



UNIVERSIDAD NACIONAL

LICITACIÓN ABREVIADA

NO. 2013LA-000004-SCA

“Contratación de los servicios profesionales para la realización de estudios geotécnicos, de suelos y pruebas de laboratorio para la construcción de edificios de la Universidad Nacional”

2013 - 2014

5 de Marzo, 2014

Señor
Ing. Francisco Miranda
**Proyecto Construcción de edificio Complejo Artístico Deportivo
Campus Omar Dengo - Universidad Nacional**
Oficina

Asunto: Estudio de suelos

Estimado ingeniero:

Sírvanse encontrar a continuación los resultados del estudio de suelos solicitado para el proyecto **Construcción de edificio Complejo Artístico Deportivo Campus Omar Dengo**, en la zona de la actual cancha de fútbol del CIDE en el campus central de la Universidad Nacional, Heredia.

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

El abajo firmante se hace responsable de los términos técnicos expresados en el presente Estudio de suelos, en el terreno indicado en el diagrama.

Atentamente

VIETO & ASOCIADOS S.A. CC-00211

Ing. Miguel A. Rojas Salas MCE
Departamento de Geotecnia IC-5352
Consultor Ambiental No.
CI-030-2006-SETENA

Ing. Mario Villegas Jiménez MGE
Departamento de Geotecnia IC-20699
Consultor Ambiental No.
CI-001-2011-SETENA

MVJ/Hhs
cc. Archivo

14-OTS-0017b-2002.

Página: 1 de 31

* Ensayo acreditado, ver alcance en www.eca.or.cr ** Ensayo no acreditado.



Documento Propiedad intelectual de Vieto & Asociados, S.A. Prohibida su reproducción no autorizada
tel.: (506) 2268-8297 • info@vieto.com • www.vieto.com

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 | 7 |
| 3.3 Resumen de perforaciones | 8 |
| 3.4 Diagrama de localización de las 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 y conclusiones geotécnicas | 26 |
| 5.1 Capacidad soportante por perforación | 26 |
| 6. Recomendaciones | 27 |
| 6.1 Observaciones generales | 27 |
| 6.2 Recomendaciones generales | 28 |
| 6.3 Recomendaciones para pisos | 29 |
| 6.4 Tipo de suelo para diseño estructural | 29 |
| 6.5 Recomendaciones para muros de retención | 29 |
| 6.6 Recomendaciones para taludes | 29 |
| 6.7 Recomendaciones para rellenos | 29 |
| 6.8 Recomendaciones para estructuras de pavimento | 30 |
| 7. Discusión de los grados de incertidumbre y alcance del estudio | 31 |
| 8. Referencia bibliográficas | 31 |

2. INTRODUCCIÓN

2.1 Objetivo del estudio

Estudiar las características físicas y mecánicas del terreno para estimar las capacidades soportantes, en la zona de estudio, para el diseño de las fundaciones del proyecto.

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 catastro número H-650424-2000, donde se encuentra el campus central de la Universidad Nacional en Heredia y corresponde con la zona donde se ubica la actual cancha de fútbol del CIDE. El lote se encuentra ubicado en la provincia de Heredia, cantón Heredia, distrito Heredia,

Según la información suministrada, el proyecto **Complejo Artístico Deportivo Campus Omar Dengo**, a ser desarrollado por dicha entidad en el lote indicado, incluye la construcción de diferentes edificaciones.

Este proyecto contempla la construcción de un edificio de cuatro niveles de concreto armado, que incluye aulas, talleres de arte, oficinas administrativas, una biblioteca para el CIDEA, salones para la práctica de teatro y danza, núcleos de baños y otras obras de servicios y equipamiento general. El área total del proyecto corresponde con 13322 m² en una huella de construcción de 8802 m².

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

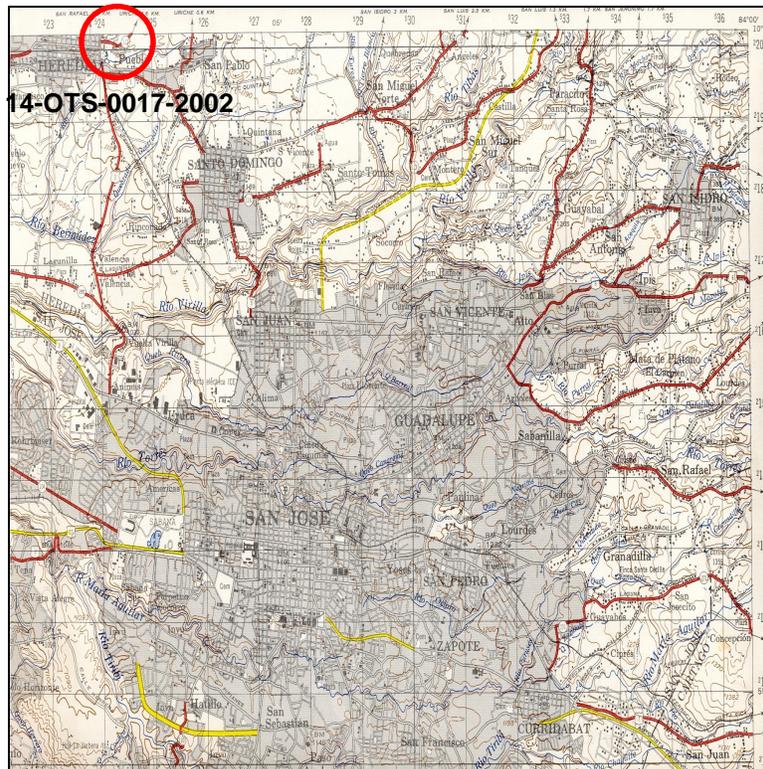


Figura. Mapa geográfico de la zona
Fuente: Instituto Geográfico Nacional

2.4 Condiciones del terreno

- ∅ El terreno analizado presenta una topografía regular y corresponde con una cancha de fútbol. La superficie del terreno se encuentra cubierta por césped. Seguidamente se presentan fotografías del sitio.
- ∅ No se encontró nivel freático en las perforaciones realizadas al momento de ejecutar los trabajos en el sitio.



Fotografía. Vista de la zona estudiada.



Fotografía. Vista del interior del sitio.

2.5 Correlación e interacción con datos de geología de la zona

- ∅ La geología de la zona corresponde con lavas y piroclastos de la Formación Barva del Cuaternario Qv1 (Denyer & Arias, 1990). Por lo que los suelos encontrados en las perforaciones se consideran producto de la meteorización de la matriz de estos materiales.

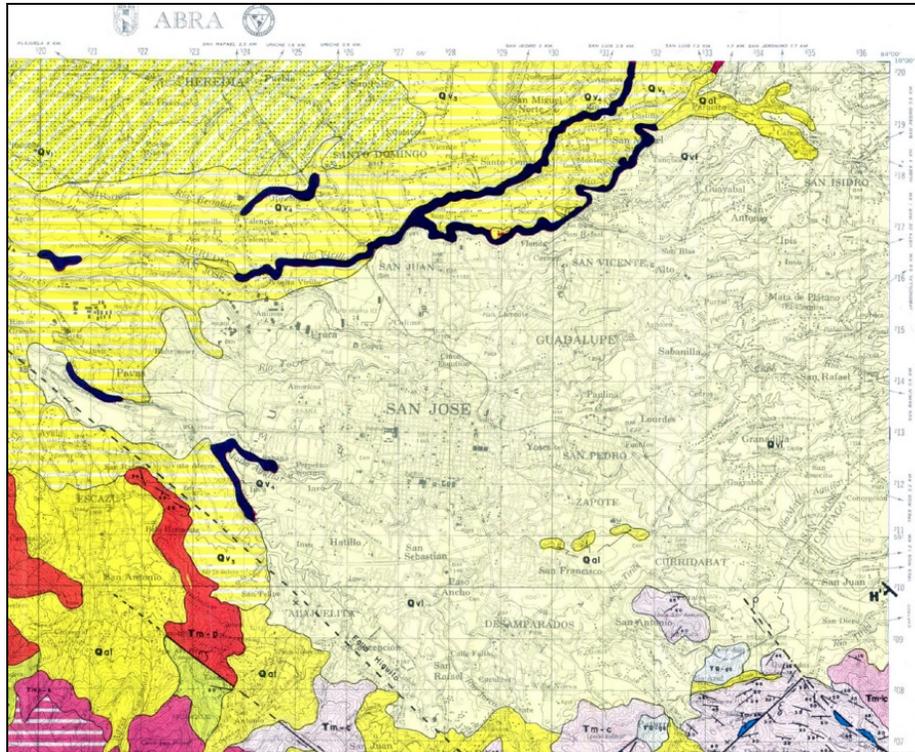


Figura. Mapa geológico de la zona.
Fuente: Denyer & Arias, 1990.

3. TRABAJO REALIZADO

3.1 Sondeos y metodología aplicada

Se realizaron cuatro perforaciones a percusión utilizando muestreador estándar, con el objetivo de evaluar el comportamiento del suelo existente en el sitio de las investigaciones, las cuales fueron verificadas en sitio por el Ing. Francisco Miranda.

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.

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 inconfiada, 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 ensayos realizados:

| | | |
|---------------------------|--------------------|-----------------------|
| Compresión inconfiada*: | ASTM D 2166 | INS-L-059 |
| Humedad natural*: | ASTM D 2216 | INS-L-030 |
| Límites Atterberg*: | ASTM D 4318 | INS-L-043 |
| Análisis granulométrico*: | ASTM C 117 / C 136 | INS-L-024 / INS-L-022 |
| Peso unitario**: | ASTM C 29M-97 | INS-L-075 |
| Gravedad específica*: | ASTM D 854-02 | INS-L-080 |
| Clasificación de suelos*: | ASTM D 2487 | |

* Ensayo acreditado

** Ensayo no acreditado

3.3 Resumen de perforaciones

Perforación P-1:

- Ø Profundidad total de perforación: 8.4 m
- Ø Profundidad de nivel freático: Nivel freático hasta 8.4 m no se encontró.
- Ø Coordenadas nacionales: 220.321. Y 524.523. X

Perforación P-2:

- Ø Profundidad total de perforación: 9 m
- Ø Profundidad de nivel freático: Nivel freático hasta 9 m no se encontró.
- Ø Coordenadas nacionales: 220.305. Y 524.534. X

Perforación P-3:

- Ø Profundidad total de perforación: 8.4 m
- Ø Profundidad de nivel freático: Nivel freático hasta 8.4 m no se encontró.
- Ø Coordenadas nacionales: 220.322. Y 524.587. X

Perforación P-4:

- Ø Profundidad total de perforación: 8,40 m
- Ø Profundidad de nivel freático: Nivel freático hasta 8,40 m no se encontró.
- Ø Coordenadas nacionales: 220.349. Y 524.590. X

3.4 Diagrama de localización de las perforaciones

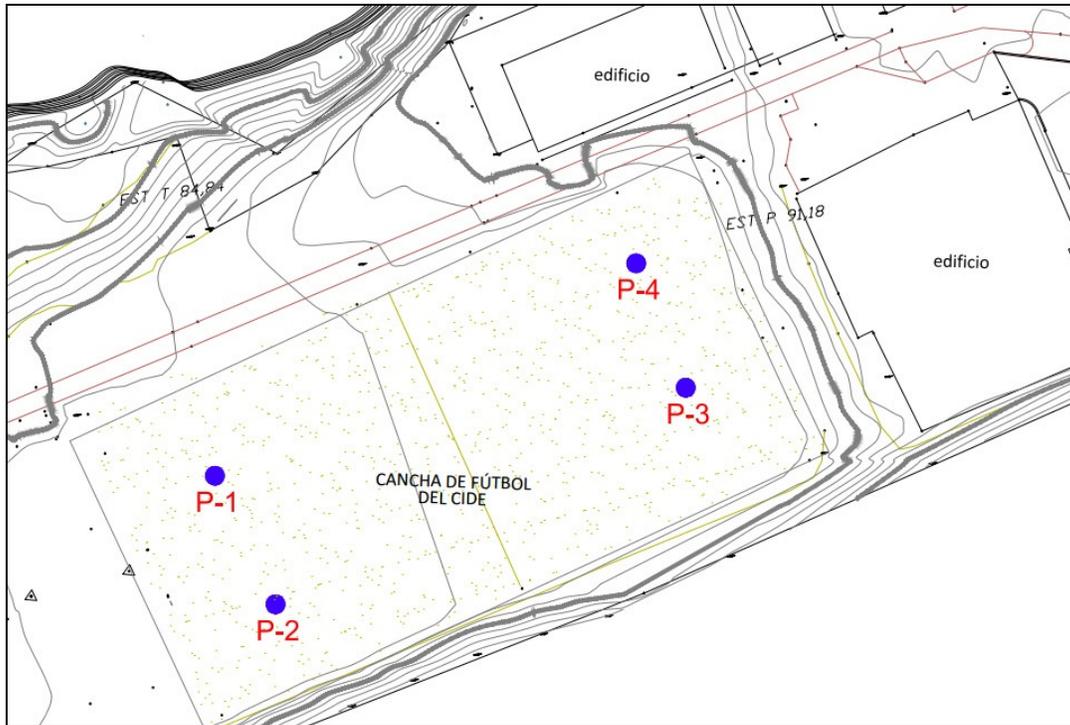


Figura. Diagrama de distribución de las perforaciones
Nota: Demarcación topográfica realizada por el Ing. Rafael Sáenz

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 a 0,90 m | Existe un limo arcilloso de color café con rastros de contenido vegetal. Consistencia variable entre blanda y rígida. Resistencia seca baja. |
| 0,90 a 6,60 m | Se encuentra una arcilla limosa de media plasticidad de color café oscuro (CL). LA-1 (LL=49%, LP=24%). Consistencia variable entre medianamente rígida y muy rígida. Resistencia seca media. |
| 6,60 a 8,40 m | Se encuentra un limo inorgánico de alta compresibilidad de color café claro (MH/CH). LA-2 (LL=58%, LP=33%). Consistencia variable entre muy rígida y duro. Resistencia seca media. |

Perforación P-2:

- | | |
|----------------------|---|
| 0,00 a 0,90 m | Existe un limo arcilloso de color café con rastros de contenido vegetal. Consistencia variable entre muy rígida y rígida. Resistencia seca baja. |
| 0,90 a 6,60 m | Existe una arcilla limosa de media plasticidad de color café oscuro (CL). LA-1 (LL=49%, LP=24%). Consistencia variable entre medianamente rígida y muy rígida. Resistencia seca variable entre baja y media. |
| 6,60 a 9,00 m | Se encuentra un limo inorgánico de alta compresibilidad de color café claro (MH/CH). LA-2 (LL=58%, LP=33%). Consistencia variable entre rígida y muy dura. Resistencia seca media. |

Perforación P-3:

- 0,00 a 0,90 m** Existe un limo arcilloso de color café con rastros de contenido vegetal.
Consistencia variable entre media rígida y rígida.
Resistencia seca media.
- 0,90 a 3,00 m** Se encuentra una arcilla limosa de media plasticidad de color café oscuro (CL).
LA-1 (LL=49%, LP=24%).
Consistencia variable entre medianamente rígida y muy dura.
Resistencia seca variable entre baja y media.
- 3,00 a 8,40 m** Existe un limo inorgánico de alta compresibilidad de color café claro (MH/CH).
LA-2 (LL=58%, LP=33%).
Consistencia variable entre medianamente rígida y dura.
Resistencia seca media.

Perforación P-4:

- 0,00 a 0,60 m** Existe un limo arcilloso de color café con rastros de contenido vegetal.
Consistencia variable entre medianamente rígida y rígida.
Resistencia seca baja.
- 0,60 a 6,60 m** Se encuentra una arcilla limosa de media plasticidad de color café oscuro (CL).
LA-1 (LL=49%, LP=24%).
Consistencia variable entre blanda y muy rígida.
Resistencia seca variable entre media y alta.
- 6,60 a 8,40 m** Se encuentra un limo inorgánico de alta compresibilidad de color café claro (MH/CH).
LA-2 (LL=58%, LP=33%).
Consistencia variable entre rígida y muy rígida resistencia seca media.

Nota:

LA: Límites de Atterberg (Límites de consistencia)
LL: Límite líquido
LP: Límite plástico

LIMITE DE ATTERBERG No 1

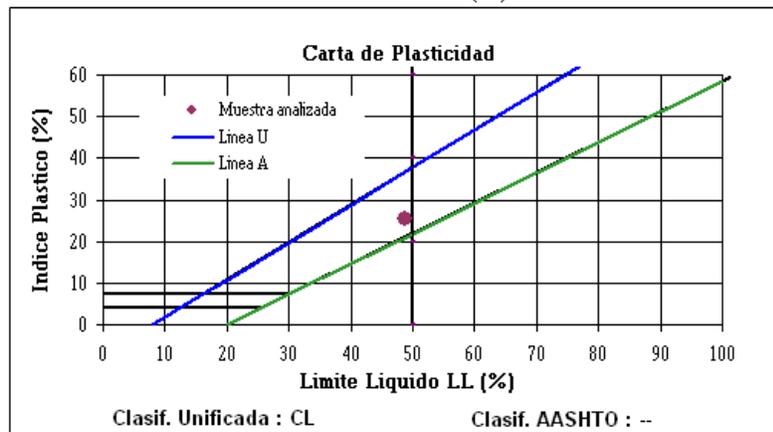
Resultados de ensayos

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): Arcilla limosa de media plasticidad de color café oscuro (CL).



| Límite de Atterberg | |
|---------------------|----|
| Límite líquido | 49 |
| Límite plástico | 24 |
| Índice plástico | 25 |

LIMITE DE ATTERBERG No 2

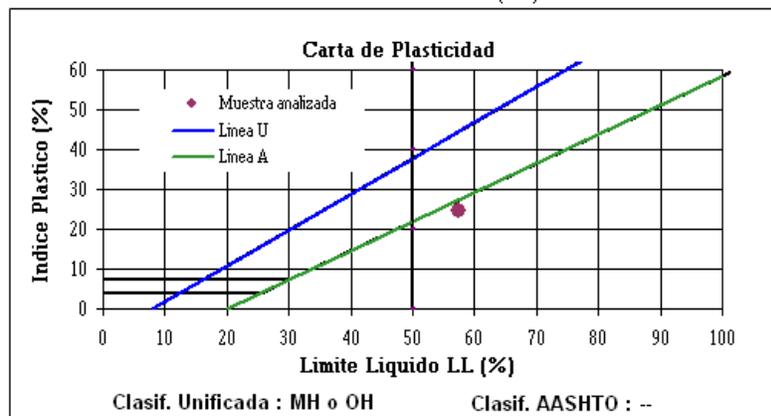
Resultados de ensayos

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

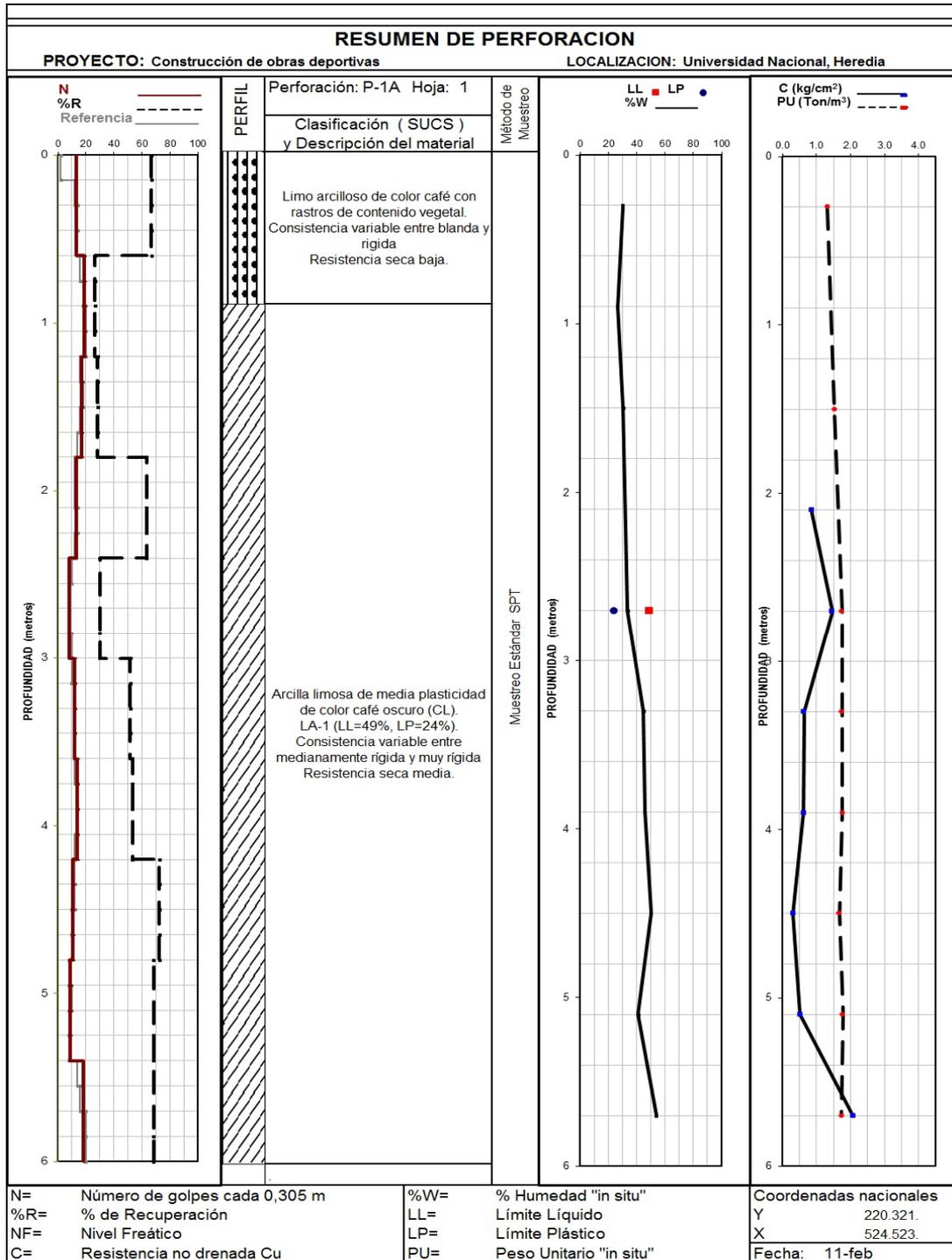
Condición de muestra: Remoldeada

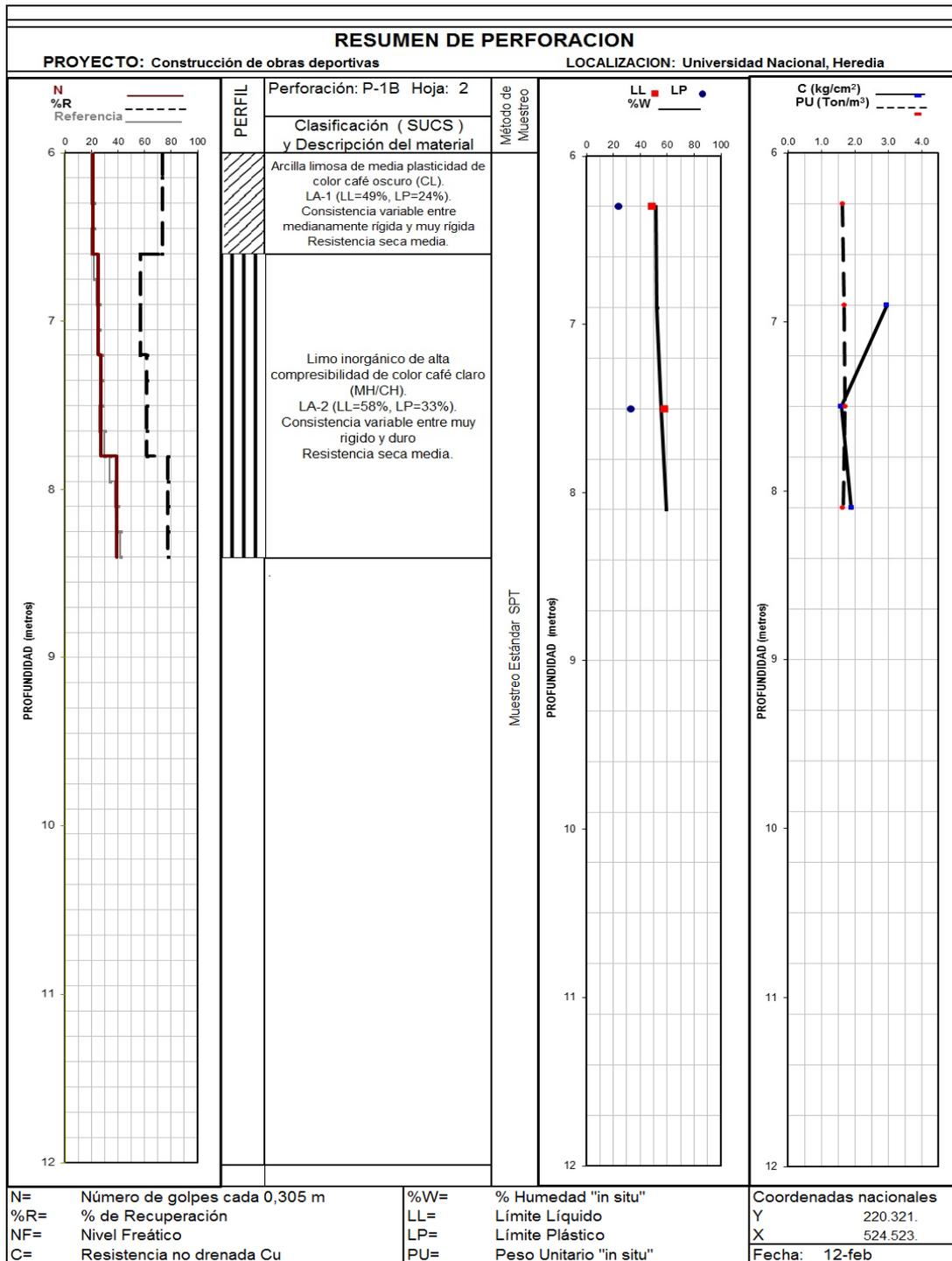
Descripción del material (objeto de ensayo): Limo inorgánico de alta compresibilidad de color café claro (MH).



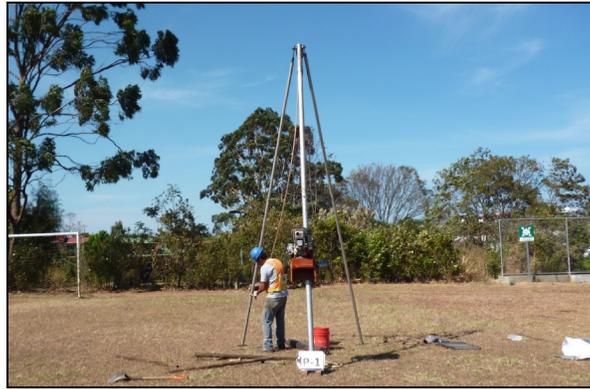
| Limite de Atterberg | |
|---------------------|----|
| Límite líquido | 58 |
| Límite plástico | 33 |
| Índice plástico | 25 |

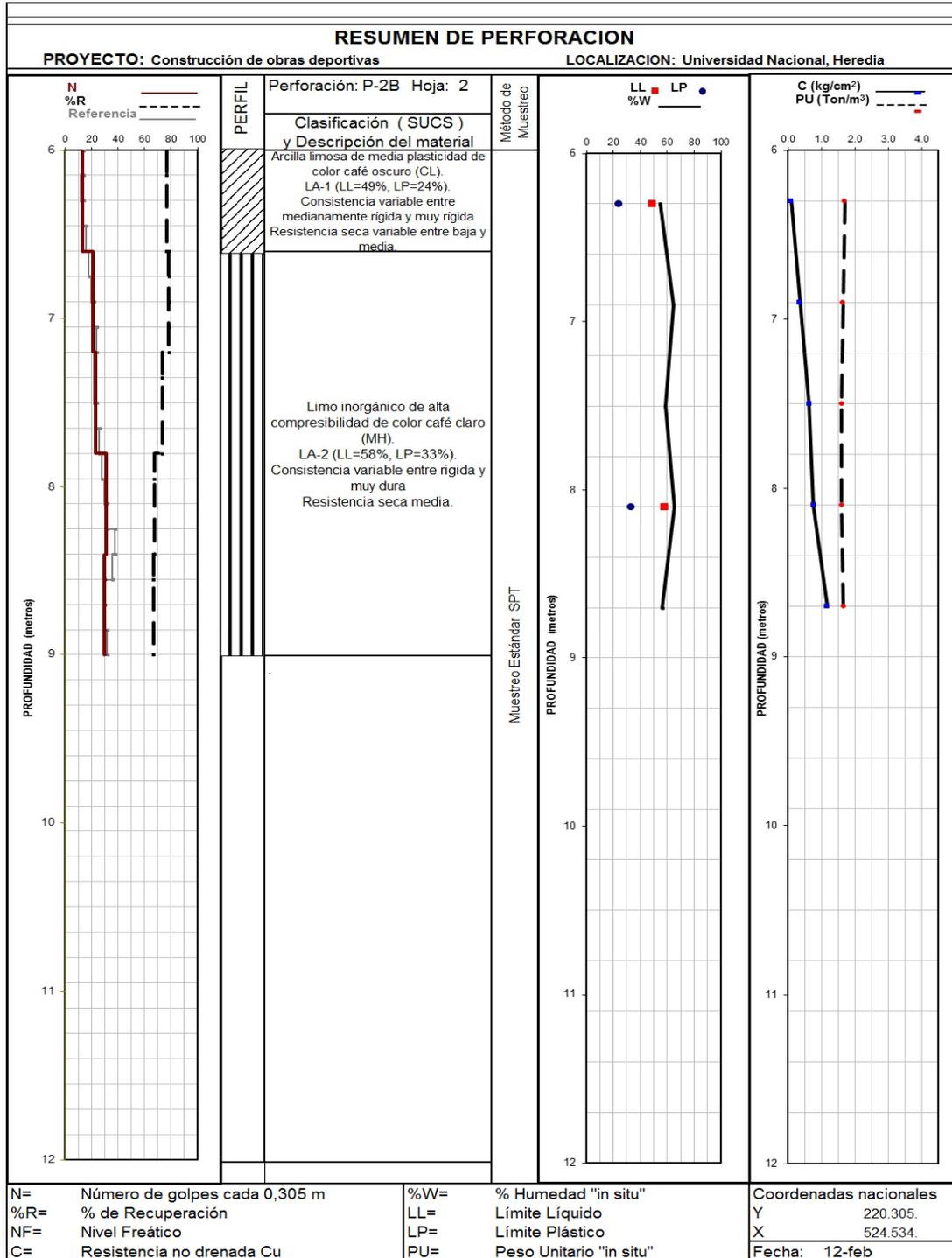
4.2 Resumen de hojas de perforación y fotos





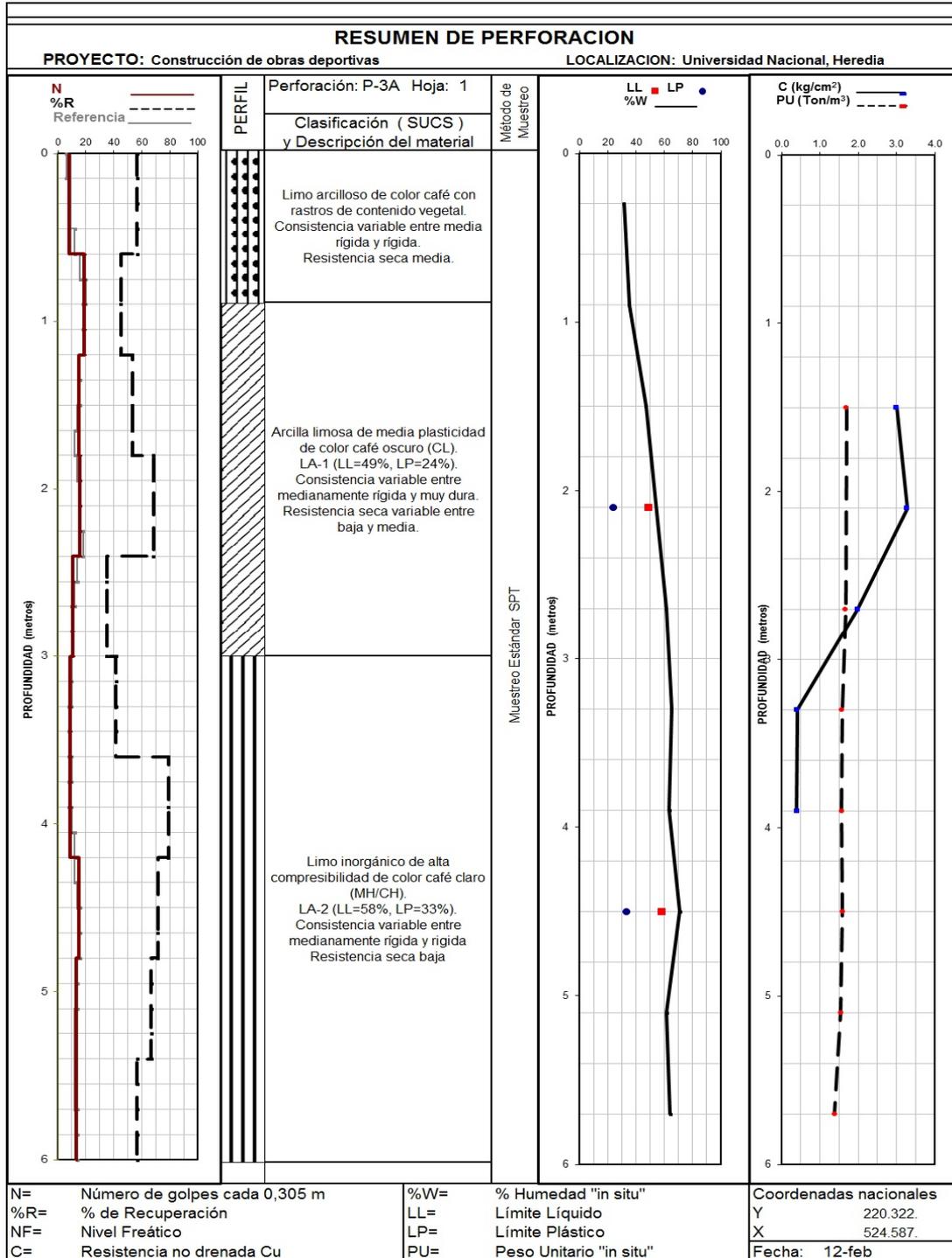
PERFORACIÓN P-1 (OTS-0017)

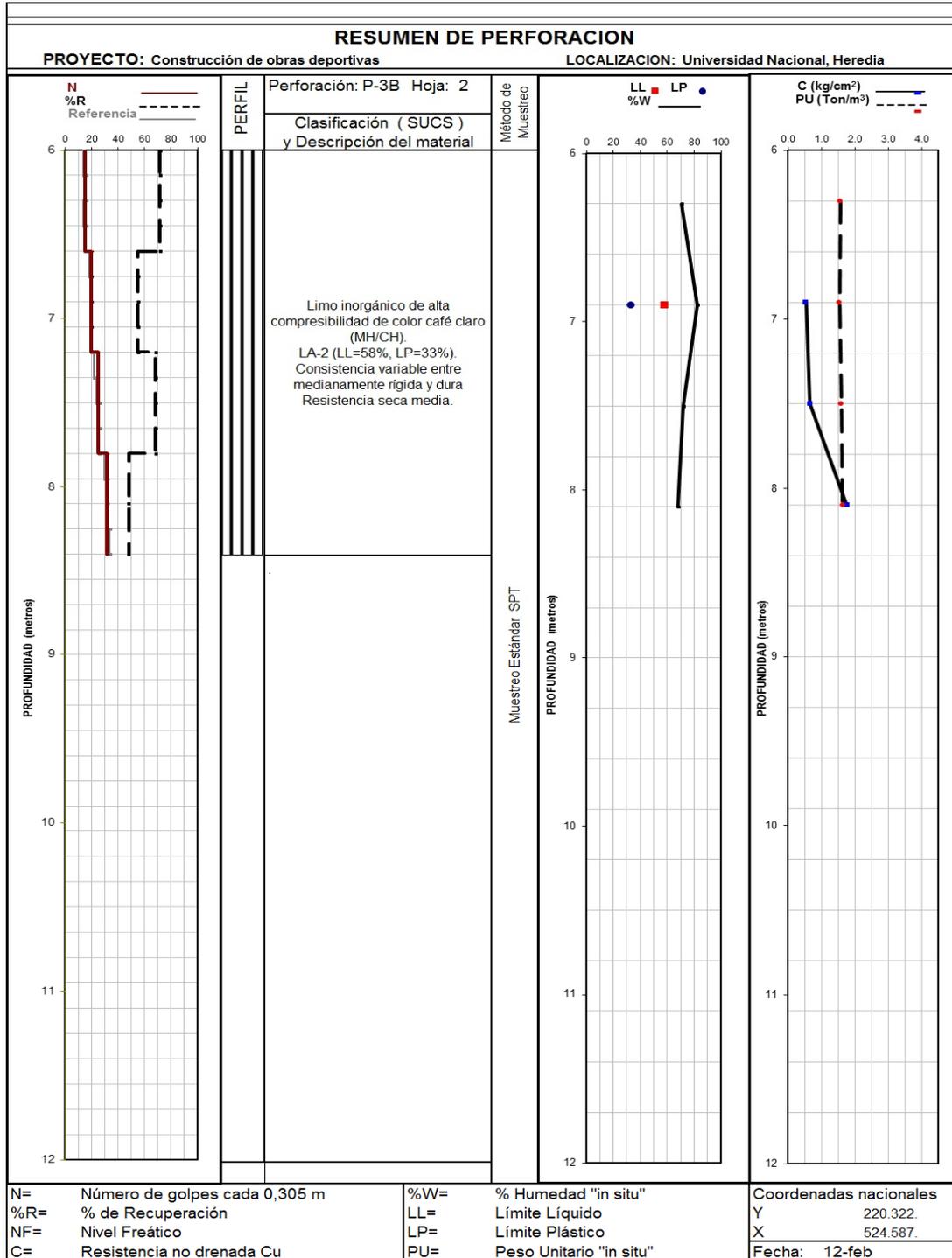




PERFORACIÓN P-2 (OTS-0017)

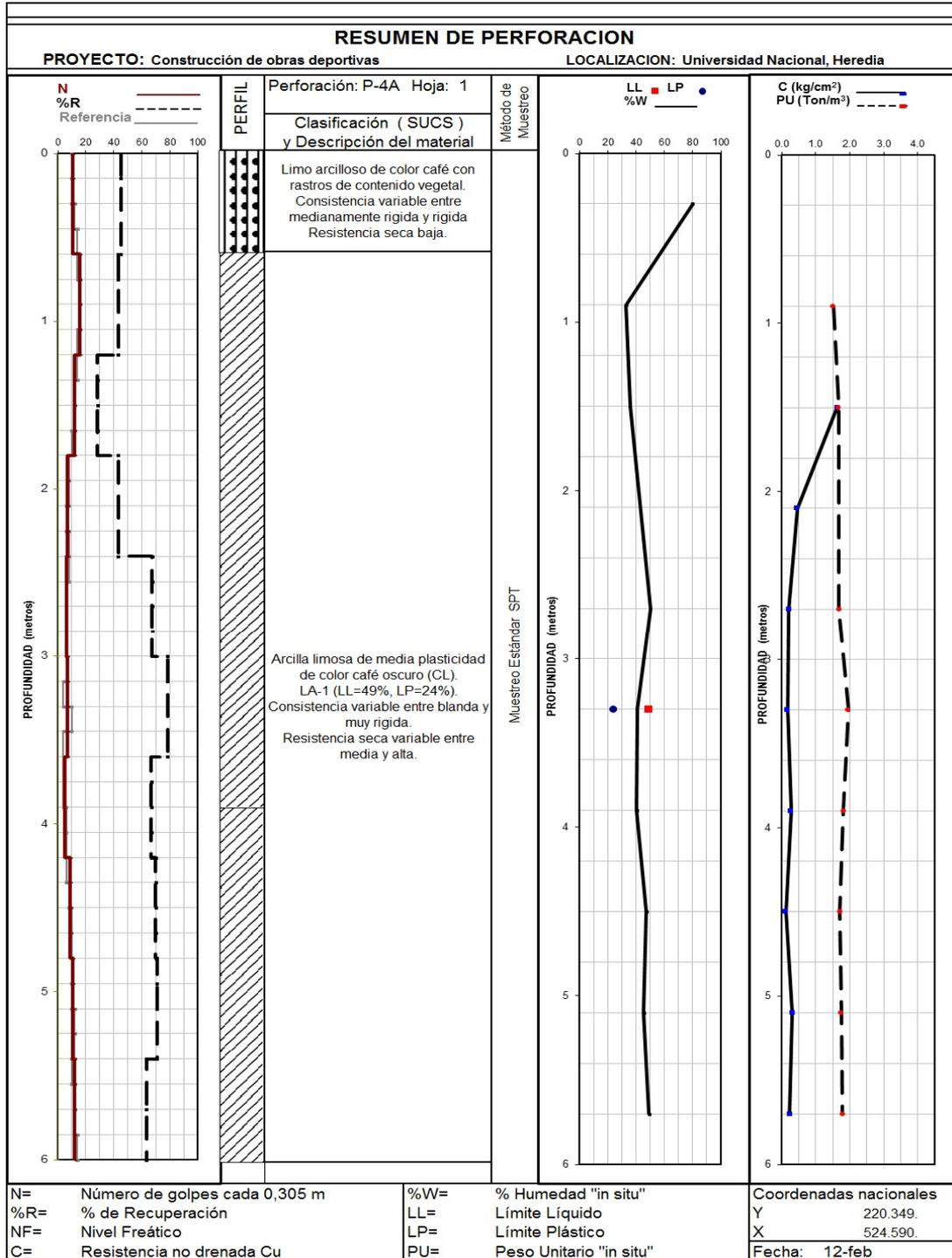


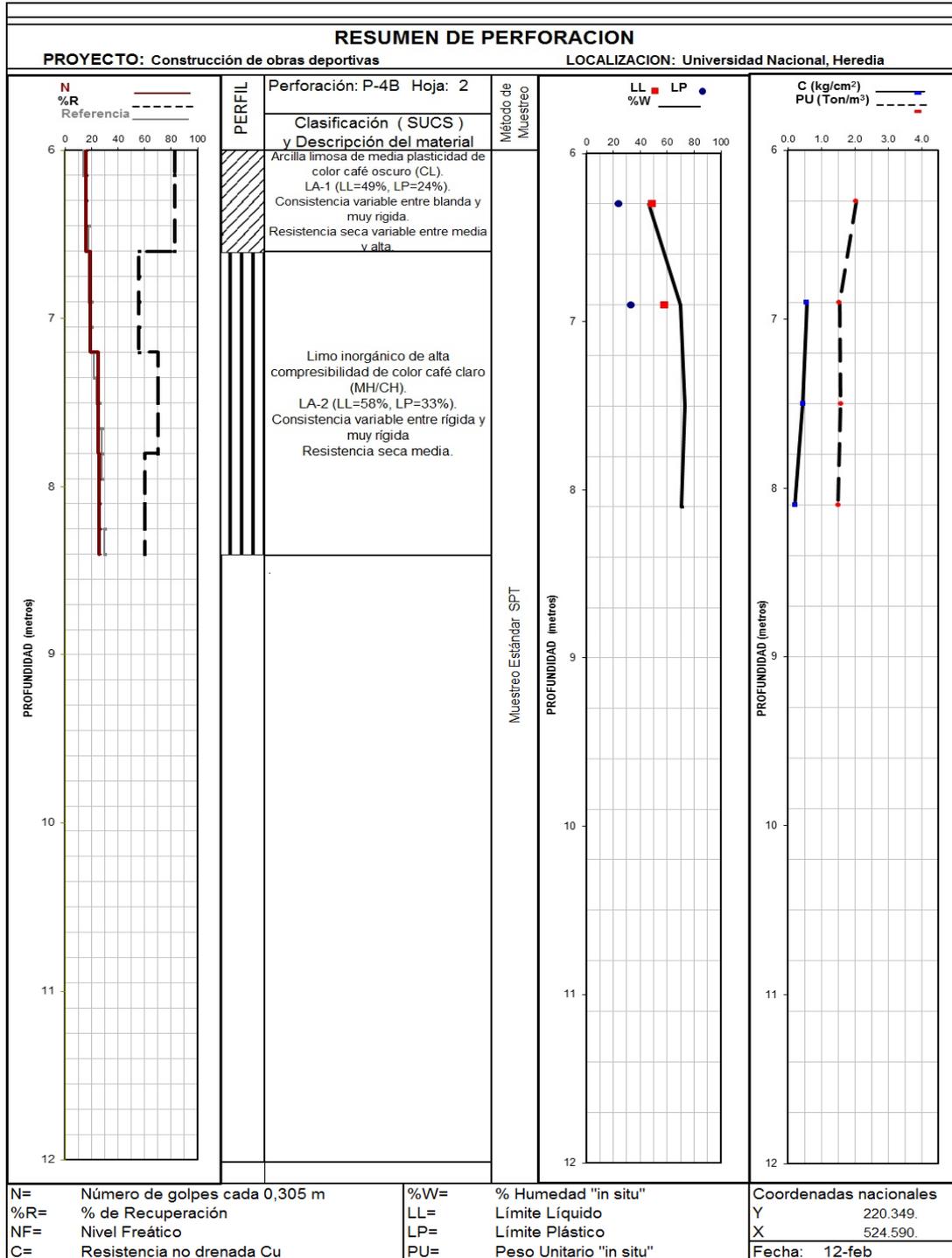




PERFORACIÓN P-3 (OTS-0017)







PERFORACIÓN P-4 (OTS-0017)



5. EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES GEOTÉCNICAS

5.1 Capacidad soportante por perforación

| Perforación No | Profundidad desde el nivel actual del terreno (m) | Capacidad soportante admisible (ton/m ²) |
|----------------|---|--|
| P-1 | 0,00 – 5,40 | 7 |
| | 5,40 – 6,60 | 12 |
| | 6,60 – 7,20 | 15 |
| | 7,20 – 8,40 | 20 |
| P-2 | 0,00 – 0,60 | 5 |
| | 0,60 – 2,40 | 10 |
| | 2,40 – 4,80 | 6 |
| | 4,80 – 6,60 | 8 |
| | 6,60 – 7,80 | 15 |
| | 7,80 – 9,00 | 20 |
| P-3 | 0,00 – 0,60 | 6 |
| | 0,60 – 4,20 | 8 |
| | 4,20 – 6,60 | 10 |
| | 6,60 – 7,20 | 15 |
| | 7,20 – 7,80 | 18 |
| | 7,80 – 8,40 | 20 |
| P-4 | 0,00 – 4,20 | 4* |
| | 4,20 – 4,80 | 6 |
| | 4,80 – 6,00 | 10 |
| | 6,00 – 7,20 | 12 |
| | 7,20 – 8,40 | 15 |

* Suelos de consistencia blanda no adecuados para cimentar estructuras de manera convencional.

6. RECOMENDACIONES

6.1 Observaciones generales

En términos generales, el terreno estudiado presenta una capa superficial de suelo con contenido vegetal bajo la cual subyace un estrato de suelo arcilloso limoso que se ha encontrado hasta una profundidad de hasta aproximadamente 6,6 m. A una mayor profundidad, se encuentra un estrato de suelo limoso de alta compresibilidad.

En el apartado 4 de este informe, se presentan las características físicas y mecánicas de los materiales encontrados en los sitios de las perforaciones.

En el apartado 5, se presentan las capacidades soportantes admisibles de acuerdo con la profundidad, las cuales consideran un factor de seguridad igual a 3,0.

Se considera que mientras se sigan las recomendaciones indicadas en este informe y las buenas prácticas de la ingeniería, el terreno es adecuado para la construcción del edificio de cuatro niveles.

Al momento de la realización del presente estudio de suelos, no se tiene información de la ubicación definitiva de las diferentes obras que se proyectan, por lo que las recomendaciones presentadas en este informe deben ser consideradas de carácter general y se recomienda que el diseñador realice las revisiones pertinentes para cualquier ajuste que sea necesario, tomando en cuenta las condiciones mecánicas de los suelos encontrados en las investigaciones. Lo anterior debido particularmente a que en el sector noroeste, donde se realizó la perforación P-4, el terreno presenta una capa superior de suelos de consistencia blanda de un espesor de aproximadamente 4 m.

6.2 Recomendaciones generales

De acuerdo con los resultados obtenidos, para la construcción del edificio de cuatro niveles, se recomienda colocar las placas de la edificación a una profundidad mínima de 0,90 m con respecto al nivel del terreno en la zona de las perforaciones y apoyarlas sobre una cimentación profunda que consista en pilotes preexcavados, construidos con concreto colado in situ de una resistencia mínima de 28 MPa y reforzados de acuerdo con los resultados del análisis estructural correspondiente.

En este caso, se presenta a continuación las estimaciones de capacidad de carga admisible para elementos, éstas consideran un factor de seguridad igual a 3,0.

Tabla. Capacidades de carga admisible de pilotes.*

| Diámetro (m) | Longitud (m) | Capacidad de carga admisible FS=3 (ton/pilote) | |
|--------------|--------------|--|----------|
| | | Compresión | Tracción |
| 0,30 | 6 | 4,5 | 1,5 |
| | 9 | 9,5 | 4,0 |
| | 12** | 13,5 | 5,5 |
| 0,40 | 6 | 6,5 | 2,5 |
| | 9 | 13,5 | 5,5 |
| | 12** | 19,0 | 7,5 |

* Se considera un nivel de desplante de placas de -0,90 m.

** Estimaciones consideran que las características físicas y mecánicas se mantienen constantes a profundidades mayores a la máxima explorada.

Se aclara que en las revisiones finales del diseño de la cimentación profunda, se debe analizar la eficiencia de cualquier eventual grupo de pilotes en función de la separación centro-centro y distribución definitiva de los elementos.

Para grupos de pilotes sometidos a fuerzas laterales y momentos flectores, se debe realizar un análisis elástico de la estructura de cimentación, de modo que se revise la carga vertical que recibe cada pilote no sobrepase la capacidad de carga admisible indicada.

Se debe tener presente la importancia de la revisión de las características de cimentaciones por un especialista en función de los requisitos estructurales y la ubicación de las obras.

Para todas las obras que se desarrollen, es de suma importancia canalizar y orientar adecuadamente todas las aguas superficiales para evitar que eventuales infiltraciones alteren las características de los suelos.

6.3 Recomendaciones para pisos

Para pisos, se recomienda remover toda capa con contenido vegetal o de suelo meteorizado y colocar un espesor mínimo de 0,30 m de subbase compactada a una densidad mínima del 95% de acuerdo con el ensayo proctor modificado.

6.4 Tipo de suelo para diseño estructural

Para diseño estructural se puede utilizar un tipo de suelo S3.

6.5 Recomendaciones para muros de retención

En el caso de que se proyecta la construcción de estructuras de retención, se debe suministrar información de sus características y ubicación para extender las recomendaciones correspondientes.

6.6 Recomendaciones para taludes

Los taludes deben mantenerse cubiertos por vegetación para que no estén expuestos a problemas de erosión.

Se debe canalizar y orientar adecuadamente las aguas superficiales. De ninguna manera se debe descargar las aguas directamente sobre taludes.

6.7 Recomendaciones para rellenos

Los rellenos se deben construir sobre una superficie adecuadamente preparada en la que se haya removido todo espesor con contenido vegetal o de suelo meteorizado.

Los rellenos se deben construir en capas de un espesor no mayor a 0,30 m y deben compactarse adecuadamente de acuerdo con la especificación correspondiente.

Se recomienda verificar la compactación de las capas de relleno mediante densimetría nuclear, para lo cual se debe contar con información de la relación humedad-densidad del material utilizado como relleno.

6.8 Recomendaciones para estructuras de pavimento

Para el diseño de estructuras de pavimento para parqueos o calles internas, se debe contar con una caracterización del material de subrasante, características del tránsito, tipo de pavimento y periodo de diseño.

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. Por lo que 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.

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 Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica, 1989, 1:50 000, 3 ed. San José, Editorial Instituto Nacional de Costa Rica