

15 de Noviembre, 2013

Señores  
Universidad Nacional  
**Proyecto Construcción edificio de dos niveles**  
**RESIDENCIAS UNIVERSITARIAS**  
Oficina

**Asunto: Estudio de suelos**

Informe número: 13-OTS-0239-2002

Estimados señores:

Sírvanse encontrar a continuación los resultados del estudio de suelos solicitado para el proyecto **Construcción edificio de dos niveles**, en el campus de la sede de la Universidad Nacional que se encuentra ubicado en Sarapiquí, 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  
Gerente General IC-5352  
Consultor Ambiental No. CI-030-2006-SETENA

MVJ/Hhs  
cc. Archivo

## 1. TABLA DE CONTENIDO

	Página	
2.1	Resumen de perforaciones	3
3	Introducción	4
3.1	Datos sobre el terreno estudiado	4
3.2	Coordinación profesional	6
3.3	Objetivo del estudio	6
3.4	Metodología aplicada	6
3.5	Ensayos	6
4	Trabajo realizado	7
4.1	Sondeos	7
4.2	Diagrama de localización de las perforaciones	7
4.3	Condiciones del terreno	8
4.4	Correlación e interacción con datos de geología de la zona	9
5	Resultados geotécnicos obtenidos	10
5.1	Descripción de los estratos y clasificación de los suelos	10
5.2	Resumen de hojas de perforación y fotos	13
6	Evaluación de resultados y conclusiones	21
6.1	Capacidad soportante por perforación	21
7	Recomendaciones	22
7.1	Recomendaciones generales	22
7.2	Recomendaciones para pisos	22
7.3	Tipo de suelo para diseño estructural	22
7.4	Recomendaciones para rellenos	23
8	Discusión de los grados de incertidumbre	24
9	Referencias bibliográficas	24
	Anexo	25
	Ensayo de clasificación SUCS	25

## 2. RESUMEN DE RESULTADOS

### 2.1 Resumen de perforaciones

#### Perforación P-1:

Ø	Profundidad total de perforación:	7.2 m	
Ø	Profundidad de nivel freático:	2.4 m.	
Ø	Coordenadas nacionales:	255.720. Y	544.624. X

#### Perforación P-2:

Ø	Profundidad total de perforación:	6.6 m	
Ø	Profundidad de nivel freático:	2.4 m.	
Ø	Coordenadas nacionales:	255.703. Y	544.620. X

#### Perforación P-3:

Ø	Profundidad total de perforación:	5.4 m	
Ø	Profundidad de nivel freático:	2.4 m.	
Ø	Coordenadas nacionales:	255.701. Y	544.626. X

### 3. INTRODUCCIÓN

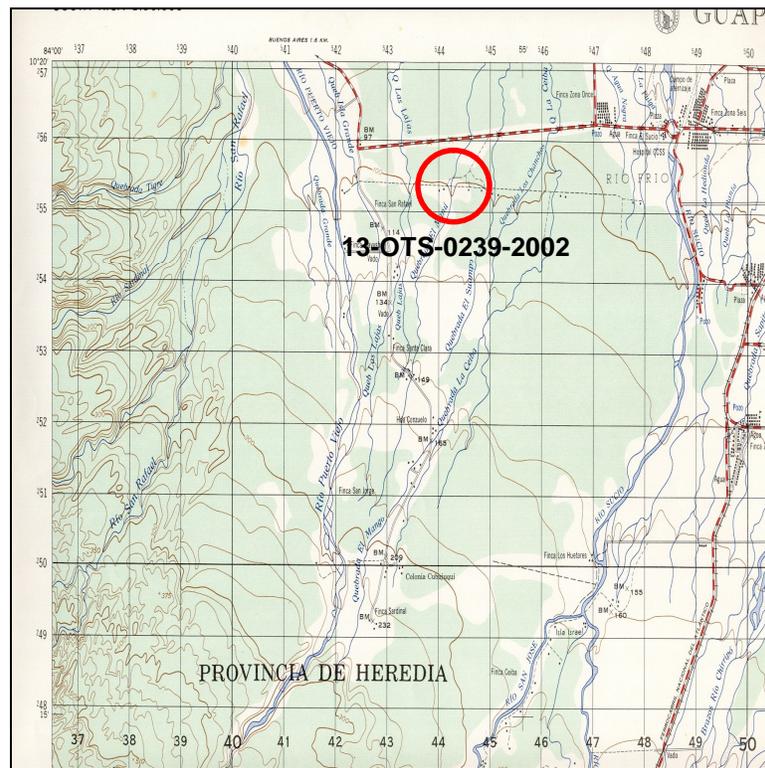
#### 3.1 Datos sobre el terreno estudiado

El terreno estudiado es parte de las instalaciones de la sede de la Universidad Nacional que se encuentra ubicada en Sarapiquí, Heredia. Según la información suministrada, en la zona estudiada se proyecta la construcción de un edificio de dos niveles para residencias universitarias.



**Figura.** Plano de catastro  
Fuente: Solicitante del estudio

## LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA



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

## 3.2 Coordinación profesional

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

## 3.3 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.

## 3.4 Metodología aplicada

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.

## 3.5 Ensayos

Las muestras extraídas en el campo fueron transportadas al laboratorio de Vieta & 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

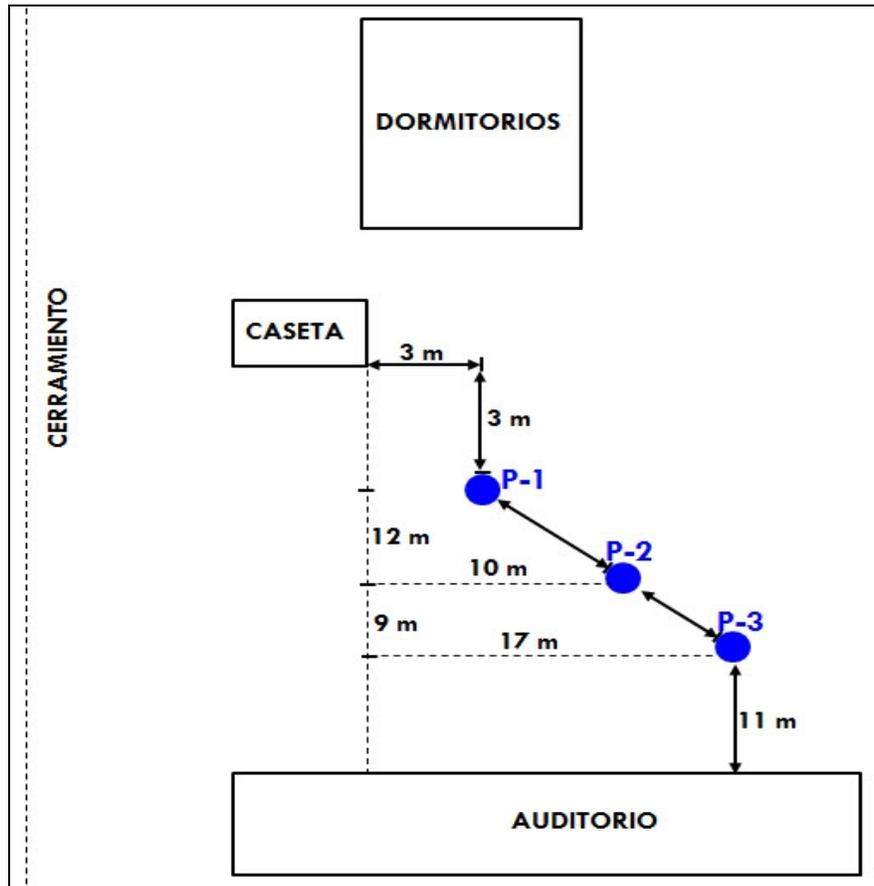
## 4. TRABAJO REALIZADO

### 4.1 Sondeos

Se realizaron tres perforaciones a percusión utilizando muestreador estándar, con el objetivo de evaluar el comportamiento del suelo existente en el sitio de las investigaciones.

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

### 4.2 Diagrama de localización de las perforaciones



**Figura.** Diagrama de distribución de las perforaciones  
Nota: Las medidas son aproximadas

### 4.3 Condiciones del terreno

- ∅ El terreno analizado presenta una topografía regular. La superficie del terreno se encuentra parcialmente cubierta por césped. Existen edificaciones construidas dentro de la propiedad. Seguidamente se presentan fotografías del sitio.
- ∅ Se encontró nivel freático a una profundidad de aproximadamente 2,4 m en las perforaciones realizadas al momento de ejecutar los trabajos en el sitio.



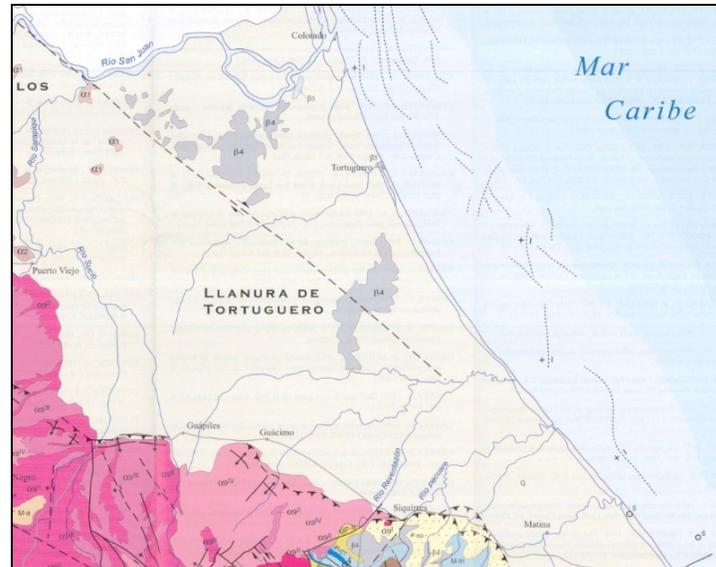
**Fotografías. Vista del sitio de estudio.**



**Fotografías. Vista del sitio de estudio.**

#### 4.4 Correlación e interacción con datos de geología de la zona

- ∅ La geología de la zona corresponde con sedimentos continentales y de transición marina-costera del Cuaternario Q (Denyer & Alvarado, 2007). 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 & Alvarado, 2007.

## 5. RESULTADOS GEOTÉCNICOS OBTENIDOS

### 5.1 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:

<b>0,00 a 0,15 m</b>	Existe un limo con contenido vegetal de color café oscuro. Consistencia muy blanda. Resistencia seca media.
<b>0,15 a 1,20 m</b>	Se encuentra un limo inorgánico de alta compresibilidad de color café oscuro (MH). LA-1 (LL=61%, LP=46%). Consistencia variable entre muy blanda y medianamente rígida. Resistencia seca media.
<b>1,20 a 4,80 m</b>	Existe un limo inorgánico de alta compresibilidad de color café con presencia de arena en algunos tramos (MH). LA-2 (LL=57%, LP=35%). Consistencia variable entre muy blanda y muy rígida. Resistencia seca variable entre baja y media.
<b>4,80 a 6,60 m</b>	Se encuentra un limo inorgánico de alta compresibilidad de color café (MH). LA-3 (LL=63%, LP=36%). Consistencia dura. Resistencia seca media.
<b>6,60 a 7,20 m</b>	Se encuentra una arena arcillosa de color gris (SC). Grad-1 (6% Grava, 50% Arena, 43% Finos). Densidad muy densa. Resistencia seca media.

## Perforación P-2:

<b>0,00 a 0,15 m</b>	Existe un limo con contenido vegetal de color café oscuro. Consistencia muy blanda. Resistencia seca media.
<b>0,15 a 1,20 m</b>	Se encuentra un limo inorgánico de alta compresibilidad de color café oscuro (MH). LA-1 (LL=61%, LP=46%). Consistencia variable entre muy blanda y rígida. Resistencia seca media.
<b>1,20 a 3,60 m</b>	Existe una arena arcillosa de color café con grava (SC). Grad-2 (34% Grava, 41% Arena, 25% Finos). Densidad variable entre muy suelta y medianamente densa. Resistencia seca variable entre baja y media.
<b>3,60 a 4,20 m</b>	Se encuentra un limo inorgánico de alta compresibilidad de color café con rastros de arena (MH). LA-4 (LL=55%, LP=33%). Consistencia variable entre medianamente rígida y muy rígida. Resistencia seca media.
<b>4,20 a 4,80 m</b>	Existe una arena arcillosa de color café con grava (SC). Grad-3 (17% Grava, 66% Arena, 18% Finos). Densidad muy densa. Resistencia seca media.
<b>4,80 a 6,30 m</b>	Se encuentra un limo inorgánico de alta compresibilidad de color café con rastros de arena y grava (MH). LA-5 (LL=55%, LP=34%). Consistencia variable entre dura y muy dura. Resistencia seca media.
<b>6,30 a 6,60 m</b>	Se encuentra una arena limosa de color café (SM). Grad-4 (8% Grava, 68% Arena, 24% Finos). Densidad muy densa. Resistencia seca media.

## Perforación P-3:

<b>0,00 a 0,15 m</b>	Existe un limo con contenido vegetal de color café oscuro. Consistencia variable entre blanda y medianamente rígida. Resistencia seca media.
<b>0,15 a 1,05 m</b>	Se encuentra un limo inorgánico de alta compresibilidad de color café (MH). LA-1 (LL=61%, LP=46%). Consistencia variable entre blanda y rígida. Resistencia seca media.
<b>1,05 a 1,50 m</b>	Existe una arena limosa de color café con grava (SM). Grad-5 (28% Grava, 55% Arena, 17% Finos). Densidad medianamente densa. Resistencia seca media.
<b>1,50 a 3,60 m</b>	Se encuentra una arena arcillosa de color café (SC). Grad-6 (11% Grava, 66% Arena, 23% Finos). Densidad variable entre muy suelta medianamente densa. Resistencia seca media.
<b>3,60 a 4,20 m</b>	Existe una arena arcillosa de color café con grava (SC). Grad-7 (22% Grava, 56% Arena, 22% Finos). Densidad variable entre muy suelta y suelta. Resistencia seca media.
<b>4,20 a 4,80 m</b>	Se encuentra una arcilla café. Consistencia variable entre rígida y muy rígida. Resistencia seca media.
<b>4,80 a 5,40 m</b>	Existe una arena limosa de color café con grava (SC). Grad-8 (33% Grava, 46% Arena, 21% Finos). Densidad variable entre densa y muy densa. Resistencia seca media.

### Nota:

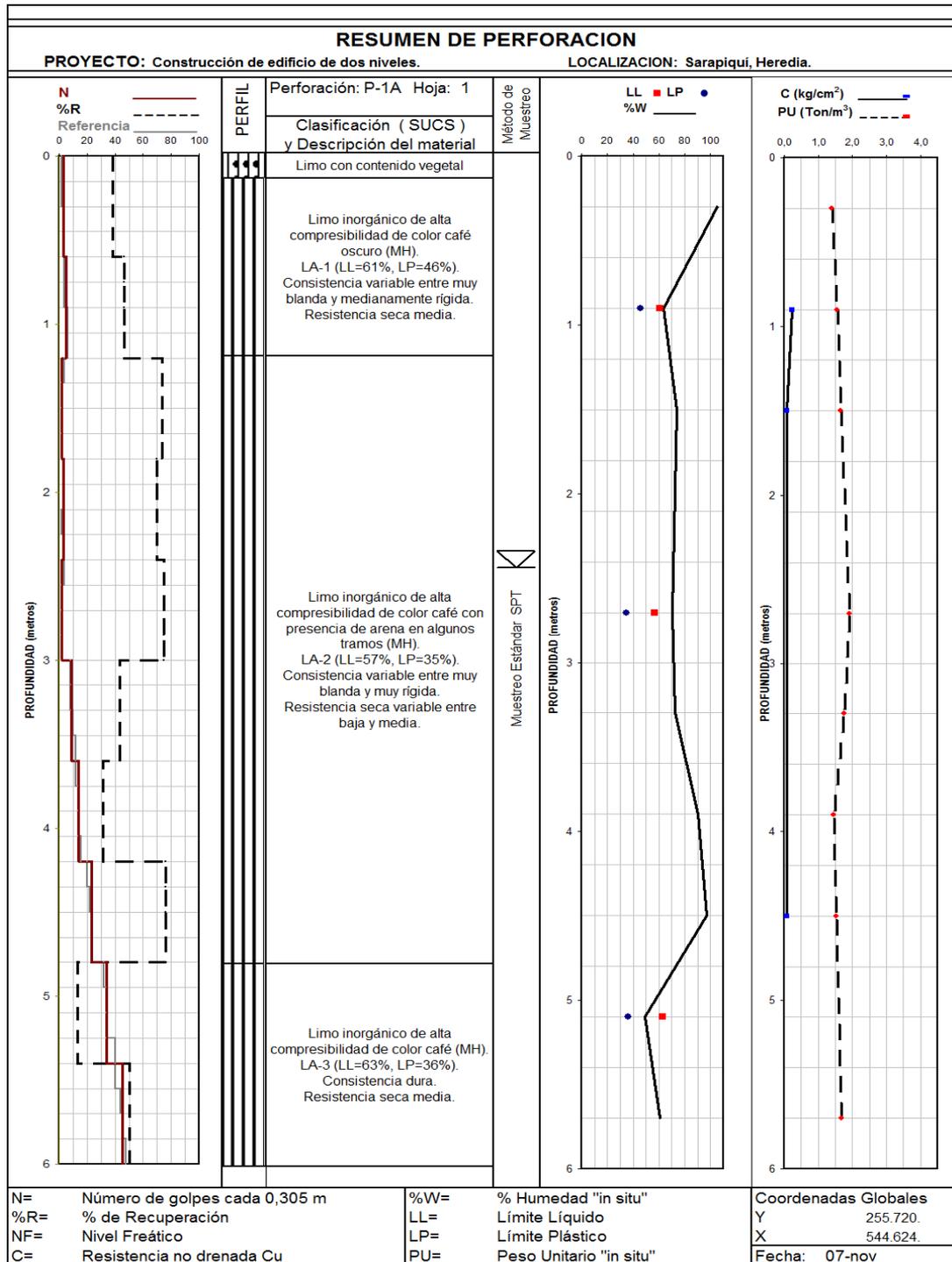
LA: Límites de Atterberg (Límites de consistencia)

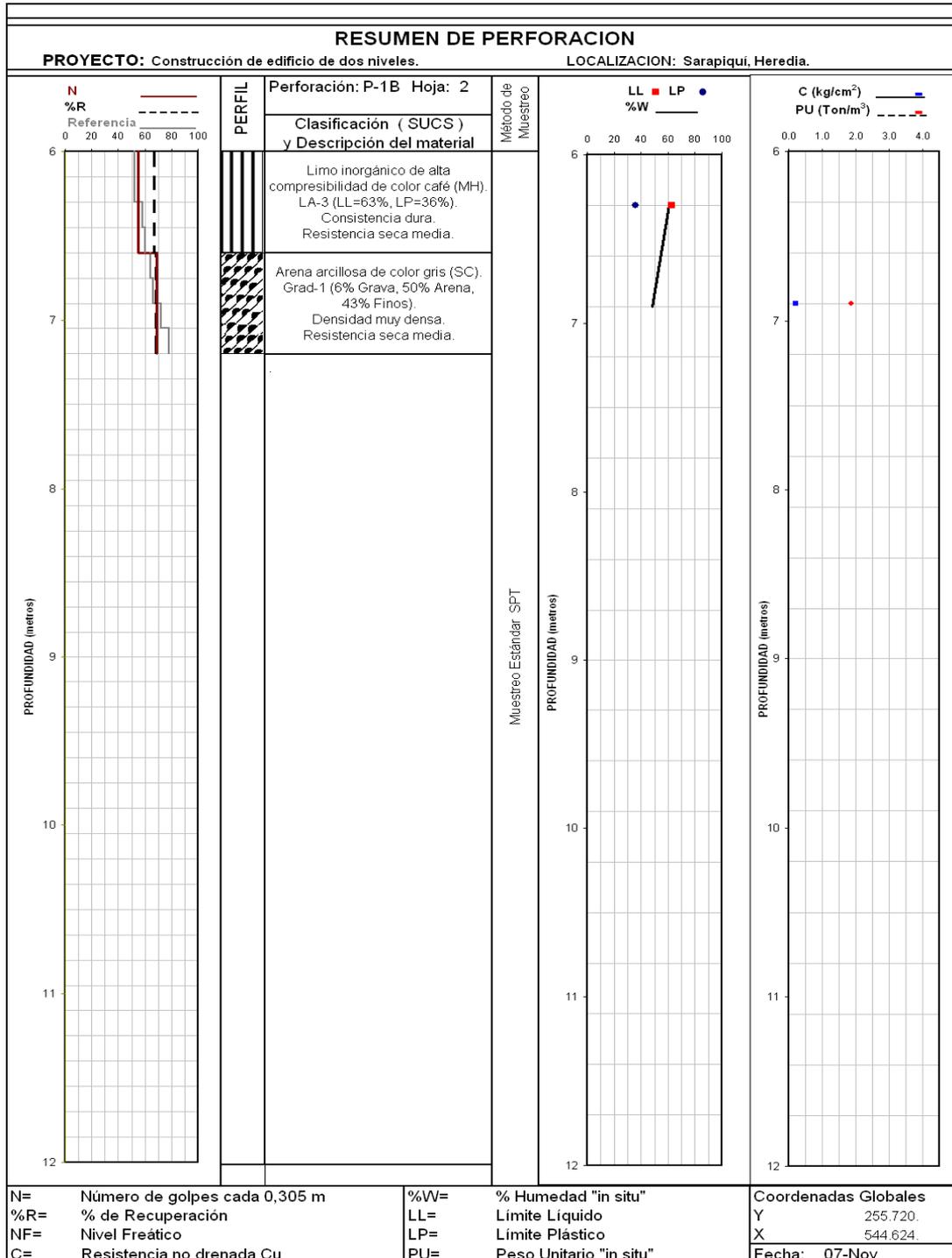
LL: Límite líquido

LP: Límite plástico

Grad: Graduación (Análisis granulométrico)

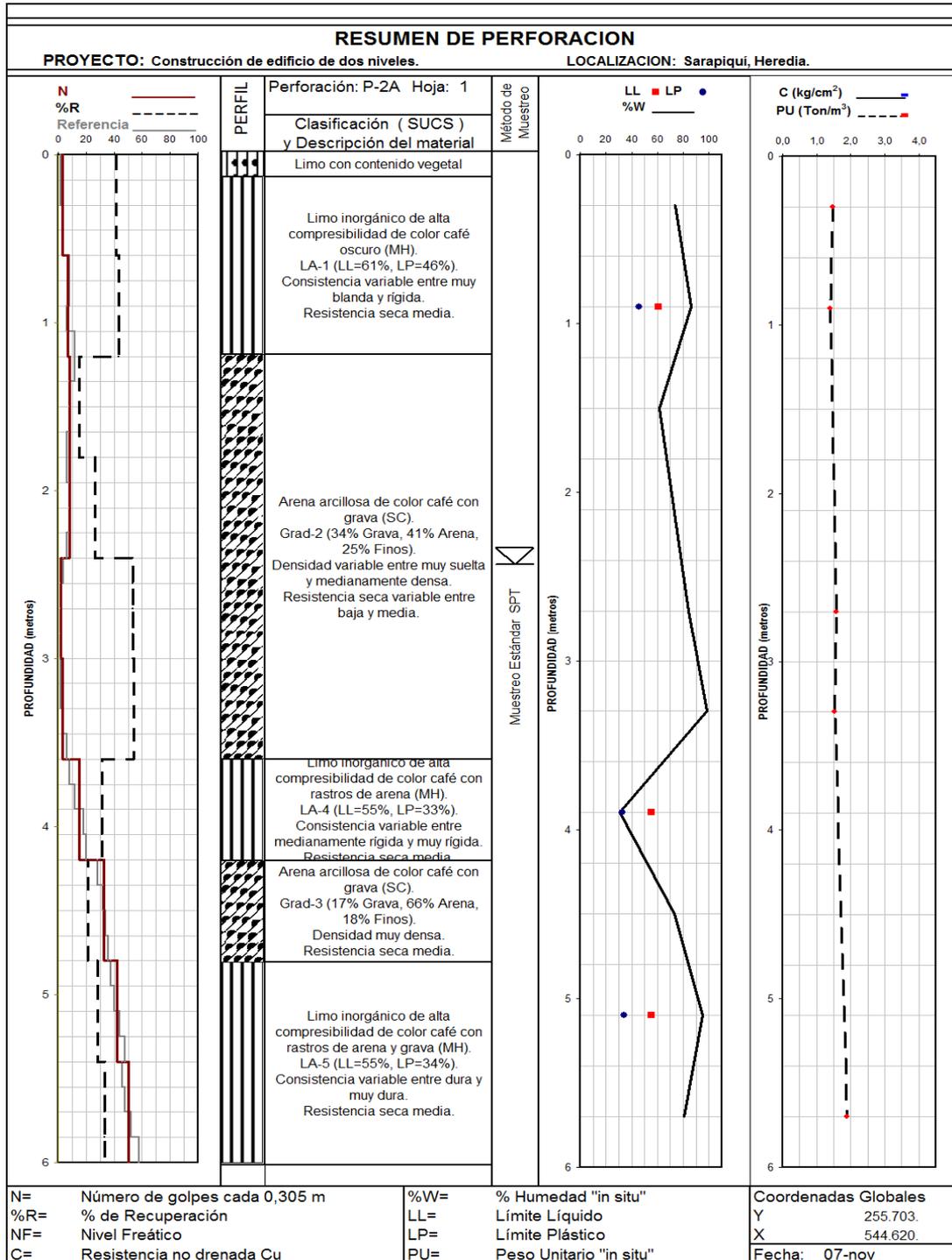
## 5.2 Resumen de hojas de perforación y fotos

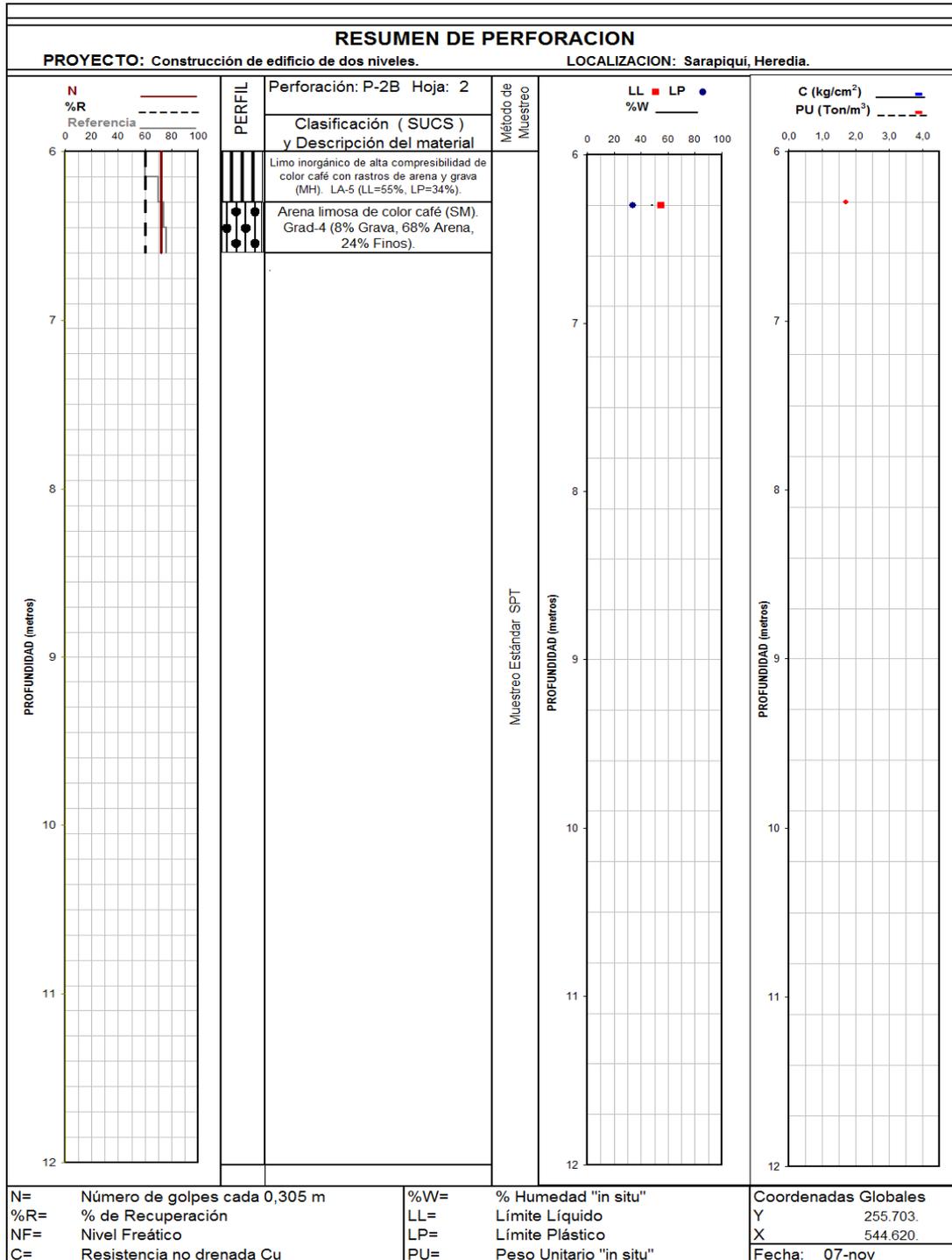




## PERFORACIÓN P-1 (OTS-0239)

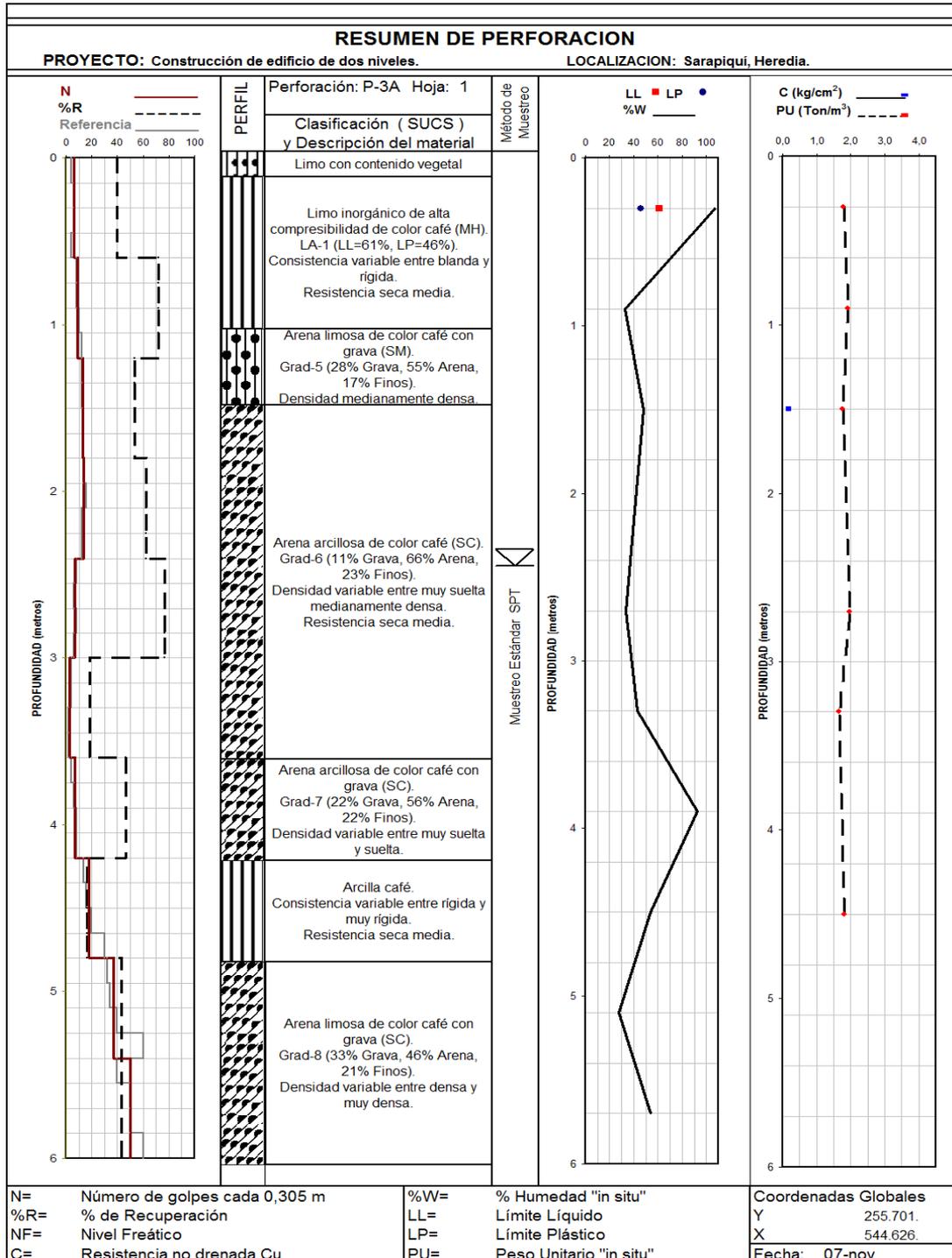






## PERFORACIÓN P-2 (OTS-0239)





## PERFORACIÓN P-3 (OTS-0239)



## 6. EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES GEOTÉCNICAS

### 6.1 Capacidad soportante por perforación

Perforación No	Profundidad desde el nivel actual del terreno (m)	Capacidad soportante admisible (ton/m <sup>2</sup> )
P-1	0,00 – 3,00	2*
	3,00 – 3,60	6
	3,60 – 4,20	8
	4,20 – 4,80	12
	4,80 – 5,40	15
	5,40 – 6,00	20
	6,00 – 6,60	25
P-2	0,00 – 3,60	2*
	3,60 – 4,20	8
	4,20 – 4,80	15
	4,80 – 6,00	20
	6,00 – 6,60	25
P-3	0,00 – 0,60	4*
	0,60 – 2,40	6**
	2,40 – 4,20	3*
	4,20 – 4,80	8
	4,80 – 6,00	20

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

\*\* Se debe considerar que existe una capa inferior de menor capacidad soportante.

## 7. RECOMENDACIONES

### 7.1 Recomendaciones generales

En la zona investigada, existen estratos de suelos limosos de alta compresibilidad que presentan, en algunas zonas, intercalaciones de capas arenosas-arcillosas. Se observa que los materiales encontrados presentan características mecánicas deficientes hasta profundidades que pueden alcanzar entre 3,6 m y 4,2 m aproximadamente.

Se encontró presencia del nivel freático o de un nivel de saturación importante a partir de una profundidad de aproximadamente 2,4 m.

En el apartado 5 de este informe se presentan las características físicas y mecánicas de los suelos encontrados en los sitios de las perforaciones. En el apartado 6, se presentan las capacidades soportes admisibles del terreno de acuerdo con la profundidad.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se recomienda construir un relleno de sustitución de un espesor mínimo de 0,90 m, el cual se debe construir a partir de una profundidad de 0,70 m, es decir, se debe alcanzar una sobreelevación de 0,20 m con respecto al nivel del terreno. El relleno de sustitución debe cubrir el área de la edificación más un ancho adicional mínimo de 0,75 m de cada lado, es decir, la dimensión del relleno en cada eje debe ser 1,5 m mayor que la longitud respectiva de la edificación.

El relleno de sustitución se debe construir con lastre o con un material selecto de un CBR mínimo de 15, y se debe compactar a una densidad mínima del 95% de acuerdo con el ensayo proctor modificado. Sobre el relleno de sustitución se puede utilizar una losa de cimentación considerando una capacidad soportante admisible de 3 ton/m<sup>2</sup> con un factor de seguridad igual a 3,0.

Se debe canalizar y orientar adecuadamente todas las aguas superficiales para evitar que eventuales infiltraciones alteren las características de los suelos.

### 7.2 Recomendaciones para pisos

Los pisos se colocan directamente sobre la losa de cimentación.

### 7.3 Tipo de suelo para diseño estructural

Para diseño estructural se puede utilizar un tipo de suelo S4.

## 7.4 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 mediante densimetría nuclear, para lo cual es necesario conocer la densidad máxima seca del material usado como relleno para una energía de compactación correspondiente al proctor modificado.

## 8. 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, sin embargo no es de esperarse mayores cambios dado que los resultados en las perforaciones son similares. En todo caso, 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.

## 9. REFERENCIAS 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

## ANEXO

# ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN SUCS

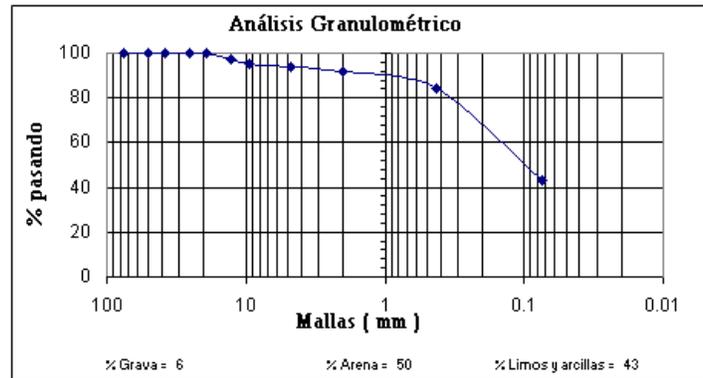
## GRADUACIÓN No 1

### 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 gris (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	97.0
9,5 mm	95.2
No. 4	93.7
No. 10	91.6
No. 40	84.4
No. 200	43.4



## GRADUACIÓN No 2

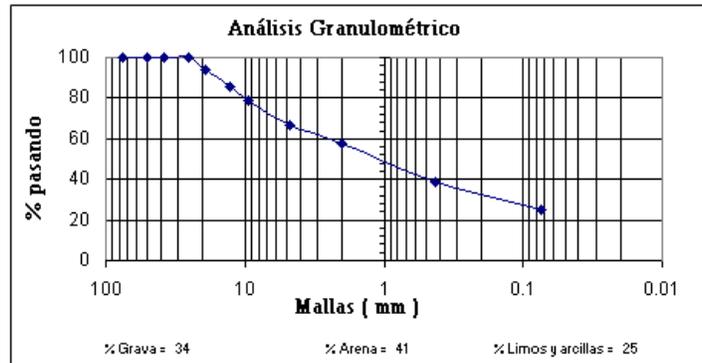
### Resultados de ensayos

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 ): 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	93.9
12,7 mm	85.5
9,5 mm	79.1
No. 4	66.4
No. 10	57.8
No. 40	38.7
No. 200	25.2



## GRADUACIÓN No 3

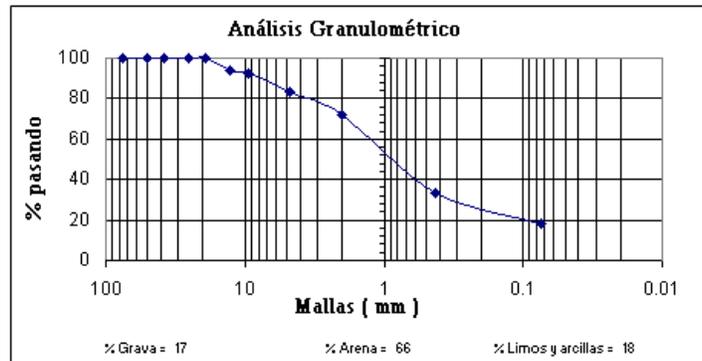
### Resultados de ensayos

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 ): 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	94.3
9,5 mm	92.5
No. 4	83.5
No. 10	71.9
No. 40	33.0
No. 200	17.9



## GRADUACIÓN No 4

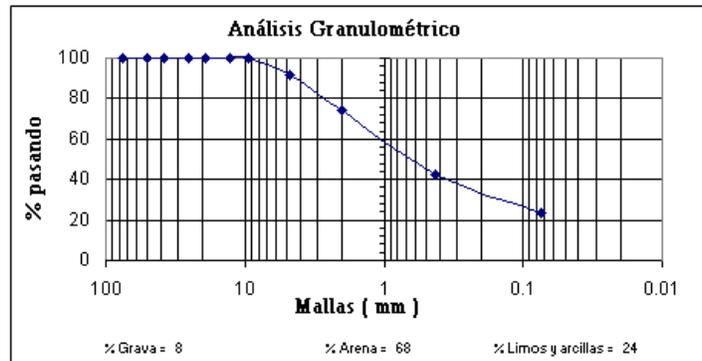
### Resultados de ensayos

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 ): Arena limosa de color café (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	91.6
No. 10	74.2
No. 40	42.7
No. 200	23.7



## GRADUACIÓN No 5

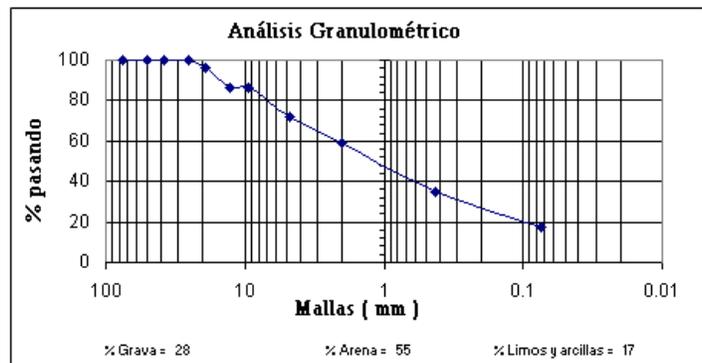
### Resultados de ensayos

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 ): Arena limosa de color café con 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	96.4
12,7 mm	86.2
9,5 mm	86.2
No. 4	71.9
No. 10	59.4
No. 40	34.7
No. 200	17.1



## GRADUACIÓN No 6

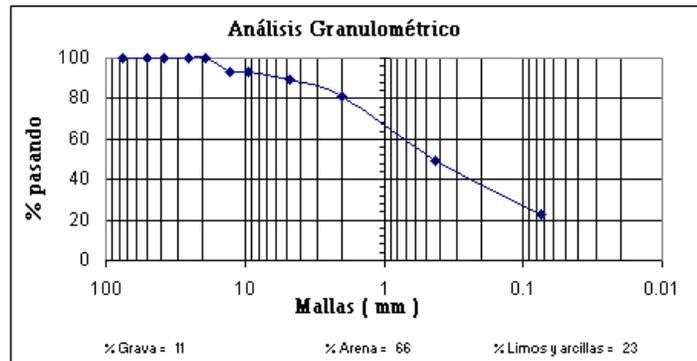
### Resultados de ensayos

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 ): Arena arcillosa de color café (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	93.5
9,5 mm	93.5
No. 4	89.1
No. 10	80.7
No. 40	48.9
No. 200	22.9



## GRADUACIÓN No 7

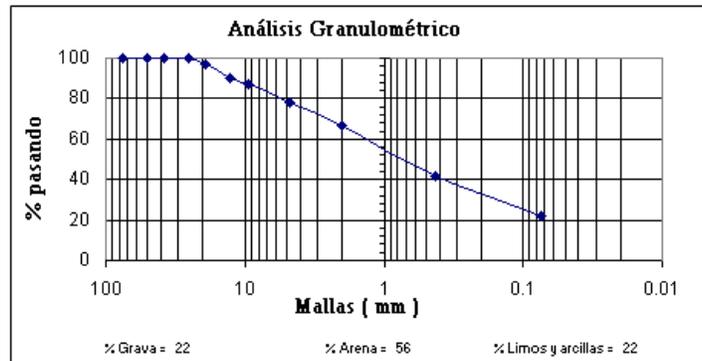
### Resultados de ensayos

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 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	97.1
12,7 mm	90.0
9,5 mm	87.0
No. 4	78.0
No. 10	66.5
No. 40	41.3
No. 200	21.6



## GRADUACIÓN No 8

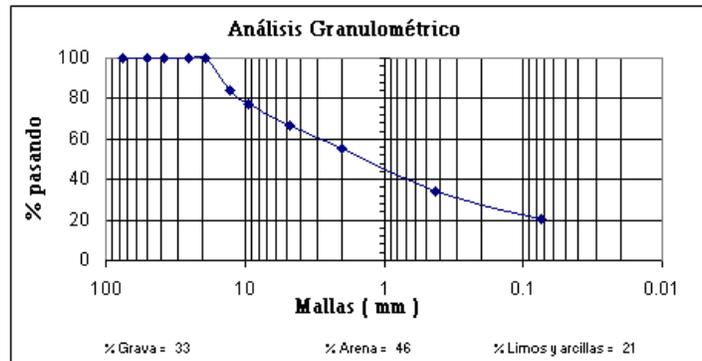
### Resultados de ensayos

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 ): Arena limosa 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	84.0
9,5 mm	77.0
No. 4	66.7
No. 10	55.3
No. 40	34.3
No. 200	20.6



## LIMITE DE ATTERBERG No 1

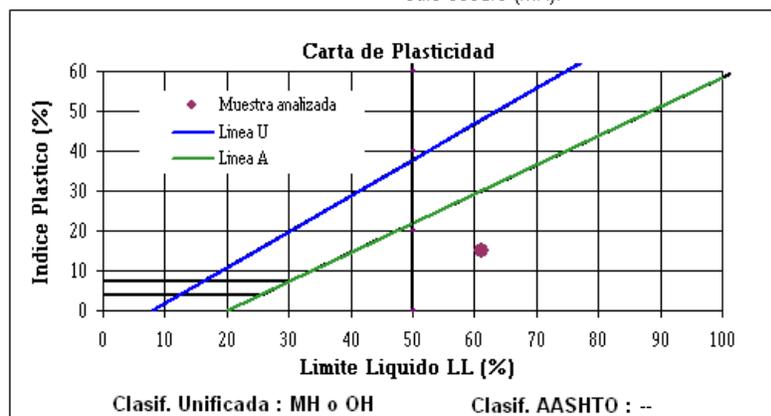
### Resultados de ensayos

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 ): Limo inorgánico de alta compresibilidad de color café oscuro (MH).



Límite de Atterberg	
Límite líquido	61
Límite plástico	46
Índice plástico	15

## LIMITE DE ATTERBERG No 2

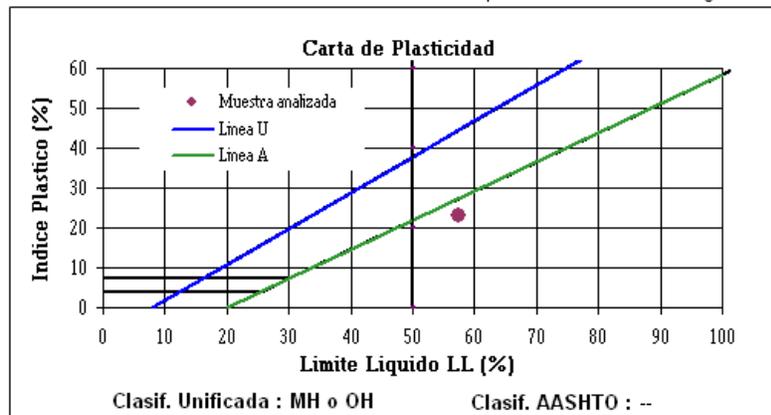
### Resultados de ensayos

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 presencia de arena en algunos tramos



Límite de Atterberg	
Límite líquido	57
Límite plástico	35
Índice plástico	23

## LIMITE DE ATTERBERG No 3

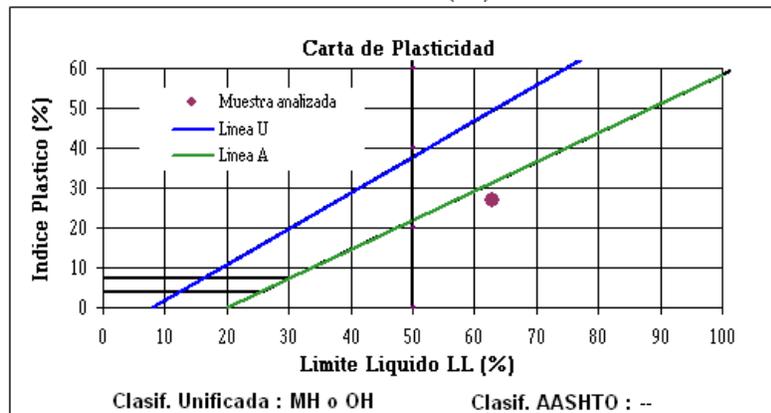
### Resultados de ensayos

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 ): Limo inorgánico de alta compresibilidad de color café (MH).



Límite de Atterberg	
Límite líquido	63
Límite plástico	36
Índice plástico	27

## LIMITE DE ATTERBERG No 4

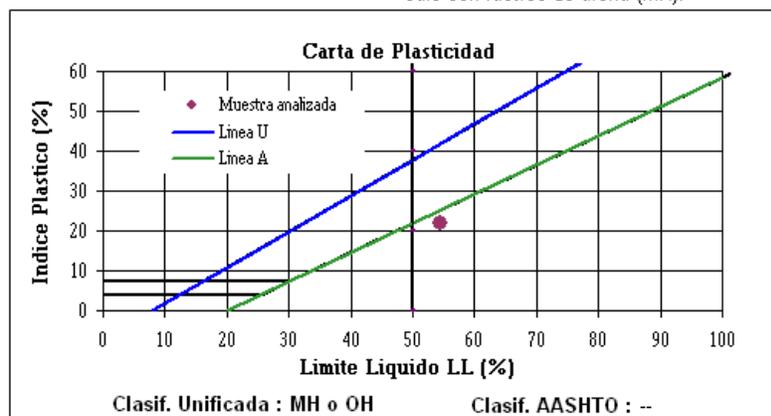
### Resultados de ensayos

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 ): Limo inorgánico de alta compresibilidad de color café con rastros de arena (MH).



Límite de Atterberg	
Límite líquido	55
Límite plástico	33
Índice plástico	22

## LIMITE DE ATTERBERG No 5

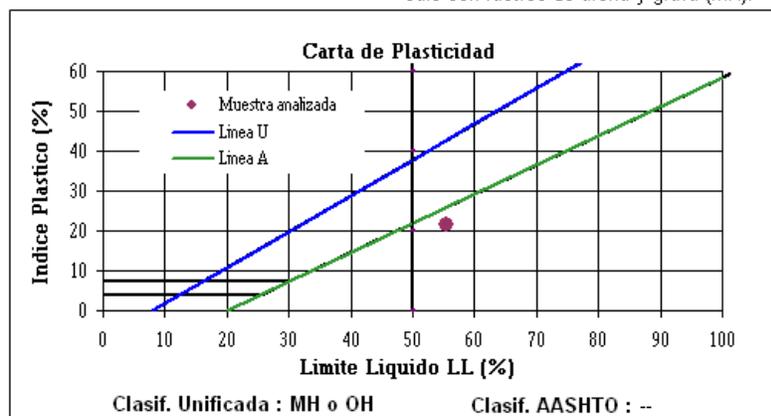
### Resultados de ensayos

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 ): Limo inorgánico de alta compresibilidad de color café con rastros de arena y grava (MH).



Límite de Atterberg	
Límite líquido	55
Límite plástico	34
Índice plástico	22