



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

Proyecto: CITADINO
Requena 1671, Montevideo

Solicitante: Arq. Pablo Gimenez
TARANTO Desarrollo
Inmobiliario

Febrero 2011.-

ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

Solicitante: Arq. Pablo Jiménez – TARANTO
Desarrollo Inmobiliario

Proyecto: CITADINO

Ubicación: Requena 1671, Montevideo

Informe N°: 108/11

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe da cuenta de los trabajos realizados para la caracterización geotécnica de la estratigrafía del subsuelo en el predio del futuro emplazamiento del Proyecto CITADINO, ubicado en calle Requena 1671, en la ciudad de Montevideo.

Se trabajó en cuatro puntos de estudio, cuyas ubicaciones en el predio se ilustran en el croquis de la Figura 1.

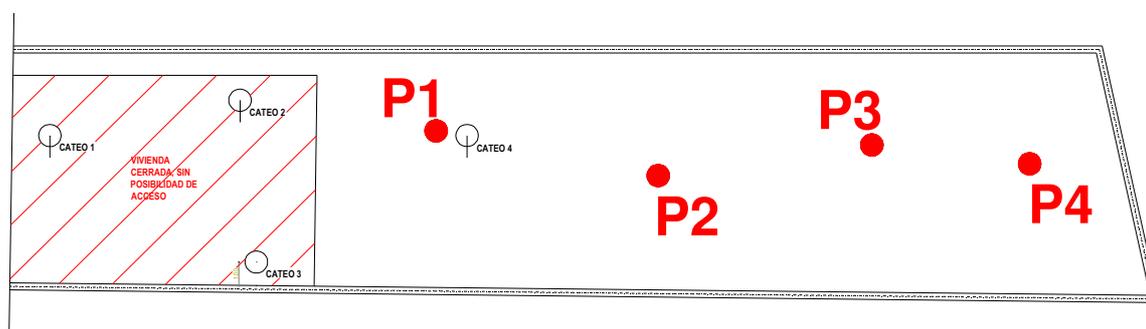


Figura 1. Croquis de ubicación de los puntos de estudio

Debido a la presencia de una construcción cerrada en el frente del predio, no fue posible realizar las perforaciones en las ubicaciones indicadas por el solicitante. Las mismas fueron ubicadas en los patios de las habitaciones existentes en el predio, al momento de la realización de los trabajos de campo. En virtud de los resultados encontrados, dada la homogeneidad encontrada en la estratigrafía del predio, la información obtenida se considera suficiente a los efectos de formular las conclusiones correspondientes a las tareas de excavación y fundaciones.

2. OBJETIVOS Y ALCANCE DEL ESTUDIO

En respuesta a la solicitud planteada los objetivos del estudio fueron:

- reconocimiento de los diferentes estratos presentes en el subsuelo;
- verificación directa de la existencia de napa freática y localización en profundidad respecto de la boca de la perforación;
- verificación directa de la existencia del techo de roca y localización en profundidad respecto de la boca de la perforación;
- recomendaciones sobre las alternativas para las fundaciones, incluyendo las tensiones y cargas admisibles correspondientes.

3. TRABAJOS DE CAMPO

Las perforaciones fueron realizadas los días 17 y 18 de febrero de 2011. Se trabajó en 4 (cuatro) puntos de estudio, realizándose perforaciones con equipamiento rotativo mecanizado, con extracción de muestras y determinación de N(SPT) a cada metro de profundidad.

Durante el proceso de perforación se realizaron las siguientes tareas:

- caracterización de los suelos presentes en el perfil a partir de la descripción táctil-visual de los materiales resultantes en el proceso de perforación,
- determinación directa de la eventual existencia de niveles de napa freática y techo de roca, y localización de los mismos en profundidad con respecto a la boca de la perforación,
- recolección de muestras alteradas para análisis de laboratorio,
- determinación de N(SPT) a cada metro de profundidad.

La Tabla 1 presenta las profundidades alcanzadas, la profundidad de la napa freática, junto con las cotas de las bocas de perforación. Se tomó como origen de cotas +0,00 el cordón de vereda sobre la calle Requena.

Tabla 1. Cotras y profundidades relevantes

Punto de exploración	Cota de boca de perforación (m)	Profundidad de la napa freática ⁽¹⁾ (m)	Profundidad máx. alcanzada ⁽¹⁾ (m)
P1	+0,35	3,30	6,15
P2	+0,35	3,55	6,10
P3	+0,35	4,22	6,30
P4	+0,35	4,00	6,45

⁽¹⁾ medidas a partir de la boca de la perforación

En Anexo se presentan las planillas de registro de perforación correspondientes.

4. TRABAJOS DE LABORATORIO

Sobre el total de las muestras recolectadas en las perforaciones, fueron escogidas un total de 10 muestras para los análisis de laboratorio. Las muestras procesadas fueron seleccionadas con el objetivo de caracterizar los diferentes estratos encontrados en los procesos de perforación de cada punto de estudio. Dichos estratos fueron identificados, en el campo, a través de la descripción táctil-visual de los materiales resultantes del proceso de perforación.

Sobre las muestras seleccionadas se realizaron determinaciones de humedad natural, ensayos de análisis granulométrico y de determinación de límites de consistencia (límite líquido y límite plástico). A partir de la información obtenida a través del análisis granulométrico y las determinaciones de límites de consistencia, se realizó la clasificación de cada muestra procesada mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). La Tabla 2 resume los resultados obtenidos en las muestras analizadas.

Tabla 2. Resumen de resultados de los trabajos de laboratorio

Punto de Estudio	Muestra	Prof. (m)	W _{NAT} (%)	LP	LL	Pasa #200 (%)	Pasa #40 (%)	Clasificación de suelos (SUCS)
P1	M2	2,0	10,6	19	27	88,4	100	Arcilla de baja compresibilidad - CL
	M3	3,0	27,0	21	30	90,7	100	Arcilla de baja compresibilidad - CL
	M5	5,0	32,7	26	44	85,6	100	Arcilla de baja compresibilidad - CL
P2	M2	2,0	17,6	22	29	93,8	99,9	Arcilla de baja compresibilidad - CL
	M3	3,0	25,9	23	32	92,7	100	Arcilla de baja compresibilidad - CL
	M5	5,0	36,0	26	41	86,6	99,9	Limo de baja compresibilidad - ML
P3	M3	3,0	23,9	26	27	90,9	100	Limo de baja compresibilidad - ML
	M6	6,0	26,9	26	49	81,7	99,3	Arcilla de baja compresibilidad - CL
P4	M3	3,0	21,3	25	35	87,7	99,8	Limo de baja compresibilidad - ML
	M6	6,0	23,2	29	60	68,1	85,0	Arcilla de alta compresibilidad - CH

En el Anexo se incluyen las planillas de clasificación y granulometrías de dichas muestras.

5. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL DE SUBSUELO

El perfil estratigráfico del subsuelo se puede describir de manera general como compuesto por un estrato superior de relleno, de 1,50m de espesor medio, debajo del cual aparece un estrato de arcilla marrón, de espesor variable entre 0,40m (en P1 y P2) y 0,90m (en P3). Dicho estrato descansa sobre otro formado por arcillas y limos marrón claro, de baja compresibilidad y consistencias firme a dura, endureciéndose con la profundidad. Todas las perforaciones alcanzaron el basamento cristalino descompuesto, por debajo del estrato de arcillas y limos marrón claro, en el cual se alcanzó la condición de rechazo en el ensayo SPT.

En todas las perforaciones se verificó la existencia de niveles de napa freática, a profundidades variables entre 3,30m (en P1) y 4,20m (en P3).

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A la luz de los resultados obtenidos es posible formular las siguientes conclusiones y recomendaciones:

6.1 Condiciones de Excavabilidad

En función de los suelos encontrados, puede afirmarse que las tareas de excavación pueden realizarse con equipos de mediano porte hasta las máximas profundidades investigadas del orden de 6,0m.

De mantenerse las condiciones hidráulicas subterráneas encontradas al momento de las perforaciones, debería considerarse la utilización de elementos de bombeo

y entibados en los trabajos de excavación que avancen por debajo de la cota -3,0m.

6.2 Fundaciones Directas

En caso que el proyecto considere fundaciones mediante zapatas, la Tabla 3 presenta los valores de las tensiones admisibles recomendados para el dimensionado de las bases, junto con las profundidades y estratos de apoyo.

Tabla 3. Valores de tensión admisible para el dimensionado de fundaciones directas

Prof. de apoyo (m)	Estrato de apoyo	Tensión Admisible a la compresión (kPa)
2,00	Arcilla marrón claro	250
3,00	Arcilla marrón claro	350

100 kPa = 1kg/cm²

De mantenerse las condiciones hidráulicas subterráneas encontradas en el presente estudio, no se debería prever la utilización de bombes en las tareas de excavación de las bases. En caso de detectarse en las excavaciones para las bases de fundación, zonas de abundante presencia de Carbonato de Calcio, se deberá retirar el mismo antes llenar las bases.

Se recomienda construir las bases sobre una capa de hormigón pobre de regularización de 10cm de espesor. Se deberá tener especial cuidado para evitar que las excavaciones de las bases se inunden, por lo cual se recomienda especialmente construir el hormigón de regularización inmediatamente después de realizada la excavación.

6.3 Fundaciones Mediante Pilotes

En caso de que el proyecto considere la alternativa de fundaciones mediante pilotes, la tipología más adecuada a las condiciones encontradas es la de pilotes

encamisados. La Tabla 4 presenta las cargas admisibles en kN en función del diámetro, considerando pilotes con 5,0m de longitud media de fuste, desarrollándose a partir 1,0m de profundidad.

Tabla 4. Cargas admisibles para pilotes encamisados de 5,0m de longitud de fuste

Diámetro (m)	Carga Admisible a la Compresión (kN)	
0,40	650	600
0,50	1100	-
0,60	-	1200
	Hinca de Tubo	Excavado

100kN = 10 ton

Por **INSUELOS S.R.L**

Ing. Ernesto Patrone

MSc. Ing. Leonardo Abreu



ANEXO

Planilla de registro de perforación Resultados de ensayos de laboratorio

Informe: **108/11**

PLANILLA DE REGISTRO DE PERFORACIÓN

Proyecto: CITADINO

Punto de Exploración :

Ubicación: Calle Requena 1671

P1

Hoja 1 de 1

NOMENCLATURA: **N.F.** Napa Freática **w_{nat}** Humedad Natural **LP** Límite Plástico
LL Límite Líquido **%200** Pasa Tamiz #200 **%40** Pasa Tamiz #40

Prof. (m)	Muestra	en suelo: N(SPT) en roca: RQD -% Recuper.	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y OBSERVACIONES	Resultados de Ensayos de Laboratorio	Prof. (m)																																				
1		N(SPT) = 15	 <p style="text-align: center;">Relleno de arcilla con trozos de ladrillos y escombros</p> <p style="text-align: right;">1,50m</p> <p style="text-align: center;">Arcilla Marrón, de consistencia firme</p> <p style="text-align: right;">1,90m</p> <p style="text-align: center;">Arcilla marrón claro, de baja compresibilidad y consistencia firme a dura</p> <p style="text-align: center;">  N.F. Prof. 3,30m </p> <p style="text-align: center;">N(SPT) = 25</p> <p style="text-align: center;">N(SPT) = 22</p> <p style="text-align: center;">N(SPT) = 40</p> <p style="text-align: right;">5,50m</p> <p style="text-align: center;">Basamento Cristalino descompuesto a desagregado</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>w_{nat}</td> <td>LP</td> <td>LL</td> <td>% 200</td> <td>% 40</td> <td>SUCS</td> </tr> <tr> <td>10,6</td> <td>19</td> <td>27</td> <td>88,4</td> <td>100</td> <td>CL</td> </tr> <tr> <td>w_{nat}</td> <td>LP</td> <td>LL</td> <td>% 200</td> <td>% 40</td> <td>SUCS</td> </tr> <tr> <td>27,0</td> <td>21</td> <td>30</td> <td>90,7</td> <td>100</td> <td>CL</td> </tr> <tr> <td>w_{nat}</td> <td>LP</td> <td>LL</td> <td>% 200</td> <td>% 40</td> <td>SUCS</td> </tr> <tr> <td>32,7</td> <td>26</td> <td>44</td> <td>85,6</td> <td>100</td> <td>CL</td> </tr> </table>	w_{nat}	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	10,6	19	27	88,4	100	CL	w_{nat}	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	27,0	21	30	90,7	100	CL	w_{nat}	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	32,7	26	44	85,6	100	CL	1
w_{nat}	LP	LL	% 200	% 40	SUCS																																				
10,6	19	27	88,4	100	CL																																				
w_{nat}	LP	LL	% 200	% 40	SUCS																																				
27,0	21	30	90,7	100	CL																																				
w_{nat}	LP	LL	% 200	% 40	SUCS																																				
32,7	26	44	85,6	100	CL																																				
2	P1M2	N(SPT) = 21			2																																				
3	P1M3	N(SPT) = 25			3																																				
4		N(SPT) = 22			4																																				
5	P1M5	N(SPT) = 40			5																																				
6		N(SPT) > 50			6																																				
Impenetrable por resistencia a la perforación manual - Fin de la Perforación																																									
7					7																																				

Método de perforación: rotativo manual, extracción de muestras alteradas, SPT

Cota boca de perfor: + 0,35 m

OBSERVACIONES: origen de cotas en nivel de cordón de vereda frente al predio

Prof. Máx. Alcanzada: 6,15 m



PLANILLA DE REGISTRO DE PERFORACIÓN

Proyecto: CITADINO

Punto de Exploración :

Ubicación: Calle Requena 1671

P2

Hoja 1 de 1

NOMENCLATURA: **N.F.** Napa Freática w_{nat} Humedad Natural **LP** Límite Plástico
LL Límite Líquido **%200** Pasa Tamiz #200 **%40** Pasa Tamiz #40

Prof. (m)	Muestra	en suelo: N(SPT) en roca: RQD -% Recuper.	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y OBSERVACIONES	Resultados de Ensayos de Laboratorio						Prof. (m)
1		N(SPT) = 7	 Relleno de arcilla con trozos de ladrillos y escombros							1
2	P2M2	N(SPT) = 15	 Arcilla Marrón, de baja compresibilidad y consistencia firme	w_{nat}	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	2
3	P2M3	N(SPT) = 22	 Arcilla y Limo marrón claro, de baja compresibilidad y consistencia firme a dura	w_{nat}	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	3
4		N(SPT) = 31	 N.F. Prof. 3,55m							4
5	P2M5	N(SPT) = 41		w_{nat}	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	5
6		N(SPT) > 50	 Basamento Cristalino descompuesto a desagregado							6
7	Impenetrable por resistencia a la perforación manual - Fin de la Perforación									7

Método de perforación: rotativo manual, extracción de muestras alteradas, SPT

Cota boca de perfor: + 0,35 m

OBSERVACIONES: origen de cotas en nivel de cordón de vereda frente al predio

Prof. Máx. Alcanzada: 6,10 m



PLANILLA DE REGISTRO DE PERFORACIÓN

Proyecto: CITADINO

Punto de Exploración :

Ubicación: Calle Requena 1671

P3

Hoja 1 de 1

NOMENCLATURA: **N.F.** Napa Freática **w_{nat}** Humedad Natural **LP** Límite Plástico
LL Límite Líquido **%200** Pasa Tamiz #200 **%40** Pasa Tamiz #40

Prof. (m)	Muestra	en suelo: N(SPT) en roca: RQD -% Recuper.	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y OBSERVACIONES	Resultados de Ensayos de Laboratorio	Prof. (m)												
1		N(SPT) = 8	 Relleno de arcilla con trozos de ladrillos y escombros		1												
2		N(SPT) = 16	 Arcilla Marrón, de consistencia firme 2,50m		2												
3	P3M3	N(SPT) = 28	 Limo y Arcilla marrón claro a gris, de baja compresibilidad y consistencia muy firme a dura, con carbonato de calcio en nódulos	<table border="1" style="font-size: 8pt;"> <tr> <th>w_{nat}</th> <th>LP</th> <th>LL</th> <th>% 200</th> <th>% 40</th> <th>SUCS</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">23,9</td> <td style="text-align: center;">26</td> <td style="text-align: center;">27</td> <td style="text-align: center;">90,9</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">ML</td> </tr> </table>	w _{nat}	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	23,9	26	27	90,9	100	ML	3
w _{nat}	LP	LL	% 200	% 40	SUCS												
23,9	26	27	90,9	100	ML												
4		N(SPT) = 35	 <div style="text-align: center;"> N.F. Prof. 4,20m </div>		4												
5		N(SPT) = 32			5												
6	P3M6	N(SPT) > 50	 Basamento Cristalino descompuesto	<table border="1" style="font-size: 8pt;"> <tr> <th>w_{nat}</th> <th>LP</th> <th>LL</th> <th>% 200</th> <th>% 40</th> <th>SUCS</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">26,9</td> <td style="text-align: center;">26</td> <td style="text-align: center;">49</td> <td style="text-align: center;">81,7</td> <td style="text-align: center;">99,34</td> <td style="text-align: center;">CL</td> </tr> </table>	w _{nat}	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	26,9	26	49	81,7	99,34	CL	6
w _{nat}	LP	LL	% 200	% 40	SUCS												
26,9	26	49	81,7	99,34	CL												
7	Impenetrable por resistencia a la perforación manual - Fin de la Perforación				7												

Método de perforación: rotativo manual, extracción de muestras alteradas, SPT

Cota boca de perfor: + 0,35 m

OBSERVACIONES: origen de cotas en nivel de cordón de vereda frente al predio

Prof. Máx. Alcanzada: 6,30 m



PLANILLA DE REGISTRO DE PERFORACIÓN

Proyecto: CITADINO

Punto de Exploración :

Ubicación: Calle Requena 1671

P4

Hoja 1 de 1

NOMENCLATURA: **N.F.** Napa Freática **w_{nat}** Humedad Natural **LP** Límite Plástico
LL Límite Líquido **%200** Pasa Tamiz #200 **%40** Pasa Tamiz #40

Prof. (m)	Muestra	en suelo: N(SPT) en roca: RQD -% Recuper.	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y OBSERVACIONES	Resultados de Ensayos de Laboratorio	Prof. (m)												
1		N(SPT) = 7	<p style="text-align: center;">Relleno de arcilla con trozos de ladrillos y escombros</p>		1												
			1,55m														
2		N(SPT) = 17	<p style="text-align: center;">Arcilla marrón, de consistencia muy firme</p>		2												
3	P4M3	N(SPT) = 24	<p style="text-align: center;">Arcilla marrón claro, de baja compresibilidad y consistencia muy firme a dura, con carbonato de calcio en nódulos</p>	<table border="1" style="font-size: 8pt; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>w_{nat}</td> <td>LP</td> <td>LL</td> <td>% 200</td> <td>% 40</td> <td>SUCS</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">21,3</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">35</td> <td style="text-align: center;">87,7</td> <td style="text-align: center;">99,84</td> <td style="text-align: center;">ML</td> </tr> </table>	w_{nat}	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	21,3	25	35	87,7	99,84	ML	3
w_{nat}	LP	LL	% 200	% 40	SUCS												
21,3	25	35	87,7	99,84	ML												
4		N(SPT) = 34	<p style="text-align: center;">N.F. Prof. 4,00m</p>		4												
5		N(SPT) = 34			5												
6	P4M6	N(SPT) > 50	<p style="text-align: center;">Basamento Cristalino descompuesto</p>	<table border="1" style="font-size: 8pt; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>w_{nat}</td> <td>LP</td> <td>LL</td> <td>% 200</td> <td>% 40</td> <td>SUCS</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">23,2</td> <td style="text-align: center;">29</td> <td style="text-align: center;">60</td> <td style="text-align: center;">68,1</td> <td style="text-align: center;">85,02</td> <td style="text-align: center;">CH</td> </tr> </table>	w_{nat}	LP	LL	% 200	% 40	SUCS	23,2	29	60	68,1	85,02	CH	6
w_{nat}	LP	LL	% 200	% 40	SUCS												
23,2	29	60	68,1	85,02	CH												
7	Impenetrable por resistencia a la perforación manual - Fin de la Perforación				7												

Método de perforación: rotativo manual, extracción de muestras alteradas, SPT

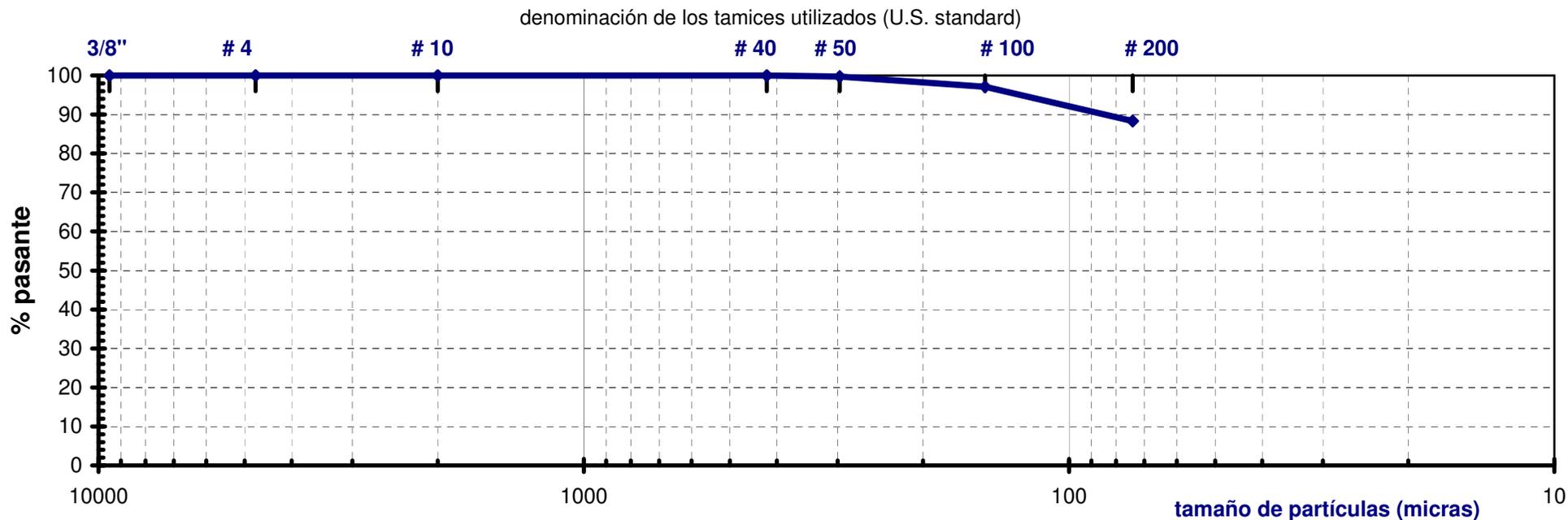
Cota boca de perfor: + 0,35 m

OBSERVACIONES: origen de cotas en nivel de cordón de vereda frente al predio

Prof. Máx. Alcanzada: 6,45 m



Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos

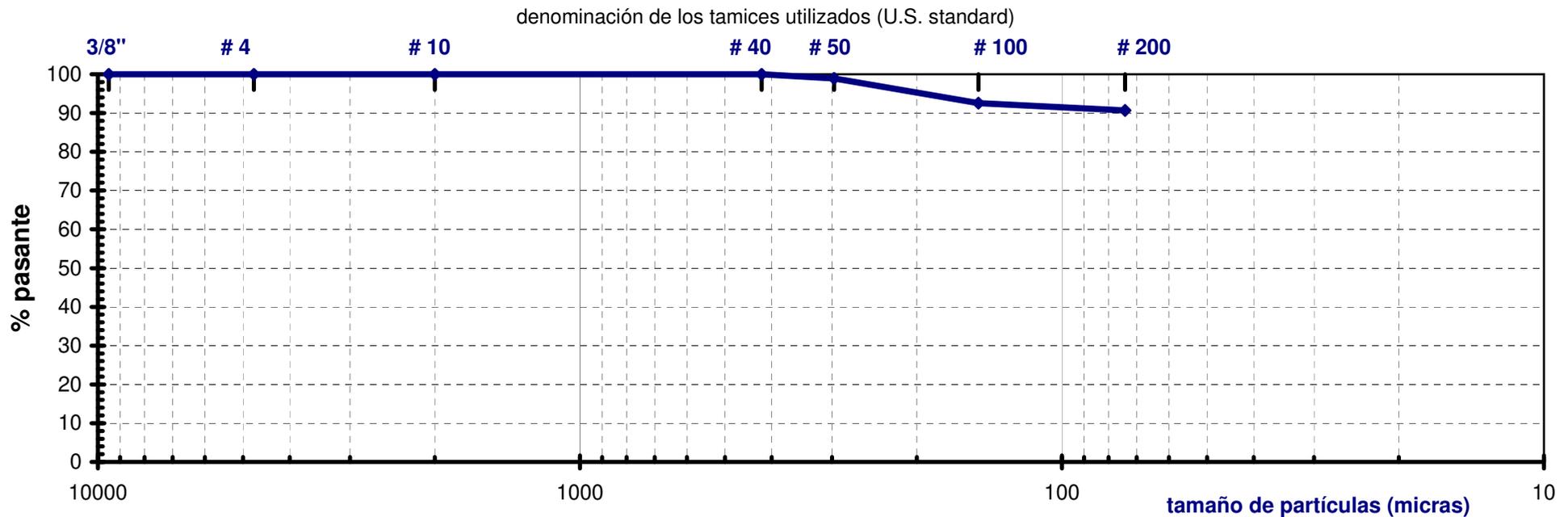


GRAVA	A R E N A			LIMO O ARCILLA
	Gruesa	Media	Fina	

según USACE EM 1110-1-1804 (2001)

Punto de Exploración N° :	P1	Muestra N° :	M2	Profundidad (m) :	2,2		
w _{nat} (%) :	10,6	LP =	19	LL =	27		Clasificación SUCS : Arcilla de baja compresibilidad - CL
PROYECTO :	Edificio Ciudadino		Ubicación:	Requena 1671			Fecha :

Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos

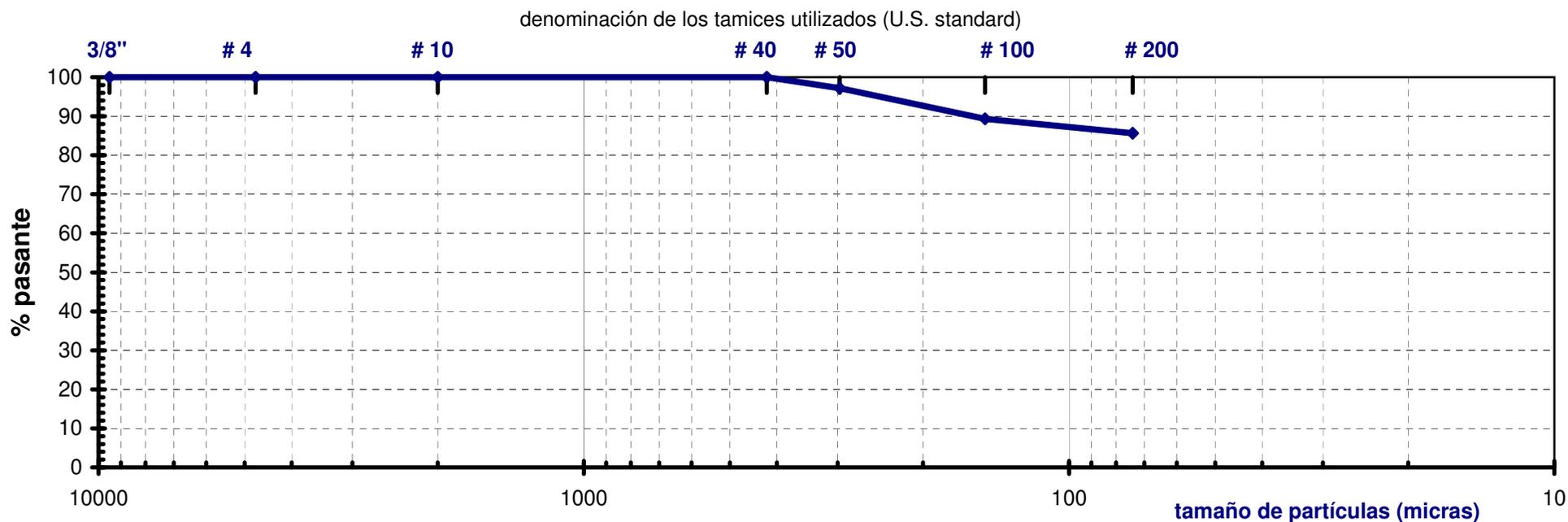


GRAVA	A R E N A			LIMO O ARCILLA
	Gruesa	Media	Fina	

según USACE EM 1110-1-1804 (2001)

Punto de Exploración N° : P1	Muestra N° : M3	Profundidad (m) : 3,0		
w_{nat} (%) : 27,0	LP = 21	LL = 30		Clasificación SUCS : Arcilla de baja compresibilidad - CL
PROYECTO : Edificio Ciudadino	Ubicación: Requena 1671	Fecha : Feb 2011		

Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos

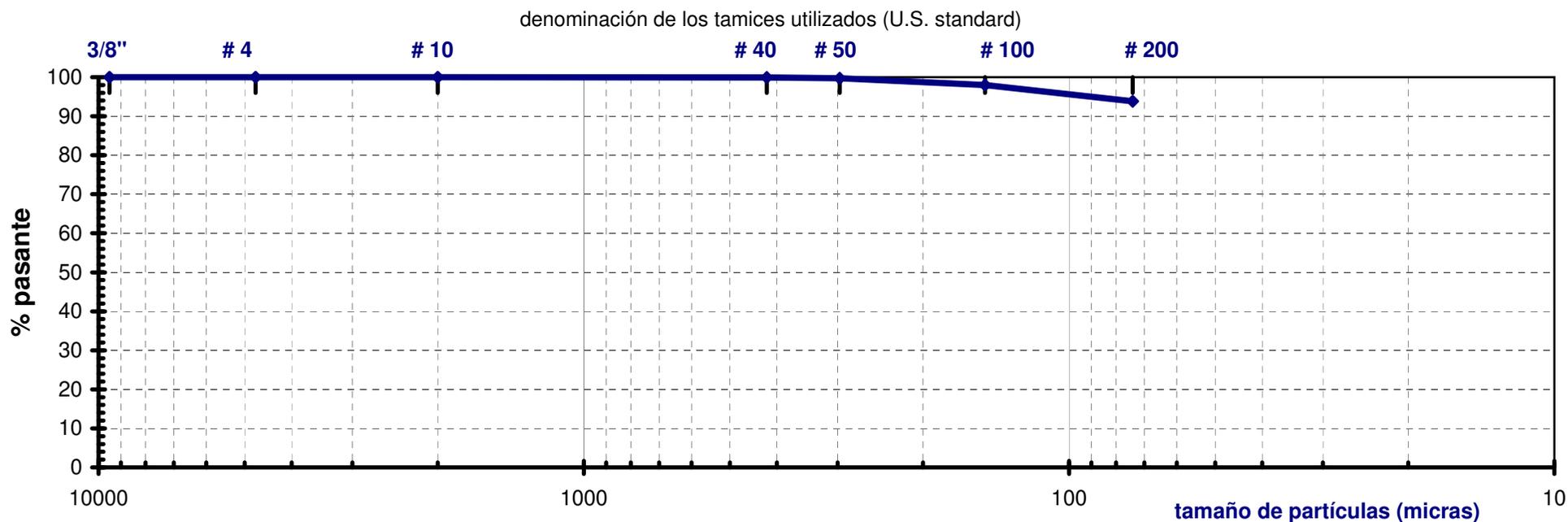


GRAVA	A R E N A			LIMO O ARCILLA
	Gruesa	Media	Fina	

según USACE EM 1110-1-1804 (2001)

Punto de Exploración N° : P1	Muestra N° : M5	Profundidad (m) : 5,0		
w_{nat} (%) : 32,7	LP = 26	LL = 44		Clasificación SUCS : Arcilla de baja compresibilidad - CL
PROYECTO : Edificio Ciudadino	Ubicación: Requena 1671	Fecha : Feb 2011		

Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos



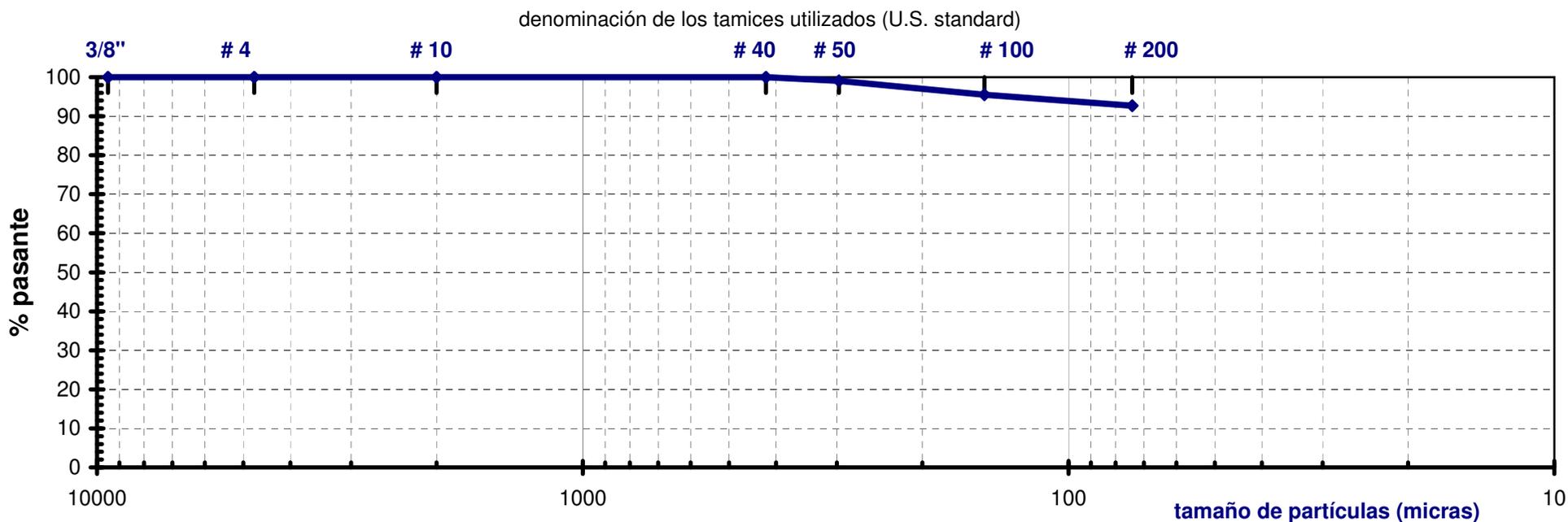
GRAVA	A R E N A			LIMO O ARCILLA
	Gruesa	Media	Fina	

según USACE EM 1110-1-1804 (2001)

Punto de Exploración N° :	P2	Muestra N° :	M2	Profundidad (m) :	2,0
w_{nat} (%) :	17,6	LP =	22	LL =	29
				Clasificación SUCS :	Arcilla de baja compresibilidad - CL
PROYECTO : Edificio Ciudadino			Ubicación: Requena 1671		Fecha : Feb 2011



Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos

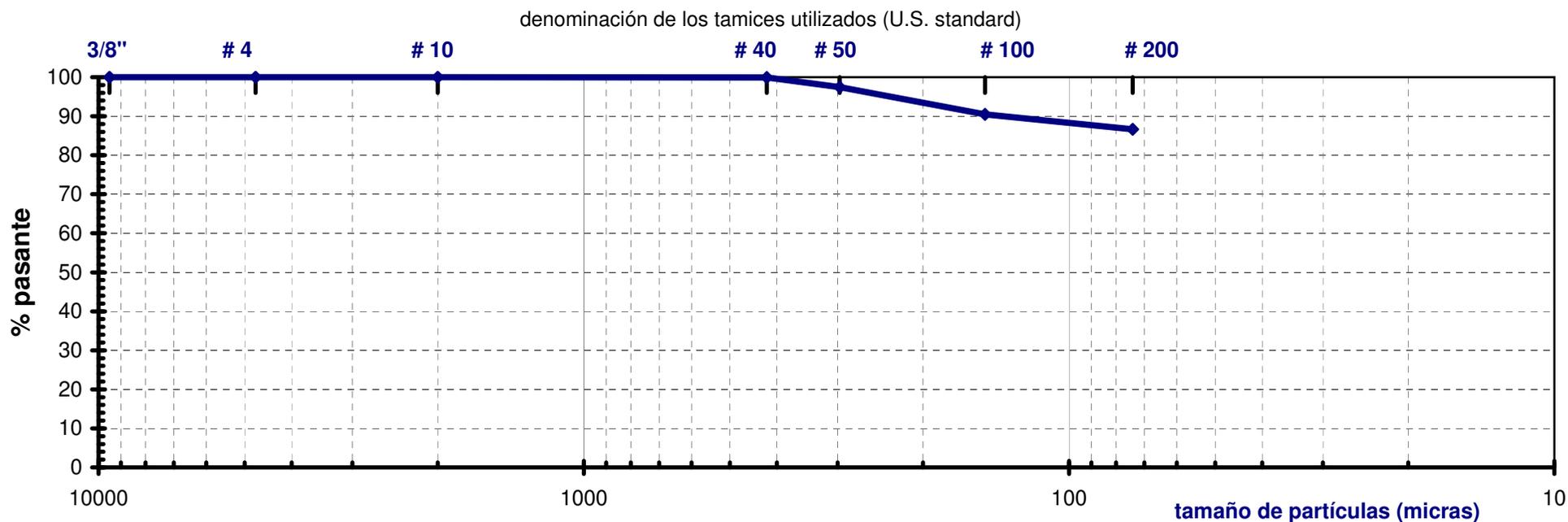


GRAVA	A R E N A			LIMO O ARCILLA
	Gruesa	Media	Fina	

según USACE EM 1110-1-1804 (2001)

Punto de Exploración N° : P2	Muestra N° : M3	Profundidad (m) : 3,0		
w_{nat} (%) : 25,9	LP = 23	LL = 32		Clasificación SUCS : Arcilla de baja compresibilidad - CL
PROYECTO : Edificio Ciudadino	Ubicación: Requena 1671	Fecha : Feb 2011		

Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos



GRAVA	A R E N A			LIMO O ARCILLA
	Gruesa	Media	Fina	

según USACE EM 1110-1-1804 (2001)

Punto de Exploración N° : P2	Muestra N° : M5	Profundidad (m) : 5,0		
w_{nat} (%) : 36,0	LP = 26	LL = 41		Clasificación SUCS : Limo de baja compresibilidad - ML
PROYECTO : Edificio Ciudadino	Ubicación: Requena 1671	Fecha : Feb 2011		