

**ESTUDIO DE SUELOS PRELIMINAR  
PARA  
SANATORIO ALLENDE SUR**

Av. Circunvalación (SO) Agustín Tosco (1.500)  
*B° Solares de Santa María  
Ciudad de Córdoba*

Preparado para:  
**At.: Oficina Arquitectura  
SANATORIO ALLENDE**

Preparado por:



181121-01

Córdoba, 12 de Enero de 2022

**InGeo** - Ingeniería Geotécnica - Estudios y Ensayos de Suelos para la Ingeniería y la Arquitectura

Sede Norte: Bv. Ricardo Rojas N° 6739 Of. 1 - B° Argüello - X5022EDC - Córdoba - Argentina

Sede Sur: Calle Pampayasta N° 2191 - B° Oña - X5014EJE - Córdoba - Argentina

Tel: 0351 639 9189/881 4514/881 4511 - Cel: 351 6622654

e-mail: [cserrano@ingenieriageotecnica.com](mailto:cserrano@ingenieriageotecnica.com) - [geoserranoc@gmail.com](mailto:geoserranoc@gmail.com) - [sueloserrano@gmail.com](mailto:sueloserrano@gmail.com)

[www.ingenieriageotecnica.com](http://www.ingenieriageotecnica.com)

Córdoba, 12 de Enero de 2022



**Atención:** Oficina Arquitectura  
SANATORIO ALLENDE  
[almsanatorio@gmail.com](mailto:almsanatorio@gmail.com)  
Tel: (0351) 426 9206 (Int. 1206)  
Cel: 351 633 3542

**Referencia:** P-181121-01

**Trabajo:** ESTUDIO DE SUELOS PRELIMINAR

**Obra:** SANATORIO ALLENDE SUR

**Lugar:** Av. Circunvalación (SO) Agustín Tosco (1.500)  
B° Solares de Santa María  
Ciudad de Córdoba

Estimada Arquitecta:

Nos dirigimos a Usted para presentarle el informe del ESTUDIO DE SUELOS PRELIMINAR realizado en el lugar de la referencia con el fin de definir el tipo de fundación más apropiado y sus parámetros de cálculo para la obra por construir en este sitio.

Nosotros le agradecemos la oportunidad y su interés en nuestros servicios quedando, desde ya, a su disposición para cualquier inquietud que pudiera tener sobre el contenido del presente o sí, en el futuro, le podemos servir nuevamente.

Le saludamos atentamente,

María Pía Cruz  
Ing. Civil (MP: 4401/x) - InGeo  
Profesor Titular de Geotecnia I - UCC  
Cel: 351 - 662 8164

Ing. Carlos H. Serrano  
Ing. Civil - M.Sc. Geotecnia - InGeo  
Profesor Titular de Geotecnia II - UCC  
Cel: 351-15 662 2654



## 1.0 INTRODUCCIÓN

Este informe geotécnico presenta los resultados de un ESTUDIO DE SUELOS<sup>1</sup> preliminar realizado en un sector de un gran lote urbano que se encuentra ubicado en Av. Circunvalación (SO) Agustín Tosco N° 1.500 (B° Solares de Santa María, Ciudad de Córdoba), según se indica en la imagen satelital de la Figura N° 1, adjunta. El aspecto (histórico) de este lote se ilustra mediante la foto 1, adjunta, mientras que su aspecto actual, al momento de las tareas de campo del presente estudio (diciembre 2021), se ilustra mediante las fotos 2 y 3, adjuntas. Se trata de un lote de unos ~72.800m<sup>2</sup> de superficie, donde se construirán las siguientes obras de infraestructura hospitalaria:

- Edificio Basamento de 4 pisos (Planta Baja + 2 Pisos +1 Subsuelo)
- Dos grupos de Torres de 8 pisos (Planta Baja+6 Pisos + 1 Subsuelo)
- Edificio Basamento de 4 pisos (Planta Baja + 2 Pisos +1 Subsuelo)
- Edificio de Estacionamiento de 4 pisos
- Edificio de Usos Múltiples de 4 pisos

En resumen, aquí se construirán distintos tipos de edificaciones con hasta un (1) nivel de subsuelo y de hasta ocho (8) pisos de altura, desconociéndose todo detalle acerca de su proyecto de arquitectura al momento de la realización del presente ESTUDIO preliminar.

Este documento geotécnico contiene la información que fue obtenida durante las tareas de campaña, los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y las tareas de gabinete, resumiendo en forma clara toda la información recabada, los análisis y determinaciones realizadas así como las recomendaciones de su Autor. Para su elaboración se ha seguido el procedimiento indicado en el “Reglamento Argentino de Estudios Geotécnicos - CIRSOC 401”, hoy en vigencia<sup>2</sup> legal a nivel nacional. El mismo, en su apartado “1.2 Campo de validez”, establece que es “...de aplicación, específicamente, a los **estudios geotécnicos para viviendas, edificios, estructuras industriales, construcciones complementarias, puentes...**, obras portuarias, mástiles y líneas de transmisión eléctrica. También es de aplicación a otro tipo de construcciones, como caminos, canales, ferrocarriles, túneles, presas, estructuras costa afuera...” Además, este Reglamento especifica “...las investigaciones a realizar en un predio o extensión de terreno con el fin de conocer sus características geotécnicas, determinar las condiciones de utilización para una determinada construcción y los recaudos de seguridad a adoptar en relación con los terrenos y construcciones adyacentes”.

Este ESTUDIO está integrado por una serie de trabajos que se resumen en los distintos apartados del presente informe geotécnico. Sus contenidos servirán como importante antecedente geotécnico para definir las características del perfil de suelos aquí existente y de la futura fundación de esta obra dentro del SECTOR DE BASAMENTO Y GRUPOS DE TORRES. Todo ello atendiendo a las características que a partir de este ESTUDIO se han determinado acerca del perfil de suelos investigado.

Se deja expresa constancia que los resultados del presente ESTUDIO son válidos, solamente, para este SECTOR DE BASAMENTO Y GRUPOS DE TORRES, en forma preliminar. Así, de no mediar un criterio geotécnico adecuado, sus datos y conclusiones no deberían hacerse extensivos hacia otros sectores de este mismo gran lote, aunque estén próximos al sector que ha sido objeto del presente ESTUDIO. Esto se fundamenta en que tanto las características superficiales como las sub-superficiales del terreno, que se describen y analizan más adelante en este informe, son exclusivas para este sector de obras en particular, y podrían variar, sustancialmente, según cuál sea el sector y tipo de obra que se considere.

<sup>1</sup> ESTUDIO DE SUELOS preliminar que, de aquí en adelante será referido, simplemente, como ESTUDIO.

<sup>2</sup> Aprobado según Resolución 30/2019 del Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda y publicado en el Boletín Oficial con fecha 28/06/2019.



## 2.0 ALCANCE DEL ESTUDIO

El alcance de este ESTUDIO es investigar las condiciones geotécnicas actuales de los suelos existentes en correspondencia con este SECTOR DE BASAMENTO Y GRUPOS DE TORRES, según fuera requerido expresamente por la Comitente<sup>3</sup>. La investigación de las condiciones sub-superficiales ha permitido, además de la caracterización paramétrica de los suelos aquí existentes, la definición, de manera preliminar, del tipo y características de la fundación más confiable para las obras por construir en este SECTOR DE BASAMENTO Y GRUPOS DE TORRES.

Se deja expresa constancia de que InGeo no tiene responsabilidad sobre aquellos trabajos para los cuáles no ha sido contratado y en cuyo control, por consiguiente, no puede actuar ni participar de modo alguno. Por ende, las siguientes tareas no forman parte del presente ESTUDIO, a saber:

- Proyecto y/o cálculo de fundaciones y estructuras.
- Inspección, dirección técnica y/o control de ejecución de fundaciones y estructuras.
- Cualquier otro análisis y/o control de tareas de albañilería e instalaciones.

Será responsabilidad de los profesionales a cargo de la proyecto, cálculo, construcción e inspección de estas obras, la correcta y adecuada interpretación e implementación de lo aquí expuesto y recomendado.

## 3.0 ANTECEDENTES

La Comitente, al solicitar este ESTUDIO, facilitó las siguientes piezas de información, a saber:

- Plancha catastral
- Planta esquemática del asentamiento sur
- Corte esquemático de las obras por construir en el SECTOR DE BASAMENTO Y GRUPOS DE TORRES.
- Planta de ubicación de sondeos geotécnicos requeridos por el Calculista para esta primera etapa del ESTUDIO preliminar que aquí ocupa.

En el Anexo 0, al final de esta memoria técnica, se incluyen estos importantes antecedentes destacándose, una vez más que, al momento de la realización del presente ESTUDIO preliminar, se desconoce todo detalle acerca del proyecto de arquitectura de este importante emprendimiento edilicio. Aquí conviene destacar que el único nivel de subsuelo por construir en este SECTOR DE BASAMENTO Y GRUPOS DE TORRES corresponde a lo que será la futura CONSULTA EXTERNA y el HOSPITAL, según obra en estos antecedentes que fueron facilitados por la Comitente. Así, asumiendo que la excavación necesaria para este único nivel de subsuelo será hasta una profundidad del orden de -3,0m de profundidad, esta obra necesitará realizar un importante movimiento de suelos (excavación a cielo abierto) que cubrirá una planta que hoy es de área desconocida.

Por otro lado, el perfil litológico regional existente en esta zona de B° Solares de Santa María (Sudoeste de la Ciudad de Córdoba), es bien conocido por InGeo debido a la experiencia adquirida durante la realización de otros estudios de suelos, tanto en este mismo Barrio como en otros Barrios próximos, como ser el predio contiguo por el Oeste ocupado por “Granja Nuestras Raíces del Sindicato de Petroleros” o los numerosos Barrios que integran lo que se conoce como Ciudad Manantiales,..., donde se alumbraron perfiles de suelos de igual

---

<sup>3</sup> Oficina Arquitectura del SANATORIO ALLENDE

formación geológica que el aquí considerado aunque no exactamente con los mismos detalles que los que fueron alumbrados y analizados como parte del presente ESTUDIO. Así, solo a modo de ejemplo, en el Anexo 0 se incluyen algunos sondeos que corresponden a tan solo dos (2) de los estudios antecedentes que se encuentran en lugares próximos a este SECTOR DE BASAMENTO Y GRUPOS DE TORRES del gran lote que aquí ocupa, con acceso desde esta misma Av. Colectora de la Av. Circunvalación (SO) Agustín Tosco.

## 4.0 TRABAJOS REALIZADOS

### 4.1 SONDEOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA *IN SITU*

Para estudiar las características y condiciones sub-superficiales y, también, para obtener muestras de suelos en profundidad, se realizaron un total de doce (12) exploraciones geotécnicas *in situ*, bajo la supervisión directa de un ingeniero y de un técnico de InGeo, con experiencia en este tipo de tareas. Estas fueron seis (6) sondeos con sonda geotécnica para medir la resistencia al esfuerzo de corte de los suelos del perfil aquí existente incluyendo ensayos dinámicos de campo tipo S.P.T.<sup>4</sup> y seis (6) sondeos mecánicos, todos los cuales se ubicaron según se indica en la misma planta (facilitada por la Comitente) de la Figura N° 2, adjunta.

Cada uno de los seis (6) sondeos de penetración dinámica<sup>5</sup> realizados consistió en una hincada dinámica continua del cono ciego del tipo “Prueba Dinámica Super Pesada” (*Dynamic Probing Super Heavy -DPSH*) que se realizó haciendo penetrar un cono de diámetro en su base “ $\phi_B=50,5\text{mm}$ ” y ángulo del ápice “ $\phi_A=60^\circ$ ”, utilizando una energía de impacto de una masa de peso “ $W=63,50\text{Kg}$ ” dejada caer desde una altura “ $H=760\text{mm}$ ” en caída libre, contando el número de golpes necesarios para penetrar  $200\text{mm}$ <sup>6</sup> “ $N_{20SB}$ ”, en un todo de acuerdo con la metodología recomendada por el Comité Técnico TC-16 de la ISSMFE (*International Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering*). Todos estos sondeos profundos incluyeron, además, ensayos dinámicos tipo S.P.T. (*Standard Penetration Test* según Norma ASTM D-1586) a distintas profundidades, consistentes en hacer penetrar un sacamuestra tipo *Terzaghi*, utilizando una energía de impacto similar a la antes descrita, contando el número de golpes necesarios para penetrar 3 intervalos de  $150\text{mm}$  cada uno, en un todo de acuerdo con la metodología recomendada por la Norma ASTM D-1586, con extracción de muestras de suelos. En el Anexo I, al final de esta memoria técnica, se incluyen sus perfiles de resistencia a la penetración en profundidad “N° de Golpes  $N_{20SB}$  Vs. Profundidad”, respondiendo a la siguiente denominación y características distintivas:

- **DPSH-1:** Este sondeo fue realizado con cota de boca de sondeo a NTN<sup>7</sup> en el lugar que se ilustra mediante la foto 4, adjunta. Sondeo de penetración dinámica para la determinación de la resistencia al corte de los distintos mantos atravesados, incluyendo la realización de ensayos de penetración *in situ*, tipo S.P.T., con extracción de muestras de suelos a distintas profundidades para su posterior ensayo en laboratorio de mecánica de suelos. Con este sondeo se alcanzó un número de

<sup>4</sup> *Standard Penetration Test*, según K. Terzaghi.

<sup>5</sup> Siguiendo al apartado “5.2.3. *Ensayo de penetración dinámica DP*” del CIRSOC 401, el objetivo de este ensayo es determinar la compacidad de los suelos mediante la hincada dinámica de un cono ciego. El ensayo se ejecuta de manera continua y por lo tanto brinda información continua del perfil del terreno. El resultado del ensayo se denomina “*Resistencia a la Penetración Dinámica DP*”, y es utilizado como medida de compacidad de los suelos y para inferir sus parámetros mecánicos. Puede ser ejecutado en todos los tipos de suelos. En este ensayo no se extraen muestras por lo que usualmente se ejecuta en combinación con otros ensayos de penetración como el SPT (*Standard Penetration Test*) y sondeos mecánico, como ha sido el caso del ESTUDIO actual.

<sup>6</sup> Siguiendo las recomendaciones sugeridas en el *Eurocode 7 Part 2 (EN1997-2:2007)* de registrar el N° de Golpes del Penetrómetro Dinámico (DP) cada  $200\text{mm}$  con la nomenclatura “ $N_{20SB}$ ”.

<sup>7</sup> NTN= Nivel de Terreno Natural

golpes “N<sub>20SB</sub>” mayor que 40 golpes (rechazo), por debajo de los ~>10,2m de profundidad.

- **DPSH-2:** Este sondeo fue realizado con cota de boca de sondeo a NTN en el lugar que se ilustra mediante la foto 5, adjunta. Sondeo de penetración dinámica para la determinación de la resistencia al corte de los distintos mantos atravesados, incluyendo la realización de ensayos de penetración *in situ*, tipo S.P.T., con extracción de muestras de suelos a distintas profundidades para su posterior ensayo en laboratorio de mecánica de suelos. Con este sondeo se alcanzó un número de golpes “N<sub>20SB</sub>” mayor que 40 golpes (rechazo), por debajo de los ~>10,4m de profundidad.
- **DPSH-3:** Este sondeo fue realizado con cota de boca de sondeo a NTN en el lugar que se ilustra mediante la foto 6, adjunta. Sondeo de penetración dinámica para la determinación de la resistencia al corte de los distintos mantos atravesados, incluyendo la realización de ensayos de penetración *in situ*, tipo S.P.T., con extracción de muestras de suelos a distintas profundidades para su posterior ensayo en laboratorio de mecánica de suelos. Con este sondeo se alcanzó un número de golpes “N<sub>20SB</sub>” mayor que 40 golpes (rechazo), por debajo de los ~>10,4m de profundidad.
- **DPSH-4:** Este sondeo fue realizado con cota de boca de sondeo a NTN en el lugar que se ilustra mediante la foto 7, adjunta. Sondeo de penetración dinámica para la determinación de la resistencia al corte de los distintos mantos atravesados, incluyendo la realización de ensayos de penetración *in situ*, tipo S.P.T., con extracción de muestras de suelos a distintas profundidades para su posterior ensayo en laboratorio de mecánica de suelos. Con este sondeo se alcanzó un número de golpes “N<sub>20SB</sub>” mayor que 40 golpes (rechazo), por debajo de los ~>10,2m de profundidad.
- **DPSH-5:** Este sondeo fue realizado con cota de boca de sondeo a NTN en el lugar que se ilustra mediante la foto 8, adjunta. Sondeo de penetración dinámica para la determinación de la resistencia al corte de los distintos mantos atravesados, incluyendo la realización de ensayos de penetración *in situ*, tipo S.P.T., con extracción de muestras de suelos a distintas profundidades para su posterior ensayo en laboratorio de mecánica de suelos. Con este sondeo se alcanzó un número de golpes “N<sub>20SB</sub>” mayor que 40 golpes (rechazo), por debajo de los ~>10,4m de profundidad.
- **DPSH-6:** Este sondeo fue realizado con cota de boca de sondeo a NTN en el lugar que se ilustra mediante la foto 9, adjunta. Sondeo de penetración dinámica para la determinación de la resistencia al corte de los distintos mantos atravesados, incluyendo la realización de ensayos de penetración *in situ*, tipo S.P.T., con extracción de muestras de suelos a distintas profundidades para su posterior ensayo en laboratorio de mecánica de suelos. Con este sondeo se alcanzó un número de golpes “N<sub>20SB</sub>” mayor que 40 golpes (rechazo), por debajo de los ~>10,2m de profundidad.

Si bien no fueron solicitados por la Comitente, además de todas las exploraciones antes descritas y en aras de asegurar una mejor identificación de los suelos investigados, principalmente su excavabilidad dado que aquí se construirá un (1) nivel de subsuelo, ..., InGeo decidió excavar seis (6) sondeos mecánicos hasta los ~3,5m de profundidad en lugares adyacentes a los sondeos dinámicos descritos anteriormente (Ver Figura N° 2), respondiendo a las siguientes denominaciones y características distintivas:



- **S-1:** Este sondeo fue realizado con cota de boca de sondeo a NTN en el lugar que se ilustra mediante la foto 10, adjunta. Sondeo mecánico excavado con barreno helicoidal, para la toma de muestras de suelos sub-superficiales para sus posteriores ensayos en laboratorio de mecánica de suelos.
- **S-2:** Este sondeo fue realizado con cota de boca de sondeo a NTN en el lugar que se ilustra mediante la foto 11, adjunta. Sondeo mecánico excavado con barreno helicoidal, para la toma de muestras de suelos sub-superficiales para sus posteriores ensayos en laboratorio de mecánica de suelos.
- **S-3:** Este sondeo fue realizado con cota de boca de sondeo a NTN en el lugar que se ilustra mediante la foto 12, adjunta. Sondeo mecánico excavado con barreno helicoidal, para la toma de muestras de suelos sub-superficiales para sus posteriores ensayos en laboratorio de mecánica de suelos.
- **S-4:** Este sondeo fue realizado con cota de boca de sondeo a NTN en el lugar que se ilustra mediante la foto 13, adjunta. Sondeo mecánico excavado con barreno helicoidal, para la toma de muestras de suelos sub-superficiales para sus posteriores ensayos en laboratorio de mecánica de suelos.
- **S-5:** Este sondeo fue realizado con cota de boca de sondeo a NTN en el lugar que se ilustra mediante la foto 14, adjunta. Sondeo mecánico excavado con barreno helicoidal, para la toma de muestras de suelos sub-superficiales para sus posteriores ensayos en laboratorio de mecánica de suelos.
- **S-6:** Este sondeo fue realizado con cota de boca de sondeo a NTN en el lugar que se ilustra mediante la foto 15, adjunta. Sondeo mecánico excavado con barreno helicoidal, para la toma de muestras de suelos sub-superficiales para sus posteriores ensayos en laboratorio de mecánica de suelos.

Todos los detalles de lo explorado fueron tenidos en cuenta al analizar e interpretar a los resultados obtenidos y realizar las recomendaciones que se describen más adelante.

#### 4.2 ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Con las muestras de suelos obtenidas durante las tareas de campo se realizaron los correspondientes ensayos de identificación, clasificación y parametrización del comportamiento de los suelos existentes en este sitio, según normas ASTM, a saber:

- Identificación macroscópica
- Contenido de humedad
- Contenido de materia orgánica
- Pasante tamiz #200 por vía húmeda
- Granulometría por tamizado
- Clasificación según SUCS<sup>8</sup>
- Densidades del suelo (húmedo y seco)
- Compresión confinada (simple edómetro con probetas tanto a humedad natural como a humedad de saturación)

---

<sup>8</sup> Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

Algunos de los resultados de estos ensayos se incluyen en las planillas de laboratorio del Anexo II, bajo el formato propio de InGeo.

## 5.0 CONDICIONES DE CAMPO

### 5.1 PERFIL DE SUELOS ALUMBRADO

De acuerdo con la información obtenida a partir de todos los sondeos efectuados y a la luz de la experiencia (estudios antecedentes) que se tiene respecto de la litología dominante en toda esta zona, dentro de la geología local, el perfil de suelos tipo, existente en este SECTOR DE BASAMENTO Y GRUPOS DE TORRES, se resume en este sub-apartado.

A partir de considerar los tipos de suelos existentes en profundidad, el perfil litológico correspondiente a este predio resulta ser bastante homogéneo en lo que al tipo de suelos se refiere. Lo que sí va variando, en profundidad y en posición, es su compacidad y su comportamiento ante un posible aumento en su contenido de humedad. Es así que la descripción del perfil de suelos natural, aquí existente, se resume atendiendo a los siguientes detalles:

- **Estrato I** (NTN<sup>9</sup> hasta -0,3m de profundidad)  
Cubierta superficial conformada por limo con de materia orgánica de origen vegetal (con presencia de raíces); poco húmedo en todo el predio; baja plasticidad; compacidad muy suelta; no utilizar como suelo de apoyo ni como suelo para construir un relleno artificial (terraplén estructural); uso restringido a tareas de parquización y jardinería.  
***Este estrato será removido completamente durante la gran excavación a cielo abierto que será necesaria para la construcción del Subsuelo.***
  
- **Estrato II** (Desde ~>0,3m hasta ~7,0m a ~8,0m de profundidad)  
Limo loessoide con escasa arena a con algo de arena fina (~>90% pasante tamiz N° 200 por vía húmeda); color castaño claro; poco húmedo en todo el predio a excepción de la posición del sondeo S-3 hacia los ~2,0m de profundidad, donde el suelo está muy húmedo; baja a nula plasticidad; poco áspero y algo pegajoso al tacto; clasificación según el S.U.C.S. es **CL-ML** o **ML**; peso unitario húmedo y seco, dentro de los rangos “ $\gamma_{sh}$  ~1,40Ton/m<sup>3</sup> a 1,70Ton/m<sup>3</sup>” y “ $\gamma_{ss}$  ~1,25Ton/m<sup>3</sup> a 1,50Ton/m<sup>3</sup>”, respectivamente; presión de fluencia con probeta a humedad natural, “ $p_{fnat}$  ~0,5kg/cm<sup>2</sup> a 1,4kg/cm<sup>2</sup>”, correspondiente a una deformación específica “ $\epsilon$  ~2,0%”; presión de fluencia con probeta saturada, es “ $p_{fsat}$  ~0,35kg/cm<sup>2</sup>”, correspondiente a una deformación específica “ $\epsilon$  ~3,0%” con un salto de deformación por hidrocólapsos del orden de “ $\epsilon_w$  ~1,5%”; resistencia al corte no drenado, es “ $S_u$  ~0,2kg/cm<sup>2</sup>”; suave y poco pegajoso al tacto; el número de golpes “ $N_{20SB}$ ”, equivalente del S.P.T., oscila dentro del rango de 10 golpes a 15 golpes, con picos de más de 30 golpes entre 1,5m y 2,5m de profundidad, asociado a una compacidad media;  $N_{20SB}$  se estabiliza en 20 golpes, hacia la base del estrato, asociado a una compacidad general media; hasta los ~3,0m de profundidad, los suelos de este estrato son potencialmente colapsables ante un eventual aumento en su contenido de humedad; no apto como suelo de fundación para los niveles de carga que supondrán las distintas obras por construir en este SECTOR DE BASAMENTO Y GRUPOS DE TORRES.

<sup>9</sup> NTN= Nivel de Terreno Natural



***Este estrato será removido parcialmente durante la gran excavación a cielo abierto que será necesaria para la construcción del Subsuelo.***

- **Estrato III** (Por debajo de ~>7,0m a ~>8,0m de profundidad)  
Alternancias de limo con arena pasando a arena limosa con gravillas, con un mayor grado de cementación que el manto suprayacente; color castaño claro, con algunos niveles que presenta pequeñas trazas blanquecinas de carbonatos; algo húmedo; baja a nula plasticidad; textura algo áspera y poco a no pegajoso al tacto;  $N_{20SB}$  va aumentando con la profundidad, desde 20 golpes, en su contacto con el estrato II, a más de 35 golpes, hacia el fondo de todas las exploraciones realizadas, asociado a una compacidad media a densa, en profundidad; estrato apto como apoyo de la punta de una fundación indirecta (pilotes) atendiendo a los detalles al apartado 6.0, de más adelante.  
***Este estrato no será afectado por la gran excavación a cielo abierto que será necesaria para la construcción del Subsuelo.***

## 5.2 AGUA SUBTERRÁNEA

Al momento de las tareas de campo del presente ESTUDIO (22-23-24/12/2021), no se alumbró el NF<sup>10</sup> en toda la profundidad estudiada, pudiendo alumbrarse a otra profundidad, en otra época del año, debido a las oscilaciones estacionales asociadas a las condiciones hidrogeológicas que sean propias de esta zona. Respecto de investigar estas posibles oscilaciones estacionales, si las hubiere, caben los comentarios del siguiente párrafo.

La determinación del NF requiere, en sí misma, de una serie de métodos, tiempos y procedimientos que escapan al alcance del presente trabajo. Para determinar el NF hay Métodos Directos (sondeos y pozos) e Indirectos (técnicas geofísicas: métodos magnéticos, eléctricos, sísmico, gravimétrico, radiactivo,...). Respecto de los primeros es muy importante resaltar que las condiciones de ejecución de los sondeos influyen "notablemente" en la determinación cierta y precisa del NF. Así, lo ideal sería que los sondeos se realizaran en seco. Pero, esto, a veces, es inviable porque para atravesar muchas formaciones debe emplearse lodos para poder llevar a cabo la perforación lo que, evidentemente, va en contra de la condición antes requerida. Además, después de determinar la posición del NF es conveniente repetir las medidas cada 12, 24 y 48 horas con el fin de observar la evolución del NF en el subsuelo para lo cual se torna necesario que el sondeo quede limpio tras la perforación. Así mismo, estas observaciones se deben realizar incluso en el caso de que no aparezca agua durante la perforación. Todo lo anterior implicaría realizar tareas de entubado del pozo, para mantenerlo estable después del lavado de los lodos de perforación, además de permanecer en el sitio y dedicar un tiempo más prolongado de lecturas para cada estudio. Estas tareas y tiempos no son compatibles con los plazos de la Comitente ni con el compromiso de tareas asumido para este ESTUDIO.

## 6.0 RECOMENDACIONES PARTICULARES PRELIMINARES

De acuerdo con la descripción del perfil de suelos investigado, analizado y discutido anteriormente, en este apartado, se incluyen recomendaciones para la fundación de las distintas obras en este SECTOR DE BASAMENTO Y GRUPOS DE TORRES.

---

<sup>10</sup> NF = Nivel Freático



## 6.1 SUBMURACIÓN DE MEDIANERAS Y TALUD DE EXCAVACIÓN

Atendiendo a la inexistencia de edificaciones medianeras que pudieren afectar a este SECTOR DE BASAMENTO Y GRUPOS DE TORRES no existirá necesidad alguna de submurar tales medianeras.

Para la construcción de un (1) nivel de subsuelo en este lote, tanto sea a “planta parcial” como a “planta completa” del futuro edificio **BASAMENTO**, que cuenta con un perfil geotécnico como el descrito en el apartado 5.1, anterior, se deberá tener en cuenta trabajar con el siguiente talud de excavación:

- Talud de excavación hasta -5,0m de profundidad “Horizontal: Vertical”

$$H:V \sim 1:6 \text{ (con } \beta < 80^\circ \text{)}^{11}$$

En el caso eventual de necesitar excavar a una mayor profundidad que  $\sim > 5,0\text{m}$ , será necesario realizar alguna berma y el talud de excavación por debajo de dicha profundidad deberá ser definido en consecuencia.

## 6.2 FUNDACIÓN INDIRECTA (PROFUNDA)

A la luz de todo lo anterior y a falta de una necesaria futura segunda etapa de sondeos de exploración atendiendo a la enorme importancia de las obras por construir en este SECTOR DE BASAMENTO Y GRUPOS DE TORRES y dada la magnitud de las cargas actuantes, se recomienda pensar en una fundación profunda. En efecto, si bien no se ha podido conocer el proyecto de arquitectura ni los detalles estructurales de las futuras obras por construir en este sector, se estima que las columnas podrían llegar a transmitir al subsuelo un rango de cargas de entre 150Ton a 250Ton, aproximadamente.

Entonces, dadas las características de las obras (hoy en estado de proyecto) que contarán con un (1) nivel de subsuelo para cocheras (completamente enterrado), considerando los niveles de cargas estimados y atendiendo al carácter preliminar del conocimiento del subsuelo que se tiene en esta etapa del estudio de suelos, se anticipa que las fundaciones necesarias serán de tipo profundo.

Estos pilotes apoyarán en el **estrato III**, descrito en el sub-apartado 5.1 anterior, por debajo de los  $\sim > \underline{8,0\text{m de profundidad}}$ , a contar desde el NTN existente hoy (diciembre 2021) en este SECTOR DE BASAMENTO Y GRUPOS DE TORRES estudiado de este gran predio.

Esta solución indirecta debería apoyar “francamente” en el **estrato III**, sin descomprimir las paredes de ningún pozo durante su excavación. Esta cota de fundación está considerada para los sectores que fueron sondeados con las exploraciones efectuadas hasta el momento y podría diferir según se aleje de tales posiciones por lo que se recomienda buscar a la “formación de apoyo” recomendada en todos los casos.

En todo lo que sea la planta del subsuelo, estos pilotes se podrán excavar desde el fondo de la gran excavación a cielo abierto que se hará para la construcción de dicha estructura enterrada.

---

<sup>11</sup>  $\beta$ = Ángulo de la pared del talud de excavación con la horizontal.

En razón de no contarse con más información que la ya referida y descrita, para esta etapa del **ESTUDIO preliminar**, se recomienda atender a los parámetros de cálculo que se recogen en el Cuadro I, de más adelante, para cada intervalo de profundidades. Se recuerda que dada la gran distancia existente entre los sondeos efectuados, la propia variación del perfil de suelos, debido a la geología, podría hacer que la profundidad recomendada cambie, de un punto a otro, y no necesariamente sea idéntica a la reflejada por todos los sondeos llevados a cabo hasta el momento en ocasión del presente **ESTUDIO preliminar**.

Esta fundación será mediante pozos o pilotes, excavados y colados *in situ*. La excavación será mecánica o, eventualmente, manual, tomando todas las medidas de seguridad necesarias para evitar problemas de derrumbes así como asegurar su franca penetración en el manto recomendado sin descomprimir las paredes de ningún pozo.

En el extremo inferior de cada pozo para pilote, será posible realizar ensanches por la punta de estos pilotes (campanas), siempre y cuando se desarrollen en un manto predominantemente limoso. Al realizar estos ensanches, se evitará todo derrumbe por lo que se recomienda no ir más allá de la siguiente relación entre diámetros de campana y fuste de pilote:

$$\Phi_{\text{campana}} \leq 1,6 \cdot \Phi_{\text{fuste}}$$

Además, en el caso que sea necesario adecuar los niveles de carga de la futura estructura a la capacidad de carga del suelo de apoyo, empleando pilotes excavados y colados *in situ*, se podrá recurrir a alguna combinación de las alternativas siguientes:

- a. No despreciar la fricción lateral de los pilotes.
- b. Disminuir las luces entre pilotes, aumentando su cantidad.
- c. Aumentar el diámetro del fuste de los pilotes con el consiguiente aumento de su estabilidad, fricción lateral y resistencia de punta.
- d. Inyectar un bulbo de material granular, materializado al efecto por debajo de la punta de los pilotes mediante lechada cementicia. Tal inyección será después del llenado de los pilotes y una vez construida la primeras dos plantas del edificio a fin de garantizar una adecuada obturación y correcta puesta en carga de la punta de los pilotes. Esta tarea permitiría aumentar la resistencia de punta hasta en un 50% (valor a verificar en obra) del valor recomendado en el Cuadro I, de más adelante, sí y sólo sí se lleva a cabo utilizando un método adecuado, empleando personal y equipo idóneo, y es debidamente controlado.

Paralelamente, para un correcto proceder, se formulan las siguientes observaciones de importancia:

- Asegurar la limpieza del fondo de todos los pozos para pilotes a los fines de eliminar todo material y/o suelo suelto que resulte compresible, para evitar asentamientos inmediatos no deseados.
- Asegurar que el manto de apoyo sea el correspondiente al **estrato III** recomendado y no guiarse, solamente, por la profundidad recomendada que podría ser precisa para algunas zonas del lote e imprecisa para otras. En otras palabras, se buscará el suelo indicado y no una profundidad exacta.
- El manto de apoyo se deberá encontrar en estado inalterado (virgen) sin manifestar signos de actividad antrópica anterior (escombrera, vaciadero de residuos,...).
- Los pilotes tendrán distintas capacidades de carga (Carga de Servicio,  $Q_s$ ) con arreglo al diámetro escogido y al tipo de pilote que se decida adoptar (método tradicional, DP,...). A este respecto, se recomienda utilizar un diámetro que permita garantizar la limpieza del fondo de cada pozo antes de proceder con el colado del hormigón.

- Todo relleno artificial (terraplén) estructural, o no estructural, que se construya, será teniendo en cuenta lo recomendado en el Apartado 7.0, de más adelante.
- Las fundaciones serán de hormigón armado, empleando, para todos los cálculos, un acero de calidad mínima garantizada (BSt 42/50 y  $\varepsilon_{es} = 2,0\%$ ) así como un hormigón de calidad mínima certificada ( $\beta_{cn} = 170 \text{ kg/cm}^2$ ).
- Para el cálculo de estos pilotes se adoptarán los parámetros que se indican en el Cuadro I, siguiente:

Cuadro I - Parámetros de cálculo para fundación profunda

Estrato	Profundidad [m]	Tensión Admisible de Punta <sup>(C) (D) (E) (F)</sup> [Ton/m <sup>2</sup> ]	Tensión Admisible Lateral <sup>(A) (C)</sup> [Ton/m <sup>2</sup> ]
I <sup>(B)</sup>	NTN hasta -0,3	***	***
II	~>0,3 hasta ~3,0	***	0,5
	~>3,0 hasta ~8,0	15	2,0
III <sup>(D)</sup>	~>8,0 hasta ~10,0	50	2,5
	Por debajo de ~>10,0	75	3,5

(A) No considerar la resistencia friccional en una profundidad desde el NTN que sea menor que 3 diámetros de fuste de pilote.

(B) No utilizar al suelo del **estrato I** como manto de apoyo de estructura alguna, ni de relleno para contrapisos ni para construir un terraplén estructural.

(C) Factor de seguridad empleado " $F_s = 3$ ".

(D) **Estrato III** competente para fundar por debajo de ~>8,0m de profundidad, sobre la base de su alumbramiento fehaciente. En caso de duda, consultar con InGeo.

(E) Se podrán aumentar las tensiones admisibles según lo establecen los lineamientos del Capítulo 17, artículo 17.5.2, del ICIRSOC 103 por razones dinámicas.

(F) Para la determinación de la tensión admisible de punta se ha utilizado la formulación de "*Meyerhof, 1976*". Las tensiones admisibles de punta dadas se consideran siempre y cuando se tenga la certeza de estar "francamente" en el estrato asignado.

### 6.3 ASPECTOS SISMORRESISTENTES

El lugar de emplazamiento de esta obra está dentro de la zona sísmica 1, de **peligrosidad sísmica moderada**, según lo advierte y clasifica la Zonificación Sísmica de la República Argentina –descrita en el *Reglamento INPRES-CIRSOOC 103*–. Los suelos alumbrados no presentan probabilidades de licuación, ante el evento sísmico esperado, y se clasifican, de acuerdo al citado *Reglamento*, como:

- Suelos Tipo II: **estratos II y III**
- Suelos Tipo III: **estrato I**

Además, siguiendo a dicho *Reglamento*, entre los criterios fundamentales que se deberán tener en cuenta para este proyecto, se destacan:

- El sistema de fundación será capaz de transferir al suelo las acciones sísmicas y gravitatorias indicadas en el *Reglamento* sin que se supere la capacidad portante del suelo correspondiente al nivel de excitación sísmica previsto y sin que se produzcan movimientos relativos entre los elementos de fundación que puedan originar inaceptables deformaciones impuestas en la estructura.
- El estado tensional inducido en el suelo deberá resultar compatible con las características resistentes del terreno bajo los niveles de excitación sísmica considerados, debiéndose tener en cuenta las fluctuaciones del nivel freático que presumiblemente puedan desarrollarse a través del tiempo.
- Los desplazamientos relativos que eventualmente pueden sufrir los distintos elementos de fundación, deberán ser tales que no comprometan la estabilidad y funcionalidad de la estructura.
- Cada uno de los bloques estructuralmente independientes en que la construcción pueda estar fraccionada, tendrá un sistema de fundación único (homogéneo). No se admitirán sistemas diversos dentro de una misma unidad (por ejemplo: algunas columnas sobre pilotes y otras sobre bases directas<sup>12</sup>).
- La resistencia conferida a la fundación, considerando los efectos de cargas gravitatorias y acciones sísmicas, no deberá resultar menor que la requerida por las demás combinaciones de cargas que no incluyan acciones sísmicas.
- Para los distintos estados de cargas especificados en el referido *Reglamento*, las tensiones obtenidas no superarán los valores límites correspondientes a  $\sigma_{slim}$  las cuáles, para el caso de estas fundaciones apoyando en el **estrato III**, no superarán el valor recomendado por la siguiente expresión:

$$\sigma_{slim} = 1,4 \sigma_{adm} \quad (1)$$

#### 6.4 EMPUJE ESTÁTICO DE SUELOS

A partir de considerar el empuje de suelos sobre un muro de retención con efecto de cedencia (manifestado por un simple movimiento de traslación o, más frecuentemente, por una rotación respecto a su base) será apropiado utilizar un diagrama de empujes triangular que siga la siguiente ley de variación:

$$\sigma_a = K_a \gamma_T z \quad (2)$$

Siendo:

$\sigma_a$  = presión lateral actuante sobre el trasdós del muro [Ton/m<sup>2</sup>]

$K_a$  = coeficiente de empuje activo, adoptando un valor " $K_a = \tan^2(45 - \phi/2)$ ", con el ángulo " $\phi_{Estrato I} = 12^\circ$ " y " $\phi_{Estrato II} = 26^\circ$ ".

$\gamma_T$  = peso unitario total (o aparente) del suelo, adoptando " $\gamma_{Estrato I} = 1,65 \text{Ton/m}^2$ " y " $\gamma_{Estrato II} = 1,70 \text{Ton/m}^2$ ".

$z$  = profundidad de cálculo, [m]

Por ende, a nivel de superficie (donde  $z = 0,0\text{m}$ ), el valor de la presión activa del suelo será:

$$z = 0,0\text{m} \quad \Rightarrow \quad \sigma_a = 0 \quad (3)$$

A una profundidad " $z \approx H$ ", el valor de la presión activa del suelo será:

$$z = H \quad \Rightarrow \quad \sigma_a = K_a \cdot \gamma_T \cdot H \quad (4)$$

<sup>12</sup> Para el presente caso, todos los pilotes o pozos irán apoyados en el **estrato III**.

Donde:

$H$  = altura total del muro o tabique de  $H^\circ A^\circ$

Además, se deberá considerar la sobrecarga “ $q$ ”, actuante sobre el trasdós del muro en toda su altura  $H$  (desde  $z = 0,0m$  hasta  $z = H$ ), que será un término más de la expresión final de empuje bajo la forma:

$$\sigma_q = K_a q \quad (5)$$

Lo que da lugar al incremento de las presiones dadas en (3) y (4), bajo la forma:

$$\text{Para } z = 0,0m \Rightarrow \sigma_{z=0,0} = K_a q \quad (6)$$

$$\text{Para } z = H \Rightarrow \sigma_{z=H} = K_a \cdot \gamma_T \cdot H + K_a q \quad (7)$$

A modo de ejemplo, considerando un solo tipo de suelo actuando sobre el trasdós del muro, su empuje por unidad de longitud de muro irá aplicado a  $1/3$  de su altura, a medir desde el pie del muro, y será igual a:

$$E_T = \frac{1}{2} \cdot K_a \gamma H^2 \quad (8)$$

Siendo:

$H$  = altura del muro

Así, integrando las presiones dadas por las expresiones anteriores en la fórmula de empuje dada en (8) se obtendrá el empuje total actuante sobre el muro, a saber:

$$E_T = K_a q H + \frac{1}{2} K_a \gamma_T H^2 \quad (9)$$

Que se simplifica bajo la forma:

$$E_T = K_a [q H + \frac{1}{2} \gamma_T H^2] \quad (10)$$

Donde:

$\gamma_T$  = atendeindo al detalle de lo expresado en (2), se podrá asumir un peso unitario total  $\approx 1,70 \text{ Ton/m}^3$

## 6.5 EMPUJE DINÁMICO DE SUELOS

A partir de un análisis simplificado del criterio dado por *Mononabe (Earthquake -proof construction of masonry dams, 1929)* y *Okabe (General theory of earth pressure, 1926)*, el incremento de esfuerzo total de empuje debido a la acción sísmica vendrá dado por la expresión:

$$\Delta E_{AS} = E_{AS} - E_T \quad (11)$$

Siendo:

$\Delta E_{AS}$  = incremento de empuje total debido a la acción sísmica, con punto de aplicación a “ $0,6 H$ ” medido desde el pie del muro

$E_{AS}$  = empuje total dinámico, dado más adelante en (11)

$E_T$  = empuje total estático, dado más arriba en (8) o en (9)

El valor de  $E_{AS}$  se podrá calcular, de acuerdo con el citado criterio, mediante la siguiente expresión:

$$E_{AS} = 0,5 \cdot K_{AE} (1-k_v) \cdot \gamma_T H^2 \quad (12)$$

Que en forma simplificada, para esta zona sísmica y tipo de suelo, será:

$$E_{AS} = 0,7 \cdot K_a \gamma_T H^2 \quad (13)$$

## 6.6 EXCAVACIÓN SIN Y CON ENTIBADO

Para el caso de excavar a cielo abierto sin entibar, el talud de excavación ya fue indicado en el sub-apartado 6.1, de más arriba en esta memoria técnica.

Para el caso en que sea necesario recurrir a entibados, se recomienda emplear el criterio dado en *Soil Mechanics in Engineering Practice (Terzaghi y Peck, 1967)*, con un diagrama uniforme de presiones unitarias, de tipo rectangular, despreciando la escasa cohesión existente en los estratos por excavar, considerando la siguiente expresión:

$$p = 0,65 \cdot K_a \cdot \gamma_T \cdot h \quad (14)$$

Lo que da un empuje total horizontal “  $E_h$  “, aplicado a mitad de altura del entibado, que viene dado por la siguiente expresión:

$$E_h = p \cdot h \quad (15)$$

Siendo:

$h$  = altura del entibado

## 7.0 RECOMENDACIONES GENERALES PARA FUNDACIONES Y MOVIMIENTO DE SUELOS

- A. Evitar el aumento del contenido de humedad de los estratos sub-superficiales del perfil de suelos alumbrado ya que estos suelos, hasta los ~3,0m de profundidad, poseen una estructura interna que se desestabilizaría ante tal aumento. Esto se conseguirá mediante un adecuado drenaje superficial y estanqueidad en todos los conductos tanto externos (en vereda y calle) como internos de agua corriente, pluviales, cloacales y todo otro que transporte agua o líquidos.
- B. Todo *relleno artificial (terraplén) no estructural y estructural* deberá ser Controlado, Compactado y Ensayado (CCE).
- C. Por *terraplén no estructural* se entiende aquel que soportará cargas de poca importancia como veredas perimetrales, jardines y/o servir de relleno propiamente dicho.
- D. Por *terraplén estructural* se entiende aquel donde apoyarán fundaciones como zapatas, plateas, calles, terraplenes y todo otro elemento que transmita carga de importancia al suelo de fundación propiamente dicho.
- E. Todo suelo para *terraplén CCE* (a no ser que se recomiende otro material) reunirá los requerimientos de graduación y de material, “ML”, “SP”, “SW”, o “SM” como lo define el Sistema de Clasificación Unificada (*Unified Soil Classification System*).
- F. Compactar todo *terraplén no estructural CCE* al menos al 90% de la densidad seca máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado (ASTM D 1557 ó T-180).
- G. Compactar todo *terraplén estructural CCE* al menos al 95% de la densidad seca máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado.
- H. Compactar el relleno CCE en capas sueltas uniformes y sucesivas, con un espesor que permita obtener la densidad especificada con el equipo de compactación usado. En ningún caso el relleno suelto deberá exceder un espesor de 0,2m, cuando se use equipo pesado, o de 0,1m, para compactadores manuales.

- I. Mantener la humedad natural de los suelos expuestos durante la excavación tan cerca de su valor original como sea posible, evitando su excesivo secado o humedecimiento.
- J. Colar el hormigón dentro de la excavación, tan pronto como sea posible, después de su limpieza, inspección y aprobación.
- K. Encausar toda agua superficial fuera de la zona de trabajo para minimizar la erosión de las zonas de apoyo o cargas de la futura estructura.
- L. Remover todo suelo humedecido y/o suelto inmediatamente antes del colado del hormigón para las fundaciones.
- M. Todo trabajo de movimiento, excavación y compactación de suelo, así como las operaciones de construcción de fundaciones serán controlados por un inspector calificado, con experiencia en ingeniería geotécnica. No permitir que la eventual auto-inspección del Constructor sea el único método de control a emplear.

Todas estas actividades son importantes para este proyecto, dado que las condiciones geotécnicas sub-superficiales podrían variar sustancialmente al cambiar el estado natural de los suelos, con graves consecuencias para la obra proyectada. La Dirección de Obra será la encargada de verificar y controlar adecuadamente todas las tareas que se hagan para materializar lo aquí recomendado en cuanto a profundidad y estrato de apoyo. Esta importante observación va en la misma línea de otra que es muy común en el ámbito de la Geotecnia:

*"...un estudio de suelos, por razonable que sea, si es mal interpretado y/o aplicado conducirá a una obra mal ejecutada, con graves e impredecibles consecuencias futuras..."*

Por lo tanto, es tan importante el ESTUDIO como su interpretación e implementación en obra.

Lo arriba indicado cubriría las más importantes consideraciones para orientar el proyecto de fundación para este edificio pero no pretenden agotar todos los aspectos a tener en cuenta. InGeo está disponible para evacuar dudas acerca de este.

## 8.0 LIMITACIONES

Este ESTUDIO preliminar ha sido preparado para su aplicación a la futura construcción de una serie de edificios con un (1) nivel de subsuelo en el SECTOR DE BASAMENTO Y GRUPOS DE TORRES de un gran lote urbano que se encuentra ubicado en Av. Circunvalación (SO) Agustín Tosco N° 1.500 (B° Solares de Santa María, Ciudad de Córdoba), según se indica en la imagen satelital de la Figura N° 1, adjunta. El aspecto (histórico) de este gran predio se ilustra mediante la foto 1 mientras que su aspecto, al momento de las tareas de campo del presente estudio (dic'21), se ilustra mediante las fotos 2 y 3.

Para su elaboración se han usado estándares admitidos dentro de la investigación geotécnica, atendiendo a lo indicado en el "Reglamento Argentino de Estudios Geotécnicos - CIRSOC 401", hoy en vigencia legal a nivel nacional, y se basan en los numerosos antecedentes disponibles en esta zona, la información obtenida de la exploración geotécnica del SECTOR DE BASAMENTO Y GRUPOS DE TORRES en estudio, con ensayos de campo, ensayos de laboratorio de las muestras de suelos extraídas y atendiendo a la experiencia de InGeo en esta materia. Ninguna otra garantía es expresada ni podrá inferirse. Las recomendaciones no reflejan variaciones en las condiciones sub-superficiales posibles de existir en zonas intermedias y/o inferiores a los sondeos y en zonas no exploradas de este lote. Tales variaciones podrían ser debidas a cambios naturales, inherentes a las condiciones que son propias de estos suelos, o motivadas por actividades de construcción pretéritas no advertidas durante este ESTUDIO. Si tales condiciones fuesen evidentes durante la obra, será necesario revisar lo recomendado a la luz de lo nuevo que se observe en el lugar.





**FIGURAS Y FOTOS**  
**ESTUDIO DE SUELOS PRELIMINAR**  
**PARA**  
**SANATORIO ALLENDE SUR**

*Av. Circunvalación (SO) Agustín Tosco (1.500)*  
*B° Solares de Santa María*  
*Ciudad de Córdoba*

Figura N° 1 - Lugar de ubicación del predio en estudio (imagen satelital)  
Sanatorio Allende Sur - Av. Circunvalación (SO) Agustín Tosco (1.500)  
B° Solares de Santa María - Ciudad de Córdoba

Norte



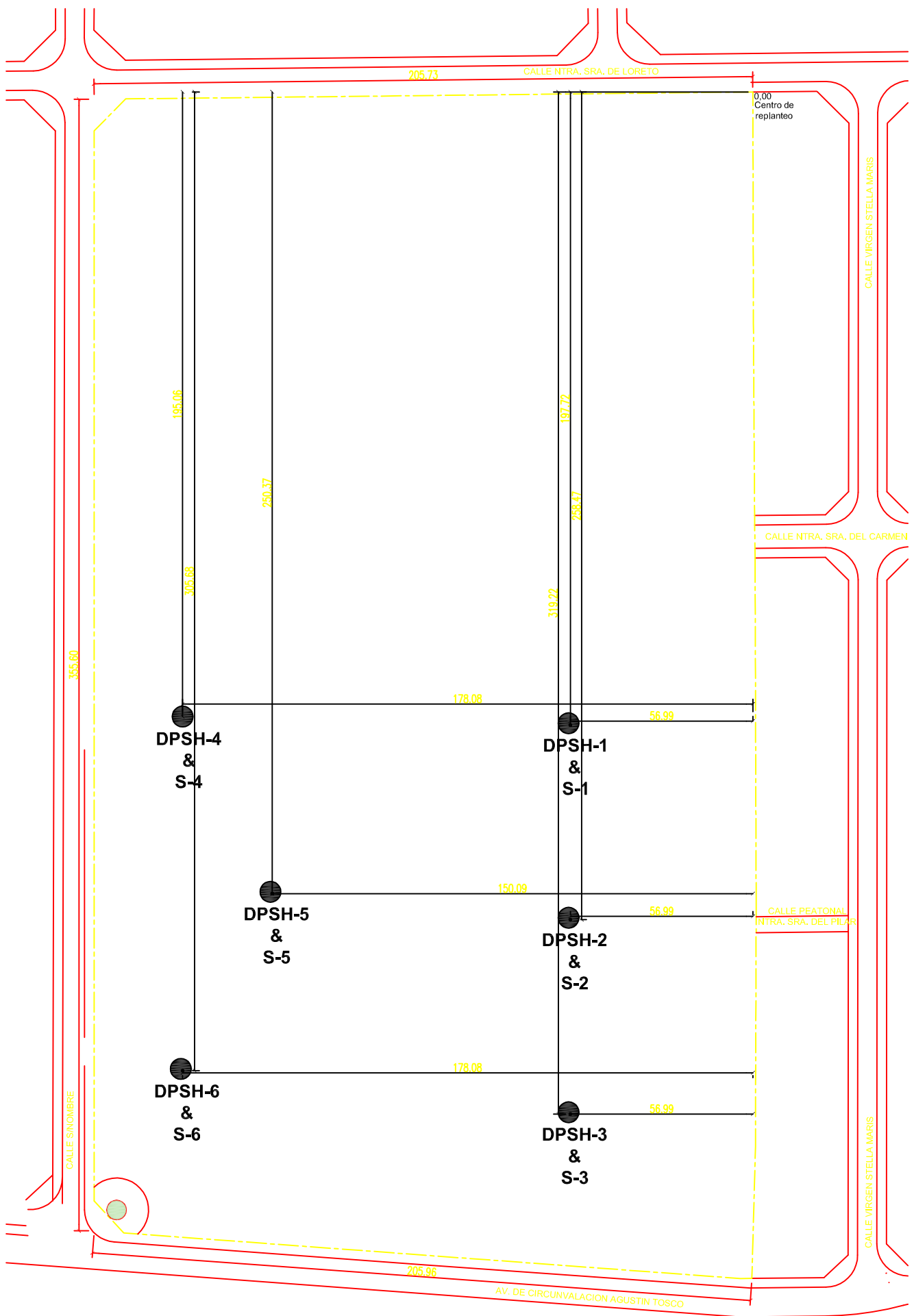


Figura N° 2 - Lugar de ubicación en planta de sondeos geotécnicos  
 Sanatorio Allende Sur - Av. Circunvalación (SO) - B° Solares de Santa María  
 Ciudad de Córdoba



Foto 1 - Vista (histórica) del predio objeto del presente estudio de suelos, desde Av. Circunvalación Agustín Tosco (*Imagen Google Earth, Street View*).



Foto 2 - Vista panorámica, desde el Norte hacia el Sudeste, del predio en estudio.



Foto 3 - Vista panorámica, desde el Norte hacia el Sudoeste, del predio en estudio.



Foto 4 - Lugar de ubicación del sondeo dinámico DPSH-1, al momento de su ejecución (22/12/2021).



Foto 5 - Lugar de ubicación del sondeo dinámico DPSH-2 (22/12/2021).



Foto 6 - Lugar de ubicación del sondeo dinámico DPSH-3 (22/12/2021).



Foto 7 - Lugar de ubicación del sondeo dinámico **DPSH-4** (23/12/2021).



Foto 8 - Lugar de ubicación del sondeo dinámico **DPSH-5** (23/12/2021).



Foto 9 - Lugar de ubicación del sondeo dinámico **DPSH-6** (23/12/2021).



Foto 10 - Vista a boca del sondeo mecánico S-1 (22/12/2021).



Foto 11 - Vista a boca del sondeo mecánico S-2 (22/12/2021).



Foto 12 - Vista a boca del sondeo mecánico S-3 (22/12/2021).



Foto 13 - Vista a boca del sondeo mecánico S-4 (23/12/2021).



Foto 14 - Vista a boca del sondeo mecánico S-5 (23/12/2021).



Foto 15 - Vista a boca del sondeo mecánico S-6 (23/12/2021).





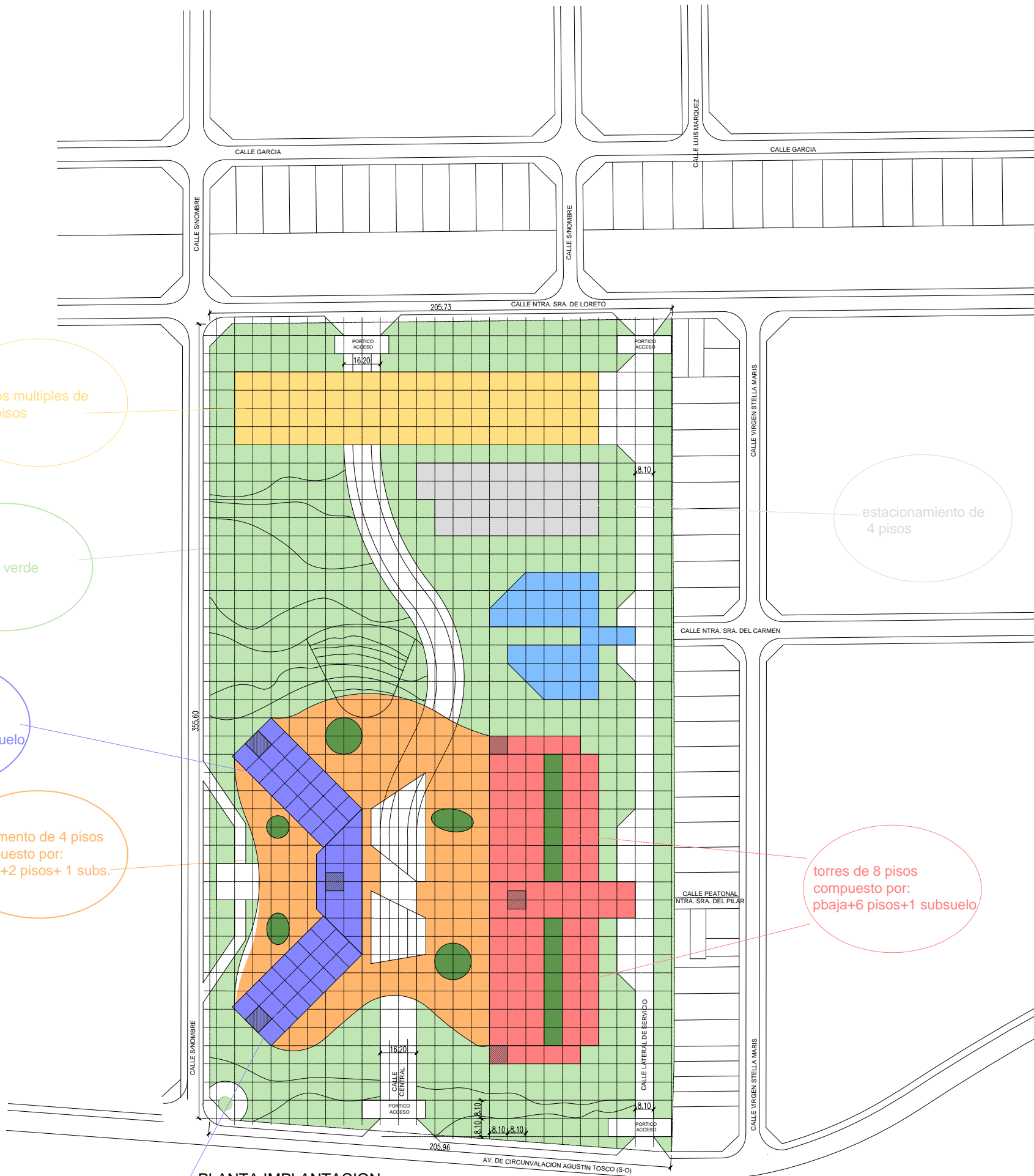
**Anexo 0**  
**Antecedentes Disponibles**  
**ESTUDIO DE SUELOS PRELIMINAR**  
**PARA**  
**SANATORIO ALLENDE SUR**

*Av. Circunvalación (SO) Agustín Tosco (1.500)*  
*B° Solares de Santa María*  
*Ciudad de Córdoba*



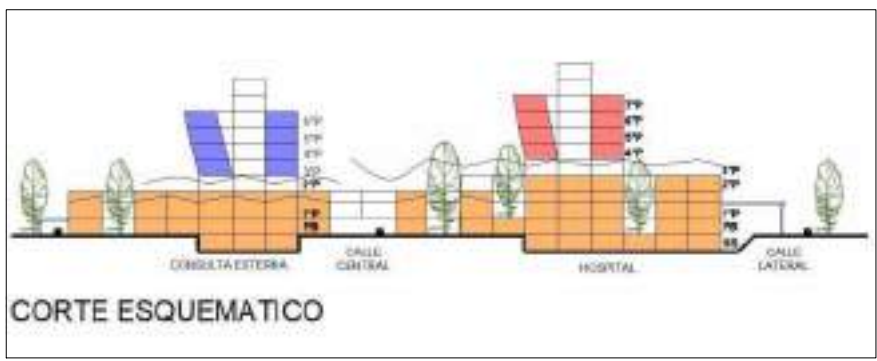
ANTECEDENTES FACILITADOS POR EL COMITENTE  
**OFICINA ARQUITECTURA - SANATORIO ALLENDE**



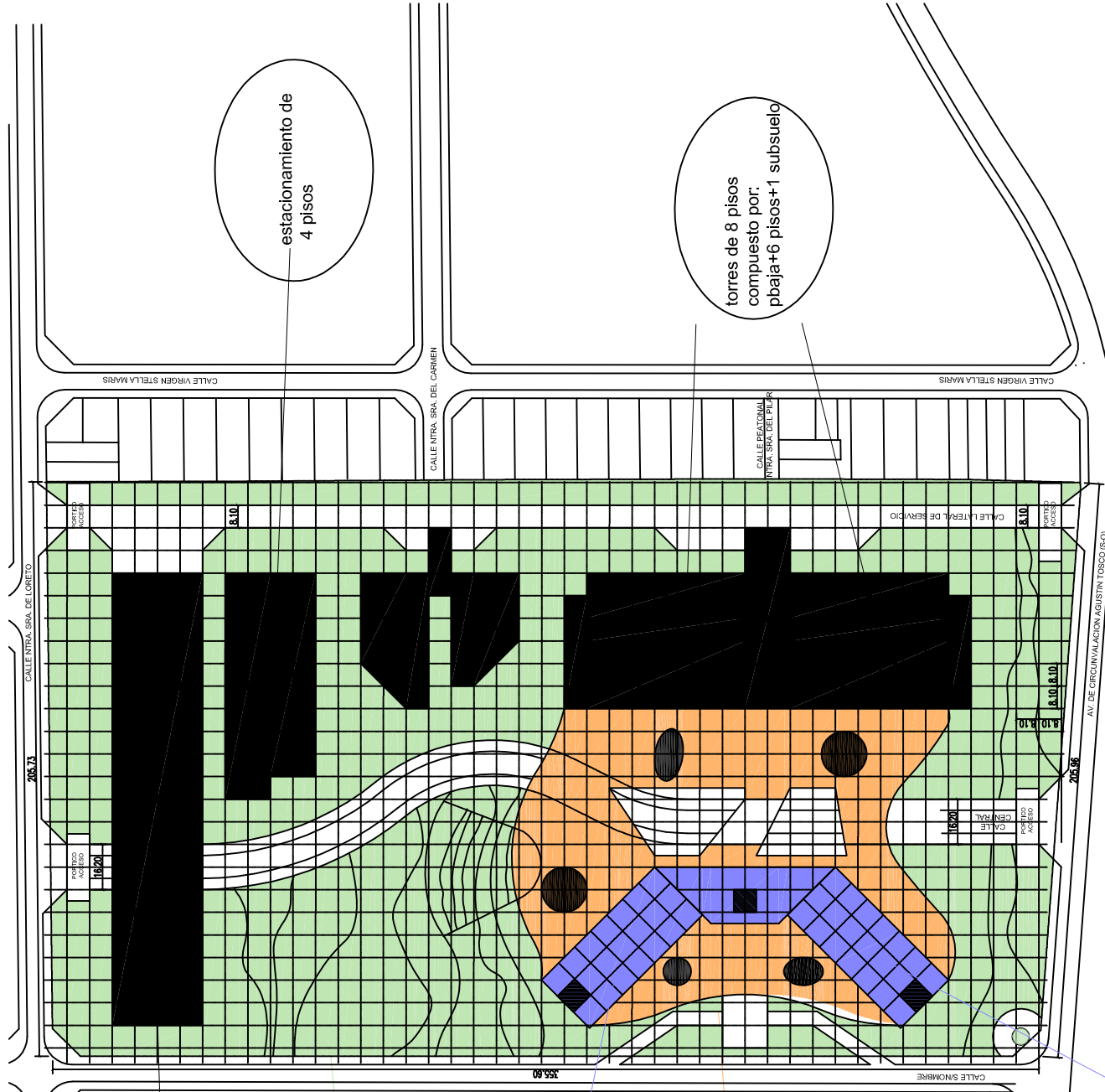


PLANTA IMPLANTACION

torres de 8 pisos compuesto por: pbaja+6 pisos+1 subsuelo



CORTE ESQUEMATICO



Usos multiples de 4 pisos

espacio verde

torres de 8 pisos compuesto por: pbaja+6 pisos+1 subsuelo

basamento de 4 pisos compuesto por: pbaja+2 pisos+ 1 subs.

estacionamiento de 4 pisos

torres de 8 pisos compuesto por: pbaja+6 pisos+1 subsuelo

torres de 8 pisos compuesto por: pbaja+6 pisos+1 subsuelo

PLANTA IMPLANTACION

CALLE INTRA SRA. DEL LORETO

CALLE VIRGEN STELLA MARIS

CALLE INTRA SRA. DEL CARMEN

CALLE INTRA SRA. DEL CARMEN

CALLE VIRGEN STELLA MARIS

CALLE LATERAL DE SERVICIO

AV. DE CIRCUNVALACION AGUSTIN TOSSO (S/O)

CALLE SNOMRE

POSICION PLANTA

POSICION PLANTA

205.73

205.36

355.80

8.10

8.10

8.10

8.10

8.10

8.10

8.10

8.10

8.10

8.10

8.10

8.10

8.10

8.10

8.10

8.10

8.10

8.10

8.10

8.10

8.10

8.10

8.10

8.10

8.10

8.10

8.10

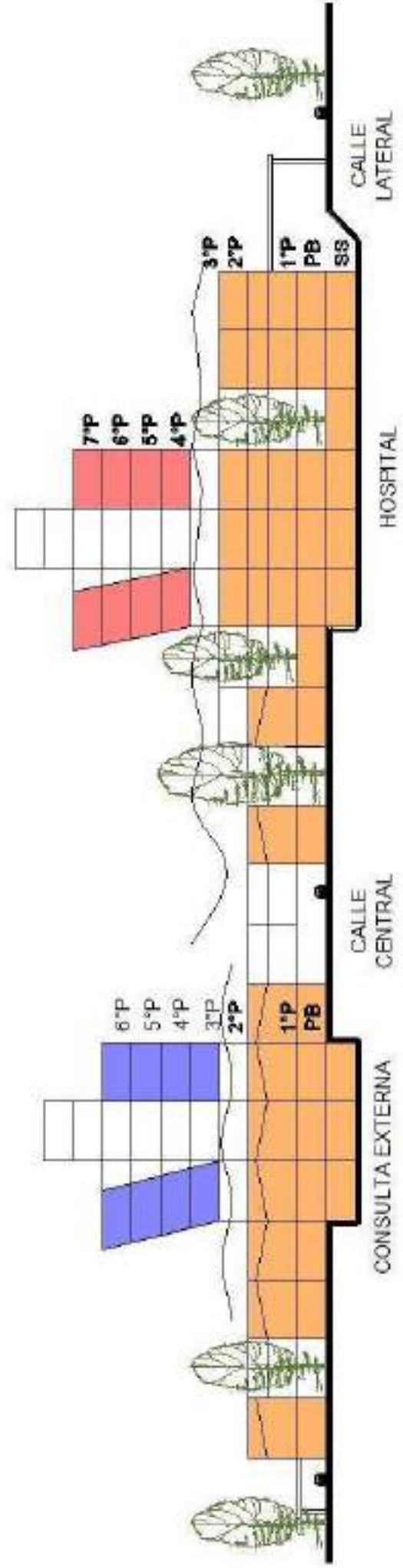
8.10

8.10

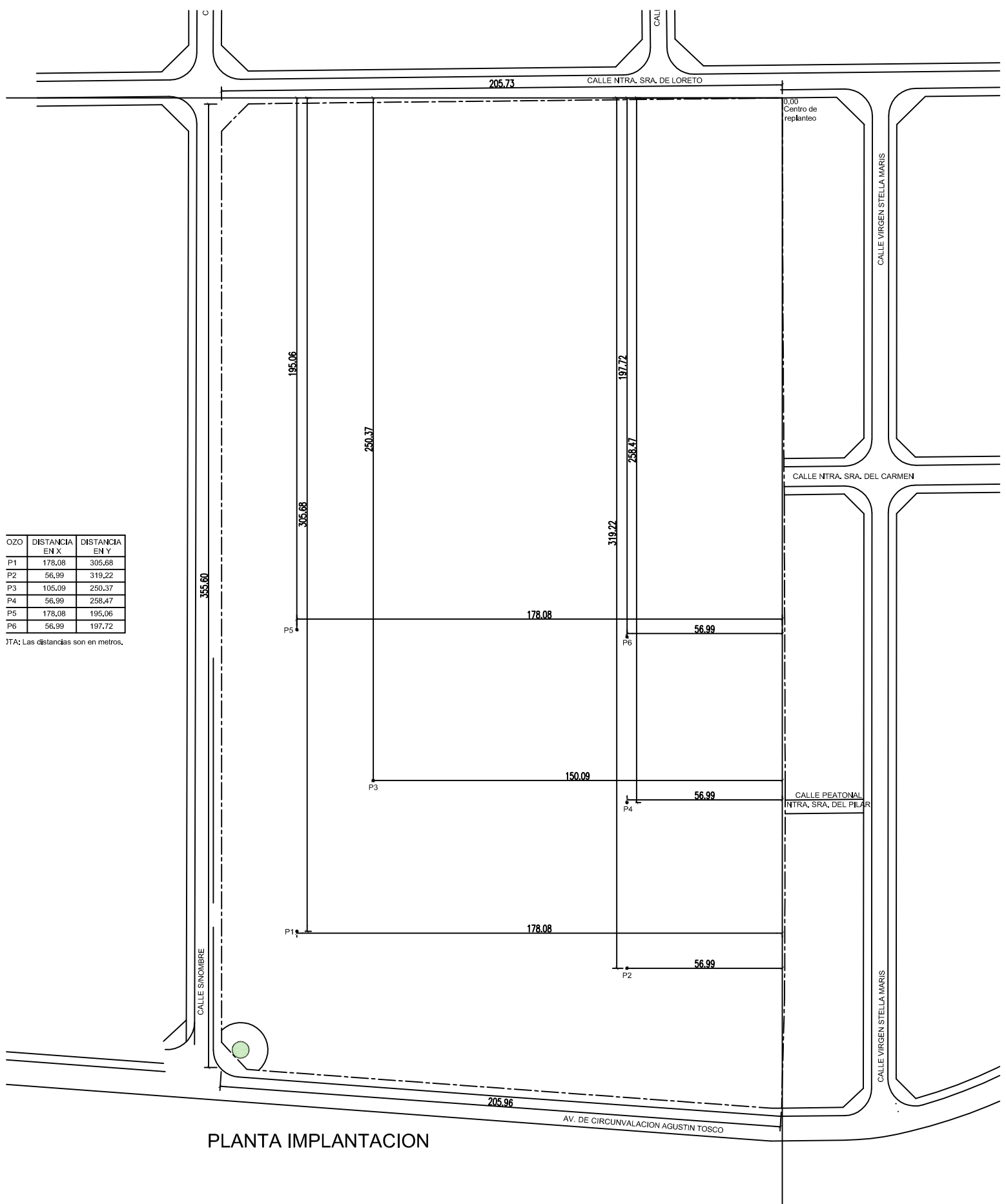
8.10

8.10

8.10



# CORTE ESQUEMATICO



OZO	DISTANCIA EN X	DISTANCIA EN Y
P1	178,08	305,68
P2	56,99	319,22
P3	105,09	250,37
P4	56,99	258,47
P5	178,08	195,06
P6	56,99	197,72

NTA: Las distancias son en metros.

# PLANTA IMPLANTACION

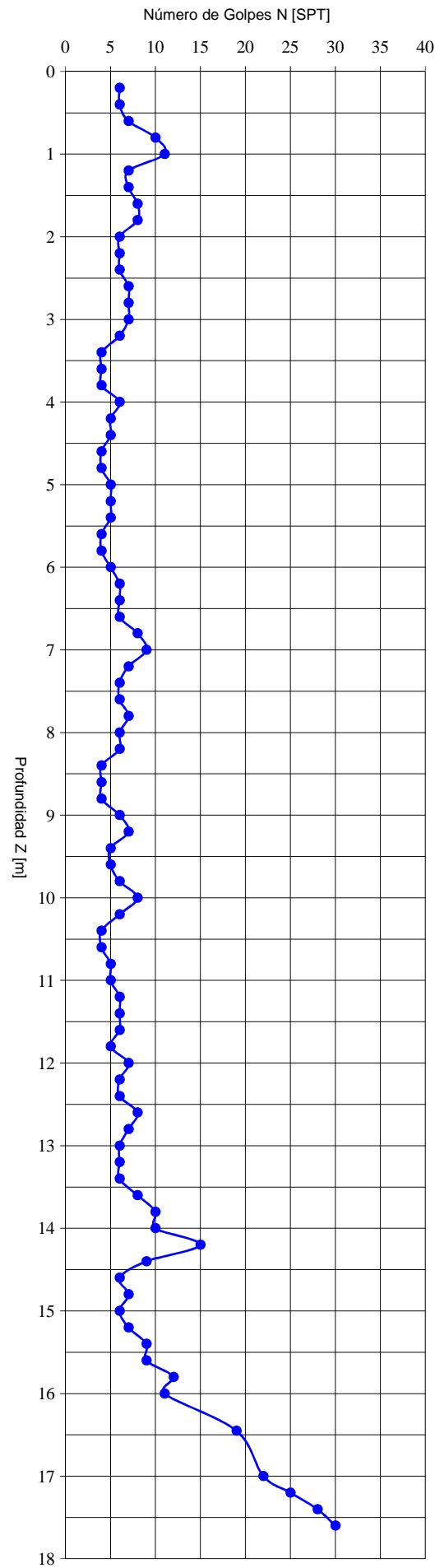


## ANTECEDENTES DE LA BASE DE DATOS DE **INGEO**

**InGeo** - Ingeniería Geotécnica - Estudios y Ensayos de Suelos para la Ingeniería y la Arquitectura  
Sede Norte: Bv. Ricardo Rojas N° 6739 Of. 1 - B° Argüello - X5022EDC - Córdoba - Argentina  
Sede Sur: Calle Pampayasta N° 2191 - B° Oña - X5014EJE - Córdoba - Argentina  
Tel: 0351 639 9189/881 4514/881 4511 - Cel: 351 6622654  
e-mail: [cserrano@ingenieriageotecnica.com](mailto:cserrano@ingenieriageotecnica.com) - [geoserranoc@gmail.com](mailto:geoserranoc@gmail.com) - [sueloserrano@gmail.com](mailto:sueloserrano@gmail.com)  
[www.ingenieriageotecnica.com](http://www.ingenieriageotecnica.com)



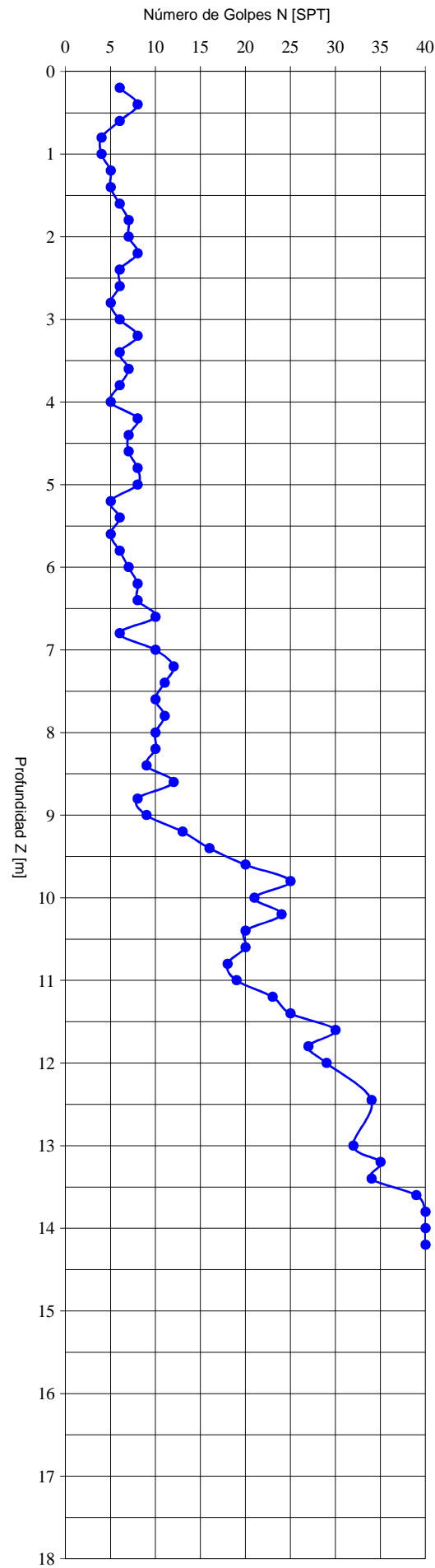
Cota Boca =  
508,00m



Fin de la  
exploración

**Sondeo Dinámico H-1**  
(SDIN1)  
(Nº de golpes equivalente del SPT)  
Granja Nuestras Raíces  
Piscina Nueva  
Ciudad de Córdoba

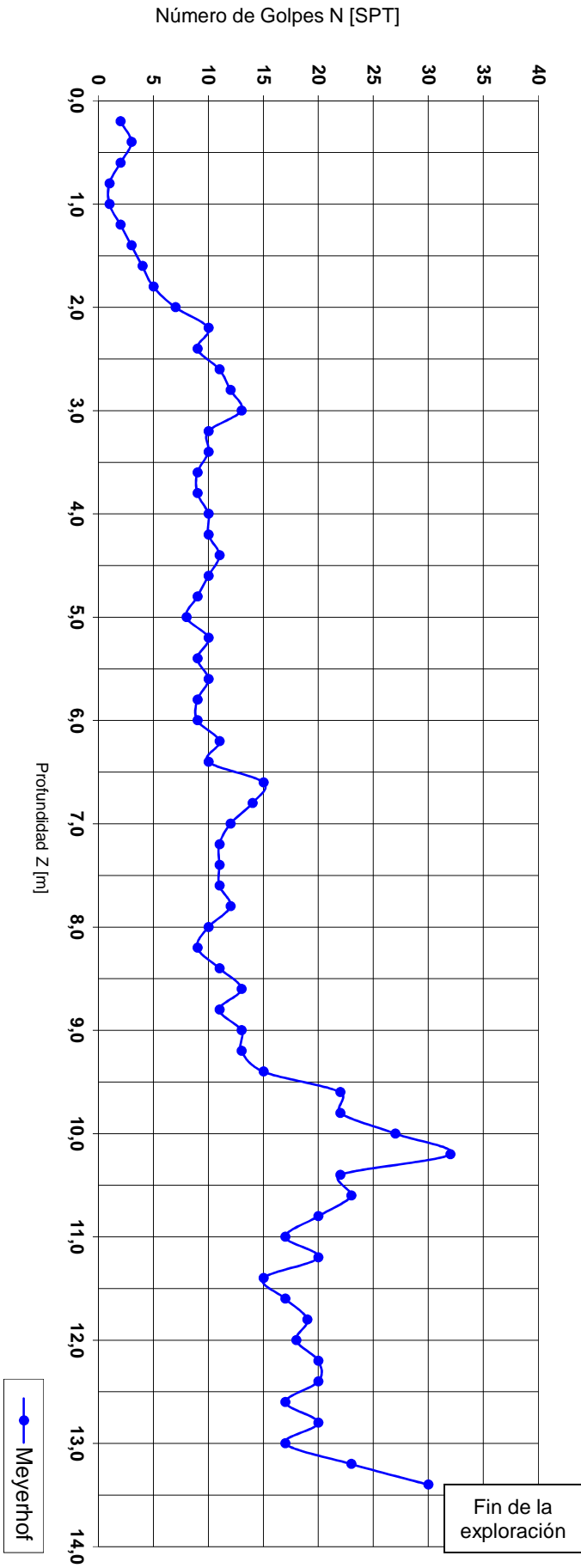
Cota Boca =  
512,40m



Fin de la  
exploración

**Sondeo Dinámico H-2  
(SDIN2)**

(Nº de golpes equivalente del SPT)  
Granja Nuestras Raíces  
Piscina Nueva  
Ciudad de Córdoba



**Hinca Dinámica H-1**  
 (Nº de golpes equivalente del SPT)  
 Lote 24 - Mza 33  
 Country Altos de Manantiales

**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

Sondeo: S-1

Proyecto: Estudio de Suelos para vivienda

Fecha: 29/04/16

Ubicación: Lote 24 Mza 33 - Country Altos de Manantiales - Córdoba

Prof. [m]	Descripción del Suelo	Humedad [%]				Pasante Tamiz # 200 [%]					Observaciones	
		0	10	20	30	0	20	40	60	80		100
0,0-	Limo orgánico con algo de restos antrópicos, color castaño algo oscuro.											
1,0												
2,0	Limo con escasa arena fina y gránulos dispersos de limo medianamente cementado; color castaño claro; baja plasticidad; compacidad suelta, colapsable.											Fácil de excavar
3,0												
4,0												
	<b>Fin de la exploración</b>											No se alumbro el NF

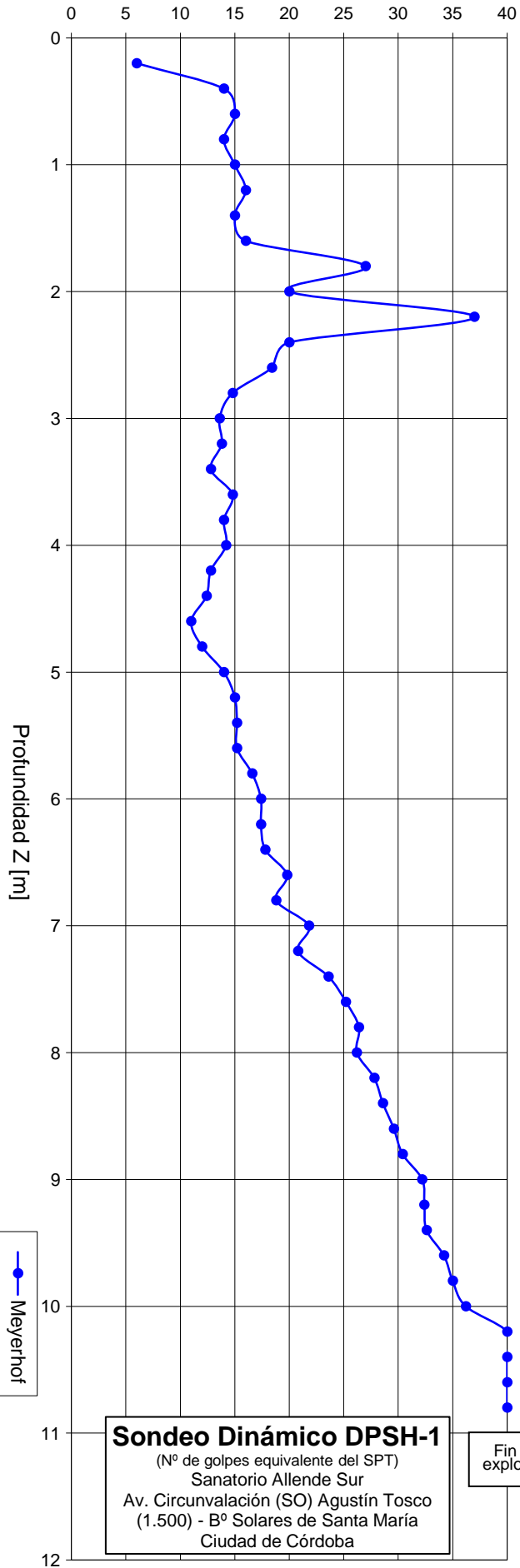
NF: Nivel Freático



**Anexo I**  
**Sondeos de Exploración Geotécnica**  
**ESTUDIO DE SUELOS PRELIMINAR**  
**PARA**  
**SANATORIO ALLENDE SUR**

*Av. Circunvalación (SO) Agustín Tosco (1.500)*  
*B° Solares de Santa María*  
*Ciudad de Córdoba*

Número de Golpes  $N_{20SB}$  [SPT]



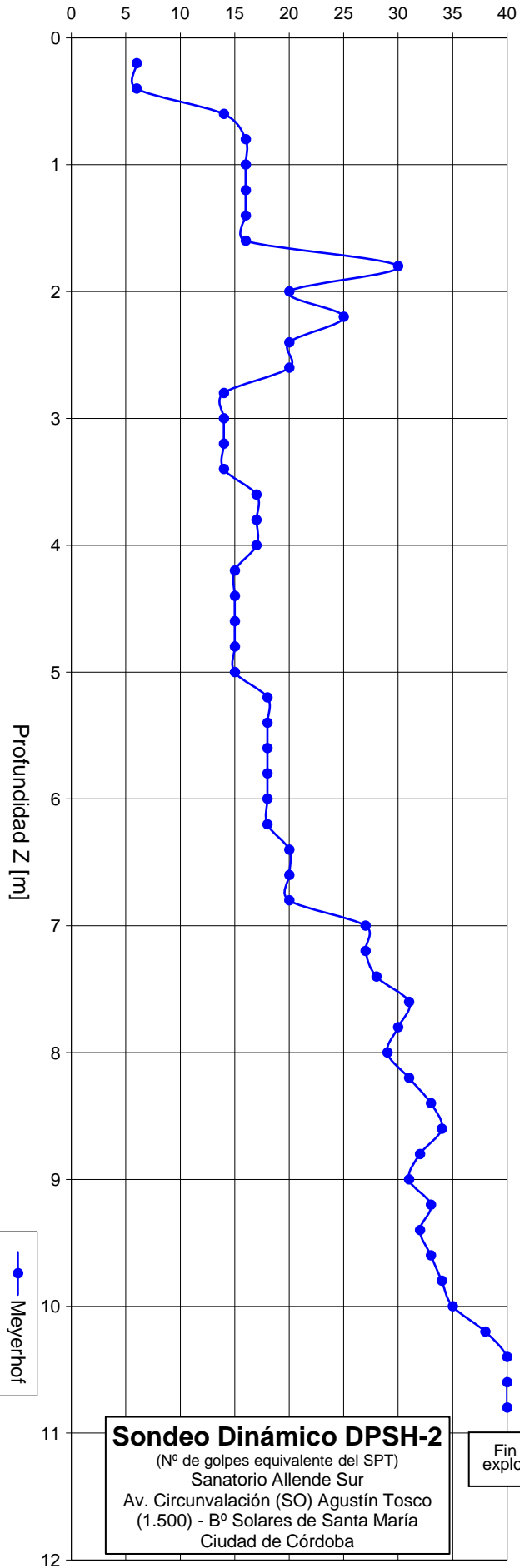
Meyerhof

Rechazo

Fin de la exploración

**Sondeo Dinámico DPSH-1**  
(Nº de golpes equivalente del SPT)  
Sanatorio Allende Sur  
Av. Circunvalación (SO) Agustín Tosco  
(1.500) - Bº Solares de Santa María  
Ciudad de Córdoba

Número de Golpes  $N_{20SB}$  [SPT]



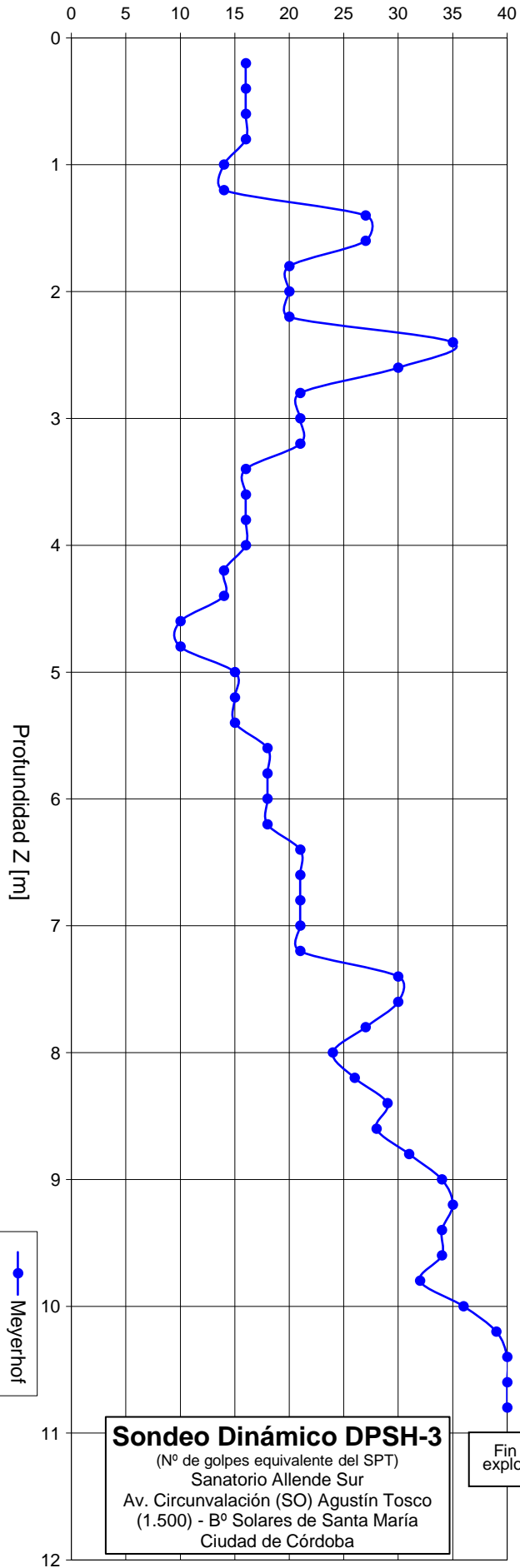
—●— Meyerhof

Rechazo

Fin de la exploración

**Sondeo Dinámico DPSH-2**  
(Nº de golpes equivalente del SPT)  
Sanatorio Allende Sur  
Av. Circunvalación (SO) Agustín Tosco  
(1.500) - Bº Solares de Santa María  
Ciudad de Córdoba

Número de Golpes  $N_{20SB}$  [SPT]



—●— Meyerhof

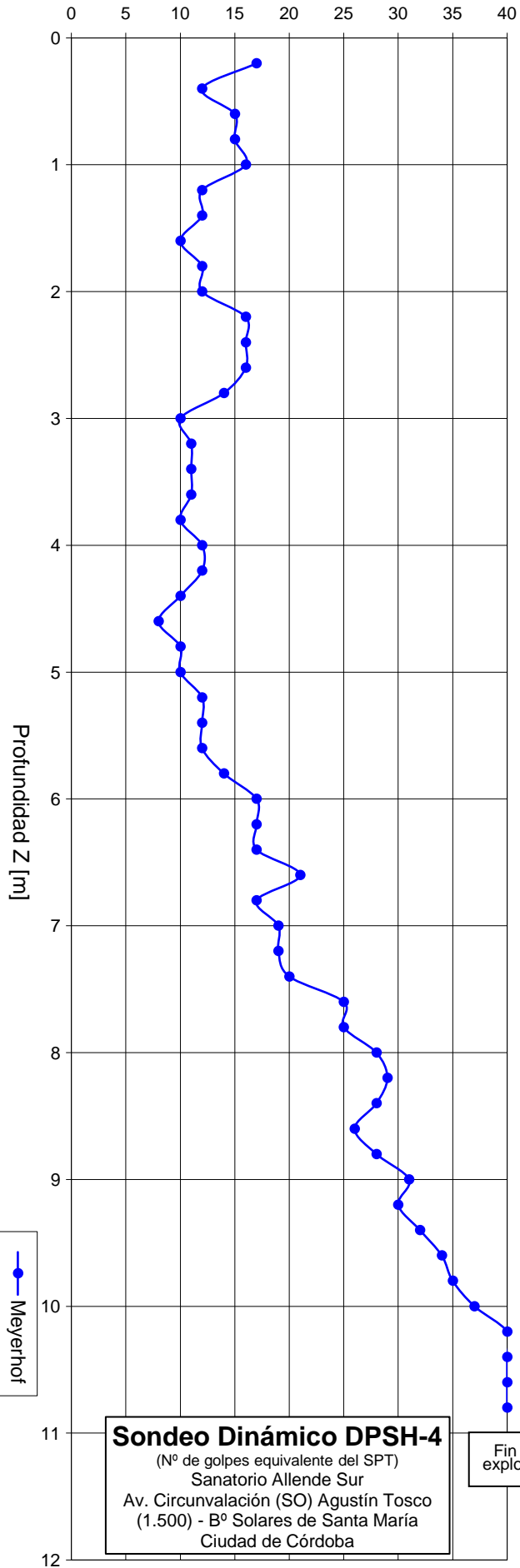
Rechazo

Fin de la exploración

**Sondeo Dinámico DPSH-3**  
(Nº de golpes equivalente del SPT)  
Sanatorio Allende Sur  
Av. Circunvalación (SO) Agustín Tosco  
(1.500) - Bº Solares de Santa María  
Ciudad de Córdoba



Número de Golpes  $N_{20SB}$  [SPT]



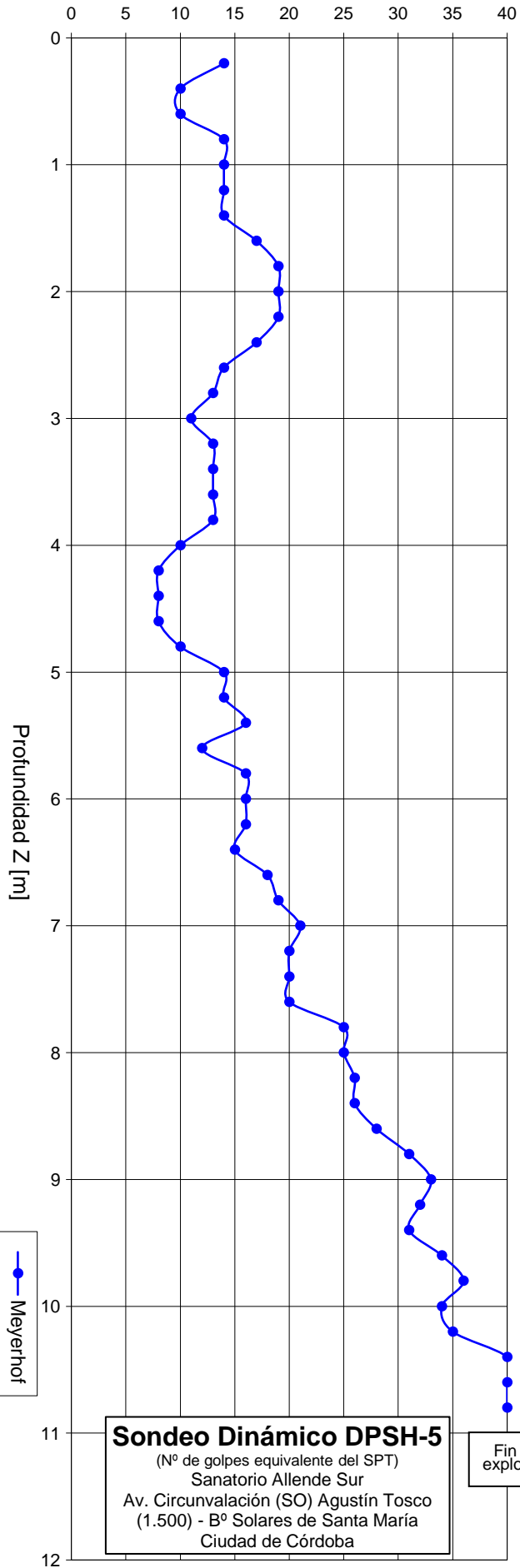
—●— Meyerhof

Rechazo

Fin de la exploración

**Sondeo Dinámico DPSH-4**  
(Nº de golpes equivalente del SPT)  
Sanatorio Allende Sur  
Av. Circunvalación (SO) Agustín Tosco  
(1.500) - Bº Solares de Santa María  
Ciudad de Córdoba

Número de Golpes  $N_{20SB}$  [SPT]



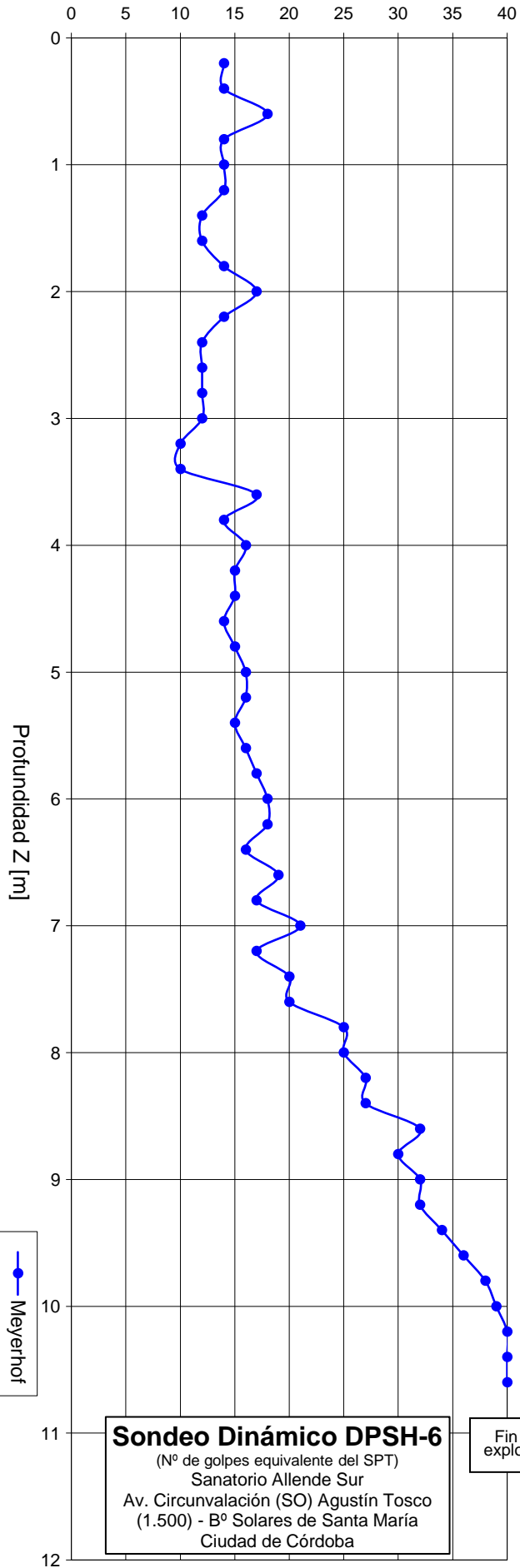
—●— Meyerhof

Rechazo

Fin de la exploración

**Sondeo Dinámico DPSH-5**  
(Nº de golpes equivalente del SPT)  
Sanatorio Allende Sur  
Av. Circunvalación (SO) Agustín Tosco  
(1.500) - Bº Solares de Santa María  
Ciudad de Córdoba

Número de Golpes  $N_{20SB}$  [SPT]



Meyerhof

Rechazo

Fin de la exploración

**Sondeo Dinámico DPSH-6**  
(Nº de golpes equivalente del SPT)  
Sanatorio Allende Sur  
Av. Circunvalación (SO) Agustín Tosco  
(1.500) - Bº Solares de Santa María  
Ciudad de Córdoba



**Anexo II**  
**Resultados de Ensayos de Laboratorio**  
**ESTUDIO DE SUELOS PRELIMINAR**  
**PARA**  
**SANATORIO ALLENDE SUR**

*Av. Circunvalación (SO) Agustín Tosco (1.500)*  
*B° Solares de Santa María*  
*Ciudad de Córdoba*

## ENSAYOS DE HUMEDAD Y LAVADO POR TAMIZ N°200

**Proyecto:** Estudio de Suelos Preliminar

**Obra:** Sanatorio Allende Sur

**Ubicación:** Av. Circunvalación (SO) Agustín Tosco (1500)-B° Solares de Santa María-Ciudad de Córdoba

**Operador:** OB - CHS

**Trabajo:** P-181121-01 **Fecha:** 22-23/12/21



Ingeniería Geotécnica  
Ensayos y estudios de suelos para obras de  
Ingeniería y arquitectura

ID InGeo	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827
Sondeo	S-1	H-1	S-2	H-2	S-3	H-3	S-4	H-4	S-5	H-5	S-6	H-6	H-1	H-3	H-5	H-7	H-8	H-9
Profundidad [m]	1,0	4,0	2,0	6,0	2,0	4,0	1,0	4,0	2,0	5,0	3,0	6,0	10,0	9,6	10,0	10,6	10,6	10,6
Muestra	M1	M4	M1	M6	M1	M3	M1	M4	M1	M5	M1	M6	M10	M9	M9	M8	M8	M8
Pesafiltro N°:	C22	C12	L21	C12B	C8	L20	L16	C32	L14	C16	L23	L3	L34	L38	L44	L44	L44	L44
P <sub>1</sub> [gr]	27,6	27,2	27,5	27,5	27,2	27,4	27,2	23,6	27,4	27,8	23,5	26,4	25,3	25,1	26,2	26,2	26,2	26,2
P <sub>1</sub> +W <sub>sh</sub> [gr]	137,1	114,3	133,6	137,2	171,5	137,1	145,2	161,9	162,1	145,2	161,3	153,6	150,0	155,0	164,0	164,0	164,0	164,0
P <sub>1</sub> +W <sub>ss</sub> [gr]	125,0	104,3	120,0	125,3	146,5	124,7	132,0	154,6	145,1	132,1	144,2	140,6	146,1	147,9	158,6	158,6	158,6	158,6
W <sub>w</sub> [gr]	12,1	10,0	13,5	11,9	25,0	12,4	13,2	7,2	16,9	13,1	17,0	13,0	3,9	7,1	5,4	5,4	5,4	5,4
W <sub>ss</sub> [gr]	97,4	77,2	92,6	97,9	119,3	97,3	104,8	131,1	117,8	104,3	120,8	114,2	120,8	122,8	132,4	132,4	132,4	132,4
<b>w<sub>o</sub> [%]:</b>	<b>12,5</b>	<b>13,0</b>	<b>14,6</b>	<b>12,2</b>	<b>21,0</b>	<b>12,7</b>	<b>12,6</b>	<b>5,5</b>	<b>14,4</b>	<b>12,5</b>	<b>14,1</b>	<b>11,4</b>	<b>3,2</b>	<b>5,8</b>	<b>4,1</b>	<b>4,1</b>	<b>4,1</b>	<b>4,1</b>
Pesafiltro N°:	C22	C12	L21	C12B	C8	L20	L16	C32	L14	C16	L23	L3	L34	L38	L44	L44	L44	L44
P <sub>1</sub> [gr]	27,6	27,2	27,5	27,5	27,2	27,4	27,2	23,6	27,4	27,8	23,5	26,4	25,3	25,1	26,2	26,2	26,2	26,2
P <sub>1</sub> +W <sub>ss</sub> [gr]	125,0	104,3	120,0	125,3	146,5	124,7	132,0	154,6	145,1	132,1	144,2	140,6	146,1	147,9	158,6	158,6	158,6	158,6
W <sub>ss</sub> [gr]	97,4	77,2	92,6	97,9	119,3	97,3	104,8	131,1	117,8	104,3	120,8	114,2	120,8	122,8	132,4	132,4	132,4	132,4
P <sub>1</sub> +W <sub>RT#200</sub> [gr]	30,3	29,7	32,1	30,5	29,2	33,7	30,6	31,3	37,4	31,9	30,2	31,1	114,6	100,2	114,6	114,6	114,6	114,6
W <sub>RT#200</sub> [gr]	2,6	2,5	4,7	3,1	2,0	6,3	3,4	7,7	10,1	4,1	6,8	4,8	89,3	75,1	88,4	88,4	88,4	88,4
<b>Retenido [%]:</b>	<b>2,7</b>	<b>3,2</b>	<b>5,0</b>	<b>3,1</b>	<b>1,7</b>	<b>6,5</b>	<b>3,2</b>	<b>5,9</b>	<b>8,5</b>	<b>3,9</b>	<b>5,6</b>	<b>4,2</b>	<b>73,9</b>	<b>61,2</b>	<b>66,8</b>	<b>66,8</b>	<b>66,8</b>	<b>66,8</b>
<b>Pasante [%]:</b>	<b>97,3</b>	<b>96,8</b>	<b>95,0</b>	<b>96,9</b>	<b>98,3</b>	<b>93,5</b>	<b>96,8</b>	<b>94,1</b>	<b>91,5</b>	<b>96,1</b>	<b>94,4</b>	<b>95,8</b>	<b>26,1</b>	<b>38,8</b>	<b>33,2</b>	<b>33,2</b>	<b>33,2</b>	<b>33,2</b>
<b>Tipo de suelo (S.U.C.S.)</b>	Limo con escasa arena - ML	Limo con escasa arena - ML	Limo con algo de arena - ML	Limo con escasa arena - ML	Limo con escasa arena - ML	Limo con algo de arena - ML	Limo con escasa arena - ML	Limo con algo de arena - ML	Limo con algo de arena - ML	Limo con escasa arena - ML	Limo con algo de arena - ML	Limo con escasa arena - ML	Arena con limo y gravillas - SM	Arena limosa con gravillas - SM	Arena con limo y gravillas - SM	Arena con limo y gravillas - SM	Arena con limo y gravillas - SM	Arena con limo y gravillas - SM

S.U.C.S.= Sistema Unificado de Clasificación de Suelos



Ingeniería Geotécnica  
Ensayos y estudios de suelos  
para obras de ingeniería y  
arquitectura

# COMPRESION CONFINADA - Simple Edómetro

**Proyecto:** Estudio de Suelos Preliminar  
**Obra:** Sanatorio Allende Sur  
**Ubicación:** Av.Circunv.(SO) A.Tosco (1500)-Bº Solares de Sta.María-Córdoba  
**Operador:** OB - CHS  
**Trabajo:** P-181121-01                      **Fecha:** 22-23/12/21  
**Muestra N°:** M2    **Pozo:** S-1                      **Profundidad:** 2.0 m

**Dimensiones del Aro ó Anillo :**

*Molde N° 1 ;*  $\phi$ : 6,0 cm; h: 2,0 cm; Area, W : 28,3 cm<sup>2</sup>; Volumen, v : 56,5 cm<sup>3</sup>  
*Molde N° 2 ;*  $\phi$ : - cm; h: - cm; Area, W : - cm<sup>2</sup>; Volumen, v : - cm<sup>3</sup>

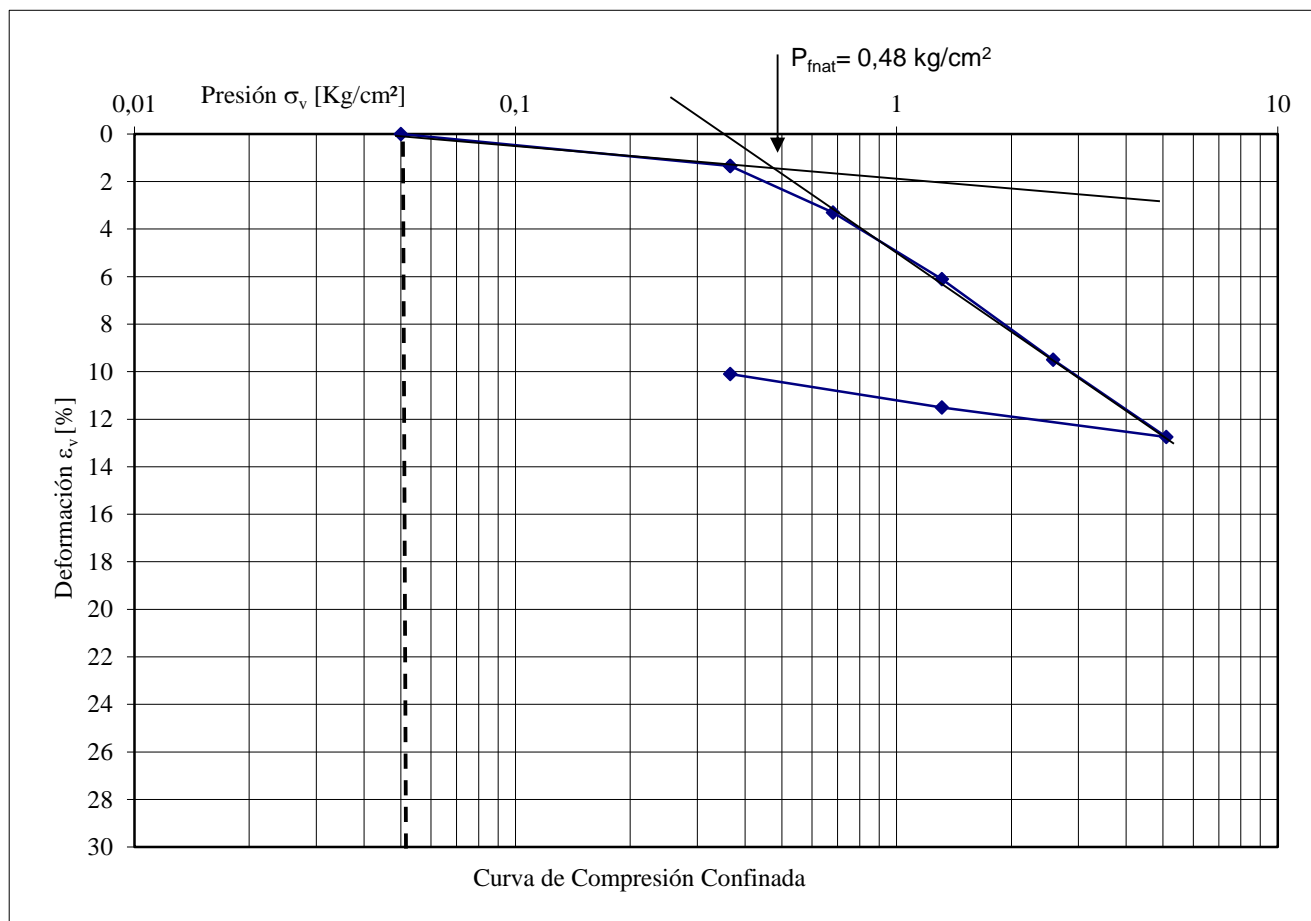
**Humedades Inicial y Final :**

Nº = Pf : 12,9 gr, Pf+Wsh : 27,7 gr; Pf+Wss : 26,0 gr; Ww : 1,7 gr;  $\omega_0$  : 13,0 gr;  
 Nº = Pf : 12,9 gr, Pf+Wsh : 27,7 gr; Pf+Wss : 26,0 gr; Ww : 1,7 gr;  $\omega_f$  : 13,0 gr

**Densidad Suelo Húmedo y Seco:**

$\gamma_{sh}$  : 1,67 gr/cm<sup>3</sup>;  $\gamma_{ss}$  : 1,48 gr/cm<sup>3</sup>

**Datos de Ensayo :**





Ingeniería Geotécnica  
Ensayos y estudios de suelos  
para obras de ingeniería y  
arquitectura

## COMPRESION CONFINADA - Simple Edómetro

Proyecto: Estudio de Suelos Preliminar

Obra: Sanatorio Allende Sur

Ubicación: Av.Circunv.(SO) A.Tosco (1500)-Bº Solares de Sta.María-Córdoba

Operador: OB - CHS

Trabajo: P-181121-01

Fecha: 22-23/12/21

Muestra N°: M1 Pozo: S-3 Profundidad: 1,0 m

### Dimensiones del Aro ó Anillo :

Molde N° 1 ;  $\phi$ : 6,0 cm; h: 2,0 cm; Area, W : 28,3 cm<sup>2</sup>; Volumen, v : 56,5 cm<sup>3</sup>

Molde N° 2 ;  $\phi$ : - cm; h: - cm; Area, W : - cm<sup>2</sup>; Volumen, v : - cm<sup>3</sup>

### Humedades Inicial y Final :

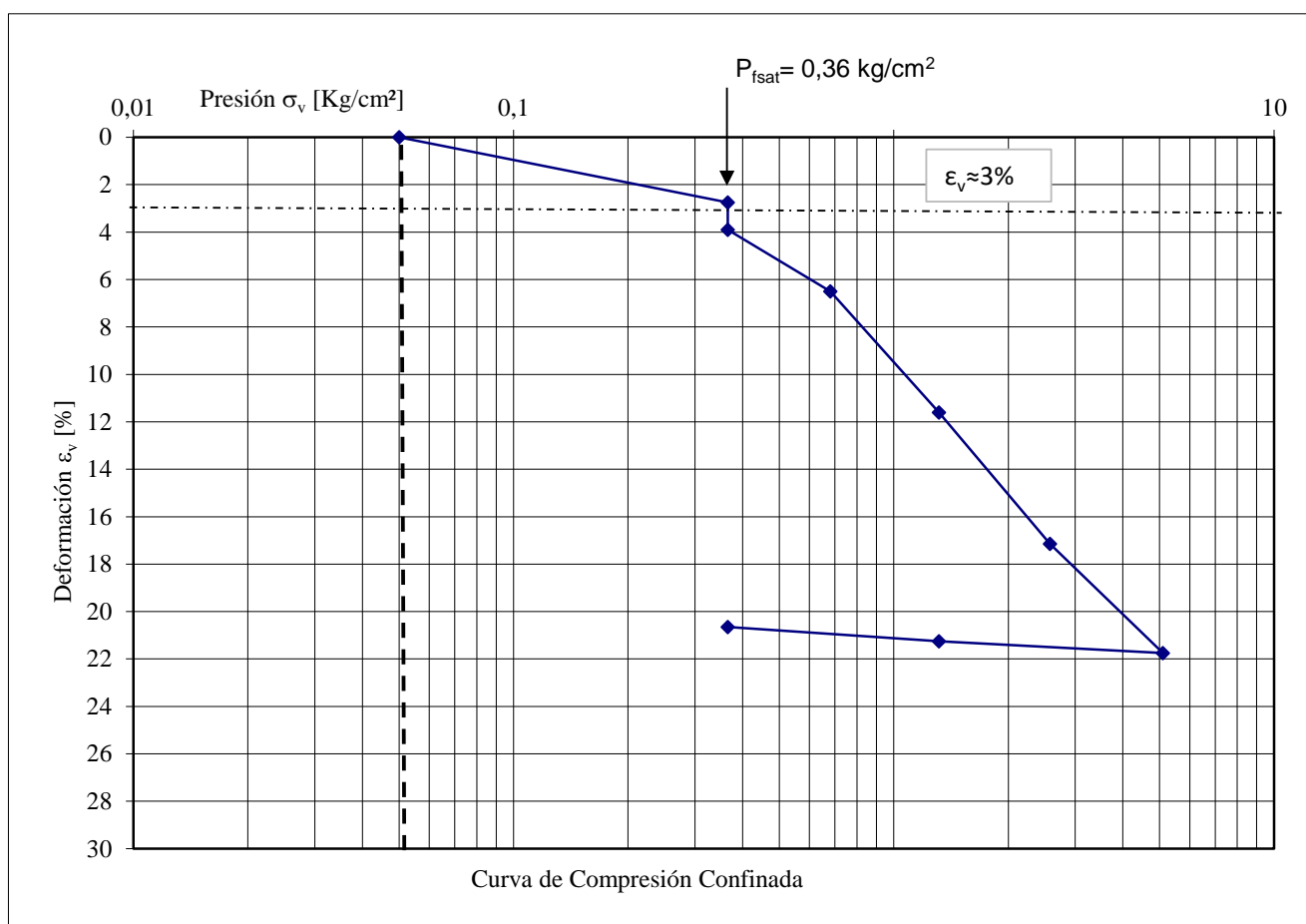
N° = Pf : 13,0 gr, Pf+Wsh : 39,6 gr; Pf+Wss : 36,8 gr; Ww : 2,8 gr;  $\omega_0$  : 11,8

N° = Pf : 13,3 gr, Pf+Wsh : 88,7 gr; Pf+Wss : 73,1 gr; Ww : 15,6 gr;  $\omega_f$  : 26,1

### Densidad Suelo Húmedo y Seco:

$\gamma_{sh}$  : 1,42 gr/cm<sup>3</sup>;  $\gamma_{ss}$  : 1,27 gr/cm<sup>3</sup>

### Datos de Ensayo :





Ingeniería Geotécnica  
Ensayos y estudios de suelos para  
obras de ingeniería y  
arquitectura

## COMPRESION CONFINADA - Simple Edómetro

Proyecto: Estudio de Suelos Preliminar

Obra: Sanatorio Allende Sur

Ubicación: Av.Circunv.(SO) A.Tosco (1500)-Bº Solares de Sta.María-Córdoba

Operador: OB - CHS

Trabajo: P-181121-01

Fecha: 22-23/12/21

Muestra N° : M2 Pozo: S-6 Profundidad: 2,0 m

### Dimensiones del Aro ó Anillo :

Molde N° 1 ;  $\phi$ : 6,0 cm; h: 2,0 cm; Area, W : 28,3 cm<sup>2</sup>; Volumen, 56,5 cm<sup>3</sup>

Molde N° 2 ;  $\phi$ : - cm; h: - cm; Area, W : - cm<sup>2</sup>; Volumen, - cm<sup>3</sup>

### Humedades Inicial y Final :

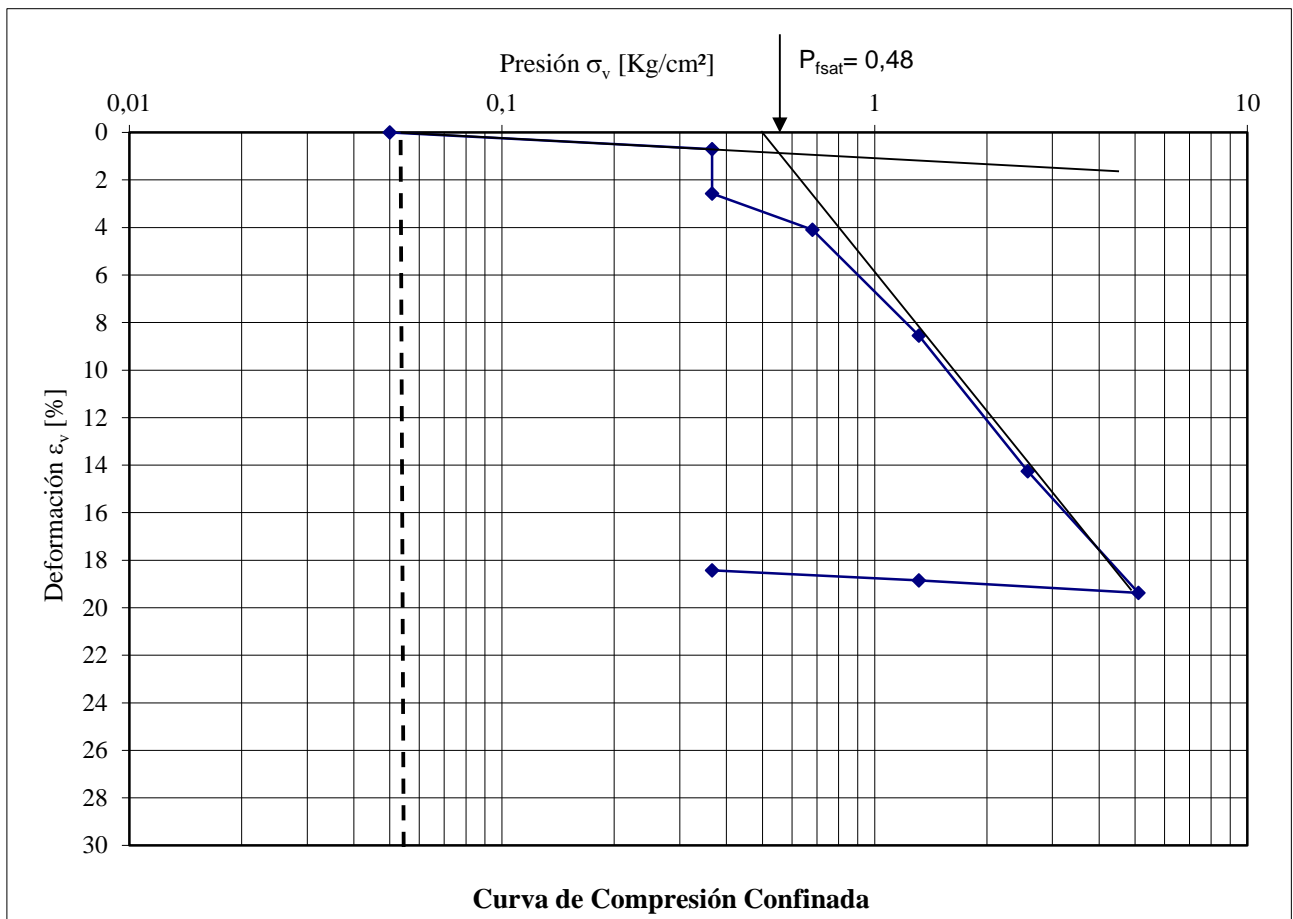
N° 12 ==> Pf : 12,9 gr, Pf+Wsh : 31,4 gr; Pf+Wss : 29,1 gr; Ww : 2,3 gr;  $\omega_0$  : 14,2%

N° 13 ==> Pf : 13,6 gr, Pf+Wsh : 35,6 gr; Pf+Wss : 30,7 gr; Ww : 4,9 gr;  $\omega_f$  : 28,7%

### Densidad Suelo Húmedo y Seco:

$\gamma_{sh}$  : 1,50 gr/cm<sup>3</sup>;  $\gamma_{ss}$  : 1,31 gr/cm<sup>3</sup>

### Datos de Ensayo :



Salto de deformación específica por hidrocólaps,  $\epsilon_w = 1,87\%$