

PROYECTO

“Programa CR-T1204-P002:

**Construcción de Delegación Policial de Jacó del Ministerio de Seguridad
Pública”**

LOCALIZACIÓN

Distrito: Jacó
Cantón: Garabito
Provincia: Puntarenas

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

PROFESIONALES

Ing. Mario Villegas Jiménez	Ing. Miguel A. Rojas Salas
Número de cédula: 205760012	Número de cédula: 107330059
Número de colegiado: IC-20699	Número de colegiado: IC-5352
Consultor SETENA: CI-132-2014	Consultor SETENA: CI-133-14

Noviembre 2020

Heredia, Noviembre de 2020

Señores
Banco Interamericano de Desarrollo
Presente

Asunto: Estudio de suelos. Programa CR-T1204-P002

Informe número: 20-OTS-0156-7390

Estimados señores:

Sírvanse encontrar a continuación los resultados del estudio de suelos solicitado para el proyecto de **Construcción de Delegación Policial de Jacó del Ministerio de Seguridad Pública** en el lote con plano de catastro N° 6-2103252-2019, el cual se encuentra ubicado en el distrito de Jacó, cantón de Garabito, provincia de Puntarenas.

Cualquier aclaración o ampliación que se requiera del estudio estamos a la orden.

Nos complace informarle que Vieto & asociados ha alcanzado la acreditación ECA, alcance LE-023-R01 bajo la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, cumpliendo con la ley 8279 del Sistema Nacional de Calidad, para mayor información sobre nuestro alcance visitar la página www.eca.or.cr



20-OTS-0156-2015

Documento de responsabilidad profesional

Los suscritos **Mario Villegas Jiménez**, portador de la cédula de identidad número 205760012, profesional en **Ingeniería Civil** Incorporado al colegio de profesionales Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, número de colegiado: **IC-20699** consultor inscrito en la Secretaría Técnica Nacional Ambiental, según registro CI-132-14-SETENA, cuya vigencia se encuentra al día hasta el año 2022 y **Miguel A. Rojas Salas** portador de la cédula de identidad número 107330059, profesional en **Ingeniería Civil** Incorporado al colegio de profesionales Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, número de colegiado: **IC-5352** consultor inscrito en la Secretaría Técnica Nacional Ambiental, según registro CI-133-14-SETENA, cuya vigencia se encuentra al día hasta el año 2022, manifestamos ser responsables directos de la información técnica científica que se aporta en el presente documento.

En virtud de ello, sometemos los Datos Geotécnicos de Capacidad de Soporte del informe de Vieto & Asociados No. 20-OTS-0156-7390 al conocimiento de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), como autoridad en materia de Evaluación de Impacto Ambiental del Estado costarricense, con el objetivo de que sean analizados y se constate que los mismos han cumplido con los lineamientos técnicos y normativos establecidos.

Se tiene presente que en apego al artículo 5 del Decreto Ejecutivo 32712-MINAE, la información contenida de estos datos, se presenta bajo el concepto de Declaración Jurada y a conocimiento y conciencia de que dicha información es actual y verdadera y que en caso contrario pueden derivarse consecuencias penales del hecho. Por lo cual, manifiesto que, de encontrarse alguna irregularidad en la información relacionada con el estudio realizado, se asumen las responsabilidades que corresponden en el marco del alcance de servicio ofrecido.

Ing. Mario Villegas Jiménez MGE
Departamento de Geotecnia IC-20699
Consultor No.CI-132-2014-SETENA

Ing. Miguel A. Rojas Salas
Departamento de Geotecnia IC-5352
Consultor No.CI-133-2014-SETENA

1. TABLA DE CONTENIDO

	Página
2. Introducción	3
2.1 Objetivo del estudio	3
2.2 Coordinación profesional	3
2.3 Datos sobre el terreno estudiado	3
2.4 Condiciones del terreno	5
2.5 Correlación e interacción con datos de geología de la zona	6
3. Trabajo realizado	7
3.1 Sondeos y metodología aplicada	7
3.2 Ensayos	8
3.3 Resumen de perforaciones	9
4. Resultados geotécnicos obtenidos	10
4.1 Descripción de los estratos y clasificación de los suelos	10
4.2 Resumen de hojas de perforación y fotos	14
5. Evaluación de resultados	30
6. Conclusiones y recomendaciones	31
6.1 Conclusiones técnicas	31
6.2 Observaciones y recomendaciones generales	31
6.3 Recomendaciones para contrapisos	33
6.4 Parámetros de interés	33
6.5 Tipo de suelo para diseño estructural	34
6.6 Recomendaciones para rellenos	34
6.7 Recomendaciones para estructuras de retención	34
6.8 Expansividad de suelos	35
6.9 Asentamientos	35
7. Discusión de los grados de incertidumbre y alcance del estudio	36
8. Referencia bibliográficas	37
Anexos	38

2. INTRODUCCIÓN

2.1 Objetivo del estudio

- ∅ Estudiar las características físicas y mecánicas del terreno en la zona de interés.
- ∅ Estimar las capacidades soportantes del terreno en los sitios de las perforaciones.
- ∅ Presentar recomendaciones generales para la cimentación de obras en el sitio.

2.2 Coordinación profesional

Se realizó el siguiente estudio de suelos coordinado por el Ing. Mario Villegas Jiménez, IC-20699.

2.3 Datos sobre el terreno estudiado

El terreno estudiado es parte del lote con plano de catastro N° 6-2103252-2019, el cual se encuentra ubicado en el distrito de Jacó, cantón Garabito, provincia Puntarenas. Según la información suministrada, en el sitio se proyecta la construcción de la Delegación Policial.

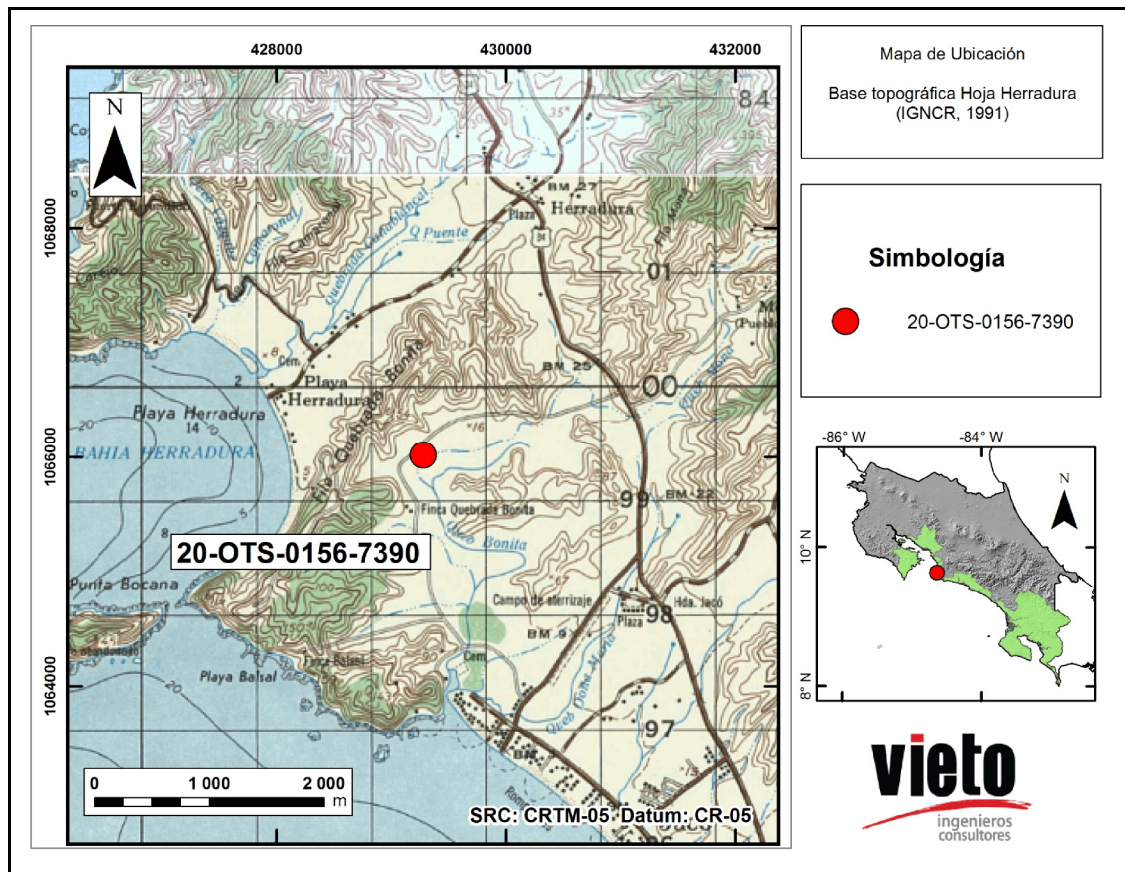


Figura. Mapa de ubicación de la zona en estudio. Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

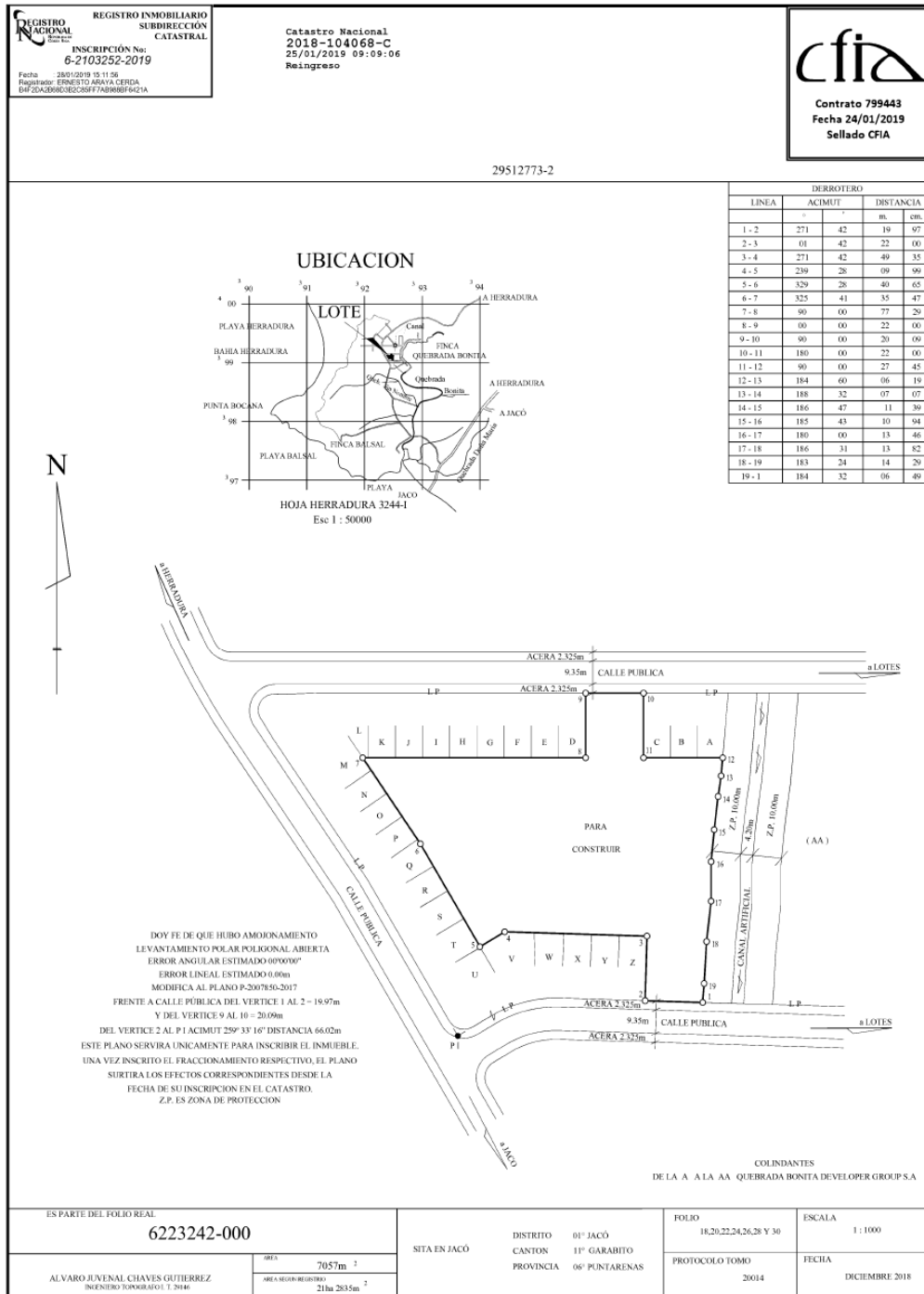


Figura. Plano de catastro
Fuente: Información suministrada.

2.4 Condiciones del terreno

El terreno estudiado presenta una topografía plana. La superficie del terreno se encuentra parcialmente expuesta. No existen edificaciones construidas dentro de la propiedad.

A continuación se presentan imágenes que ilustran las condiciones del terreno al momento de ejecutar los trabajos en el sitio.



Fotografía. Vista sitio en estudio.



Fotografía. Vista sitio en estudio.

2.5 Correlación e interacción con datos de geología de la zona

Geomorfológicamente el área de estudio se localiza en la planicie de transición Herradura-Jacó, la cual es delimitada por las serranías disectadas del Complejo de Nicoya y por los cordones litorales activos de Playa Jacó. Estratigráficamente, el sitio se localiza sobre los depósitos aluviales recientes de origen marino y de transición fluvial (Denyer & Alvarado, 2007). En las serranías circundantes, afloran las rocas del Complejo de Nicoya, como cerros disectados compuestos por lavas basálticas toleíticas, con intercalaciones de hialoclastitas y sedimentos pelágicos datados del Cretácico Medio. Presentan intensa deformación, alteración y remplazo mineral (Denyer & Alvarado, 2007; Kussmaul, 2000).

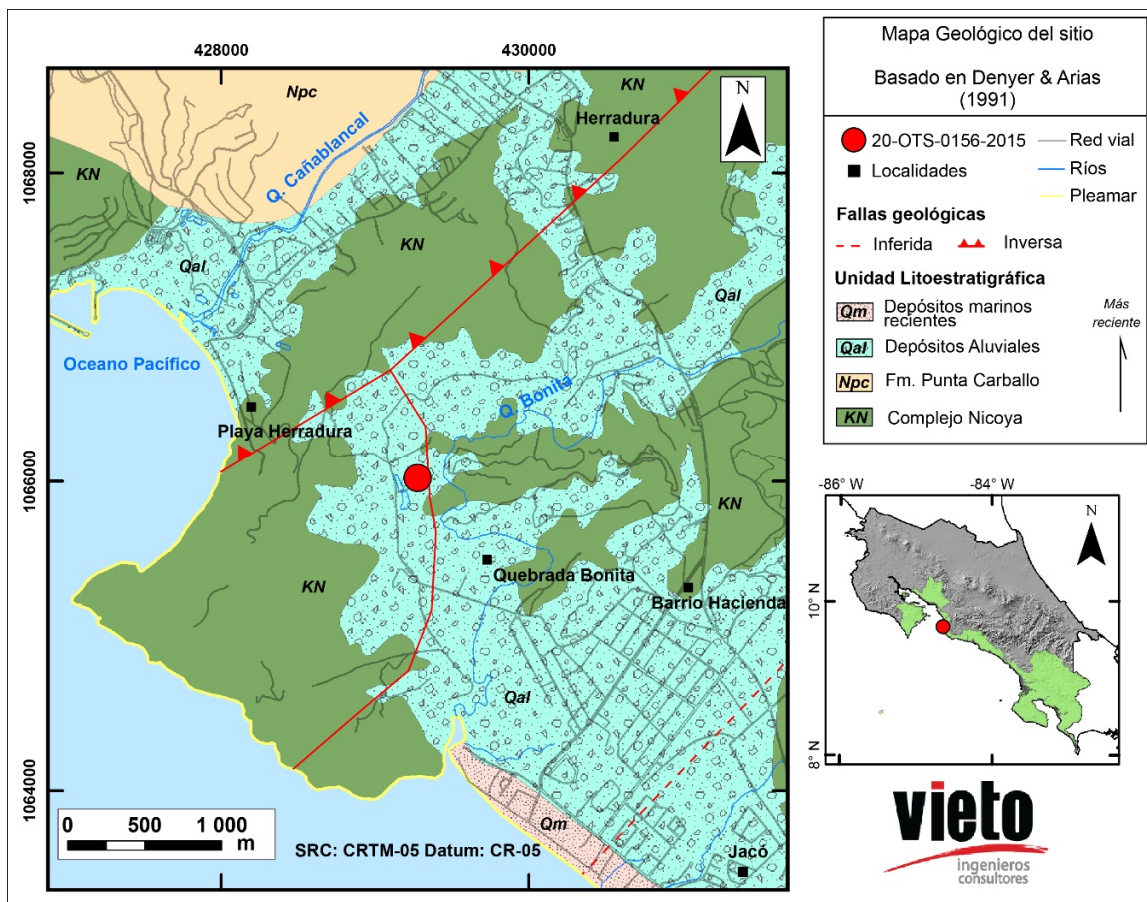


Figura. Mapa geológico del sitio. Fuente: Denyer & Alvarado (2007).

Se encuentran alineamientos paleotectónicos (no activos) que delimitan el afloramiento del Complejo de Nicoya e inicio del piedemonte del Promontorio de Herradura, límite que delimita la deformación en rocas cretácicas. Hacia el suroeste se encuentra la Fosa Mesoamericana, fuente de sismicidad en la zona debido a la convergencia cercana de la Placa Cocos bajo la Placa Caribe (Denyer, Montero & Alvarado, 2009).

3. TRABAJO REALIZADO

3.1 Sondeos y metodología aplicada

Según lo solicitado, se realizaron perforaciones a percusión utilizando muestreador estándar, con el objetivo de evaluar el comportamiento del suelo existente en el sitio de interés para el proyecto.

La metodología empleada se conoce con el nombre de Prueba de Perforación Estándar SPT (*Standard Penetration Test*) cuya práctica se encuentra normada por ASTM (*American Society of Testing Materials*) bajo el número ASTM D 1586* (INS-L-062).

Esta práctica es universalmente aceptada para la exploración de suelos con el fin de estimar y correlacionar características mecánicas y capacidades soportantes del terreno.

Las muestras inalteradas extraídas en el campo fueron transportadas adecuadamente al laboratorio de Vieto & Asociados S.A. para su análisis.

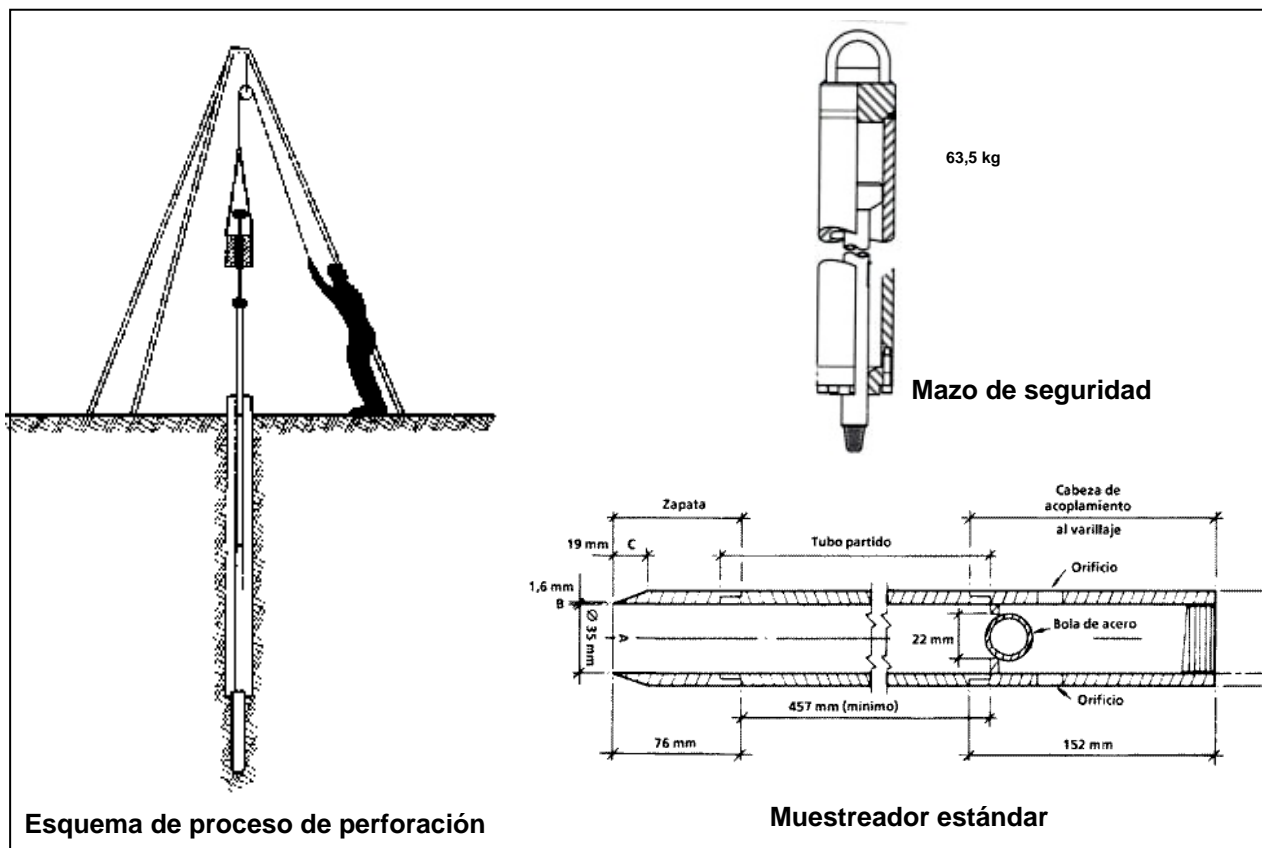


Figura. Esquemas de elementos utilizados en perforación SPT según ASTM D1586.

3.2 Ensayos

Las muestras extraídas en el campo fueron transportadas al laboratorio de Vieto & Asociados S.A. y analizadas para determinar características físicas y mecánicas de los diferentes estratos, tales como resistencia a la compresión confinada, humedad natural, límites de consistencia, distribución de tamaños de partículas y clasificación por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

Con base en la información obtenida se elaboró los perfiles de la estratigrafía del suelo en cada zona de estudio los cuales se muestran en las hojas de resumen de la perforación.

Seguidamente se indican los métodos utilizados que se desarrollan en el estudio de acuerdo con la aplicabilidad del caso según las características de los suelos.

Prueba de penetración y muestreo de suelos con muestreador partido (SPT)*	ASTM D1586
Práctica para preservación y transporte de muestras de suelo*	ASTM D4220
Método para el análisis granulométrico en mallas de agregado fino y grueso*	INTE C46 ASTM C136 AASHTO T27
Ensayo para determinar la cantidad de material más fino que 75 µm (No. 200) tamizado mediante lavado*	ASTM D1140
Humedad natural de suelos*	ASTM D2216 AASHTO T265
Método de ensayo para límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelo*	ASTM D4318 AASHTO T89 AASHTO T90
Método de ensayo estándar para esfuerzo de compresión confinada de suelos cohesivos*	ASTM D2166
Práctica para la descripción e identificación de suelos* (Procedimiento visual-manual)	ASTM D2488
Clasificación de suelos para propósitos de ingeniería* (Sistema Unificado de Clasificación de suelos)	ASTM D2487
Peso unitario de suelos**	ASTM D2937
Peso unitario de suelos**	ASTM D7263

* Ensayo acreditado
** Ensayo no acreditado

3.3 Resumen de perforaciones

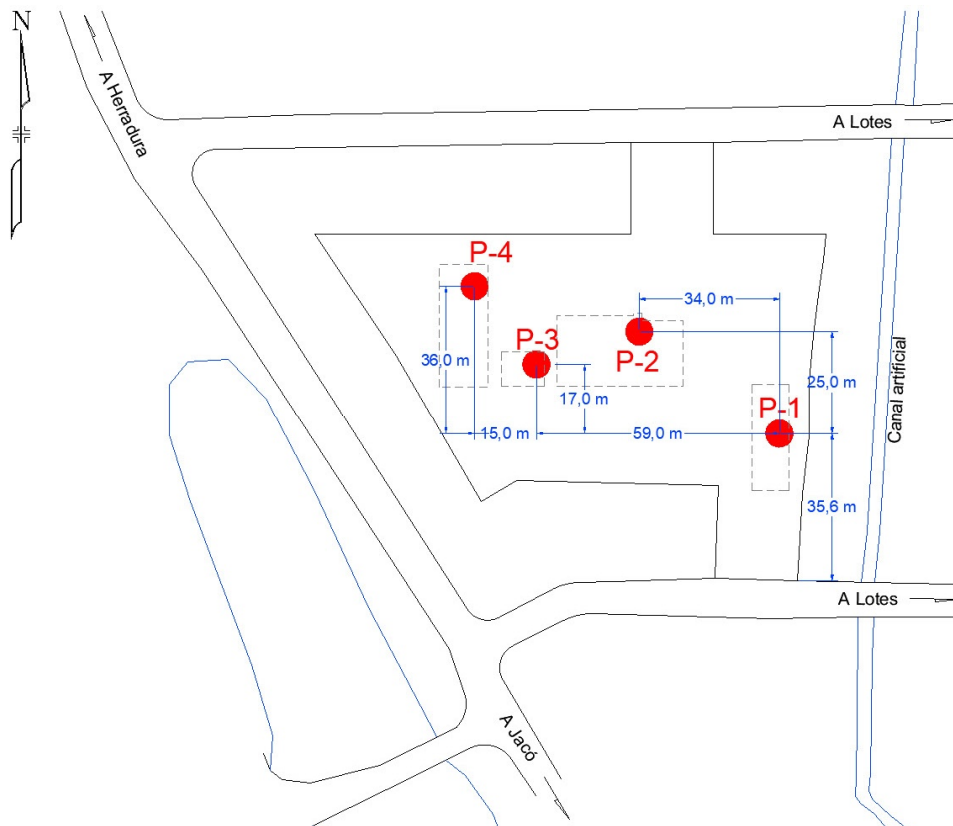


Figura. Diagrama de perforaciones. Sin escala.
Nota: Las medidas son aproximadas

Tabla. Resumen de datos de perforaciones.

Perforación	Coordenadas GPS CRTM-05		Profundidad de perforación (m)	Profundidad de nivel freático (m)
	E	N		
P-1	429278.	1066019.	8,40	2,00
P-2	429244.	1066044.	8,40	1,80
P-3	429219.	1066036.	8,40	1,80
P-4	429204.	1066055.	8,40	1,80

* Hasta la profundidad explorada.

4. RESULTADOS GEOTÉCNICOS OBTENIDOS

4.1 Descripción de los estratos y clasificación de los suelos

Seguidamente se da la descripción de los estratos de acuerdo con la profundidad en la zona de cada perforación.

Perforación P-1:

- 0,00 m a 1,20 m** Arena arcillosa de color café con grava (SC).
LA-1 (LL=39%, LP=25%).
Grad-1 (20% Grava, 57% Arena, 23% Finos).
Compacidad variable entre muy suelta y suelta.
Resistencia seca media.
- 1,20 m a 1,80 m** Limo inorgánico de alta compresibilidad de color café con rastro de arena (MH/CH).
LA-2 (LL=54%, LP=31%).
Grad-2 (7% Arena, 93% Finos).
Consistencia variable entre blanda y medianamente rígida.
Resistencia seca media.
- 1,80 m a 4,20 m** Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris verduzco con rastro de arena (CH/MH).
LA-3 (LL=64%, LP=31%).
Grad-3 (8% Arena, 92% Finos).
Consistencia variable entre muy blanda y medianamente rígida.
Resistencia seca media.
- 4,20 m a 5,70 m** Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris con rastro de arena (CH).
LA-4 (LL=73%, LP=31%).
Grad-4 (8% Arena, 92% Finos).
Consistencia variable entre muy blanda y medianamente rígida.
Resistencia seca media.
- 5,70 m a 8,40 m** Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris con rastro de arena (CH).
LA-5 (LL=73%, LP=31%).
Grad-5 (7% Arena, 93% Finos).
Consistencia variable entre muy blanda y medianamente rígida.
Resistencia seca media.

Nota:

LA: Límites de Atterberg (Límites de consistencia)

LL: Límite líquido

LP: Límite plástico

Grad: Graduación (Análisis granulométrico)

NA: No aplica o tamaño de muestra insuficiente, se utiliza ASTM D2488..

Perforación P-2:

- 0,00 m a 0,60 m** Limo arcilloso-arenoso de baja compresibilidad de color café (ML/CL).
LA-6 (LL=45%, LP=27%).
Grad-6 (10% Grava, 33% Arena, 57% Finos).
Consistencia muy blanda.
Resistencia seca media.
- 0,60 m a 1,20 m** Arena arcillosa de color café oscuro con rastro de grava (SC).
LA-7 (NA).
Grad-7 (14% Grava, 42% Arena, 44% Finos).
Compacidad variable entre muy suelta y suelta.
Resistencia seca media.
- 1,20 m a 1,80 m** Limo inorgánico de alta compresibilidad de color café con arena (MH/CH).
LA-8 (LL=54%, LP=31%).
Grad-8 (1% Grava, 39% Arena, 60% Finos).
Consistencia variable entre blanda y medianamente rígida.
Resistencia seca media.
- 1,80 m a 4,20 m** Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris verduzco con vetas café y rastro de arena (CH/MH).
LA-9 (LL=64%, LP=31%).
Grad-9 (11% Arena, 89% Finos).
Consistencia variable entre muy blanda y medianamente rígida.
Resistencia seca media.
- 4,20 m a 8,40 m** Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris verduzco con vetas café y rastro de arena (CH/MH).
LA-10 (LL=64%, LP=31%).
Grad-10 (5% Arena, 95% Finos).
Consistencia variable entre muy blanda y medianamente rígida.
Resistencia seca media.

Nota:

LA: Límites de Atterberg (Límites de consistencia)

LL: Límite líquido

LP: Límite plástico

Grad: Graduación (Análisis granulométrico)

NA: No aplica o tamaño de muestra insuficiente, se utiliza ASTM D2488.

Perforación P-3:

- 0,00 m a 1,80 m** Arena limosa de color café con vetas color gris y rastro de grava (SM).
LA-12 (LL=45%, LP=27%).
Grad-12 (9% Grava, 52% Arena, 39% Finos).
Compacidad variable entre muy suelta y suelta.
Resistencia seca media.
- 1,80 m a 3,60 m** Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris marrón (CH/MH).
LA-13 (LL=64%, LP=31%).
Grad-13 (2% Arena, 98% Finos).
Consistencia variable entre medianamente rígida y rígida.
Resistencia seca media.
- 3,60 m a 6,00 m** Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris con arena gris marrón (CH). LA-14 (LL=73%, LP=31%).
Grad-14 (1% Grava, 16% Arena, 83% Finos).
Consistencia variable entre muy blanda y medianamente rígida.
Resistencia seca media.
- 6,00 m a 7,20 m** Grava arcillosa de color gris con arena (GC).
LA-15 (NA).
Grad-15 (40% Grava, 35% Arena, 25% Finos).
Compacidad variable entre muy suelta y suelta.
Resistencia seca media.
- 7,20 m a 8,40 m** Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris con arena (CH).
LA-16 (LL=73%, LP=31%).
Grad-16 (2% Grava, 23% Arena, 75% Finos).
Consistencia variable entre blanda y medianamente rígida.
Resistencia seca media.

Nota:

LA: Límites de Atterberg (Límites de consistencia)

LL: Límite líquido

LP: Límite plástico

Grad: Graduación (Análisis granulométrico)

NA: No aplica o tamaño de muestra insuficiente, se utiliza ASTM D2488.

Perforación P-4:

- 0,00 m a 1,90 m** Arena limosa de color café grisáceo con rastro de grava (SM).
LA-17 (LL=45%, LP=27%).
Grad-17 (9% Grava, 52% Arena, 39% Finos).
Compacidad variable entre muy suelta y suelta.
Resistencia seca media.
- 1,90 m a 5,40 m** Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris con vetas café y rastro de arena (CH/MH).
LA-18 (LL=64%, LP=31%).
Grad-18 (7% Arena, 93% Finos).
Consistencia variable entre muy blanda y medianamente rígida.
Resistencia seca media.
- 5,40 m a 6,00 m** Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris con rastro de arena (CH).
LA-19 (LL=73%, LP=31%).
Grad-19 (1% Grava, 10% Arena, 89% Finos).
Consistencia variable entre medianamente rígida y rígida.
Resistencia seca media.
- 6,00 m a 8,40 m** Arena arcillosa de color gris con grava (SC).
LA-20 (NP).
Grad-20 (18% Grava, 59% Arena, 23% Finos).
Compacidad variable entre muy suelta y medianamente densa.
Resistencia seca media.

Nota:

LA: Límites de Atterberg (Límites de consistencia)

LL: Límite líquido

LP: Límite plástico

Grad: Graduación (Análisis granulométrico)

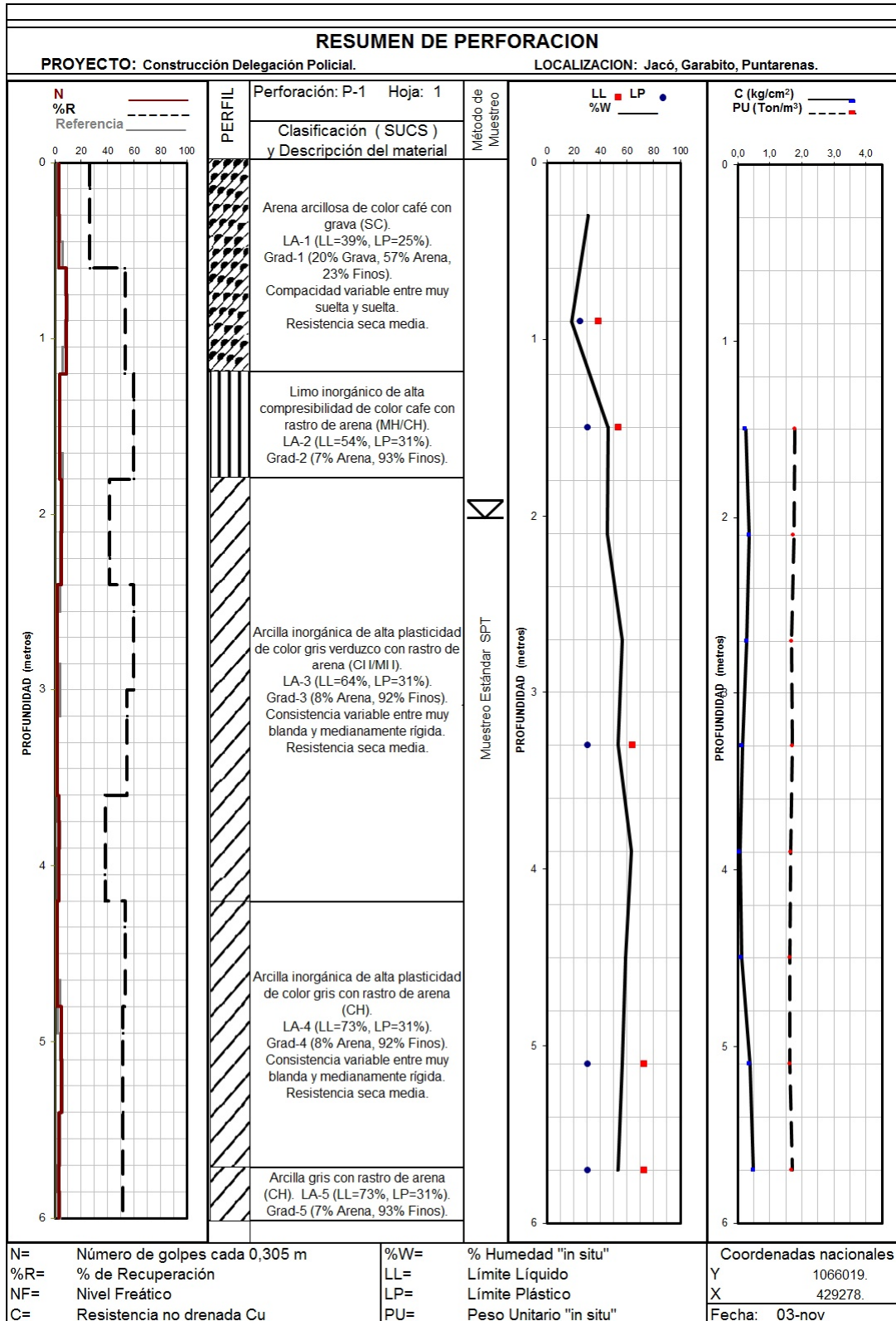
NA: No aplica o tamaño de muestra insuficiente, se utiliza ASTM D2488.

4.2 Resumen de hojas de perforación y fotos

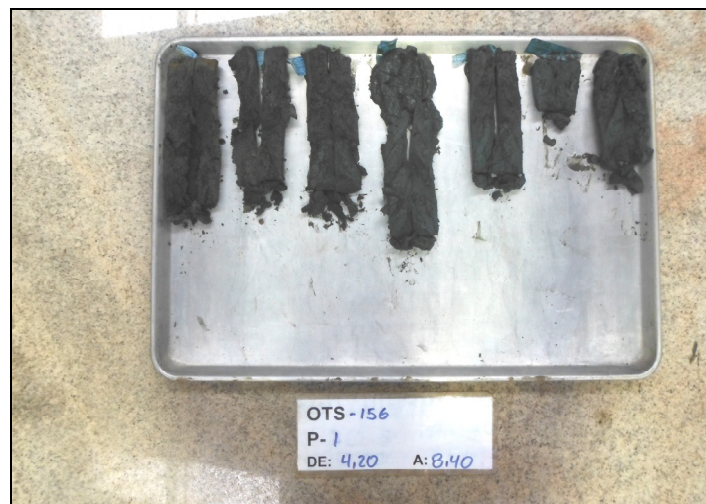
4.2.1 Perforación P-1



Fotografía. Vista de perforación P-1.



PERFORACIÓN P-1 (OTS-0156)

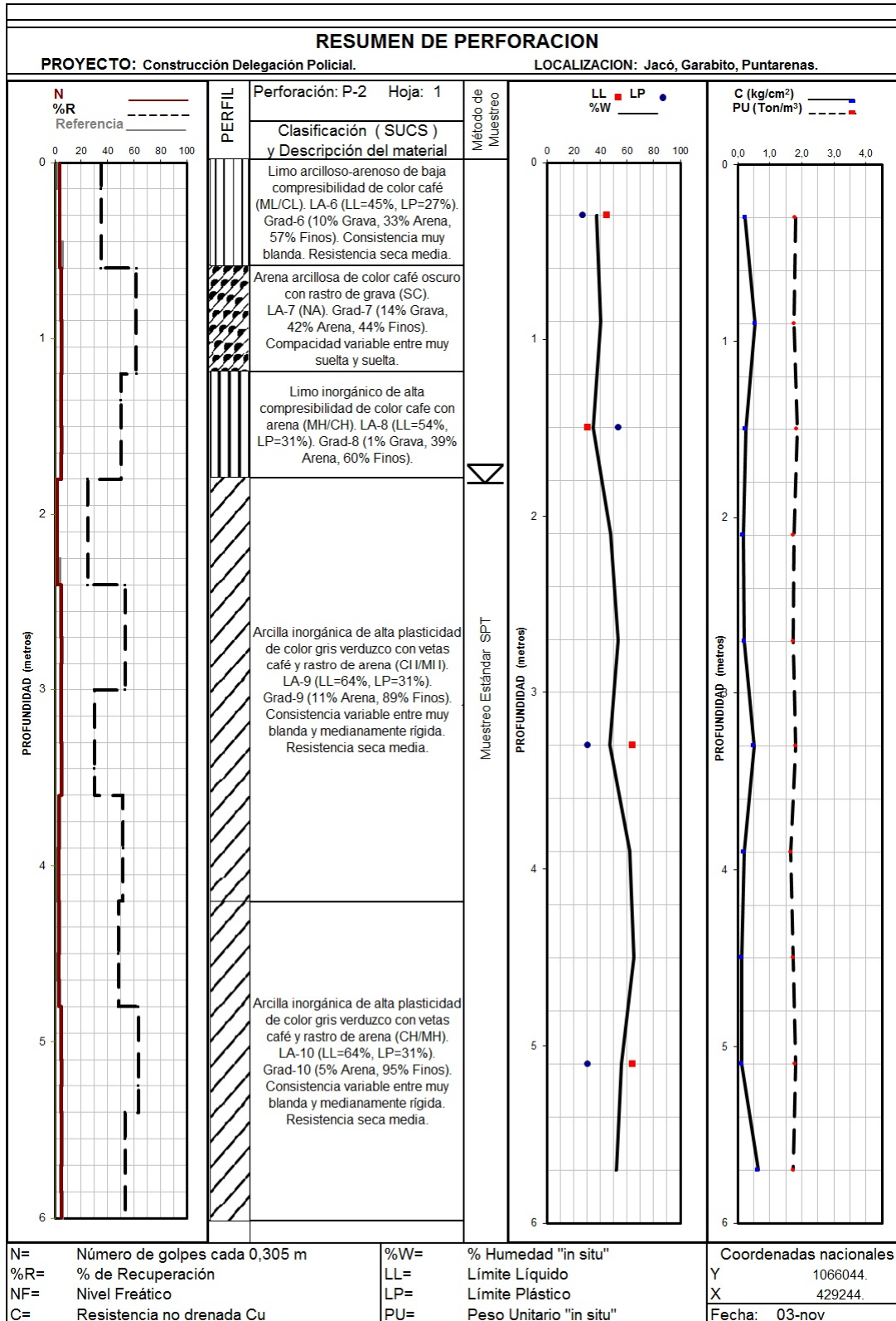


Fotografías. Testigos de perforación. De 0,00 m a 8,40 m.

4.2.2 Perforación P-2



Fotografía. Vista de perforación P-2.



PERFORACIÓN P-2 (OTS-0156)

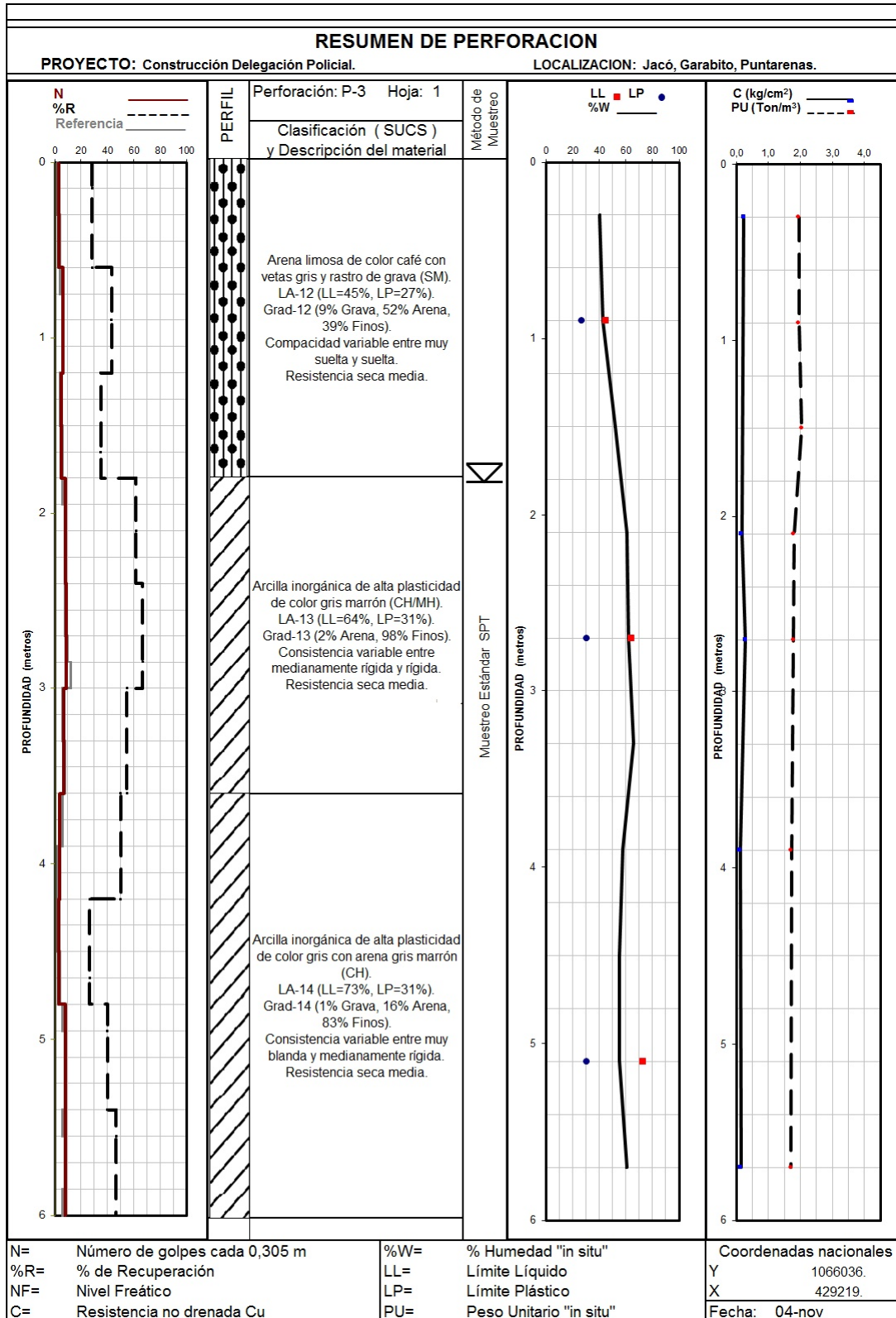


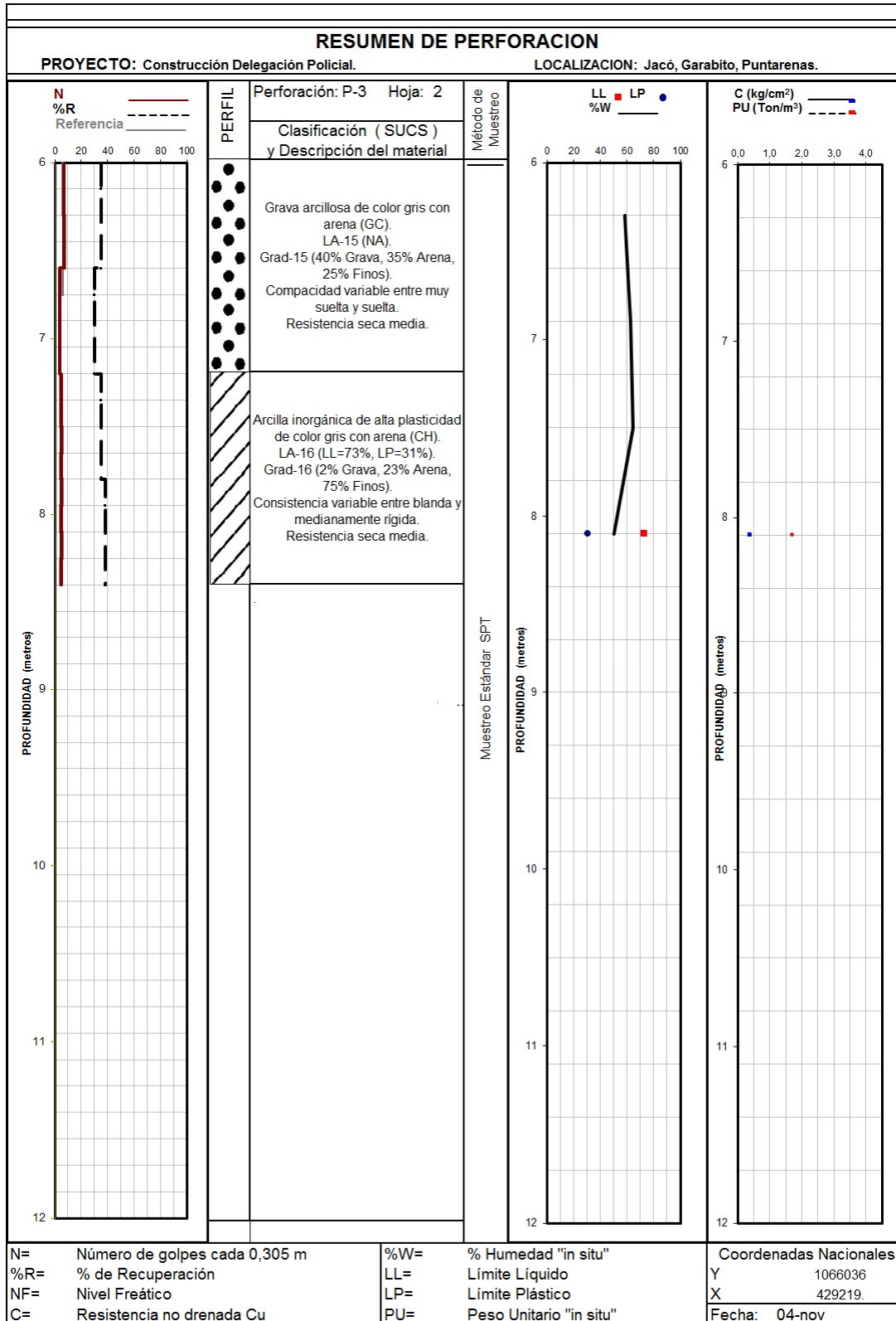
Fotografías. Testigos de perforación. De 0,00 m a 8,40 m.

4.2.3 Perforación P-3



Fotografía. Vista de perforación P-3.





PERFORACIÓN P-3 (OTS-0156)

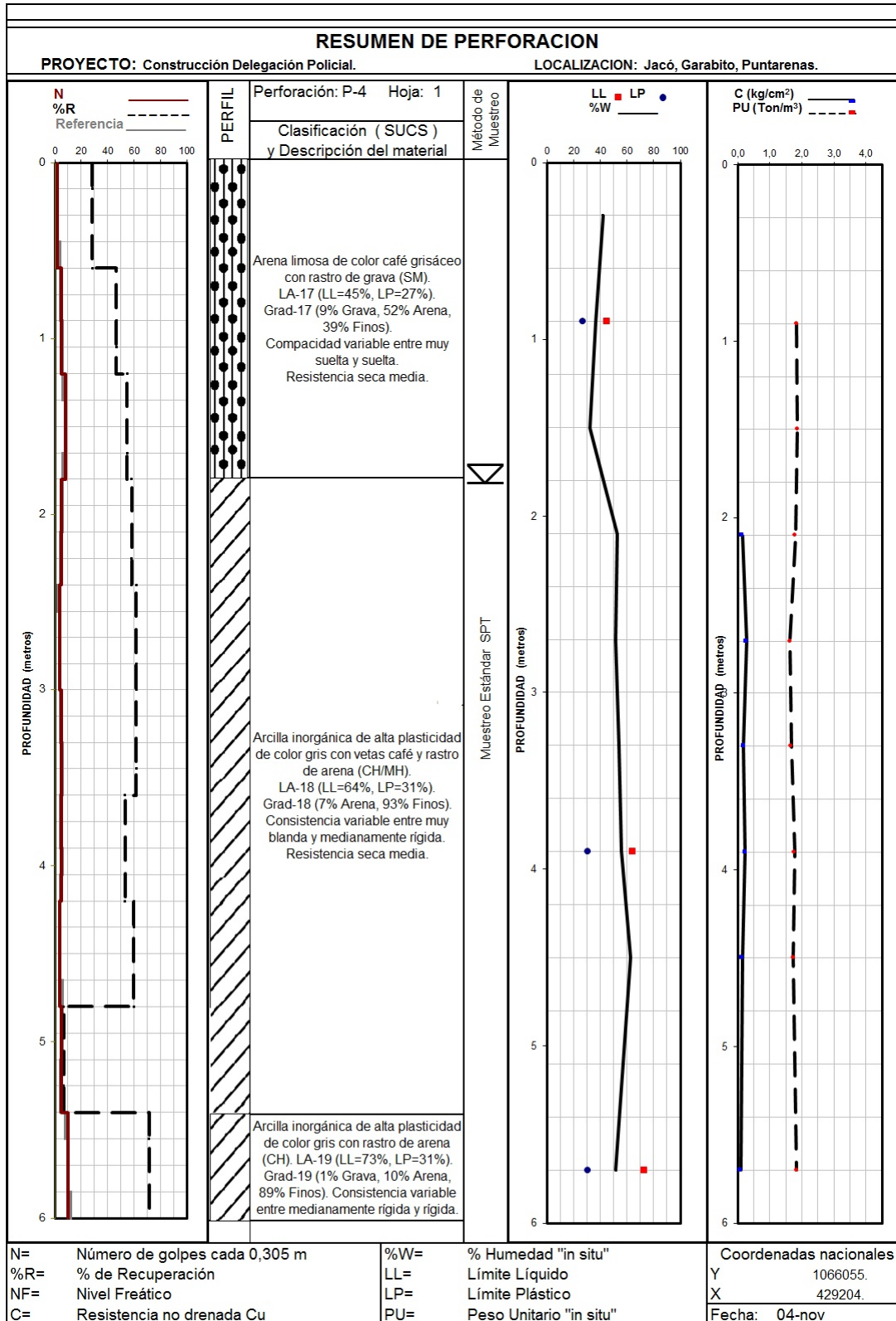


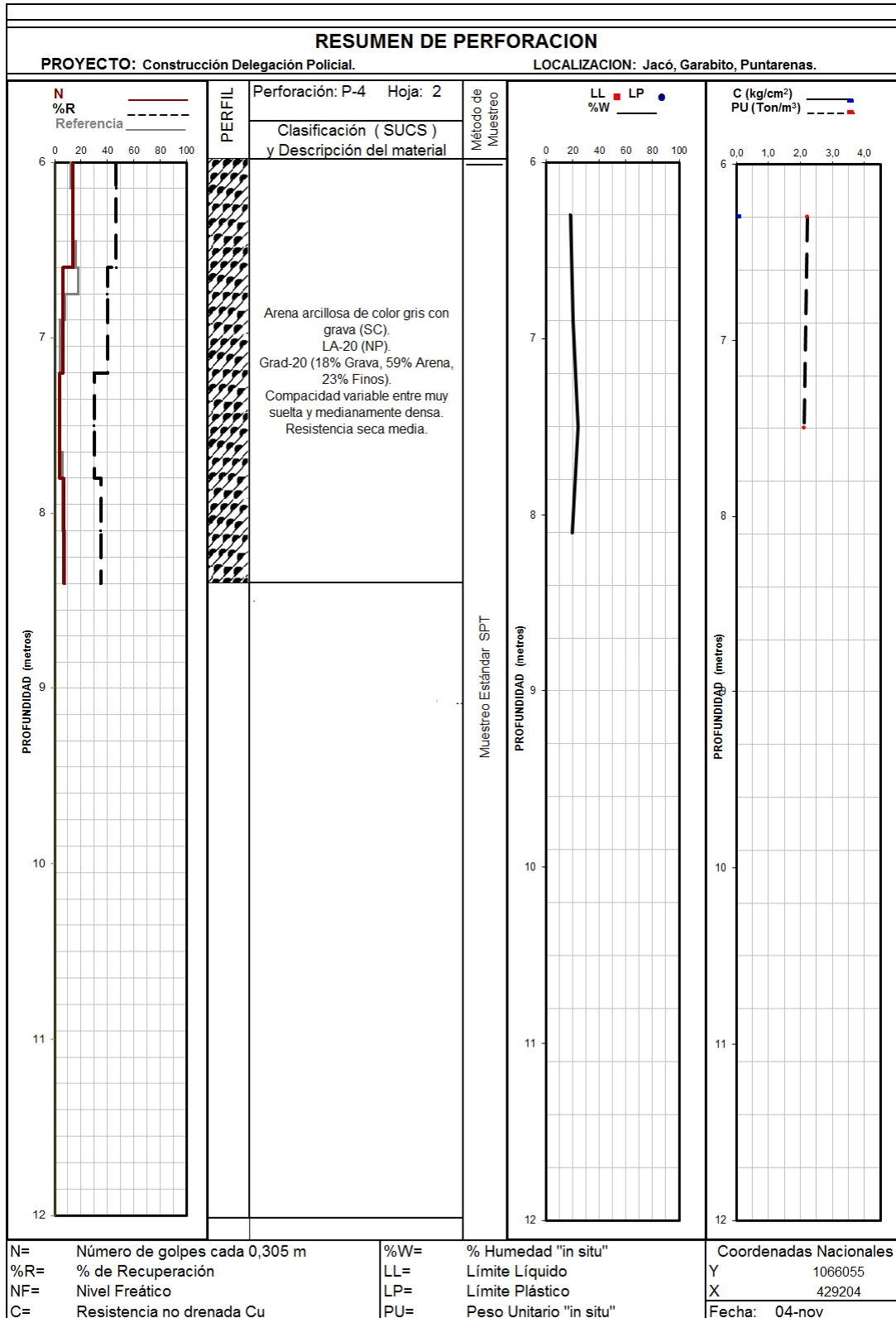
Fotografías. Testigos de perforación. De 0,00 m a 8,40 m.

4.2.4 Perforación P-4



Fotografía. Vista de perforación P-4.





PERFORACIÓN P-4 (OTS-0156)



Fotografías. Testigos de perforación. De 0,00 m a 8,40 m.

5. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Se presenta en este apartado las estimaciones de capacidad soportante admisible según la profundidad para el sitio de perforación.

Tabla. Capacidad soportante por perforación.

Perforación No	Profundidad desde el nivel actual del terreno (m)	Capacidad soportante admisible Q_{adm} FS=3 (ton/m ²)
P-1	0,00 – 4,80	3*
	4,80 – 8,40	4
P-2	0,00 – 2,40	2*
	2,40 – 6,00	4
	6,00 – 8,40	5
P-3	0,00 – 1,80	4
	1,80 – 3,50	5**
	3,50 – 4,80	3*
	4,80 – 6,60	5**
	6,60 – 8,40	4
P-4	0,00 – 0,60	2*
	0,60 – 5,40	4
	5,40 – 6,60	7**
	6,60 – 8,40	4

FS: Factor de seguridad

$Q_{última} \approx Q_{adm} * FS$

* Suelos de compacidad suelta o consistencia blanda.

** Se debe considerar que una capa subyacente es de menor capacidad soportante.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones técnicas

El estudio realizado ha permitido la caracterización de propiedades físicas y mecánicas de los suelos existentes en los sitios donde se solicitaron las perforaciones.

El proyecto es de magnitud baja y su complejidad geotécnica se considera baja; sin embargo, el terreno presenta espesores importantes de suelos de pobre calidad mecánica en los que no se considera viable el apoyo directo de fundaciones superficiales.

Para la edificación del proyecto se recomienda el uso de cimentaciones tipo losa apoyadas sobre un relleno estabilizado mecánicamente que ofrezca un nivel de terraza terminada con una sobreelevación respecto al terreno circundante.

Mientras se tomen en cuenta los resultados obtenidos y recomendaciones generales, se considera que, desde la perspectiva geotécnica, se pueden controlar las condiciones del terreno para la construcción de la edificación del proyecto.

6.2 Observaciones y recomendaciones generales

Para el presente estudio de suelos se realizó un reconocimiento del terreno en conjunto con el Ing. Danilo Sánchez, por parte del Ministerio de Seguridad Pública, quien estableció en campo la zona de interés para la construcción de las nuevas obras del proyecto

En términos generales, se observa que el terreno presenta una capa superior de suelos arenoso-arcillosos que sobreyace un horizonte conformado por sedimentos predominantemente arcillosos cuya consistencia es blanda.

Al momento de ejecutar las perforaciones, se encontró presencia del nivel freático o de una condición de saturación importante a partir de una profundidad de aproximadamente 1,8 m.

En el apartado 4 de este informe se presenta las características físicas y mecánicas de los suelos encontrados en los sitios de las perforaciones. En este apartado se presenta la clasificación de los suelos, los valores de humedad natural, recuperación y datos de N_{sp} , entre otras características. La clasificación de los suelos se realizó mediante el procedimiento de ASTM D 2487 y ASTM D 2488.

En el apartado 5, se presentan las capacidades soportantes del terreno según la profundidad, éstas consideran un factor de seguridad igual a 3,0.

Los resultados y otras observaciones contenidas en este informe se presentan utilizando como referencia los niveles del terreno en los sitios donde se realizaron las perforaciones, por lo que se recomienda tomar las previsiones del caso para que la interpretación de la información y las decisiones de diseño revisen este particular.

6.2.1 Análisis de caso

En las inspecciones realizadas en sitio, se observó que el terreno puede presentar un estancamiento superficial de aguas; por lo que, en primera instancia, surge la importancia de revisar las condiciones hidrológicas del lote para identificar el patrón de escorrentía y la eventual necesidad de realizar intervenciones dirigidas a poder ofrecer un adecuado manejo de las aguas superficiales, garantizando su correcta canalización, orientación y disposición.

Los resultados obtenidos revelan que el terreno presenta espesores significativos de suelos de pobre calidad mecánica, los cuales podrían ser susceptibles a experimentar deformaciones.

De acuerdo con los resultados obtenidos y las condiciones observadas en sitio se recomienda construir una terraza de relleno que ofrezca una mayor elevación al área de proyecto. Este relleno, además de ofrecer una superficie adecuada para el apoyo de fundaciones, las cuales se recomienda que consistan en cimentaciones tipo losa, permitirá garantizar que no se tenga incidencia de escorrentías a la zona de proyecto.

En este caso, se recomienda construir un relleno estructural con un material selecto tipo préstamo o subbase, estabilizado mecánicamente en su fundación mediante una geomalla triaxial, el cual se recomienda construir a una profundidad de unos 0,50 m y que ofrezca una sobreelevación de unos 0,40 m respecto al terreno circundante, es decir, se tendría un espesor total de relleno de unos 0,90 m.

La geomalla recomendada debe colocarse en el fondo de la excavación realizada para el construir el relleno, de modo que ésta trabaje como plataforma para la colocación de la primera capa de material selecto. Se recomienda una geomalla tipo TX5 o equivalente. La geomalla debe colocarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, de manera preliminar, se recomienda un traslape mínimo entre 0,60 m y 0,90 m.

Se recomienda la colocación de una capa de intermedia de geomalla para ofrecer mejor un mejor confinamiento del material de relleno y aumentar su módulo, de manera que el relleno sea más rígido y se controle la posibilidad de deformaciones.

El relleno debe compactarse a una densidad mínima del 95% de acuerdo con el ensayo Proctor modificado.

Sobre el relleno indicado, se puede apoyar las cimentaciones tipo losa considerando una capacidad soportante admisible de 3 ton/m² con un factor de seguridad igual a 3,0.

Se recomienda que las edificaciones tengan un retiro mínimo de 1,2 m del borde del relleno de la terraza.

Los taludes del relleno se pueden conformar con una pendiente de una relación 2:1 (horizontal:vertical).

6.2.2 Otras recomendaciones y observaciones

Se recomienda que los movimientos de tierra y preparación de fundaciones se realicen durante la temporada seca. La ejecución de estas tareas en la temporada lluviosa puede requerir de procedimientos de trabajos más rigurosos.

Se debe canalizar y orientar adecuadamente todas las aguas superficiales mediante un sistema de drenaje pluvial debidamente diseñado para el caso específico tomando en cuenta el patrón natural de escorrentía y su relación con las obras del proyecto.

Se debe asegurar que toda edificación cuente con canoas y bajantes cuyas descargas se encuentren integradas al sistema de manejo de aguas superficiales.

Se recomienda la construcción de una acera perimetral para impermeabilizar el terreno inmediatamente circundante a la edificación.

Las excavaciones temporales para la construcción del relleno recomendado pueden realizarse con paredes de gradiente vertical.

6.3 Recomendaciones para contrapisos

La losa de fundación trabajaría como losa de contrapiso.

6.4 Parámetros de interés

A partir de los datos obtenidos en el estudio, los cuales se presentan tabulados en el anexo de este informe, se presenta a continuación un resumen de los parámetros geotécnicos de interés para los suelos más característicos encontrados en los sitios donde se realizaron las exploraciones.

Tabla. Parámetros geotécnicos de interés.

Tipo de suelo	Peso unitario húmedo (ton/m ³)	Coefficiente de presión pasiva	Coefficiente de presión activa	Resistencia no drenada (kPa)	Ángulo de fricción estimado (°)
SM / SC	1,75 – 1,85	1,90 – 2,00	0,50 – 0,55	-	18 – 20
CH/MH	1,65 – 1,75	1,45 – 1,70	0,60 – 0,70	15 – 30	10 – 15

El coeficiente de reacción vertical no es un parámetro intrínsecamente geotécnico sino que depende de otras variables, como la direccionalidad de la resultante de cargas y las características de la superficie cargada, entre otras. Para su determinación se requiere la ejecución de pruebas de placa rígida; sin embargo, de manera preliminar, para el relleno estructural recomendado se sugiere considerar un valor no mayor a 10 kg/cm^3 .

6.5 Tipo de suelo para diseño estructural

Para el diseño estructural, se puede considerar un tipo de suelo S4.

6.6 Recomendaciones para rellenos

Todo relleno se debe construir sobre una superficie adecuadamente preparada en la que se haya removido todo espesor de suelo meteorizado o con contenido vegetal.

Se ha recomendado la conformación de una terraza de relleno que ofrezca una sobreelevación respecto al terreno circundante, la cual se recomienda que consista en un relleno estructural estabilizado mecánicamente garantizar su confinamiento y aumentar su rigidez.

Para la estabilización mecánica del relleno recomendado, se plantea el uso de una geomalla triaxial tipo TX5 o equivalente, la cual debe colocarse según las indicaciones del fabricante. De manera preliminar, se recomienda un traslape mínimo entre 0,60 m y 0,90 m.

Se recomienda la colocación de una capa de intermedia de geomalla para ofrecer mejor un mejor confinamiento del material de relleno y aumentar su módulo, de manera que el relleno sea más rígido y se controle la posibilidad de deformaciones.

Para el relleno se recomienda el uso de un material selecto tipo préstamo o subbase, compactado a una densidad mínima del 95% según el ensayo Proctor modificado.

Para la verificación de la adecuada compactación mediante densimetría nuclear se debe contar con información previa de la relación humedad-densidad del material utilizado como relleno.

6.7 Recomendaciones para estructuras de retención

Debido a la topografía del sitio, las condiciones no revelan la necesidad de construcción de obras de retención. En el caso de que se requiera revisar aspectos de diseño de muros, se debe tener en cuenta que toda estructura de retención debe cumplir con los requisitos de estabilidad señalados en las consideraciones de diseño del apartado 6.3 del Código de Cimentaciones de Costa Rica.

En el caso de muros de gaviones, se recomienda cimentarlos sobre un relleno de concreto de un espesor mínimo de 0,30 m y ofrecer una adecuada descarga a las aguas que puedan incidir en el cuerpo drenaje de las canastas de gaviones, de modo que se evite la alteración del terreno de fundación por efecto de incidencia de aguas a lo largo del tiempo. Se debe colocar un geotextil no tejido de separación en el paramento interno del muro para evitar la colmatación de las canastas.

Muros de concreto o mampostería deben contar con una pared de material drenante en el paramento interno, alternativamente, se puede utilizar un geocompuesto de drenaje. En cualquier caso, debe existir un tubo de drenaje en el nivel inferior con una adecuada descarga de aguas.

No se recomienda cimentar estructuras en terrenos inmediatamente confinados por muros flexibles.

6.8 Expansividad de suelos

Si bien se han encontrado suelos arcillosos de alta plasticidad, éstos se encuentran a partir de una profundidad en la que no se considera que puedan experimentar variaciones volumétricas significativas. En cualquier caso, con la solución propuesta no se considera que exista riesgo ante suelos expansivos.

6.9 Asentamientos

Para realizar una adecuada estimación de asentamientos, se debe determinar las características de compresibilidad de acuerdo con ASTM D2435 y realizar los análisis del caso para las profundidades y sobrecargas de interés.

Se considera que mientras se siga la recomendación planteada, no es de esperar la ocurrencia de asentamientos diferenciales que afecten la funcionalidad estructural de las obras.

7. DISCUSIÓN DE LOS GRADOS DE INCERTIDUMBRE Y ALCANCE DEL ESTUDIO

Los resultados de los ensayos de las perforaciones son puntuales y pueden variar ligeramente en cualquier otro punto. Si al momento de realizar excavaciones se encuentran materiales distintos a los reportados en este estudio se recomienda realizar pruebas adicionales para determinar sus características.

En cuanto al nivel freático, hay que resaltar que no es un dato constante en el tiempo sino que depende de la estación en que se realice su medición.

Se aclara que la viabilidad geotécnica en virtud de cualquier obra a desarrollar no depende de las condiciones del terreno sino de cómo el diseño de las obras se ajusta a éstas. Mientras el concepto de diseño para las diferentes obras del proyecto tome en cuenta las recomendaciones presentadas en el informe y tomen en cuenta las condiciones geotécnicas del terreno identificadas en los resultados obtenidos, se considera que se pueden controlar las condiciones del terreno de manera que sea posible tener una **viabilidad geotécnica** en términos de la relación suelo-estructura.

8. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Ø American Society of Testing Material, 2005, Annual Book of ASTM Standard. West Conshokoken, PA, Vol. 04,08
- Ø Asociación costarricense de Geotecnia, 2009, Código de Cimentaciones. Cartago, Editorial Tecnológica de Costa Rica, Vol. 1
- Ø Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, 2009, Código Sísmico de Costa Rica 2002. Cartago, Editorial Tecnológica de Costa Rica, Vol. 1.
- Ø Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. (2010). Código sísmico de Costa Rica (4ta ed.). Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Ø Denyer, P. & Alvarado, G.E. (2007). Mapa geológico de Costa Rica, a escala 1: 400 000. San José, Librería Francesa.
- Ø Denyer, P., Montero, W & Alvarado, G.E., 2009: Atlas tectónico de Costa Rica.- 79 págs. Ed. Univ. Costa Rica, San José.
- Ø Kussmaul, S. (2000). Estratigrafía de las rocas ígneas. En P. Denyer & S. Kussmaul (Eds.). Geología de Costa Rica (pp. 63-86). Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica.

ANEXO

A1. ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN SUCS

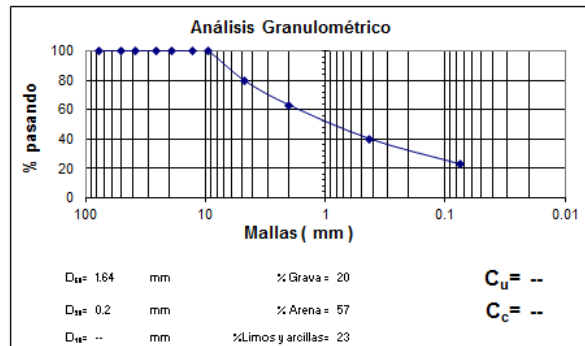
GRADUACIÓN No 1

Resultados de ensayos

Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos AASHTO T 11 y T 27, ASTM C-117 Y C-136, INS L-022
Material más fino que el tamiz 200 en agregado por lavado INS - L-024

Descripción del material (objeto de ensayo): Arena arcillosa de color café con grava (SC).

Tamiz No.	%Pasando
76,2 mm	100.0
50,8 mm	100.0
38,1mm	100.0
25,4 mm	100.0
19 mm	100.0
12,7 mm	100.0
9,5 mm	100.0
No. 4	80.0
No. 10	63.0
No. 40	39.8
No. 200	22.5



LIMITE DE ATTERBERG No 1

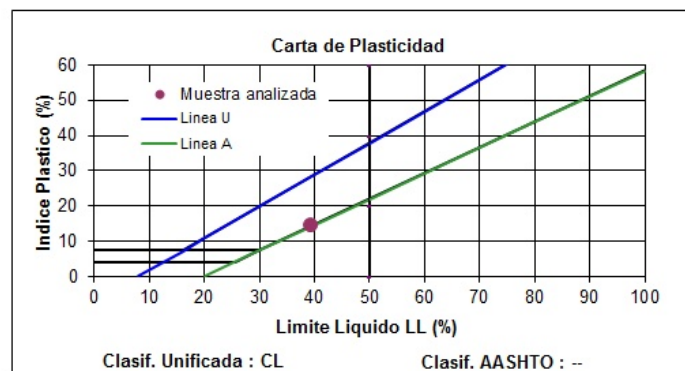
Resultados de ensayos

Método estándar para determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad en suelos según AASHTO T 89 y T 90, ASTM D-4318, INS L-043

Método A

Condición de muestra: Remoldeada

Descripción del material (objeto de ensayo): Arena arcillosa de color café con grava (SC).



Límite de Atterberg	
Límite líquido	39
Límite plástico	25
Índice plástico	15

GRADUACIÓN No 2

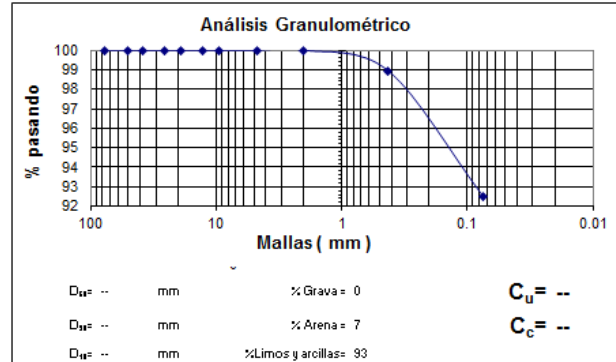
Resultados de ensayos

Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos AASHTO T 11 y T 27, ASTM C-117 Y C-136, INS L-022

Material más fino que el tamiz 200 en agregado por lavado INS - L-024

Descripción del material (objeto de ensayo): Limo inorgánico de alta compresibilidad de color café con rastro de arena (MH/CH).

Tamiz No.	%Pasando
76,2 mm	100.0
50,8 mm	100.0
38,1mm	100.0
25,4 mm	100.0
19 mm	100.0
12,7 mm	100.0
9,5 mm	100.0
No. 4	100.0
No. 10	100.0
No. 40	98.9
No. 200	92.5



LIMITE DE ATTERBERG No 2

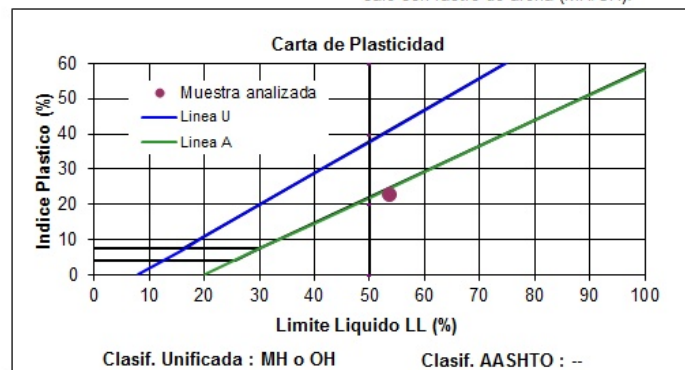
Resultados de ensayos

Método estándar para determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad en suelos según AASHTO T 89 y T 90, ASTM D-4318, INS L-043

Método A

Condición de muestra: Remoldeada

Descripción del material (objeto de ensayo): Limo inorgánico de alta compresibilidad de color café con rastro de arena (MH/CH).



Límite de Atterberg	
Límite líquido	54
Límite plástico	31
Índice plástico	23

GRADUACIÓN No 3

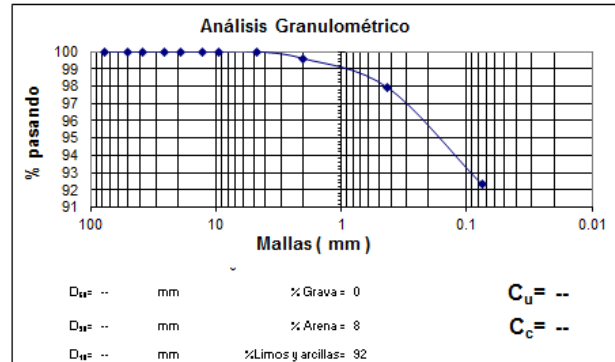
Resultados de ensayos

Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos AASHTO T 11 y T 27, ASTM C-117 Y C-136, INS L-022

Material más fino que el tamiz 200 en agregado por lavado INS - L-024

Descripción del material (objeto de ensayo): Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris verdusco con rastro de arena (CH/MH).

Tamiz No.	%Pasando
76,2 mm	100.0
50,8 mm	100.0
38,1mm	100.0
25,4 mm	100.0
19 mm	100.0
12,7 mm	100.0
9,5 mm	100.0
No. 4	100.0
No. 10	99.6
No. 40	97.9
No. 200	92.3



LIMITE DE ATTERBERG No 3

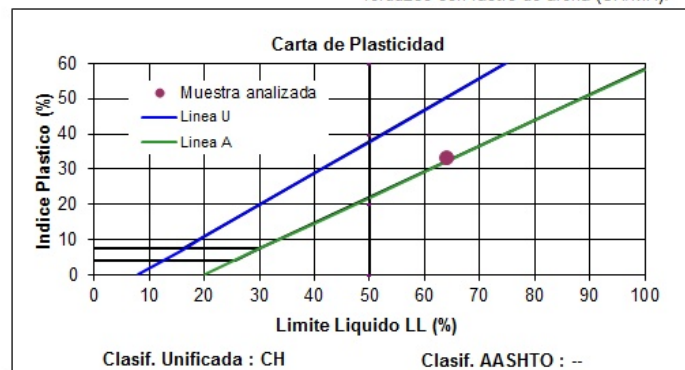
Resultados de ensayos

Método estándar para determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad en suelos según AASHTO T 89 y T 90, ASTM D-4318, INS L-043

Método A

Condición de muestra: Remoldeada

Descripción del material (objeto de ensayo): Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris verdusco con rastro de arena (CH/MH).



Límite de Atterberg	
Límite líquido	64
Límite plástico	31
Índice plástico	33

GRADUACIÓN No 4

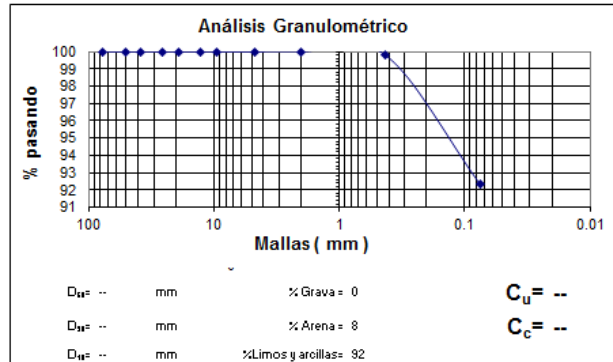
Resultados de ensayos

Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos AASHTO T 11 y T 27, ASTM C-117 Y C-136, INS L-022

Material más fino que el tamiz 200 en agregado por lavado INS - L-024

Descripción del material (objeto de ensayo): Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris con rastro de arena (CH).

Tamiz No.	%Pasando
76,2 mm	100.0
50,8 mm	100.0
38,1mm	100.0
25,4 mm	100.0
19 mm	100.0
12,7 mm	100.0
9,5 mm	100.0
No. 4	100.0
No. 10	100.0
No. 40	99.8
No. 200	92.3



LIMITE DE ATTERBERG No 4

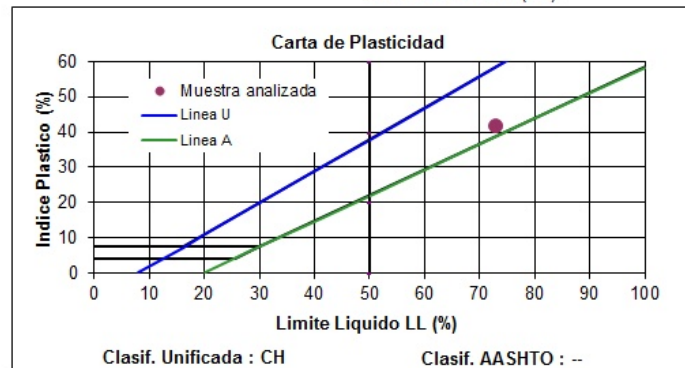
Resultados de ensayos

Método estándar para determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad en suelos según AASHTO T 89 y T 90, ASTM D-4318, INS L-043

Método A

Condición de muestra: Remoldeada

Descripción del material (objeto de ensayo): Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris con rastro de arena (CH).



Límite de Atterberg	
Límite líquido	73
Límite plástico	31
Índice plástico	42

GRADUACIÓN No 5

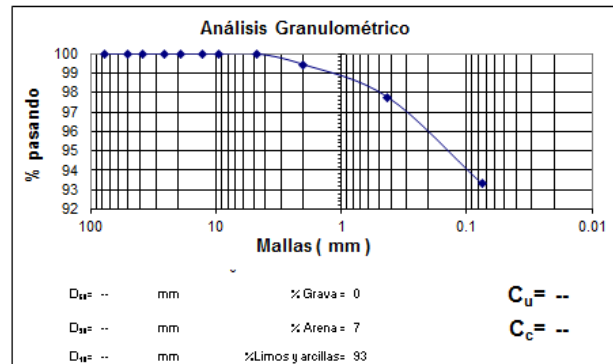
Resultados de ensayos

Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos AASHTO T 11 y T 27, ASTM C-117 Y C-136, INS L-022

Material más fino que el tamiz 200 en agregado por lavado INS - L-024

Descripción del material (objeto de ensayo): Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris con rastro de arena (CH).

Tamiz No.	%Pasando
76,2 mm	100.0
50,8 mm	100.0
38,1mm	100.0
25,4 mm	100.0
19 mm	100.0
12,7 mm	100.0
9,5 mm	100.0
No. 4	100.0
No. 10	99.4
No. 40	97.8
No. 200	93.3



LIMITE DE ATTERBERG No 5

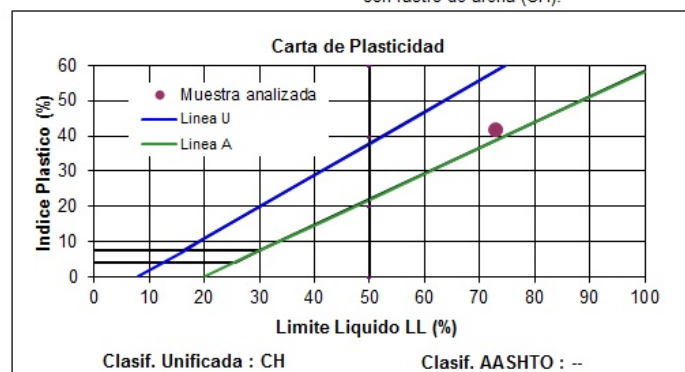
Resultados de ensayos

Método estándar para determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad en suelos según AASHTO T 89 y T 90, ASTM D-4318, INS L-043

Método A

Condición de muestra: Remoldeada

Descripción del material (objeto de ensayo): Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris con rastro de arena (CH).



Límite de Atterberg	
Límite líquido	73
Límite plástico	31
Índice plástico	42

GRADUACIÓN No 6

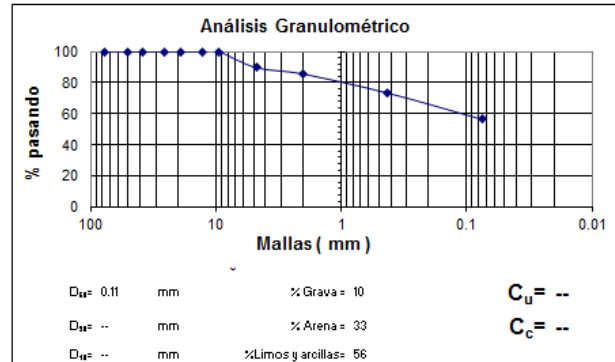
Resultados de ensayos

Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos AASHTO T 11 y T 27, ASTM C-117 Y C-136, INS L-022

Material más fino que el tamiz 200 en agregado por lavado INS - L-024

Descripción del material (objeto de ensayo): Limo arcilloso-arenoso de baja compresibilidad de color café (ML/CL).

Tamiz No.	%Pasando
76,2 mm	100.0
50,8 mm	100.0
38,1mm	100.0
25,4 mm	100.0
19 mm	100.0
12,7 mm	100.0
9,5 mm	100.0
No. 4	89.7
No. 10	85.6
No. 40	73.4
No. 200	56.5



LIMITE DE ATTERBERG No 6

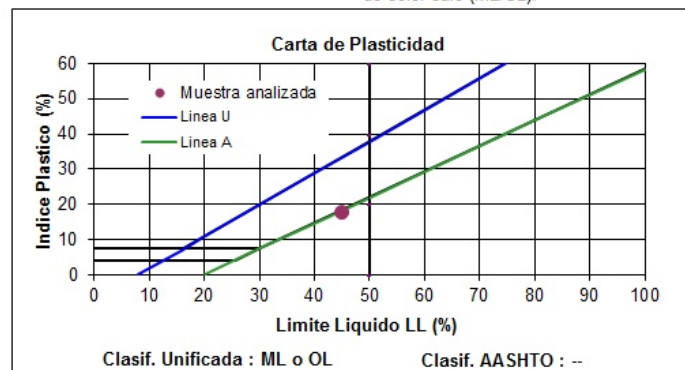
Resultados de ensayos

Método estándar para determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad en suelos según AASHTO T 89 y T 90, ASTM D-4318, INS L-043

Método A

Condición de muestra: Remoldeada

Descripción del material (objeto de ensayo): Limo arcilloso-arenoso de baja compresibilidad de color café (ML/CL).



Límite de Atterberg	
Límite líquido	45
Límite plástico	27
Índice plástico	18

GRADUACIÓN No 7

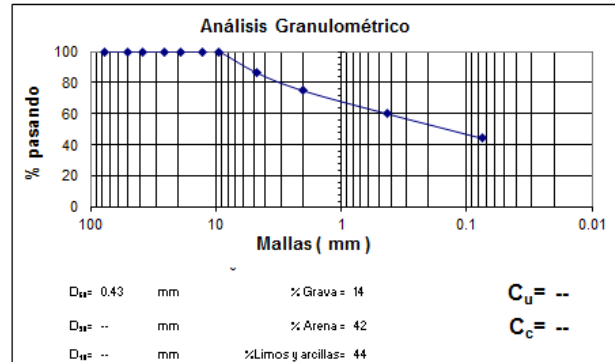
Resultados de ensayos

Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos AASHTO T 11 y T 27, ASTM C-117 Y C-136, INS L-022

Material más fino que el tamiz 200 en agregado por lavado INS - L-024

Descripción del material (objeto de ensayo): Arena arcillosa de color café oscuro con rastro de grava (SC).

Tamiz No.	%Pasando
76,2 mm	100.0
50,8 mm	100.0
38,1mm	100.0
25,4 mm	100.0
19 mm	100.0
12,7 mm	100.0
9,5 mm	100.0
No. 4	86.5
No. 10	74.8
No. 40	59.9
No. 200	44.3



LIMITE DE ATTERBERG No 7

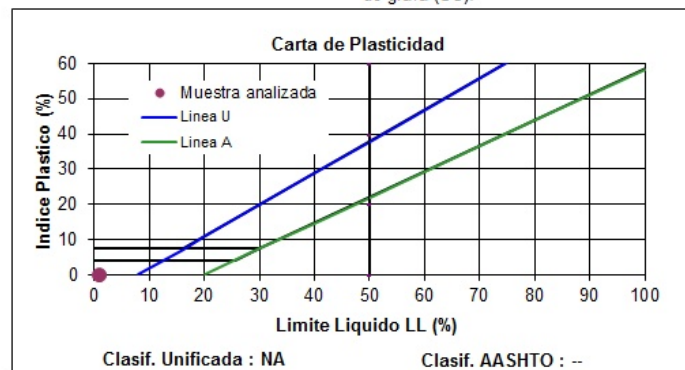
Resultados de ensayos

Método estándar para determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad en suelos según AASHTO T 89 y T 90, ASTM D-4318, INS L-043

Método A

Condición de muestra: Remoldeada

Descripción del material (objeto de ensayo): Arena arcillosa de color café oscuro con rastro de grava (SC).



Límite de Atterberg	
Límite líquido	NA
Límite plástico	NA
Índice plástico	NA

GRADUACIÓN No 8

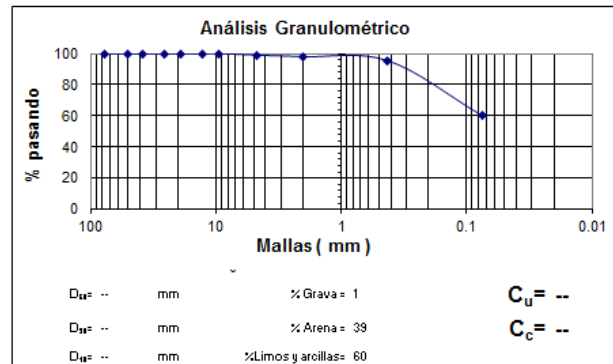
Resultados de ensayos

Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos AASHTO T 11 y T 27, ASTM C-117 Y C-136, INS L-022

Material más fino que el tamiz 200 en agregado por lavado INS - L-024

Descripción del material (objeto de ensayo): Limo inorgánico de alta compresibilidad de color café con arena (MH/CH).

Tamiz No.	%Pasando
76,2 mm	100.0
50,8 mm	100.0
38,1mm	100.0
25,4 mm	100.0
19 mm	100.0
12,7 mm	100.0
9,5 mm	100.0
No. 4	99.1
No. 10	98.0
No. 40	95.5
No. 200	60.2



LIMITE DE ATTERBERG No 8

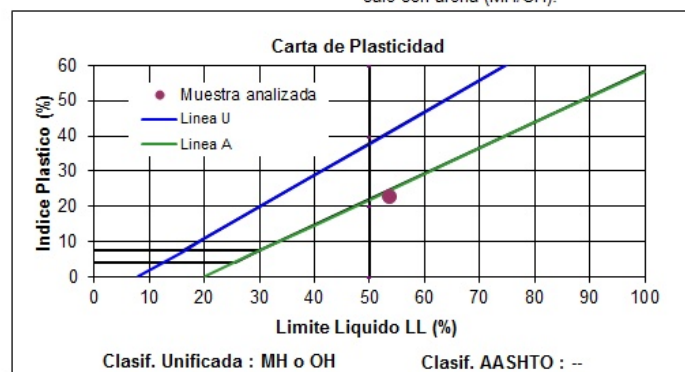
Resultados de ensayos

Método estándar para determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad en suelos según AASHTO T 89 y T 90, ASTM D-4318, INS L-043

Método A

Condición de muestra: Remoldeada

Descripción del material (objeto de ensayo): Limo inorgánico de alta compresibilidad de color café con arena (MH/CH).



Límite de Atterberg	
Límite líquido	54
Límite plástico	31
Índice plástico	23

GRADUACIÓN No 9

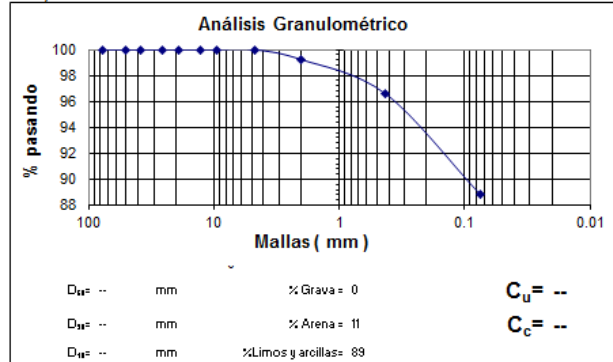
Resultados de ensayos

Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos AASHTO T 11 y T 27, ASTM C-117 Y C-136, INS L-022

Material más fino que el tamiz 200 en agregado por lavado INS - L-024

Descripción del material (objeto de ensayo): Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris verdusco con vetas café y rastro de arena (CH/MH).

Tamiz No.	%Pasando
76,2 mm	100.0
50,8 mm	100.0
38,1mm	100.0
25,4 mm	100.0
19 mm	100.0
12,7 mm	100.0
9,5 mm	100.0
No. 4	100.0
No. 10	99.2
No. 40	96.6
No. 200	88.9



LIMITE DE ATTERBERG No 9

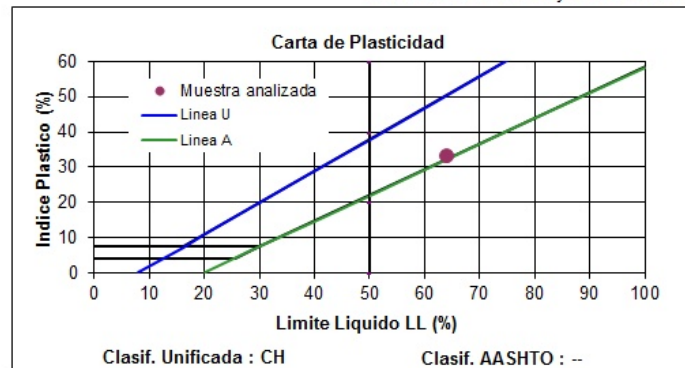
Resultados de ensayos

Método estándar para determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad en suelos según AASHTO T 89 y T 90, ASTM D-4318, INS L-043

Método A

Condición de muestra: Remoldeada

Descripción del material (objeto de ensayo): Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris verdusco con vetas café y rastro de arena



Límite de Atterberg	
Límite líquido	64
Límite plástico	31
Índice plástico	33

GRADUACIÓN No 10

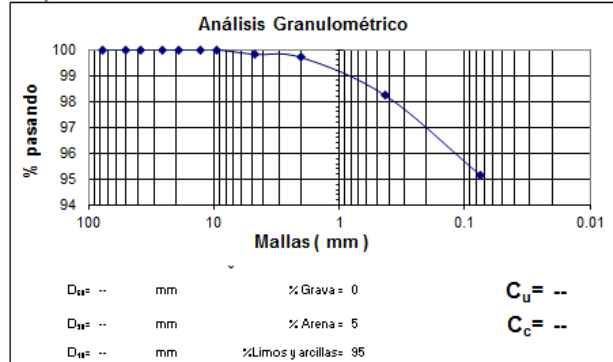
Resultados de ensayos

Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos AASHTO T 11 y T 27, ASTM C-117 Y C-136, INS L-022

Material más fino que el tamiz 200 en agregado por lavado INS - L-024

Descripción del material (objeto de ensayo): Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris verdusco con vetas café y rastro de arena (CH/MH).

Tamiz No.	%Pasando
76,2 mm	100.0
50,8 mm	100.0
38,1mm	100.0
25,4 mm	100.0
19 mm	100.0
12,7 mm	100.0
9,5 mm	100.0
No. 4	99.8
No. 10	99.7
No. 40	98.2
No. 200	95.2



LIMITE DE ATTERBERG No 10

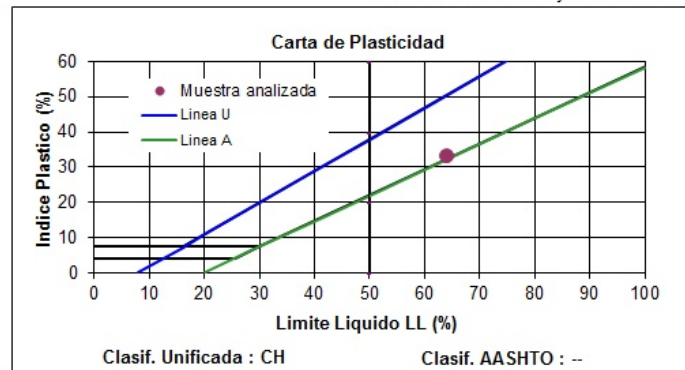
Resultados de ensayos

Método estándar para determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad en suelos según AASHTO T 89 y T 90, ASTM D-4318, INS L-043

Método A

Condición de muestra: Remoldeada

Descripción del material (objeto de ensayo): Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris verdusco con vetas café y rastro de arena



Límite de Atterberg	
Límite líquido	64
Límite plástico	31
Índice plástico	33

GRADUACIÓN No 11

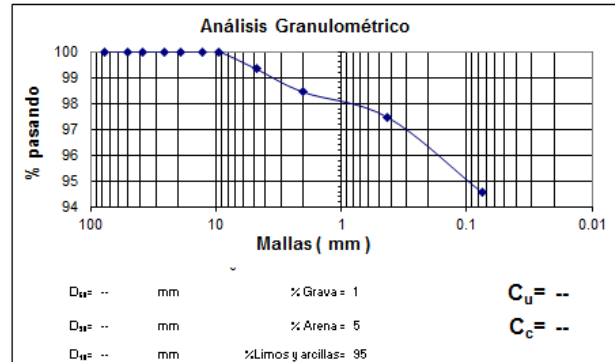
Resultados de ensayos

Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos AASHTO T 11 y T 27, ASTM C-117 Y C-136, INS L-022

Material más fino que el tamiz 200 en agregado por lavado INS - L-024

Descripción del material (objeto de ensayo): Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris con rastro de arena (CH).

Tamiz No.	%Pasando
76,2 mm	100.0
50,8 mm	100.0
38,1mm	100.0
25,4 mm	100.0
19 mm	100.0
12,7 mm	100.0
9,5 mm	100.0
No. 4	99.3
No. 10	98.4
No. 40	97.5
No. 200	94.6



LIMITE DE ATTERBERG No 11

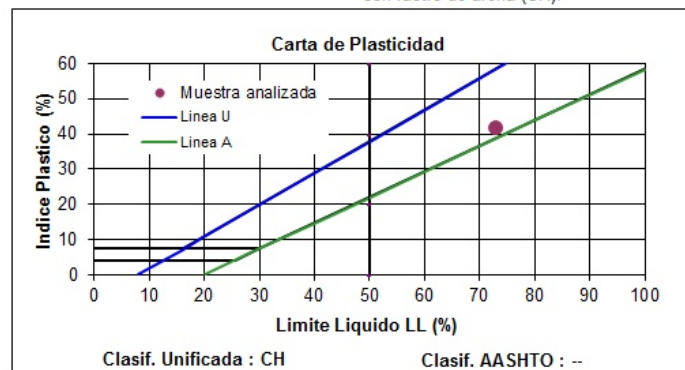
Resultados de ensayos

Método estándar para determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad en suelos según AASHTO T 89 y T 90, ASTM D-4318, INS L-043

Método A

Condición de muestra: Remoldeada

Descripción del material (objeto de ensayo): Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris con rastro de arena (CH).



Límite de Atterberg	
Límite líquido	73
Límite plástico	31
Índice plástico	42

GRADUACIÓN No 12

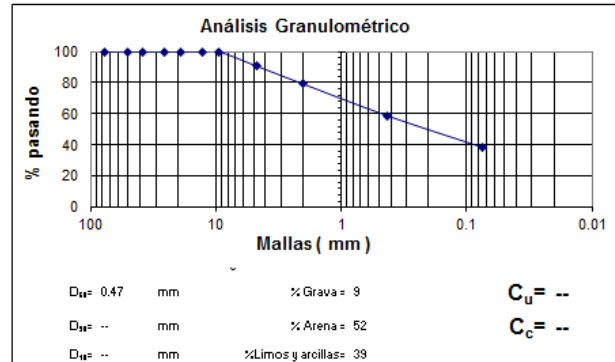
Resultados de ensayos

Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos AASHTO T 11 y T 27, ASTM C-117 Y C-136, INS L-022

Material más fino que el tamiz 200 en agregado por lavado INS - L-024

Descripción del material (objeto de ensayo): Arena limosa de color café con vetas gris y rastro de grava (SM).

Tamiz No.	%Pasando
76,2 mm	100.0
50,8 mm	100.0
38,1mm	100.0
25,4 mm	100.0
19 mm	100.0
12,7 mm	100.0
9,5 mm	100.0
No. 4	90.8
No. 10	79.1
No. 40	58.7
No. 200	38.6



LIMITE DE ATTERBERG No 12

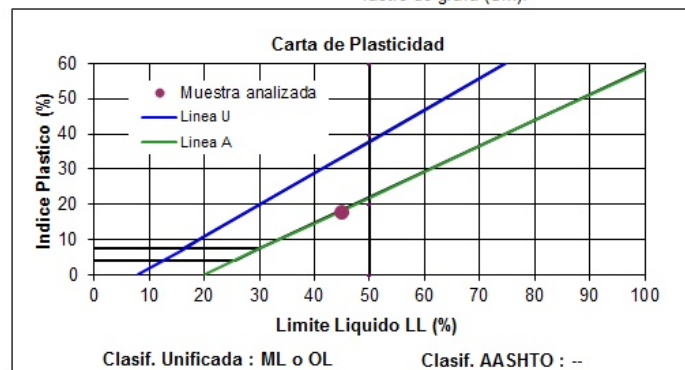
Resultados de ensayos

Método estándar para determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad en suelos según AASHTO T 89 y T 90, ASTM D-4318, INS L-043

Método A

Condición de muestra: Remoldeada

Descripción del material (objeto de ensayo): Arena limosa de color café con vetas gris y rastro de grava (SM).



Límite de Atterberg	
Límite líquido	45
Límite plástico	27
Indice plástico	18

GRADUACIÓN No 13

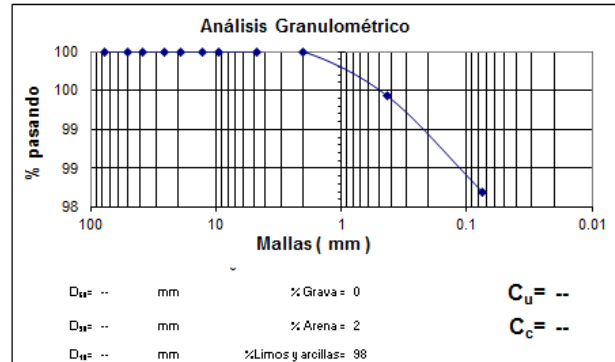
Resultados de ensayos

Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos AASHTO T 11 y T 27, ASTM C-117 Y C-136, INS L-022

Material más fino que el tamiz 200 en agregado por lavado INS - L-024

Descripción del material (objeto de ensayo): Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris marrón (CH/MH).

Tamiz No.	%Pasando
76,2 mm	100.0
50,8 mm	100.0
38,1mm	100.0
25,4 mm	100.0
19 mm	100.0
12,7 mm	100.0
9,5 mm	100.0
No. 4	100.0
No. 10	100.0
No. 40	99.4
No. 200	98.2



LIMITE DE ATTERBERG No 13

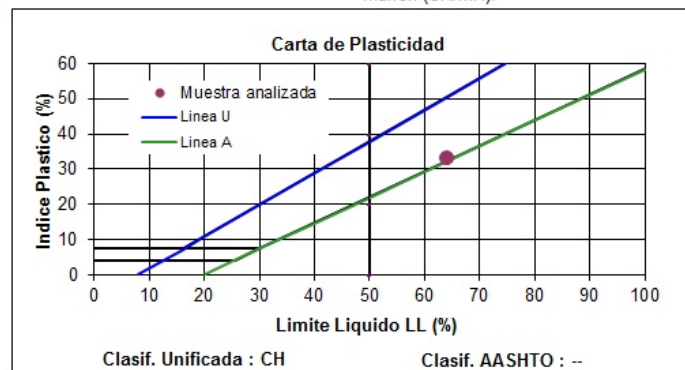
Resultados de ensayos

Método estándar para determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad en suelos según AASHTO T 89 y T 90, ASTM D-4318, INS L-043

Método A

Condición de muestra: Remoldeada

Descripción del material (objeto de ensayo): Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris marrón (CH/MH).



Límite de Atterberg	
Límite líquido	64
Límite plástico	31
Índice plástico	33

GRADUACIÓN No 14

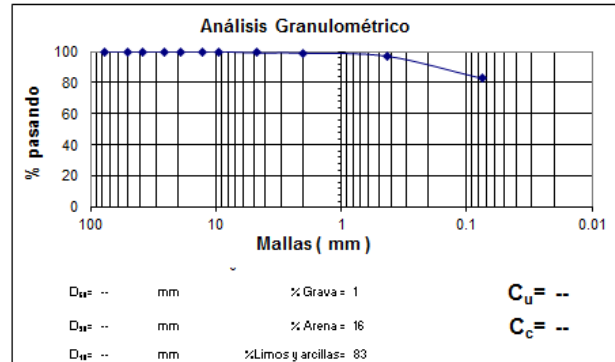
Resultados de ensayos

Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos AASHTO T 11 y T 27, ASTM C-117 Y C-136, INS L-022

Material más fino que el tamiz 200 en agregado por lavado INS - L-024

Descripción del material (objeto de ensayo): Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris con arena gris marrón (CH).

Tamiz No.	%Pasando
76,2 mm	100.0
50,8 mm	100.0
38,1mm	100.0
25,4 mm	100.0
19 mm	100.0
12,7 mm	100.0
9,5 mm	100.0
No. 4	99.2
No. 10	99.0
No. 40	96.9
No. 200	82.7



LIMITE DE ATTERBERG No 14

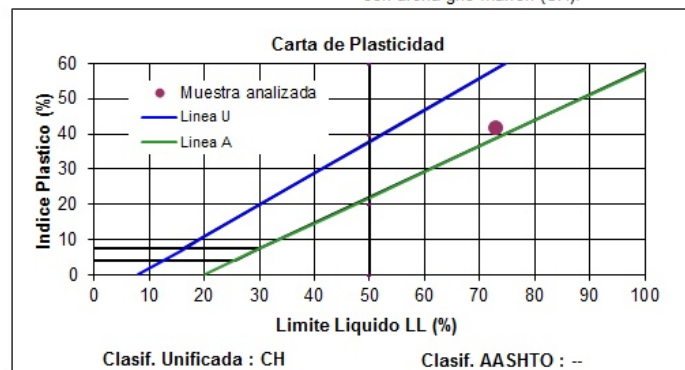
Resultados de ensayos

Método estándar para determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad en suelos según AASHTO T 89 y T 90, ASTM D-4318, INS L-043

Método A

Condición de muestra: Remoldeada

Descripción del material (objeto de ensayo): Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris con arena gris marrón (CH).



Límite de Atterberg	
Límite líquido	73
Límite plástico	31
Índice plástico	42

GRADUACIÓN No 15

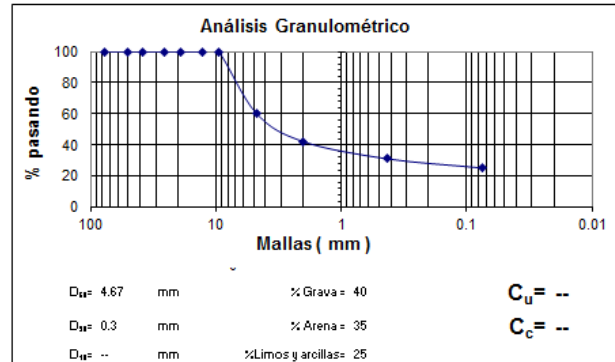
Resultados de ensayos

Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos AASHTO T 11 y T 27, ASTM C-117 Y C-136, INS L-022

Material más fino que el tamiz 200 en agregado por lavado INS - L-024

Descripción del material (objeto de ensayo): Grava arcillosa de color gris con arena (GC).

Tamiz No.	%Pasando
76,2 mm	100.0
50,8 mm	100.0
38,1mm	100.0
25,4 mm	100.0
19 mm	100.0
12,7 mm	100.0
9,5 mm	100.0
No. 4	60.3
No. 10	42.2
No. 40	31.1
No. 200	25.3



LIMITE DE ATTERBERG No 15

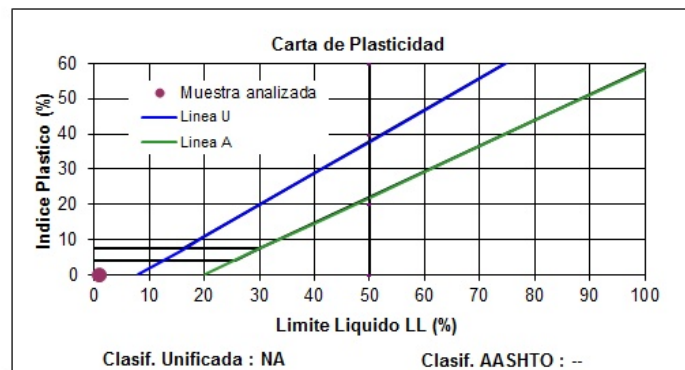
Resultados de ensayos

Método estándar para determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad en suelos según AASHTO T 89 y T 90, ASTM D-4318, INS L-043

Método A

Condición de muestra: Remoldeada

Descripción del material (objeto de ensayo): Grava arcillosa de color gris con arena (GC).



Límite de Atterberg	
Límite líquido	NA
Límite plástico	NA
Índice plástico	NA

GRADUACIÓN No 16

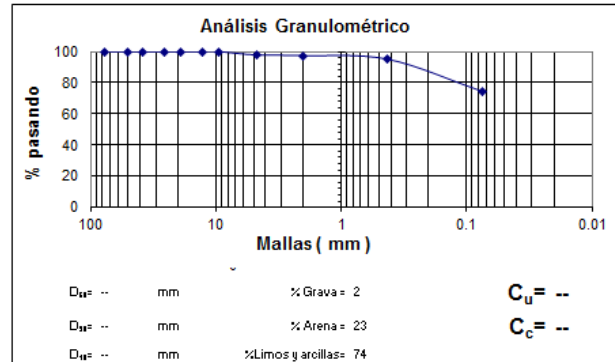
Resultados de ensayos

Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos AASHTO T 11 y T 27, ASTM C-117 Y C-136, INS L-022

Material más fino que el tamiz 200 en agregado por lavado INS - L-024

Descripción del material (objeto de ensayo): Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris con arena (CH).

Tamiz No.	%Pasando
76,2 mm	100.0
50,8 mm	100.0
38,1mm	100.0
25,4 mm	100.0
19 mm	100.0
12,7 mm	100.0
9,5 mm	100.0
No. 4	97.9
No. 10	97.4
No. 40	95.1
No. 200	74.5



LIMITE DE ATTERBERG No 16

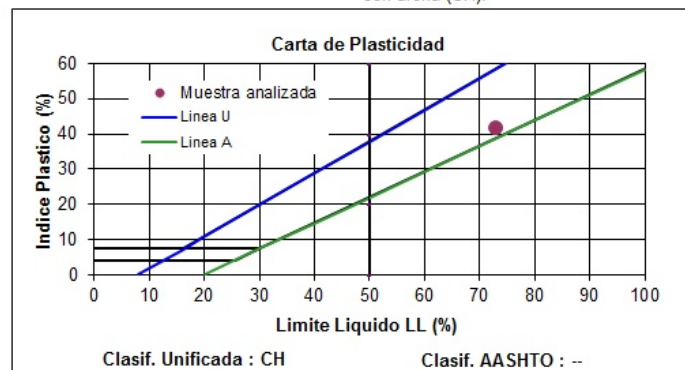
Resultados de ensayos

Método estándar para determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad en suelos según AASHTO T 89 y T 90, ASTM D-4318, INS L-043

Método A

Condición de muestra: Remoldeada

Descripción del material (objeto de ensayo): Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris con arena (CH).



Límite de Atterberg	
Límite líquido	73
Límite plástico	31
Índice plástico	42

GRADUACIÓN No 17

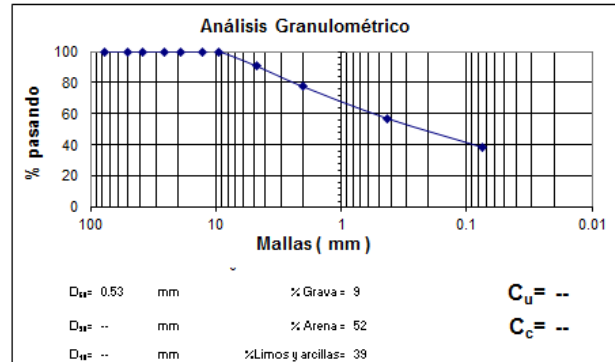
Resultados de ensayos

Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos AASHTO T 11 y T 27, ASTM C-117 Y C-136, INS L-022

Material más fino que el tamiz 200 en agregado por lavado INS - L-024

Descripción del material (objeto de ensayo): Arena limosa de color café grisáceo con rastro de grava (SM).

Tamiz No.	%Pasando
76,2 mm	100.0
50,8 mm	100.0
38,1mm	100.0
25,4 mm	100.0
19 mm	100.0
12,7 mm	100.0
9,5 mm	100.0
No. 4	90.7
No. 10	77.4
No. 40	57.0
No. 200	38.6



LIMITE DE ATTERBERG No 17

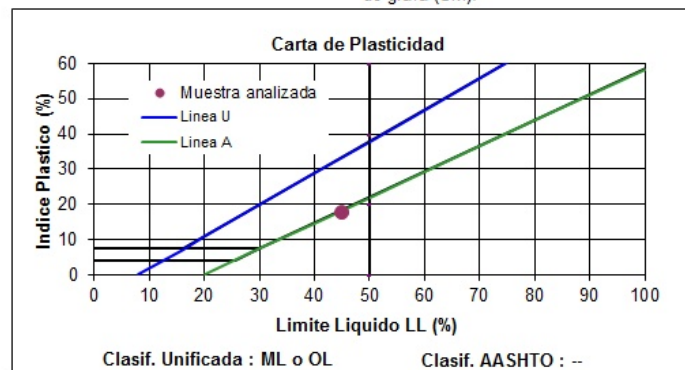
Resultados de ensayos

Método estándar para determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad en suelos según AASHTO T 89 y T 90, ASTM D-4318, INS L-043

Método A

Condición de muestra: Remoldeada

Descripción del material (objeto de ensayo): Arena limosa de color café grisáceo con rastro de grava (SM).



Límite de Atterberg	
Límite líquido	45
Límite plástico	27
Índice plástico	18

GRADUACIÓN No 18

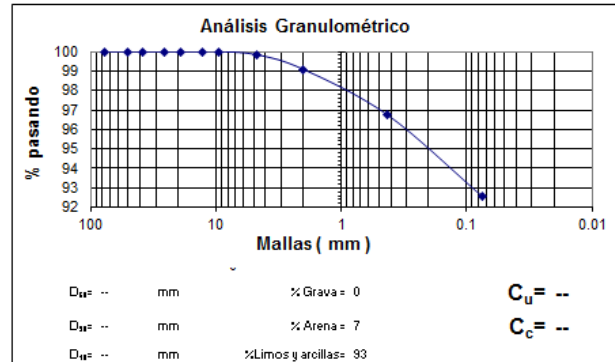
Resultados de ensayos

Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos AASHTO T 11 y T 27, ASTM C-117 Y C-136, INS L-022

Material más fino que el tamiz 200 en agregado por lavado INS - L-024

Descripción del material (objeto de ensayo): Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris con vetas café y rastro de arena (CH/MH)

Tamiz No.	%Pasando
76,2 mm	100.0
50,8 mm	100.0
38,1mm	100.0
25,4 mm	100.0
19 mm	100.0
12,7 mm	100.0
9,5 mm	100.0
No. 4	99.8
No. 10	99.1
No. 40	96.7
No. 200	92.6



LIMITE DE ATTERBERG No 18

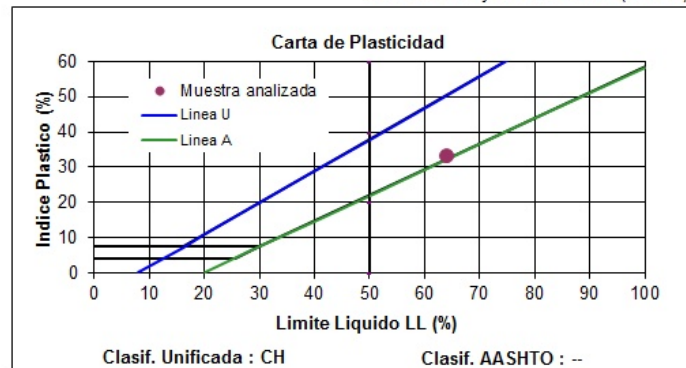
Resultados de ensayos

Método estándar para determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad en suelos según AASHTO T 89 y T 90, ASTM D-4318, INS L-043

Método A

Condición de muestra: Remoldeada

Descripción del material (objeto de ensayo): Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris con vetas café y rastro de arena (CH/MH).



Límite de Atterberg	
Límite líquido	64
Límite plástico	31
Índice plástico	33

GRADUACIÓN No 19

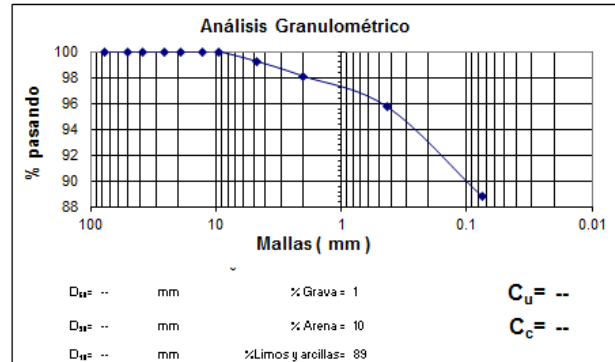
Resultados de ensayos

Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos AASHTO T 11 y T 27, ASTM C-117 Y C-136, INS L-022

Material más fino que el tamiz 200 en agregado por lavado INS - L-024

Descripción del material (objeto de ensayo): Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris con rastro de arena (CH).

Tamiz No.	%Pasando
76,2 mm	100.0
50,8 mm	100.0
38,1mm	100.0
25,4 mm	100.0
19 mm	100.0
12,7 mm	100.0
9,5 mm	100.0
No. 4	99.3
No. 10	98.1
No. 40	95.7
No. 200	88.8



LIMITE DE ATTERBERG No 19

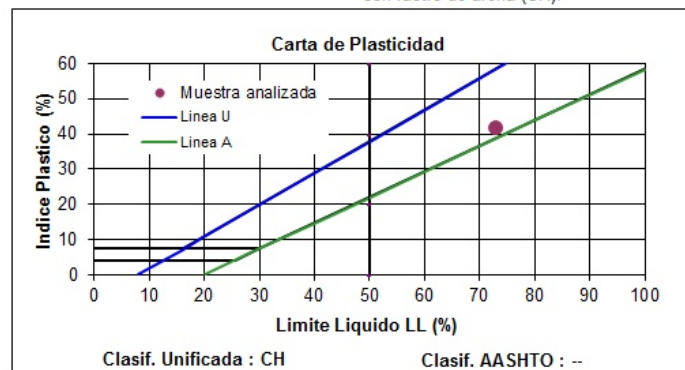
Resultados de ensayos

Método estándar para determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad en suelos según AASHTO T 89 y T 90, ASTM D-4318, INS L-043

Método A

Condición de muestra: Remoldeada

Descripción del material (objeto de ensayo): Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color gris con rastro de arena (CH).



Límite de Atterberg	
Límite líquido	73
Límite plástico	31
Índice plástico	42

GRADUACIÓN No 20

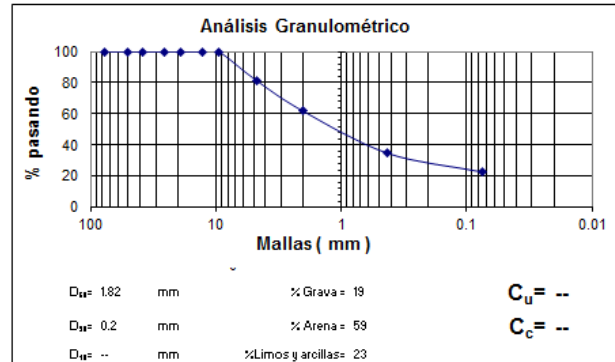
Resultados de ensayos

Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos AASHTO T 11 y T 27, ASTM C-117 Y C-136, INS L-022

Material más fino que el tamiz 200 en agregado por lavado INS - L-024

Descripción del material (objeto de ensayo): Arena arcillosa de color gris con grava (SC).

Tamiz No.	%Pasando
76,2 mm	100.0
50,8 mm	100.0
38,1mm	100.0
25,4 mm	100.0
19 mm	100.0
12,7 mm	100.0
9,5 mm	100.0
No. 4	81.5
No. 10	61.7
No. 40	34.7
No. 200	22.7



LIMITE DE ATTERBERG No 20

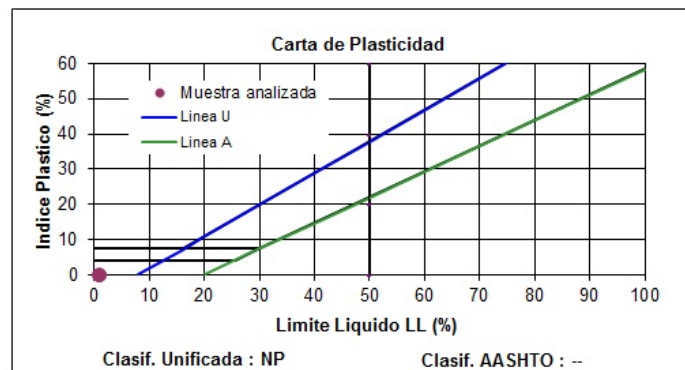
Resultados de ensayos

Método estándar para determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad en suelos según AASHTO T 89 y T 90, ASTM D-4318, INS L-043

Método A

Condición de muestra: Remoldeada

Descripción del material (objeto de ensayo): Arena arcillosa de color gris con grava (SC).



Límite de Atterberg	
Límite líquido	NP
Límite plástico	NP
Índice plástico	NP

A2. DATOS SOLICITADOS

Tabla. Resumen de datos solicitados. Perforación P-1.

Profundidad (m)	Nspt	SUCS	Peso unitario (ton/m ³)	LL (%)	LP (%)	% gravas	% arenas	% finos	Humedad natural (%)	Cu (kg/cm ²)	$f' = \tan^{-1} \left[\frac{N_{60}}{32,5} \right]^{1,34}$	Ø efectivo (°)
0.00 - 0.60	3	SC	--	39	25	20	57	23	31,0	--	28	19
0.60 - 1.20	9		--	39	25	20	57	23	18,8	--	35	23
1.20 - 1.80	4	MH/CH	1,786	54	31	--	7	93	46,0	0,25	--	--
1.80 - 2.40	5	CH/MH	1,758	64	31	--	8	92	45,4	0,37	--	--
2.40 - 3.00	2		1,687	64	31	--	8	92	56,4	0,29	--	--
3.00 - 3.60	2		1,713	64	31	--	8	92	53,6	0,15	--	--
3.60 - 4.20	3		1,661	64	31	--	8	92	63,6	0,08	--	--
4.20 - 4.80	2		1,631	73	31	--	8	92	58,9	0,12	--	--
4.80 - 5.40	5		1,634	73	31	--	8	92	56,4	0,39	--	--
5.40 - 6.00	3		1,702	73	31	--	7	93	53,3	0,50	--	--
6.00 - 6.60	4		1,701	73	31	--	7	93	61,6	0,19	--	--
6.60 - 7.20	3		1,644	73	31	--	7	93	62,2	0,32	--	--
7.20 - 7.80	5		1,773	73	31	--	7	93	58,6	0,20	--	--
7.80 - 8.40	5		1,660	73	31	--	7	93	61,8	0,10	--	--

Donde:

Nspt: Número de golpes medidos en campo

SUCS: Clasificación de suelos según Sistema Unificado

LL: Límite Líquido / LP: Límite Plástico

Cu: resistencia no drenada.

Para la estimación del ángulo de fricción, se utiliza la siguiente correlación y se aplica un factor de corrección de un valor de 2/3 según criterio del ingeniero especialista.

$$\text{Schmertmann [16]} \quad 1970 \quad \phi' = \tan^{-1} \left[\left(\frac{N_{160}}{32,5} \right)^{0,34} \right]$$

Tabla. Resumen de datos solicitados. Perforación P-2.

Profundidad (m)	Nspt	SUCS	Peso unitario (ton/m ³)	LL (%)	LP (%)	% gravas	% arenas	% finos	Humedad natural (%)	Cu (kg/cm ²)	$f' = \tan^{-1} \left[\frac{N_{60}}{325} \right]^{1,34}$	Ø efectivo (°)
0.00 - 0.60	4	ML/CL	1,800	45	27	10	33	57	37,6	0,24	--	--
0.60 - 1.20	5	SC	1,761	--	14	42	44		40,6	0,55	29	20
1.20 - 1.80	5	MH/CH	1,859	54	31	1	39	60	34,5	0,25	--	--
1.80 - 2.40	2	CH/MH	1,747	64	31	--	11	89	48,0	0,17	--	--
2.40 - 3.00	5		1,737	64	31	--	11	89	53,4	0,21	--	--
3.00 - 3.60	5		1,814	64	31	--	11	89	47,2	0,52	--	--
3.60 - 4.20	3		1,656	64	31	--	11	89	62,3	0,21	--	--
4.20 - 4.80	3		1,743	64	31	--	5	95	65,5	0,12	--	--
4.80 - 5.40	5		1,809	64	31	--	5	95	56,1	0,14	--	--
5.40 - 6.00	5		1,743	64	31	--	5	95	51,9	0,64	--	--
6.00 - 6.60	8		1,633	73	31	1	5	94	62,3	--	--	--
6.60 - 7.20	4		1,676	73	31	1	5	94	53,8	0,41	--	--
7.20 - 7.80	4		1,770	73	31	1	5	94	61,5	0,18	--	--
7.80 - 8.40	6		1,723	73	31	1	5	94	60,9	0,26	--	--

Donde:

Nspt: Número de golpes medidos en campo

SUCS: Clasificación de suelos según Sistema Unificado

LL: Límite Líquido / LP: Límite Plástico

Cu: resistencia no drenada.

Para la estimación del ángulo de fricción, se utiliza la siguiente correlación y se aplica un factor de corrección de un valor de 2/3 según criterio del ingeniero especialista.

$$\text{Schmertmann [16]} \quad 1970 \quad \phi' = \tan^{-1} \left[\left(\frac{N_{160}}{32,5} \right)^{0,34} \right]$$

Tabla. Resumen de datos solicitados. Perforación P-3.

Profundidad (m)	Nspt	SUCS	Peso unitario (ton/m ³)	LL (%)	LP (%)	% gravas	% arenas	% finos	Humedad natural (%)	Cu (kg/cm ²)	$f' = \tan^{-1} \left[\frac{N_{60}}{32,5} \right]^{1,34}$	ϕ' efectivo (°)
0.00 - 0.60	3	SM	1,954	45	27	9	52	39	40,7	0,24	28	19
0.60 - 1.20	6		1,961	45	27	9	52	39	43,2	--	31	20
1.20 - 1.80	5		2,051	45	27	9	52	39	52,1	--	27	18
1.80 - 2.40	8	CH/MH	1,800	64	31	--	2	98	60,6	0,18	--	--
2.40 - 3.00	9		1,793	64	31	--	2	98	62,1	0,29	--	--
3.00 - 3.60	7		--	64	31	--	2	98	65,9	--	--	--
3.60 - 4.20	4	CH	1,728	73	31	1	16	83	58,0	0,13	--	--
4.20 - 4.80	3		--	73	31	1	16	83	55,0	--	--	--
4.80 - 5.40	8		--	73	31	1	16	83	55,5	--	--	--
5.40 - 6.00	8		1,715	73	31	1	16	83	60,6	0,15	--	--
6.00 - 6.60	7	GC	--	--	--	40	35	25	58,5	--	29	19
6.60 - 7.20	4		--	--	--	40	35	25	62,8	--	25	16
7.20 - 7.80	5	CH	--	73	31	2	23	75	64,4	--	--	--
7.80 - 8.40	5		1,729	73	31	2	23	75	50,6	0,40	--	--

Donde:

Nspt: Número de golpes medidos en campo

SUCS: Clasificación de suelos según Sistema Unificado

LL: Límite Líquido / LP: Límite Plástico

Cu: resistencia no drenada.

Para la estimación del ángulo de fricción, se utiliza la siguiente correlación y se aplica un factor de corrección de un valor de 2/3 según criterio del ingeniero especialista.

$$\text{Schmertmann [16]} \quad 1970 \quad \phi' = \tan^{-1} \left[\left(\frac{N_{160}}{32,5} \right)^{0,34} \right]$$

Tabla. Resumen de datos solicitados. Perforación P-4.

Profundidad (m)	Nspt	SUCS	Peso unitario (ton/m ³)	LL (%)	LP (%)	% gravas	% arenas	% finos	Humedad natural (%)	Cu (kg/cm ²)	$f' = \tan^{-1} \left[\frac{N_{60}}{325} \right]^{1,34}$	ϕ' efectivo (°)
0.00 - 0.60	2	SM	--	45	27	9	52	39	42,0	--	25	17
0.60 - 1.20	5		1,848	45	27	9	52	39	36,7	--	29	20
1.20 - 1.80	8		1,866	45	27	9	52	39	32,4	--	32	21
1.80 - 2.40	5	CH/MH	1,807	64	31	--	7	93	52,5	0,15	--	--
2.40 - 3.00	4		1,640	64	31	--	7	93	51,5	0,28	--	--
3.00 - 3.60	5		1,669	64	31	--	7	93	53,9	0,19	--	--
3.60 - 4.20	5		1,778	64	31	--	7	93	55,9	0,24	--	--
4.20 - 4.80	4		1,738	64	31	--	7	93	62,8	0,14	--	--
4.80 - 5.40	5		--	64	31	--	7	93	--	--	--	--
5.40 - 6.00	10	CH	1,846	73	31	1	10	89	51,7	0,10	--	--
6.00 - 6.60	14	SC	2,228	--	--	18	59	23	18,6	0,13	35	24
6.60 - 7.20	6		--	--	--	18	59	23	20,4	--	28	18
7.20 - 7.80	4		2,132	--	--	18	59	23	24,1	--	24	16
7.80 - 8.40	7		--	--	--	18	59	23	19,9	--	28	19

Donde:

Nspt: Número de golpes medidos en campo

SUCS: Clasificación de suelos según Sistema Unificado

LL: Límite Líquido / LP: Límite Plástico

Cu: resistencia no drenada.

Para la estimación del ángulo de fricción, se utiliza la siguiente correlación y se aplica un factor de corrección de un valor de 2/3 según criterio del ingeniero especialista.

$$\text{Schmertmann [16]} \quad 1970 \quad \phi' = \tan^{-1} \left[\left(\frac{N_{160}}{32,5} \right)^{0,34} \right]$$

A3. CAPACIDAD SOPORTANTE

Para la estimación de la capacidad soportante del terreno se consideran los resultados obtenidos en la prueba de perforación estándar, para lo cual se toma en cuenta el número de golpes N_{SPT} promedio para cada tramo homogéneo en el avance de la perforación (ver tablas de datos geotécnicos por perforación).

De acuerdo con Skempton (1986) y Seed & otros (1985)¹, se debe tener en cuenta que *existen factores que contribuyen a la variación del número de golpes N_{SPT} , como por ejemplo la eficiencia del martillo, el diámetro de la perforación, el método de muestreo y el factor de longitud de barra perforadora*. Según Das (2006), con base en observaciones de campo, parece razonable estandarizar el número de golpes de perforación como una función de la energía entrante de hincado y su disipación alrededor del muestreador hacia el suelo circundante de la siguiente manera:

$$N_{60} = \frac{N_{spt} \cdot \eta_H \cdot \eta_B \cdot \eta_S \cdot \eta_R}{60}$$

Donde,

N_{spt} = Número de golpes N

η_H = eficiencia de martillo

η_B = corrección por diámetro de la perforación

η_S = corrección del muestreador

η_R = corrección por longitud de la barra perforadora

Las variaciones de los factores se encuentran basadas en recomendaciones de **Seed et al. (1985)** y **Skempton (1986)**.

Tabla. Variación de η_H

Tipo de martillo	Liberación de martillo	η_H
Seguridad	cuerda y polea	45

Tabla. Variación de η_S

Variable	η_S
Muestreador estándar	1,0
Con forro para arcilla y arena densa	0,8
Con forro para arena suelta	0,9

¹ Das, Braja. Principios de ingeniería de cimentaciones- 5ta edición.

Tabla. Variación de η_B

Diámetro		η_B
mm	pulgada	
60-120	2,4 - 4,7	1
150	6	1,05
200	8	1,15

Tabla. Variación de η_R

Profundidad		η_R
m	pies	
>10	>30	1
6 -10	20-30	0,95
4 -6	12-20	0,85
0 - 4	0-12	0,75

Con base en lo anterior, y a partir de los números de golpes se toma en cuenta la recomendación de Parry (1977) propuesta por **Bowles (1988)** que considera como fórmula general que la capacidad soportante última se puede estimar a partir de:

$$q_{ult} = 30N \text{ (kPa)}^2$$

En este análisis, se va a considerar a N como un valor aproximado al $N_{1,60}$, determinado con el uso de los siguientes factores: $N_{1,60} = C_N N_{60}$

Luego, para el caso de estimación de capacidad soportante según un método de diseño por esfuerzos de trabajo, se sabe que,

$$q_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS}^3$$

De manera complementaria, se realizan considerando las siguientes relaciones presentadas por el Ing. William Rodríguez Serquen⁴:

Caso arenas: $q_{adm} = 1,09 * N \text{ (ton/m}^2\text{)}$

Caso arcillas: $q_{adm} = 1,25 * N \text{ (ton/m}^2\text{)}$

A partir de los resultados obtenidos, se aplican factores de corrección según corresponda a casos de talud, nivel freático, relación límites de consistencia-humedad natural, otros, según el criterio del ingeniero especialista.

² Bowles, Joseph. Foundation Analysis and Desing. Fourth edition.

³ Código de cimentaciones de Costa Rica, 2009.pág. 46.

⁴ (Ingeniería Geotécnica. Rodríguez Serquen, Willliam. Universidad Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, 2016.

Tabla. Memoria de estimación de capacidad soportante. Perforación P-1.

Profundidad (m)		SPT			Factor de corrección ϕ	Q _{adm} (ton/m ²)			SUCS
De	A	N _{spt}	C _N	(N1) ₆₀		Caso general	Arenas o gravas	Limos o arcillas	
0,0	0,6	3	3,1	5	1,00	5,2	5,6	--	SC
0,6	1,2	9	2,2	11	1,00	10,9	11,9	--	
1,2	1,8	4	1,8	4	1,00	4,0	--	5,0	MH/CH
1,8	2,4	5	1,6	5	0,70	3,2	--	4,0	CH/MH
2,4	3,0	2	1,5	2	0,70	1,2	--	1,5	
3,0	3,6	2	1,5	2	0,70	1,1	--	1,4	
3,6	4,2	3	1,4	3	0,70	1,9	--	2,3	
4,2	4,8	2	1,4	2	0,70	1,2	--	1,5	
4,8	5,4	5	1,3	4	0,70	2,9	--	3,6	
5,4	6,0	3	1,3	2	0,70	1,7	--	2,1	
6,0	6,6	4	1,2	3	0,70	2,4	--	3,0	
6,6	7,2	3	1,2	3	0,70	1,8	--	2,2	
7,2	7,8	5	1,2	4	0,70	2,9	--	3,6	
7,8	8,4	5	1,1	4	0,70	2,8	--	3,5	

Tabla. Memoria de estimación de capacidad soportante. Perforación P-2.

Profundidad (m)		SPT			Factor de corrección ϕ	Q _{adm} (ton/m ²)			SUCS
De	A	N _{spt}	C _N	(N1) ₆₀		Caso general	Arenas o gravas	Limos o arcillas	
0,0	0,6	4	3,0	7	1,00	6,8	--	8,6	MI/CL
0,6	1,2	5	2,2	6	1,00	6,1	6,6	--	SC
1,2	1,8	5	1,8	5	1,00	4,9	--	6,2	MH/CH
1,8	2,4	2	1,6	2	0,70	1,3	--	1,6	CH/MH
2,4	3,0	5	1,6	4	0,70	3,1	--	3,8	
3,0	3,6	5	1,5	4	0,70	2,9	--	3,6	
3,6	4,2	3	1,4	3	0,70	1,9	--	2,4	
4,2	4,8	3	1,4	3	0,70	1,8	--	2,3	
4,8	5,4	5	1,3	4	0,70	2,9	--	3,6	
5,4	6,0	5	1,2	4	0,70	2,8	--	3,5	
6,0	6,6	8	1,2	7	0,70	4,8	--	6,1	
6,6	7,2	4	1,2	3	0,70	2,4	--	2,9	
7,2	7,8	4	1,1	3	0,70	2,3	--	2,9	
7,8	8,4	6	1,1	5	0,70	3,3	--	4,2	

Tabla. Memoria de estimación de capacidad soportante. Perforación P-3.

Profundidad (m)		SPT			Factor de corrección ϕ	Q _{adm} (ton/m ²)			SUCS
De	A	N _{spt}	C _N	(N1) ₆₀		Caso general	Arenas o gravas	Limos o arcillas	
0,0	0,6	3	2,9	5	1,00	4,9	5,4	--	SM
0,6	1,2	6	2,1	7	1,00	7,0	7,6	--	
1,2	1,8	5	1,7	5	1,00	4,7	5,1	--	
1,8	2,4	8	1,6	7	0,70	4,9	--	6,2	CH/MH
2,4	3,0	9	1,5	8	0,70	5,3	--	6,6	
3,0	3,6	7	1,4	6	0,70	3,9	--	4,9	
3,6	4,2	4	1,4	3	0,70	2,4	--	3,0	CH
4,2	4,8	3	1,3	2	0,70	1,7	--	2,2	
4,8	5,4	8	1,3	6	0,70	4,5	--	5,6	
5,4	6,0	8	1,2	6	0,70	4,3	--	5,4	
6,0	6,6	7	1,2	6	0,70	4,1	4,5	--	GC
6,6	7,2	4	1,1	3	0,70	2,3	2,5	--	
7,2	7,8	5	1,1	4	0,70	2,8	--	3,5	CH
7,8	8,4	5	1,1	4	0,70	2,7	--	3,4	

Tabla. Memoria de estimación de capacidad soportante. Perforación P-4.

Profundidad (m)		SPT			Factor de corrección ϕ	Q _{adm} (ton/m ²)			SUCS
De	A	N _{spt}	C _N	(N1) ₆₀		Caso general	Arenas o gravas	Limos o arcillas	
0,0	0,6	2	3,0	3	1,00	3,4	3,7	--	SM
0,6	1,2	5	2,1	6	1,00	6,0	6,5	--	
1,2	1,8	8	1,7	8	1,00	7,8	8,5	--	
1,8	2,4	5	1,6	5	0,70	3,2	--	4,0	CH/MH
2,4	3,0	4	1,5	3	0,70	2,4	--	3,0	
3,0	3,6	5	1,5	4	0,70	2,9	--	3,6	
3,6	4,2	5	1,4	4	0,70	3,1	--	3,9	
4,2	4,8	4	1,3	3	0,70	2,4	--	3,0	
4,8	5,4	5	1,3	4	0,70	2,9	--	3,6	
5,4	6,0	10	1,2	8	0,70	5,5	--	6,9	CH
6,0	6,6	14	1,2	12	0,70	8,2	9,0	--	SC
6,6	7,2	6	1,1	5	0,70	3,4	3,7	--	
7,2	7,8	4	1,1	3	0,70	2,2	2,3	--	
7,8	8,4	7	1,0	5	0,70	3,6	4,0	--	