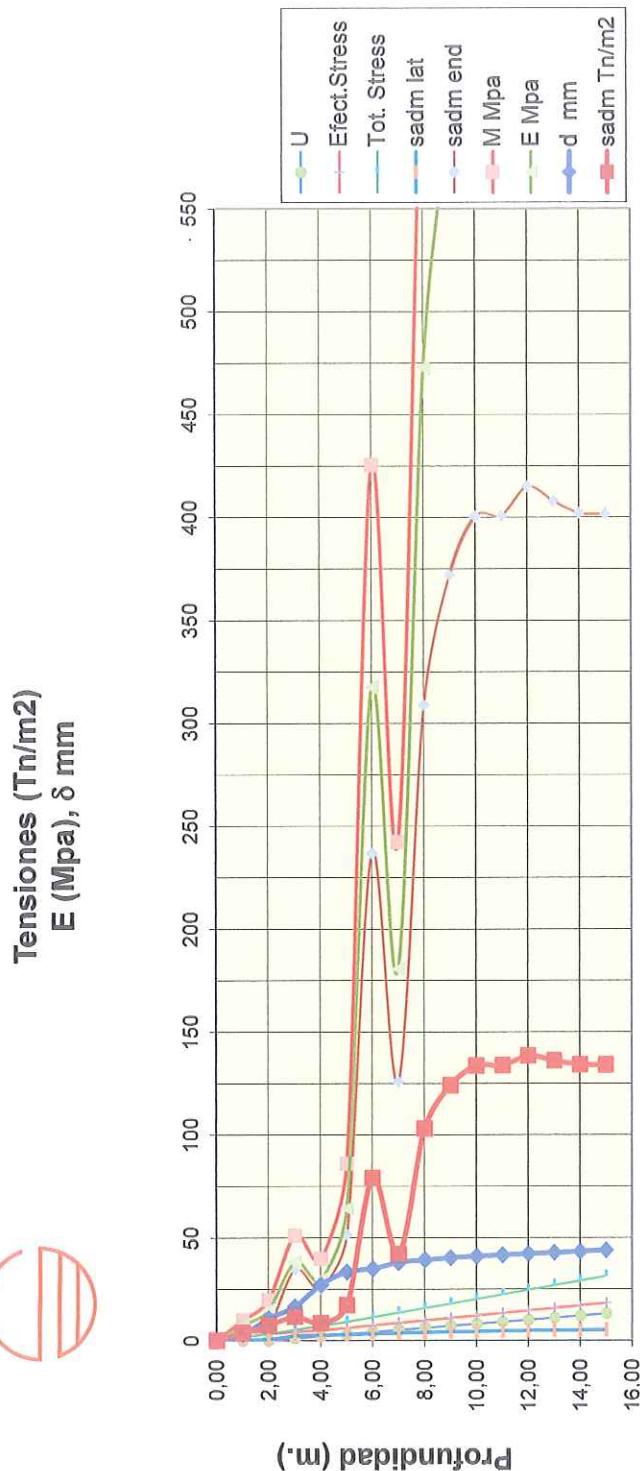


GEOSTAN S.R.L.
Proyectos Geotécnicos
Proyectos Estructurales
Vías de Comunicación
Impactos Ambientales

Contacto
(+595 21) 420 592 | (+595 21) 481 746
geostan@pla.net.py
www.geostan.com.py
Sicilia 941 | Asunción, Paraguay.



@geostanpy



**Tensiones Geostáticas y Admisibles
OBRA:MADES - Sondeo P1-P4**



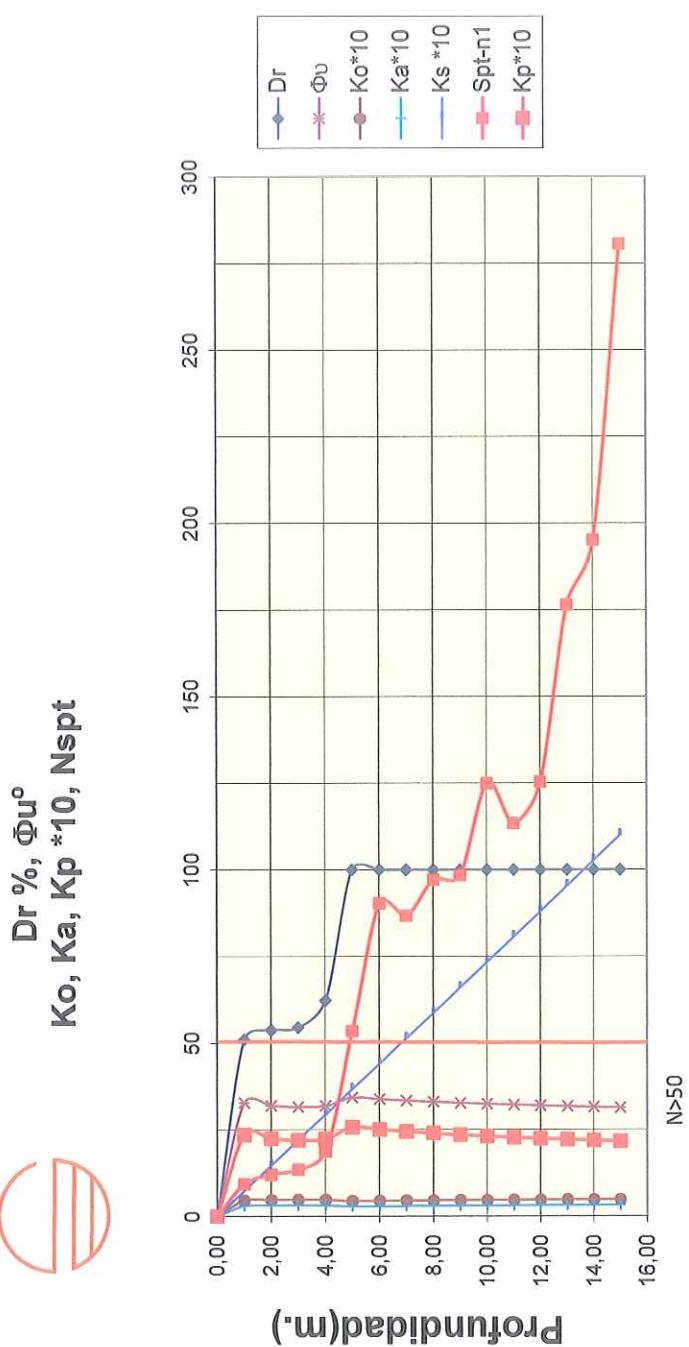
GEOSTAN S.R.L.
Proyectos Geotécnicos
Proyectos Estructurales
Vías de Comunicación
Impactos Ambientales

Contacto
(+595 21) 420 592 | (+595 21) 481 746
geostan@pla.net.py
www.geostan.com.py
Sicilia 941 | Asunción, Paraguay.

 @geostanpy

CAPACIDAD PORTANTE PILOTES PERFORADOS		<i>Capacidad Portante Pilote 30 cm</i>		P1-P4	2917	
Diameter	Area	Prof.	Qfu	Qft	Qp	Qt
0,3	0,07	0,0				
		1,0	0,32	0,00	0,26	0,26
		2,0	0,65	0,65	0,53	0,53
		3,0	2,14	2,78	2,45	3,09
		4,0	2,42	5,21	1,80	4,58
		5,0	2,74	7,94	3,64	8,84
*	6,0	3,10	11,05	16,72	24,66	
	7,0	3,43	14,48	8,89	19,93	
	8,0	3,72	18,19	21,81	36,29	
	9,0	3,96	22,15	26,28	44,47	
	10,0	4,17	26,32	28,29	50,45	
	11,0	4,35	30,67	28,32	54,65	
	12,0	4,50	35,17	29,32	60,00	
	13,0	4,61	39,78	28,83	63,99	
	14,0	4,70	44,48	28,41	68,19	
	15,0	4,76	49,23	28,38	72,85	
<i>Capacidad Portante Pilote 40 cm</i>						
Diameter	Area	Prof.	Qfu	Qft	Qp	Qt
0,4	0,13	0,0				
		1,0	0,43	0,00	0,47	0,47
		2,0	0,86	0,86	0,94	0,94
		3,0	2,85	3,71	4,35	5,21
		4,0	3,23	6,94	3,20	6,91
		5,0	3,65	10,59	6,46	13,41
		6,0	4,14	14,73	29,72	40,31
		7,0	4,57	19,30	15,80	30,52
		8,0	4,95	24,26	38,78	58,08
		9,0	5,28	29,54	46,72	70,98
		10,0	5,56	35,10	50,30	79,84
		11,0	5,80	40,90	50,36	85,45
		12,0	5,99	46,89	52,13	93,03
		13,0	6,15	53,04	51,25	98,14
		14,0	6,26	59,30	50,50	103,54
		15,0	6,34	65,64	50,45	109,75
<i>Capacidad Portante Pilote 50 cm</i>						
Diameter	Area	Prof.	Qfu	Qft	Qp	Qt
0,8	0,50	0,0				
		1,0	0,86	0,00	1,88	1,88
		2,0	1,73	1,73	3,77	3,77
		3,0	5,69	7,42	17,39	19,12
		4,0	6,46	13,89	12,78	20,21
		5,0	7,30	21,18	25,85	39,74
		6,0	8,28	29,46	118,88	140,06
		7,0	9,14	38,60	63,18	92,64
		8,0	9,91	48,51	155,12	193,72
		9,0	10,56	59,07	186,89	235,40
		10,0	11,12	70,20	201,21	260,28
		11,0	11,60	81,80	201,42	271,62
		12,0	11,99	93,78	208,52	290,31
		13,0	12,29	106,08	204,99	298,77
		14,0	12,52	118,60	202,02	308,09
		15,0	12,68	131,28	201,78	320,38





Parámetros Geotécnicos
OBRA:MADES - Sondeo P5-P6-P7-P8-P9-P11

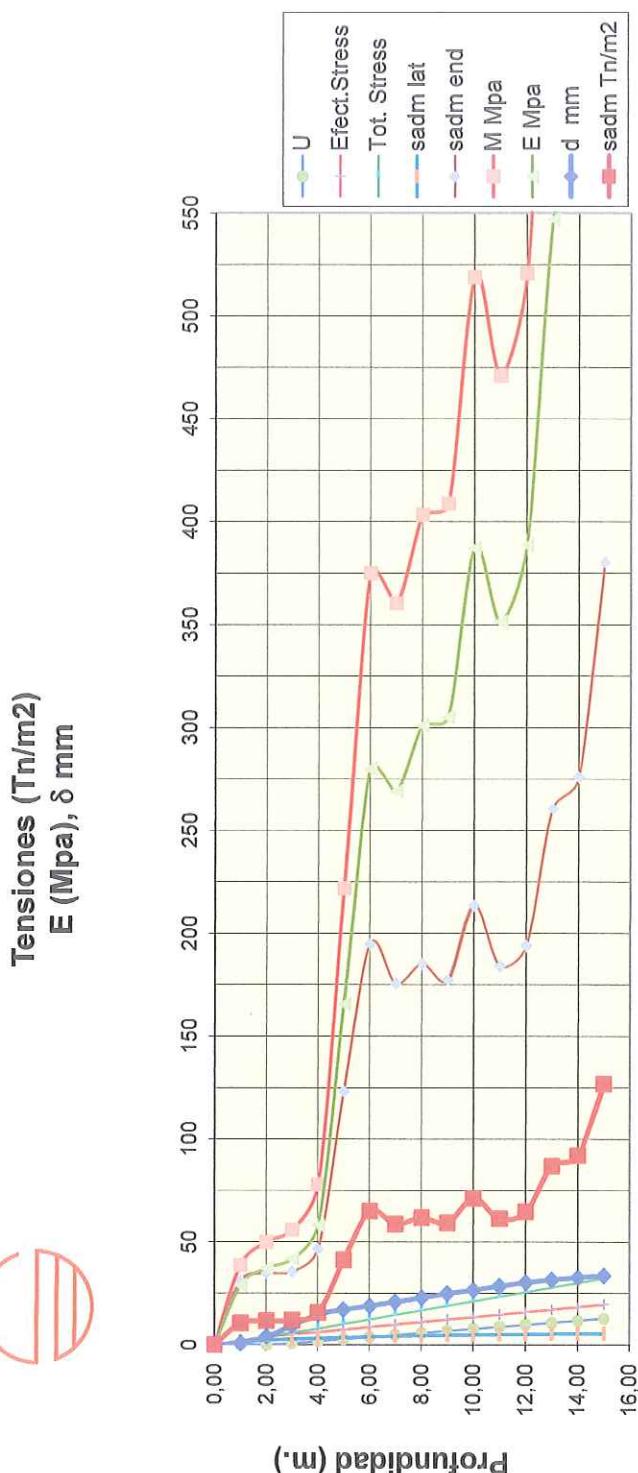


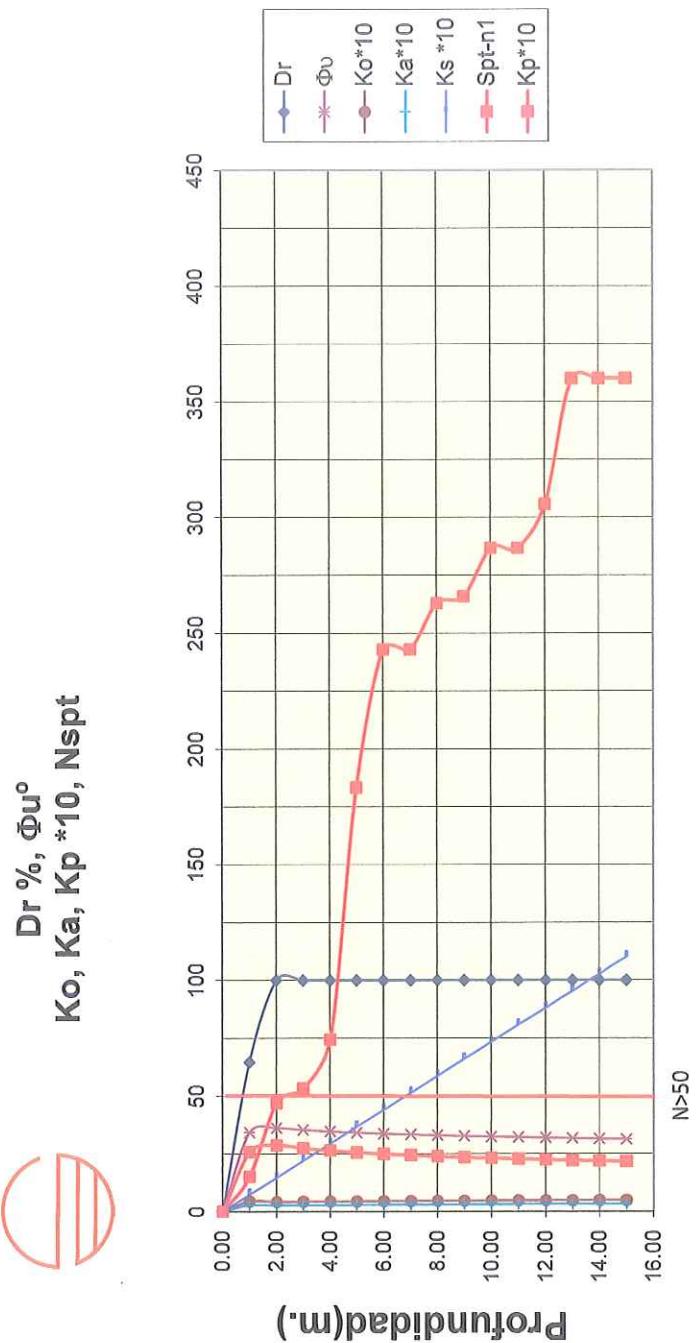
GEOSTAN S.R.L.
Proyectos Geotécnicos
Proyectos Estructurales
Vías de Comunicación
Impactos Ambientales

Contacto
(+595 21) 420 592 | (+595 21) 481 746
geostan@pla.net.py
www.geostan.com.py
Sicilia 941 | Asunción, Paraguay.

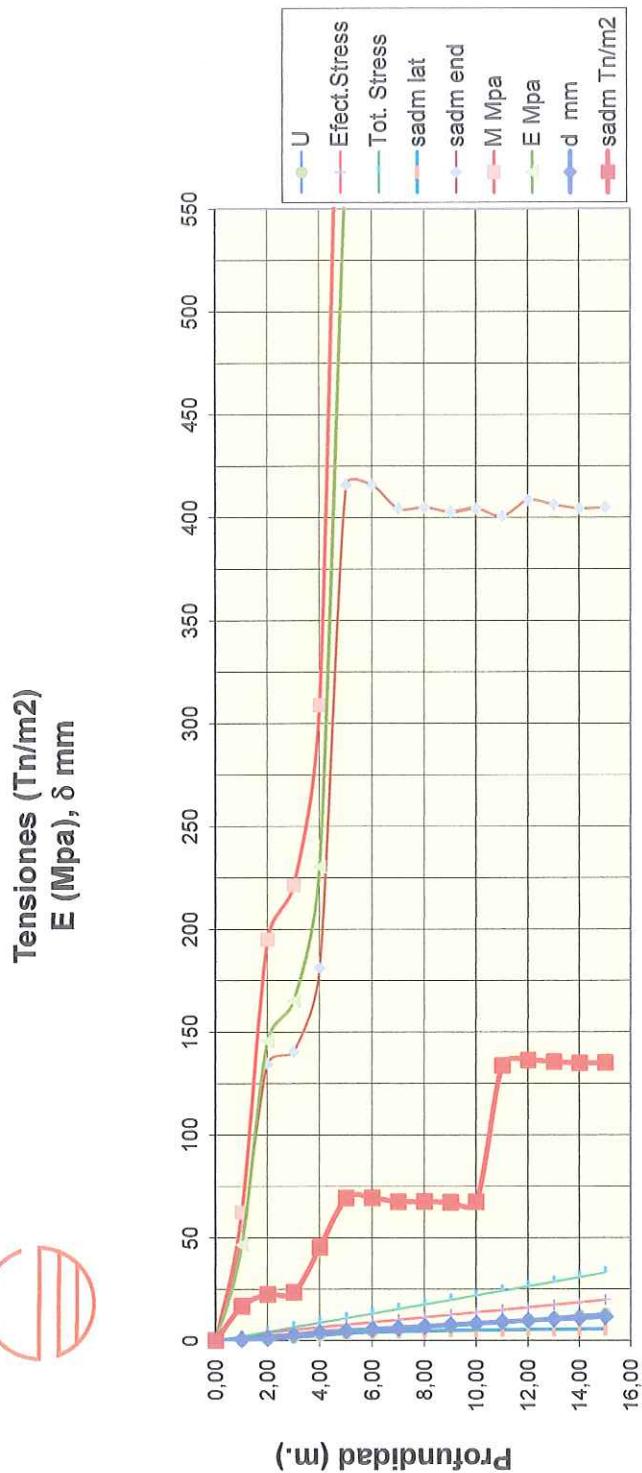


@geostanpy





**Parámetros Geotécnicos
OBRA:MADES - Sondeo P10-P14-P15**



**Tensiones Geostáticas y Admisibles
OBRA:MADES - Sondos P10-P14-P15**



GEOSTAN S.R.L.
Proyectos Geotécnicos
Proyectos Estructurales
Vías de Comunicación
Impactos Ambientales

Contacto
(+595 21) 420 592 | (+595 21) 481 746
geostan@pla.net.py
www.geostan.com.py
Sicilia 941 | Asunción, Paraguay.



@geostanpy

ANEXO F



GEOSTAN S.R.L.
Proyectos Geotécnicos
Proyectos Estructurales
Vías de Comunicación
Impactos Ambientales

Contacto
(+595 21) 420 592 | (+595 21) 481 746
geostan@pla.net.py
www.geostan.com.py
Sicilia 941 | Asunción, Paraguay.

 @geostanpy

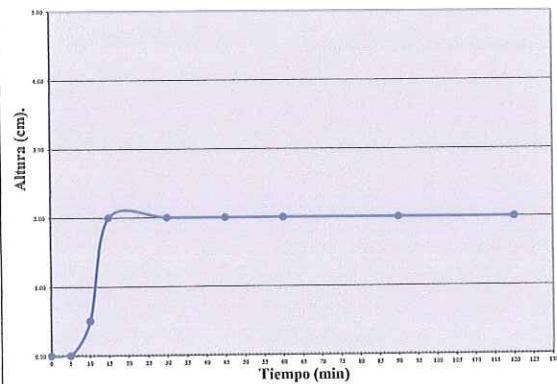


ENSAYO DE PERCOLACIÓN DE CAMPO

OBRA : MADES
UBICACIÓN Avenida Madame Lynch, Asunción
FECHA : 02/12/2021
Profundidad: 1,00 m a 1,30 m

Inicio	Pozo N. 1	
	Tiempo (min) T	Altura (cm) E1
08:00	0	0.00
	5	0.00
	10	0.50
	15	2.00
	30	2.00
	45	2.00
	60	2.00
	90	2.00
	120	2.00

RESULTADOS GRÁFICOS



GEOSTAN S.R.L.
 Proyectos Geotécnicos
 Proyectos Estructurales
 Vías de Comunicación
 Impactos Ambientales

Contacto
 (+595 21) 420 592 | (+595 21) 481 746
geostan@pla.net.py
www.geostan.com.py
 Sicilia 941 | Asunción, Paraguay.

 @geostanpy



ENSAYO DE PERCOLACIÓN DE CAMPO

OBRA : MADES

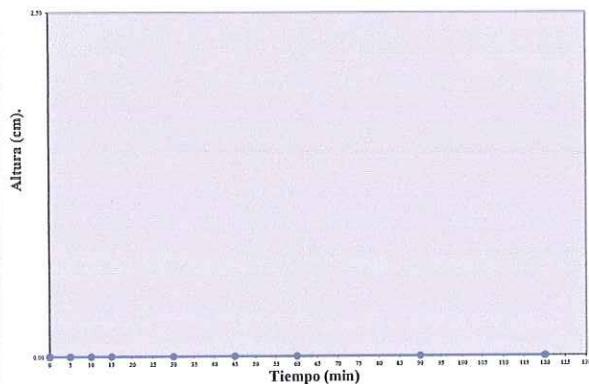
UBICACIÓN : Avenida Madame Lynch, Asunción

FECHA : 02/12/2021

Profundidad: 1.30 m a 1.60 m

Inicio	Pozo N. 1	
	Tiempo (min) T	Altura (cm) EI
08:00	0	0.00
	5	0.00
	10	0.00
	15	0.00
	30	0.00
	45	0.00
	60	0.00
	90	0.00
	120	0.00

RESULTADOS GRÁFICOS



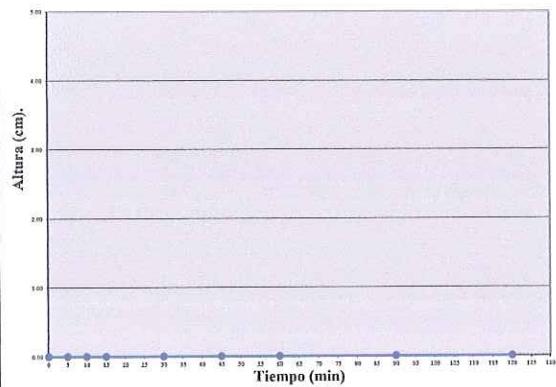


ENSAYO DE PERCOLACIÓN DE CAMPO

OBRA : MADES
UBICACIÓN Avenida Madame Lynch, Asunción
FECHA : 02/12/2021
Profundidad: 1,00 m a 1,30 m

Inicio	Pozo N. 2	
	Tiempo (min) T	Altura (cm) EI
08:00	0	0.00
	5	0.00
	10	0.00
	15	0.00
	30	0.00
	45	0.00
	60	0.00
	90	0.00
	120	0.00

RESULTADOS GRÁFICOS



GEOSTAN S.R.L.
 Proyectos Geotécnicos
 Proyectos Estructurales
 Vías de Comunicación
 Impactos Ambientales

Contacto
 (+595 21) 420 592 | (+595 21) 481 746
geostan@pla.net.py
www.geostan.com.py
 Sicilia 941 | Asunción, Paraguay.

 @geostanpy



ENSAYO DE PERCOLACIÓN DE CAMPO

OBRA : MADES

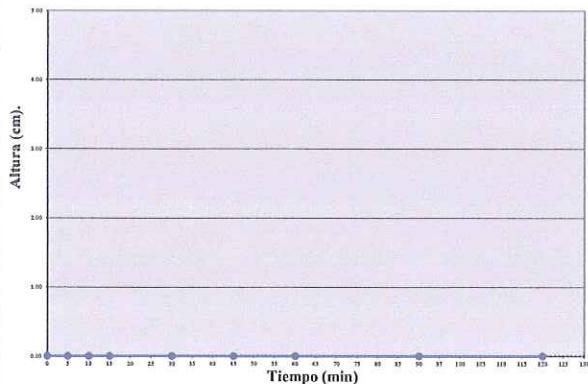
UBICACIÓN : Avenida Madame Lynch, Asunción

FECHA : 02/12/2021

Profundidad: 1.30 m a 1.60 m

Inicio	Pozo N. 2	
	Tiempo (min) T	Altura (cm) E1
08:00	0	0.00
	5	0.00
	10	0.00
	15	0.00
	30	0.00
	45	0.00
	60	0.00
	90	0.00
10:00	120	0.00

RESULTADOS GRÁFICOS



GEOSTAN S.R.L.
Proyectos Geotécnicos
Proyectos Estructurales
Vías de Comunicación
Impactos Ambientales

Contacto
(+595 21) 420 592 | (+595 21) 481 746
geostan@pla.net.py
www.geostan.com.py
Sicilia 941 | Asunción, Paraguay.

 @geostanpy