ANEXOS

- Registros de Perforación
- Resultados de los Ensayos de Laboratorio
- Memorias de Cálculo
- Materiales de relleno - Especificaciones idu
- Anexo fotográfico

511

simétrica

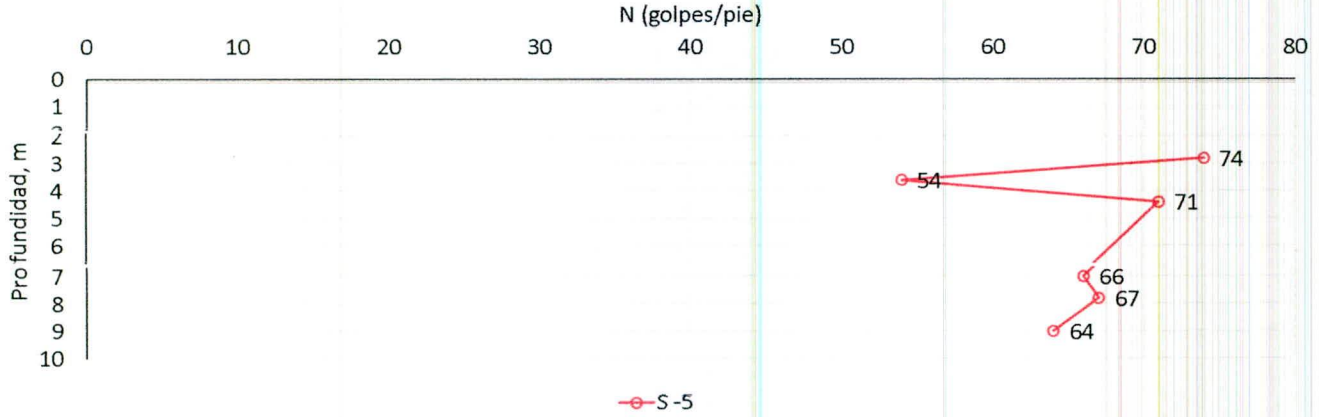
REGISTRO DE PERFORACIÓN

AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA, SENDERO		Referencia:	24-5170
PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN		perforación	S - 5
USME, BOGOTÁ D,C,			

Fecha inicio:	2/11/2024	SPT: Ensayo de penetración estándar	observaciones
Fecha finalización:	4/11/2024	Nc: (golpes/pie)	
Perforador:	F Orozco/L Acosta	VST: Ensayo de veleta de campo	
Equipo:	rotación/percusión	qu: penetrómetro de bolsillo (kg/cm2)	
NF: nivel fréatico		ST: Muestras inalterada en tubo Shelby	
aparece	2,0m	SS: Muestras alterada en tubo partido	
al terminar		c: Muestra de clasificación	
		w: humedad natural	

Profundidad, m		Muestra	NF	S -5	Descripción	SPT				γ	ω
inicia	finaliza					N1	N2	N3	Nc	ton/m3	%
0,0	0,9				Relleno basuras, escpombros, limo						
0,9	1,4	M-1			Relleno Limo orgánico negro con basuras						
1,4	2,0	M-2	NF	°.:°o	Arenisca cantos y clastos						
2,0	2,8	M-3		°.o:°o	Arcilla limosa arenosa; color marrón oscuro	25	36	38	74		
2,8	3,6	M-4		°.:°o	Arena con grava(aluvial)	30	34	20	54		
3,6	4,4	M-5		°.:°o	Arcilla limosa; color gris oscuro	25	33	38	71		
4,4	5,2	M-6		°.:°o	Arcilla limosa; color gris oscuro						
5,2	6,2	M-7		°.:°o	Conglomerado arcilla con arena y grava media y fina	36					
6,2	7,0	M-8		°.:°o	Arcilla limo arenosa; color gris marrón	28	30	36	66		
7,0	7,8	M-9		°.:°o	Arcilla limo arenosa; color gris marrón	29	33	34	67		
7,8	9,0	M-10		°.:°o	Arena con grava	30	34	30	64		

(fin del sondeo)



512

simótrica

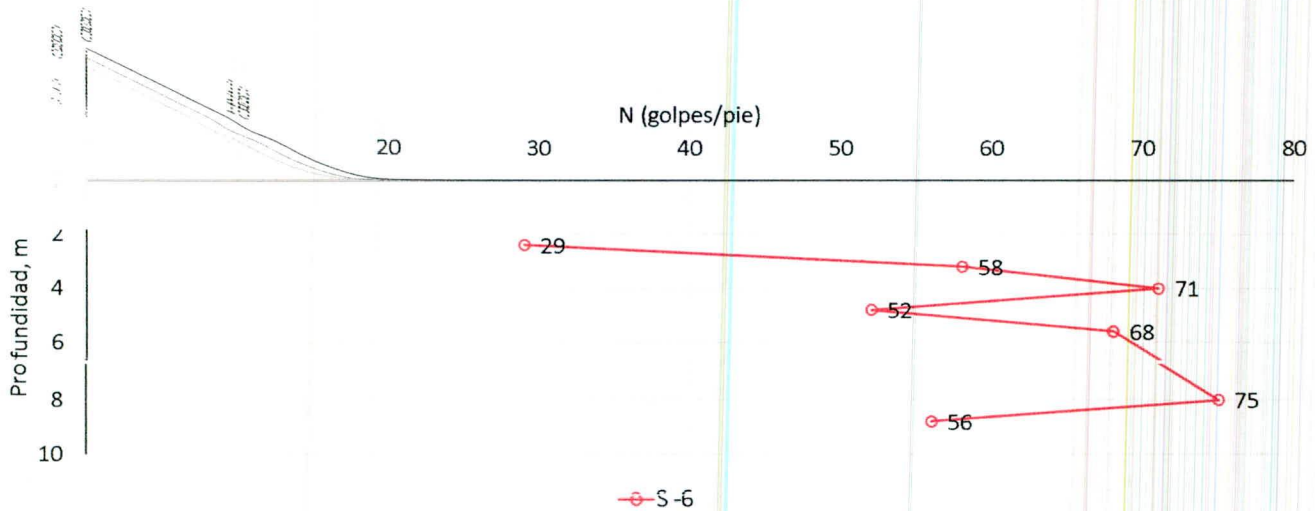
REGISTRO DE PERFORACIÓN

AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA, SENDERO		Referencia:	24-5170
PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN		perforación	**S - 6**
USME, BOGOTÁ D,C,			

Fecha inicio:	5/11/2024	SPT: Ensayo de penetración estándar	observaciones
Fecha finalización:	6/11/2024	Nc: (golpes/pie)	
Perforador:	F Orozco/L Acosta	VST: Ensayo de veleta de campo	
Equipo:	rotación/percusión	qu: penetrómetro de bolsillo (kg/cm2)	
NF: nivel fréatico		ST: Muestras inalterada en tubo Shelby	
aparece	3,0m	SS: Muestras alterada en tubo partido	
al terminar	3,0m	c: Muestra de clasificación	
		w: humedad natural	

Profundidad, m		Muestra	NF	S -6	Descripción	SPT				γ	ω
inicia	finaliza					N1	N2	N3	Nc	ton/m3	%
0,0	0,2			###	Limo orgánico con raíces; color negro						
0,2	0,8	M-1			Limo arcilloso; color marrón oscuro	3	5	5	10		
0,8	1,6	M-2		°.o:°o	Arcilla lmo arenosa; color marróin	6	7	9	16		
1,6	2,4	M-3		°.o:°o	Arcilla limosa; color marrón oscuro	10	13	16	29		
2,4	3,2	M-4	NF	°.o:°o	Arcilla limosa; color marrón oscuro	20	26	32	58		
3,2	4,0	M-5		°.:°o	Arcilla limosa; color gris oscuro	27	35	36	71		
4,0	4,8	M-6		°.:°o	Arcilla limosa; color gris oscuro	36	32	20	52		
4,8	5,6	M-7		°.o:°o	Arcilla limosa; color marrón	36	35	33	68		
5,6	6,4	M-8		°.:°o	Arcilla limosa; color marrón						
6,4	7,2	M-9		°.:°o	Arenisca con algo de limo; color amarillento						
7,2	8,0	M-10		°.:°o	Arcilla limosa	37	40	35	75		
8,0	8,8	M-11		°.:°o	Arcilla limosa arenosa; color amarillento	38	31	25	56		
8,8	10,0	M-12		°.:°o	Arcilla limosa arenosa; color amarillento						

(fin del sondeo)



513

simétrica

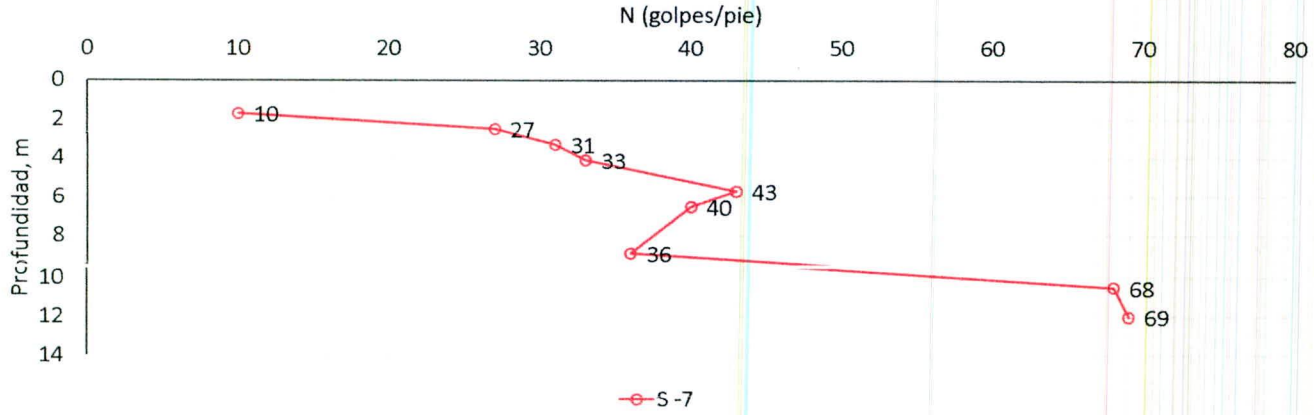
REGISTRO DE PERFORACIÓN

AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA, SENDERO		Referencia:	24-5170
PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN		perforación	S - 7
USME, BOGOTÁ D,C,			

Fecha inicio:	5/11/2024	SPT: Ensayo de penetración estándar	observaciones
Fecha finalización:	6/11/2024	Nc: (golpes/pie)	
Perforador:	F Orozco/L Acosta	VST: Ensayo de veleta de campo	
Equipo:	rotación/percusión	qu: penetrómetro de bolsillo (kg/cm2)	
NF: nivel fréatico		ST: Muestras inalterada en tubo Shelby	
aparece	2,8m	SS: Muestras alterada en tubo partido	
al terminar	1,5m	c: Muestra de clasificación	
		w: humedad natural	

Profundidad, m		Muestra	NF	S -7	Descripción	SPT				γ	ω
inicia	finaliza					N1	N2	N3	Nc	ton/m3	%
0,0	0,9	M-1		###	limo orgánico con raíces finas; color negro						
0,9	1,7	M-2	NF		Limo arcilloso; color marrón con vetas oxidadas	4	5	5	10		
1,7	2,5	M-3		°.o:°o	Arcilla limosa; color marrón	10	12	15	27		
2,5	3,3	M-4	NF	°.o:°o	Arcilla limosa arenosa con cantos de arenisca; color marrón	12	14	17	31		
3,3	4,1	M-5		°.o:°o	Arcilla Color marrón con vetas de óxido	12	15	18	33		
4,1	4,9	M-6		°.:°o	Arcilla Color marrón con vetas de óxido						
4,9	5,7	M-7		°.:°o	Arcilla limosa; color marrón	15	20	23	43		
5,7	6,5	M-8		°.o:°o	Arcilla con grava fina; Color gris marrón	15	18	22	40		
6,5	7,3	M-9		°.:°o	Arcilla Color gris marrón						
7,3	8,1	M-10		°.:°o	Arcilla limo arenosa; color marrón clara						
8,1	8,9	M-11		°.:°o	Arcilla limosa; arenosa; color marrón claro	12	16	20	36		
8,9	9,7	M-12		°.:°o	Arcilla limosa; con algo de grava;color gris marrón						
9,7	10,5	M-13		°.:°o	Arcilla limo arenosa; con grava; color marrón claro	23	38	30	68		
10,5	12,0	M-14		°.:°o	Arcilla limosa; con arena y grava. Color marrón	40	36	33	69		

(fin del sondeo)



514

simétrica

REGISTRO DE PERFORACIÓN

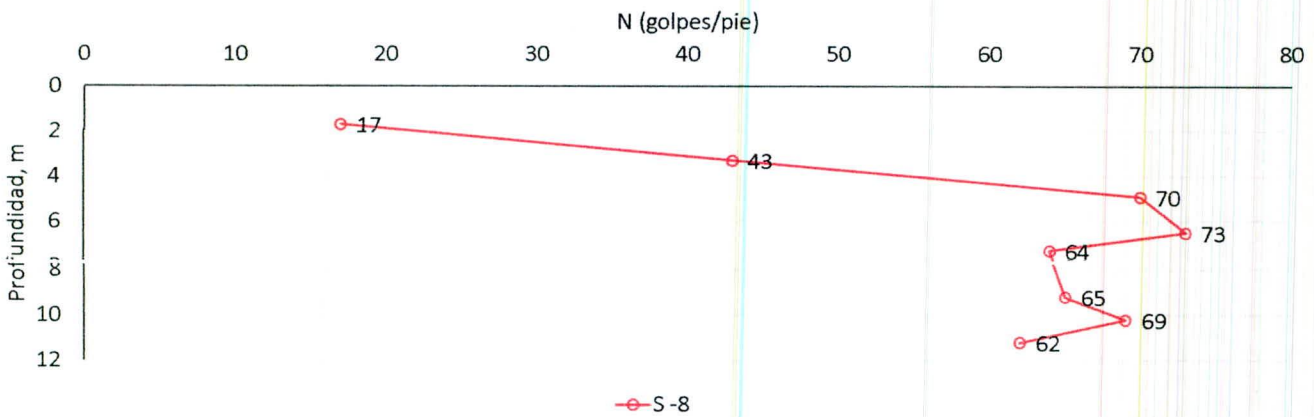
AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA, SENDERO		Referencia:	24-5170
PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN		perforación	**S - 8**
USME, BOGOTÁ D,C,			

Fecha inicio:	25/10/2024	SPT: Ensayo de penetración estándar
Fecha finalización:	26/10/2024	Nc: (golpes/pie)
Perforador:	F Orozco/L Acosta	VST: Ensayo de veleta de campo
Equipo:	rotación/percusión	qu: penetrómetro de bolsillo (kg/cm2)
NF: nivel fréatico		ST: Muestras inalterada en tubo Shelby
aparece	2,8m	SS: Muestras alterada en tubo partido
al terminar	1,5m	c: Muestra de clasificación
		w: humedad natural

observaciones

Profundidad, m		Muestra	NF	S -8	Descripción	SPT				γ	ω
inicia	finaliza					N1	N2	N3	Nc	ton/m3	%
0,0	0,9	M-1		###	Limo orgánico con raíces; color negro						
0,9	1,7	M-2	NF		Limo color marrón claro	6	7	10	17		
1,7	2,5	M-3		°.o:°o	Arcilla limo arenosa; color marrón						
2,5	3,3	M-4	NF	°.o:°o	Arcilla limo arenosa; color marrón con vetas grises clara	15	20	23	43		
3,3	4,1	M-5		°.o:°o	Arcilla limo arenosa; colñor amarillento						
4,1	4,9	M-6		°.:°o	Arcilla limo arenosa con grava	30	40	30	70		
4,9	5,7	M-7		°.:°o	Arcilla limosa; con algo de arena fina; color marrón con vetas de óxido						
5,7	6,5	M-8		°.o:°o	Arcilla limosa, arenosa; color marrón con vetas de óxido	36	38	35	73		
6,5	7,3	M-9		°.:°o	Arcilla limosa; con grava gruesa; color gris oscuro	30	35	29	64		
7,3	8,1	M-10		°.:°o	Arcilla limosa; color gris						
8,1	9,2	M-11		°.:°o	Arcilla limosa; color gris	28	30	35	65		
9,2	10,2	M-12		°.:°o	Arcilla limosa; clor gris	30	34	35	69		
10,2	11,2	M-13		°.:°o	Arcilla limosa; color gris	30	30	32	62		
11,2	12,0	M-14		°.:°o	Arenisca cantos y bloques con intercalaciones de arcilla; color gris						

(fin del sondeo)



simétrica

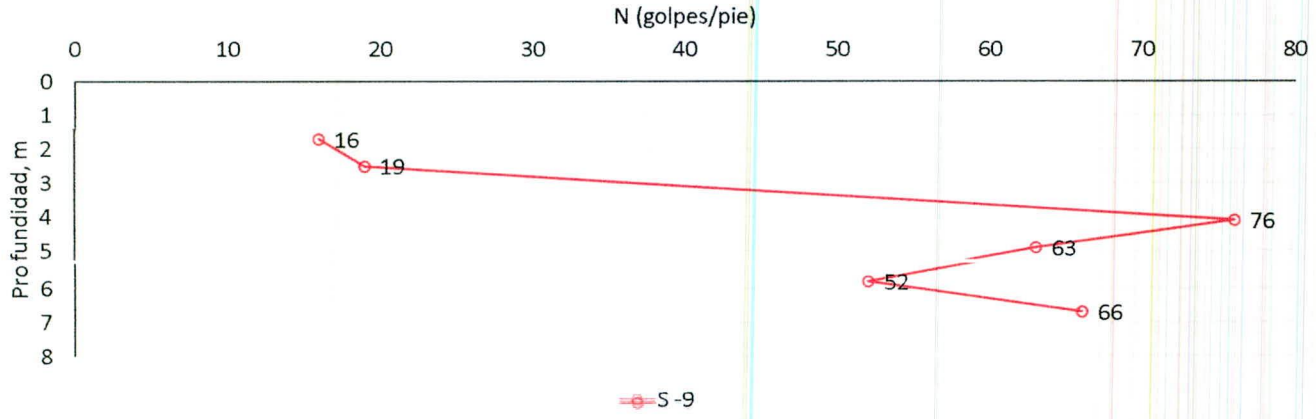
REGISTRO DE PERFORACIÓN

AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA, SENDERO		Referencia:	24-5170
PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN		perforación	**S - 9**
USME, BOGOTÁ D,C,			

Fecha inicio:	29/10/2024	SPT: Ensayo de penetración estándar	observaciones
Fecha finalización:	30/10/2024	Nc: (golpes/pie)	
Perforador:	F Orozco/L Acosta	VST: Ensayo de veleta de campo	
Equipo:	rotación/percusión	qu: penetrómetro de bolsillo (kg/cm2)	
NF: nivel fréatico		ST: Muestras inalterada en tubo Shelby	
aparece	3,0m	SS: Muestras alterada en tubo partido	
al terminar		c: Muestra de clasificación	
		w: humedad natural	

Profundidad, m		Muestra	NF	S -9	Descripción	SPT				γ	ω
inicia	finaliza					N1	N2	N3	Nc	ton/m3	%
0,0	0,9	M-1		###	Limo orgánico con raíces; color negro						
0,9	1,7	M-2			Limo arenoso; color marrón claro	7	8	8	16		
1,7	2,5	M-3		°.o:°o	Arcilla limosa color marrón	8	9	10	19		
2,5	3,3	M-4	NF	°.:°o	Arcilla limo arenosa; color marrón						
3,3	4,1	M-5		°.:°o	Conglomerado limo arcilloso con arena y grava; color amarillo	30	36	40	76		
4,1	4,9	M-6		°.o:°o	Arcilla limosa arenosa	35	30	33	63		
4,9	5,8	M-7		°.o:°o	Arcilla limosa con arena; color marrón amarillento	23	37	15	52		
5,8	6,7	M-8		°.o:°o	Arcilla limosa con arena; color marrón claro	34	32	34	66		
6,7	7,5	M-9		°.o:°o	Arcilla limo arenosa; color marrón						
7,5	8,2	M-10		°.o:°o	Arcilla limo arenosa; color marrón						
8,2	9,0	M-11		°.o:°o	Arclla limo arenosa; color marrón						

(fin del sondeo)



5/6

simétrica

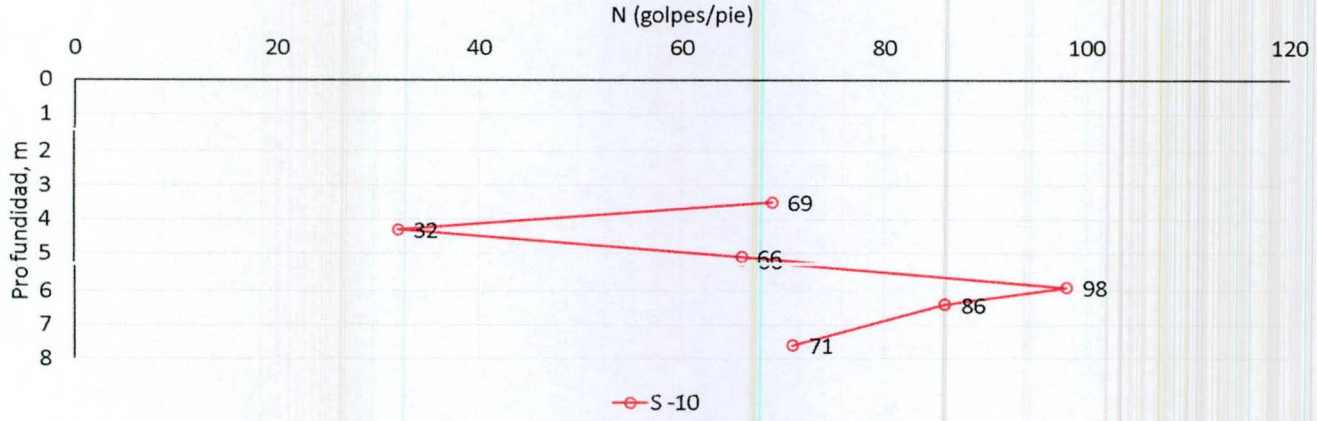
REGISTRO DE PERFORACIÓN

AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA, SENDERO		Referencia:	24-5170
PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN		perforación	**S - 10**
USME, BOGOTÁ D,C,			

Fecha inicio:	31/10/2024	SPT: Ensayo de penetración estándar	observaciones
Fecha finalización:		Nc: (golpes/pie)	
Perforador:	F Orozco/L Acosta	VST: Ensayo de veleta de campo	
Equipo:	rotación/percusión	qu: penetrómetro de bolsillo (kg/cm2)	
NF: nivel fréatico		ST: Muestras inalterada en tubo Shelby	
aparece	3,5m	SS: Muestras alterada en tubo partido	
al terminar	3,0m	c: Muestra de clasificación	
		w: humedad natural	

Profundidad, m		Muestra	NF	S -10	Descripción	SPT				γ	ω
inicia	finaliza					N1	N2	N3	Nc	ton/m3	%
0,0	0,7	M-1			Relleno Limo orgánico con raíces finas; color negro						
0,7	1,5	M-2			Relleno arcilla limo arenosa con grava (recebo)						
1,5	2,3	M-3		°.o:°o	Arcilla limosa con raíces finas; color marrón oscuro	7	8	9	17		
2,3	3,5	M-4	NF	°.:°o	Grava fina y gruesa (aluvial)	26	33	36	69		
3,5	4,3	M-5		°.o:°o	Arcilla limo are nosa; con grava fina; color gris marrón	9	10	22	32		
4,3	5,1	M-6		°.o:°o	Arcilla limo aren osa; color gris marrón	40	30	36	66		
5,1	5,9	M-7		°.:°o	Arena fina con grava fina (aluvial) Color gris y marrón claro	54	58	40	98		
5,9	6,4	M-8		°.:°o	Grava media gruesa y fina; intercalaciones de limo arenoso; color gris marrón claro	30	38	48	86		
~~6,4~~	~~6,8~~	M-9		°.:°o	~~Grava redondeada(aluvial)~~						
6,8	7,6	M-10		°.:°o	Arcilla limosa arenosa; color gris marrón claro	29	35	36	71		
7,6	8,4	M-11		°.:°o	Arcilla limosa arenosa; color gris marrón claro						

(fin del sondeo)



simétrica

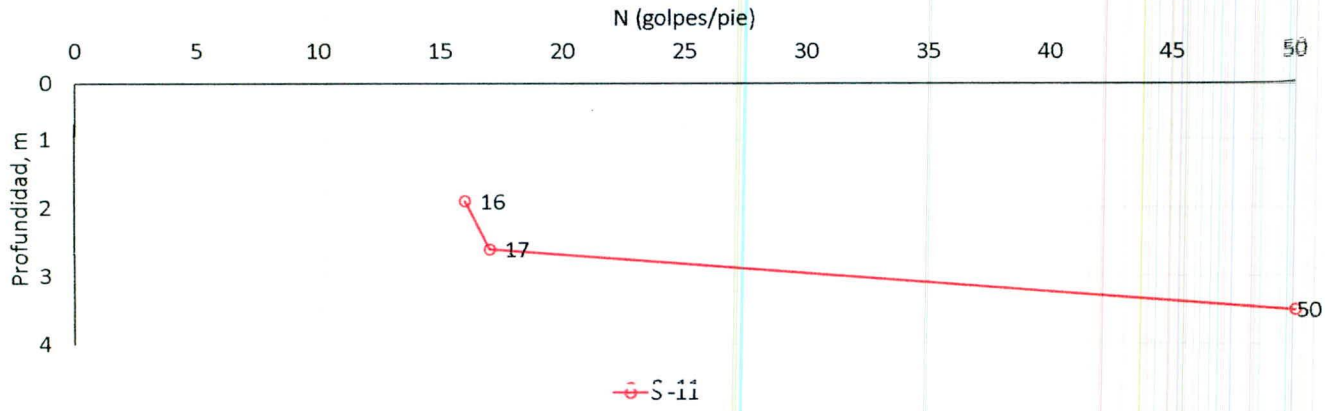
REGISTRO DE PERFORACIÓN

AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA, SENDERO	Referencia:	24-5170
PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN	perforación	**S - 11**
USME, BOGOTÁ D,C,		

Fecha inicio:	23/10/2024	SPT: Ensayo de penetración estándar	observaciones
Fecha finalización:		Nc: (golpes/pie)	
Perforador:	F Orozco/L Acosta	VST: Ensayo de veleta de campo	
Equipo:	rotación/percusión	qu: penetrómetro de bolsillo (kg/cm2)	
NF: nivel fréatico		ST: Muestras inalterada en tubo Shelby	
aparece	1,2m	SS: Muestras alterada en tubo partido	
al terminar	1,1m	c: Muestra de clasificación	
		w: humedad natural	

Profundidad, m		Muestra	NF	S -11	Descripción	SPT				γ	ω
inicia	finaliza					N1	N2	N3	Nc	ton/m3	%
0,0	0,6	M-1		|°|:|	Limo arcilloso con lentes de arena; algunas raíces. Color marrón oscuro con vetas de óxido						
0,6	0,9	M-2		°.:°o	Arcilla limo arenosa; trazas de arcilla negra; color marrón oscuro con vetas amarillas y rojizas oxidadas						
0,9	1,2	M-3	NF	°.:°o	Arcilla limo arenosa; algunas raíces. Color amarillento con vetas oscuras y de óxido						
1,2	1,9	M-4		°.o:°d	Arcilla limo arenosa; algunas raíces; color gris marrón claro	7	7	9	16		
1,9	2,6	M-5		°.:°o	Arcilla limo arenosa; algunas raíces; color marrón claro y amarillento con vetas de óxido	8	8	9	17		
2,6	3,5	M-6		°.:°o	Arcilla limo arenosa con grava fina y media, Color gris marrón rojizo	15	27	24	R		

(fin del sondeo)



simótrica
sohtonnie

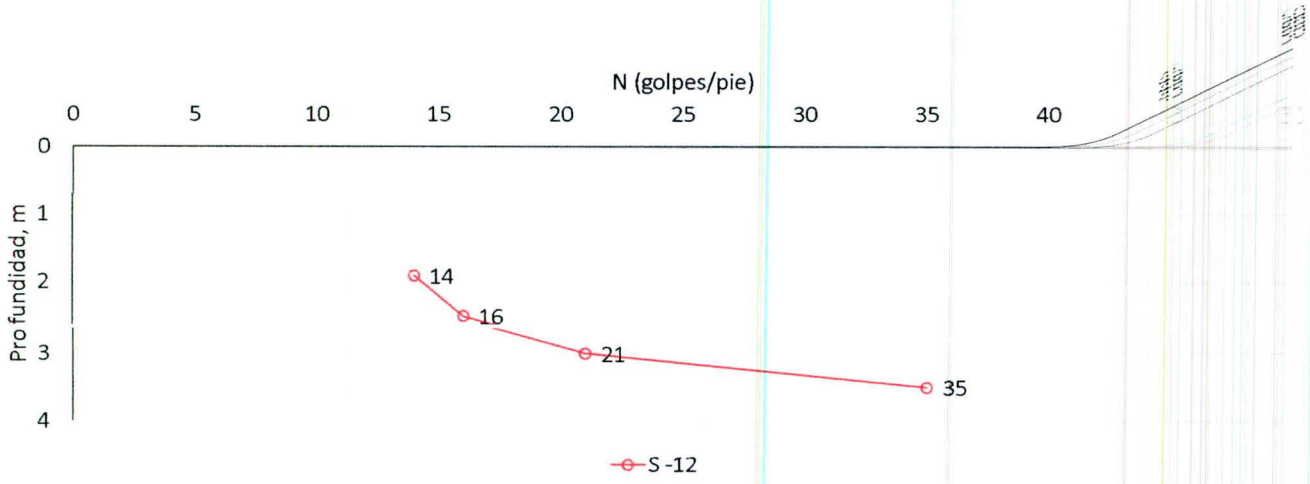
REGISTRO DE PERFORACIÓN

AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA, SENDERO	Referencia:	24-5170
PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN	perforación	**S - 12**
USME, BOGOTÁ D,C,		

Fecha inicio:	22/10/2024	SPT: Ensayo de penetración estándar	observaciones
Fecha finalización:		Nc: (golpes/pie)	
Perforador:	F Orozco/L Acosta	VST: Ensayo de veleta de campo	
Equipo:	rotación/percusión	qu: penetrómetro de bolsillo (kg/cm2)	
NF: nivel fréatico		ST: Muestras inalterada en tubo Shelby	
aparece		SS: Muestras alterada en tubo partido	
al termiinar		c: Muestra de clasificación	
		w: humedad natural	

Profundidad, m		Muestra	NF	S -12	Descripción	SPT				γ	ω
inicia	finaliza					N1	N2	N3	Nc	ton/m3	%
0,0	0,5	M-1		°##|:	Limo orgánico con raíces finas; color negro						
0,5	1,2	M-2		°##|:	Limo orgánico; algo de arena: color negro						
1,2	1,9	M-3		°.:°o	Arcilla limosa; color marrón claro con vetas oxidadas	6	7	7	14		
1,9	2,5	M-4		°.:°o	Arcilla limo arenosa; color gris claro con vetas marrón	7	8	8	16		
2,5	3,0	M-5		°.:°o	Arcilla limo arenosa con grava fina y media; color gris con vetas marrón y amarillentas	7	11	10	21		
3,0	3,5	M-6		o°O o.0:°	Grava gruesa	10	12	23	35		

(fin del sondeo)



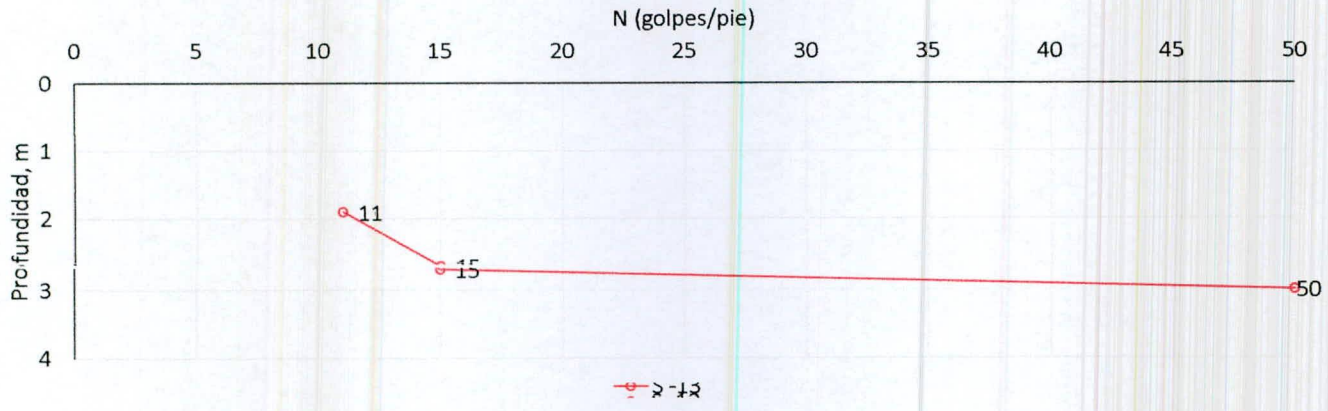
simótrica

REGISTRO DE PERFORACIÓN

AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA, SENDERO		Referencia:	24-5170
PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN		perforación	**S - 13**
USME, BOGOTÁ D,C,			

Fecha inicio:	23/10/2024	SPT: Ensayo de penetración estándar	observaciones
Fecha finalización:		Nc: (golpes/pie)	
Perforador:	F Orozco/L Acosta	VST: Ensayo de veleta de campo	
Equipo:	rotación/percusión	qu: penetrómetro de bolsillo (kg/cm2)	
NF: nivel fréatico		ST: Muestras inalterada en tubo Shelby	
aparece		SS: Muestras alterada en tubo partido	
al termiinar		c: Muestra de clasificación	
		w: humedad natural	

Profundidad, m		Muestra	NF	S -13	Descripción	SPT				γ	ω
inicia	finaliza					N1	N2	N3	Nc	ton/m3	%
0,0	0,3	M-1			Limo arenoso con raíces. Color marrón oscuro con manchas de óxido						
0,3	0,7	M-2			Limo areno arcilloso con raíces. Color marrón oscuro con vetas grises y amarillentas						
0,7	1,0	M-3			Limo arenoso , algo arcilloso; presencia de grava y clastos. Color gris claro con vetas amarillas y de óxido						
1,0	1,3	M-4			Arcilla limo arenosa; algunas raíces. Color gris marrón claro						
1,3	1,9	M-5			Arcilla limo arenosa con grava fina y media. Color gris marrón claro con vetas amarillas	3	6	5	11		
1,9	2,7	M-6			Arcilla limo arenosa con clasto y grava; algunas raíces. Color gris marrón claro	5	7	8	15		
2,7	3,0	M-7			Arcilla limo arneso con grava, guijarros. Color gris marrón rojizo	14	23	28	R		
3,0					Grava con guijarros; color marrón						

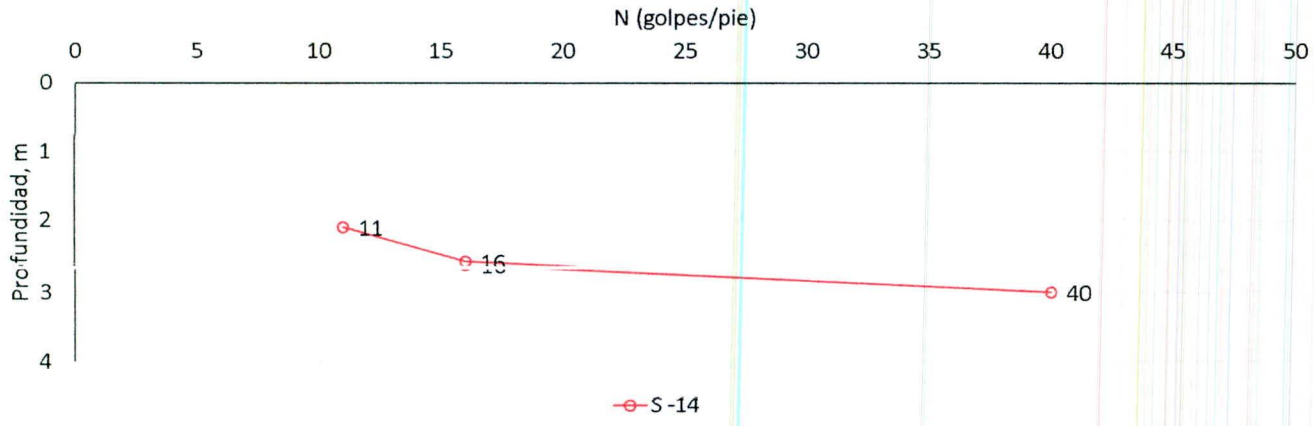


simétrica sondeos

REGISTRO DE PERFORACIÓN

AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA, SENDERO		Referencia:	24-5170
PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN		perforación	**S - 14**
USME, BOGOTÁ D,C,			
Fecha inicio:	23/10/2024	SPT: Ensayo de penetración estándar	observaciones
Fecha finalización:		Nc: (golpes/pie)	
Perforador:	F Orozco/L Acosta	VST: Ensayo de veleta de campo	
Equipo:	rotación/percusión	qu: penetrómetro de bolsillo (kg/cm2)	
NF: nivel fréatico		ST: Muestras inalterada en tubo Shelby	
aparece		SS: Muestras alterada en tubo partido	
al termiinar		c: Muestra de clasificación	
		w: humedad natural	

Profundidad, m		Muestra	NF	S -14	Descripción	SPT				γ	ω
inicia	finaliza					N1	N2	N3	Nc	ton/m3	%
0,0	0,6	M-1		|°::|	Limo arenoso, algo arcilloso con grava fina; color marrón oscuro						
0,6	1,0	M-2		|°::|	Limo arenoso arcilllso con raíces. Color gris marrón oscuro con vetas amarillas						
1,0	1,3	M-3		|°::|	Limo areno arcilloso; color marrón oscuro oxidado con vetas grises						
1,3	1,7	M-4		###	Arcilla limosa; orgánica. Color marrón oscuro con vetas amarillas y de óxido						
1,7	2,1	M-5		°.:°o	Arcilla limo arenosa con lentes de arcilla negra (neme) Color marrón oscuro con vetas amaarillas oxidadas	8	4	7	11		
2,1	2,6	M-6		°.:°o	Arcilla limo arenosa; Color gris y marrón rojizo con vetas amsrillas oxidadas	11	7	9	16		
2,6	3,0	M-7		o°O o.0:°	Clastos, cantos, guijarros de arenisca con limo arenoso, Color gris marrón rojizo	20	23	17	40		



simétrica

REGISTRO DE PERFORACIÓN

AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA, SENDERO	Referencia:	24-5170
PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN	perforación	**S - 15**
USME, BOGOTÁ D,C,		

Fecha inicio:	23/10/2024	SPT: Ensayo de penetración estándar
Fecha finalización:		Nc: (golpes/pie)
Perforador:	H Moreno/A Lugo	VST: Ensayo de veleta de campo
Equipo:	rotación/percusión	qu: penetrómetro de bolsillo (kg/cm2)
NF: nivel fréatico		ST: Muestras inalterada en tubo Shelby
aparece		SS: Muestras alterada en tubo partido
al termiinar		c: Muestra de clasificación
		w: humedad natural

observaciones

Profundidad, m		Muestra	NF	S -15	Descripción	SPT				qu	w(%)
inicia	finaliza					N1	N2	N3	Nc	kg/cm2	
0,0	0,2	M-1		|°## |	Limo areno arcillo con raíces; color marrón claro con vetas de óxido,						
0,2	0,6	M-2		°.:°o	Arena fina algo limosa con grava fina; algunas raíces. Color marrón amarillento						
0,6	0,8	M-3		°.:°o	Arena fina con grava; color amarillento con grava y guijarros						
0,8	1,1	M-4		°.:°o	Arcilla limo arenosa; Color gris marrón y amarillento						
1,1	2,5	M-5		°.:°o	Arcilla limo arenosa con grava fina y media, guijarros. Color marrón amarillento						
2,5	3,5	M-6		o°O o.0:°	Grava y clastos de arenisca						

simétrica

REGISTRO DE PERFORACIÓN

AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA, SENDERO		Referencia:	24-5170
PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN		perforación	**S - 15A**
USME, BOGOTÁ D,C,			

Fecha inicio:	22/10/2024	SPT: Ensayo de penetración estándar	observaciones
Fecha finalización:		Nc: (golpes/pie)	
Perforador:	H Moreno/A Lugo	VST: Ensayo de veleta de campo	
Equipo:	rotación/percusión	qu: penetrómetro de bolsillo (kg/cm2)	
NF: nivel fréatico		ST: Muestras inalterada en tubo Shelby	
aparece		SS: Muestras alterada en tubo partido	
al termiinar		c: Muestra de clasificación	
		w: humedad natural	

Profundidad, m		Muestra	NF	S -15A	Descripción	SPT				qu	w(%)
inicia	finaliza					N1	N2	N3	Nc	kg/cm2	
0,0	0,4			|°##|	Limo orgánico megro con presencia de clastos						
0,4	0,6	M-1		|°##|	Limo orgánico con raíces finas; color negro						
0,6	0,9	M-2		|°::|	Limo arenoso; colñor marrón claro						
0,9	1,1	M-3		°.:°o	Arcilla limo arenosa con grava y clastos;						
1,1	1,5	M-4		o°O o.0:°	Grava, clastos de arenisca						

(fin del sondeo)

Relación de Poisson

Constante elástica que relaciona las deformaciones transversal y longitudinal de un material.

$$\vartheta = \frac{\epsilon_L}{\epsilon_v}$$

Valores característicos de este parámetro se ofrecen en la siguiente tabla

Tabla 1–Relación de Poisson[1]

Tipo de suelo	υ
Arcilla saturada	0.40-0.50
Arcilla no saturada	0.10-0.30
Arena arcillosa	0.20-0.30
Limo	0.30-0.35
Arena, gravilla arenosa	0.30-0.40
Roca	0.10-0.40
Loes	0.10-0.30
Hielo	0.36
Concreto	0.15
Acero	0.33

Módulo de elasticidad, Es

Existen varias maneras de obtener el módulo de elasticidad, incluyendo los ensayos de laboratorio como compresión inconfinada, compresión triaxial o ensayos de resistencia in-situ como SPT y CPT.

Del ensayo de compresión inconfinada se puede hallar como la pendiente de la parte recta de la curva esfuerzo deformación. Con los resultados de los ensayos de resistencia in-situ se establece la siguiente relación:

$$Es=C1\ (C2+N)$$
$$Es=C3+C4qc$$

Los valores de las constates C1, C2, C3, C4 dependen del tipo de suelo. El valor de C1 es igual o superior a 250, mientras C2 es 6 o 15. C3 puede ser mayor o igual a cero y C4 varía entre 1 y 4.

Para arcillas en general se utiliza Su,

$$Es=KS_u$$

[1] Bowles pags 316-317

524

Aquí K está relacionado con la plasticidad de la arcilla y puede establecerse de acuerdo con la siguiente formulación:

$$K = 4200 - 142.54Ip + 1.73Ip^2 - 0.0071Ip^3$$

Relación que puede ser usada para arcillas con 20%≤Ip≤100%. Para considerar el efecto de la preconsolidación se suele multiplicar el valor de Es por $\sqrt{OCR}$.

Módulo de reacción, Ks

Formulación de Biot. Biot (1937) propuso la inclusión del módulo de elasticidad del suelo Es y la relación de Poisson υ, así como elementos intrínsecos de la geometría del cimiento representados por el momento de inercia:

$$k = \frac{0.95E_S}{(1-\vartheta^2)}\left(\frac{E_S B^4}{(1-\vartheta^2)EI}\right)^{0.108}$$

Formulación de Vesic. Vesic (1963) reformula la Ecuación de Biot de la siguiente manera:

$$k_S' = \frac{0.65E_S}{(1-\vartheta^2)}\sqrt[12]{\frac{E_S B^4}{EI}}$$

$$k_S = \frac{K_S'}{B}$$

Para la primera formulación, el denominador en el radical (E_f módulo de elasticidad del material de la zapata, I_f momento de inercia de la zapata) es bastante mayor que el numerador (E_s módulo de elasticidad del suelo, B ancho de zapata) así que la raíz duodécima del cociente multiplicado por la constante 0.65 será un valor muy cercano a 1, con lo que la expresión se reduce a

$$k_S = \frac{E_s}{B(1-\vartheta^2)} \quad \text{Vesic(1)}$$

Bowles, propone una simplificación de la ecuación basado en la relación directa que existe entre el módulo de elasticidad y el valor del módulo de reacción de la subrasante, además de la diferencia de rigidez entre el elemento estructural y el suelo:

$$K_s = (40)(FS)(q_{adm}) \quad \left[{}^{kN}/_{m^3}\right]$$

En esta formulación se base en que

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

$$K_s = \frac{q_{ult}}{\Delta h}$$

La presión de contacto producirá un asentamiento de Δh=2.54cm. Para asentamientos mayores

525

el coeficiente 40 deberá ajustarse consistentemente. Se considera que 40 produce valores moderados de Ks y se puede utilizar para bajas deformaciones.

Penetración estándar

Corrección por energía

$N_{corregido} = N_{campo}\left(\frac{e_1}{e_2}\right)$

e1= energía aplicada

e2= energía esperada

Corrección por confinamiento

Peck	Cn = log(20/Rs)/log(20)
Seed	Cn = 1- 1.25log(Rs)
Meyerhof-Ishihara	Cn = 1.7/(0.7+Rs)
Liao-Whitman	Cn = $(1/Rs)^{0.5}$
Skempton	Cn = 2/(1+Rs)
Seed-Idriss	Cn = 1- K*log Rs
(Marcuson)	(K=1.41 para Rs<1; K=0.92 para Rs ≥1)
González (Logaritmo)	Cn = log (10/Rs)
Schmertmann	Cn = 32.5/(10.2+20.3Rs)

Fuente: X JORNADAS GEOTECNICAS DE LA INGENIERIA COLOMBIANA ESTIMATIVOS DE PARAMETROS EFECTIVOS DE RESISTENCIA CON EL SPT ALVARO J. GONZALEZ G

Descripción				Factor
CB	Influencia del diámetro	65-115mm	2,5-4,5in	1,00
		150mm	6 in	1,05
		200mm	8 in	1,15
CS	Influencia del toma muestras	estándar		1,00
		liner		1,20
CR	longitud del varillaje	3-4m	10-13 ft	0,75
		4-6m	13-20 ft	0,85
		6-10m	20-30 ft	0,95
		>10m	>30 ft	1,00
CE	Energía golpeo	Colombia		0,50
		UK		0,73
		US		0,60

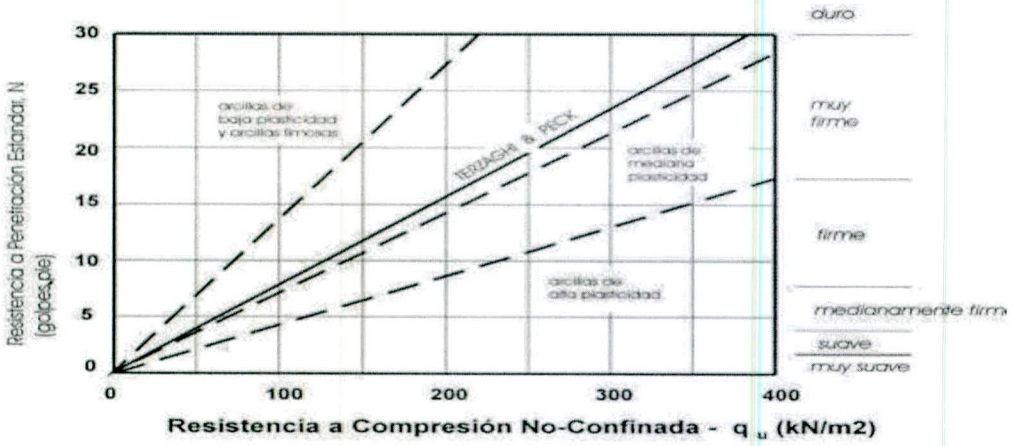
Correlaciones N (SPT)

Ángulo de fricción

Peck	$\phi'eq = 28.5 + 0.25 \times N1_{45}$	(7a)
Peck, Hanson y Thornburn	$\phi'eq = 26.25 \times (2 - \exp(-N1_{45} / 62)$	(7b)
Kishida	$\phi'eq = 15 + (12.5 \times N1_{45})^{0.5}$	(8c)
Schmertmann	$\phi'eq' = \arctan[(N1_{45} / 43.3)^{0.34}]$	(8d)
Japan National Railway (JNR)	$\phi eq' = 27 + 0.1875 \times N1_{45}$	(8e)
Japan Road Bureau (JRB)	$\phi eq' = 15 + (9.375 \times N1_{45})^{0.5}$	(8f)

Resistencia a la compresión simple

526



Método de cálculo

Capacidad admisible y asentamientos – cimentaciones superficiales

Los valores de la capacidad de los suelos han sido evaluados mediante las formulaciones propuestas por Terzaghi, con las modificaciones introducidas por otros autores, Peck Vesic y Meyerhof.

$$q_o = cNc\zeta_c + qNq\zeta_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma\zeta_\gamma$$

$$q_{adm} = \frac{q_{dneto}}{FS}$$

En esta formulación se incluyen los factores de corrección sugeridos por Vesic. Para efectos de determinar la capacidad admisible se adopta un factor de seguridad de 3.0.

Asentamientos inmediatos. Se utiliza la formulación de Schleicher (1926) sobre un semi-espacio de Boussinesq:

$$s = fu\left(q \cdot b \cdot \frac{1-\mu^2}{Es} \cdot I_p\right)$$

Asentamientos por consolidación

Para arcillas normalmente consolidadas OCR=1

$$s = \frac{C_c H}{1+e_o}\log\left(\frac{\sigma_o' + \Delta\sigma'}{\sigma_o'}\right)$$

Para arcillas sobre-normalmente consolidadas OCR>1

529

$$s = \frac{C_r H}{1+e_o}\log\left(\frac{\sigma_o' + \Delta\sigma'}{\sigma_o'}\right)$$

Si $\sigma_o' + \Delta\sigma > \sigma_p'$

$$s = \frac{C_r H}{1+e_o}\log\left(\frac{\sigma_p'}{\sigma_o'}\right) + \frac{C_c H}{1+e_o}\log\left(\frac{\sigma_o' + \Delta\sigma'}{\sigma_p'}\right)$$

Capacidad de trabajo y asentamientos de pilotes

La capacidad admisible de un pilote, P_A, es la suma de las capacidades por punta y por fricción o fuste afectada por el factor de seguridad que varía entre 3 y 4 para la punta y entre 1.5 y 2 para la fricción.

Capacidad por la Punta

$$Q_p = \frac{S_u N_{cp}}{FS_p}$$

Capacidad por el Fuste

$$Q_f = \frac{\alpha \pi S_u L_e D}{FS_F}$$

Capacidad Admisible

$$P_A = Q_p + Q_F$$

Donde:

S_u	=	Resistencia no-drenada al esfuerzo cortante
N_{cp}	=	Factor de Capacidad de carga
FS_p	=	Factor de seguridad por punta
α	=	Factor de Adherencia suelo-pilote
L_e	=	Longitud efectiva del pilote
D	=	Diámetro del pilote
FS_f	=	Factor de seguridad por el fuste

Asentamientos

$$S_{e1} = \frac{(Q_{wp} + \xi Q_{ws})L}{A_P E_P}$$

Qwp= carga de trabajo en la punta
Qws= carga de trabajo por fricción
Ap= área sección transversal del pilote
L =longitud efectiva del pilote
Ep= módulo de elasticidad del material del pilote
ξ =-0.004Su+0.72

Asentamiento por la punta

$$S_{e2} = \frac{(q_{wp})D}{E_s}(1 - \nu^2)I_{wp}$$

D diámetro del pilote
qwp = Qwp/Ap
Es= módulo de elasticidad del suelo en la punta del pilote
ν=relación de Poisson
Iwp=factor de influencia≅0.85

Asentamiento por fricción

$$S_{e3} = \frac{(Q_{ws})C_s}{Lq_p}$$

Cs = constate de Vesic

$$C_S = C_P\left(0.93 + 0.16\sqrt{\frac{L}{D}}\right)$$

Tabla 2–Valores del coeficiente Cp

Material	Hincado		Perforado	
Arena	0,02	0,04	0,09	0,18
Arcilla	0,02	0,03	0,03	0,06
Limo	0,03	0,05	0,09	0,12

perf	Muestra	profundidad		humedad	límite líquido	Límite plástico		Peos unitario	gravedad especifica	granulometría			compresión	ángulo de fricción	cohesión	coef de compr	índice de abund	Preconsolidación
		zi(m)	zf(m)	w	LL	LP	IP	ton/m3	Gs	Grava	Arena	Finos	kPa	PHI	c'	Cc	Cs	
S-14	M-1	0,2	0,6	20	47	24	23	1,41										
S-15	M-2	0,2	0,6	8				1,48		43,1	39,9	17,1						
S-13	M-2	0,4	0,7	19				1,83										
S-6	M-1	0,2	0,8	23				1,97										
S-8	M-2	0,2	0,9	42				1,71					44,5					
S-6	M-1	0,0	1,0	25	31	12	19	1,70										
S-8	M-1	0,1	1,0	22	33	14	19	1,94										
S-15	M-4	0,9	1,1	14				2,02	2,58	7,5	23,9	68,5						
S-13	M-4	1,1	1,3	15	35	21	14	2,02										
S-14	M-4	1,4	1,7	25	44	19	25	1,86										
S-13	M-5	1,4	1,9	19	46	16	30	1,81			14,7	85,3						
S-10	M-3	1,5	2,1	39	55	26	29	1,61										
S-10		1,5	2,1											17,8	11,5			
S-6	M-3	1,6	2,2	14				2,05										
S-7	M-3	1,7	2,3	30	34	14	20	1,85										
S-7	M-3	1,7	2,3						2,64							0,28	0,12	90
S-9	M-3	1,7	2,3	21	24	11	13	1,96										
S-5	M-3	2,0	2,6	23				1,93										
S-5	M-3	2,0	2,6	13				1,94		29,3	44,8	25,9						
S-5	M-3	2,0	2,6											21,2	11,6			
S-6	M-3	2,0	3,0	21	36	11	25	1,95					161,4					
S-8	M-3	2,0	3,0	7				2,03		49,7	21,9	28,4						
S-14	M-7	2,7	3,0	17	51	16	35	1,88		0,8	22,9	76,3						
S-8	M-4	2,5	3,1	21	35	17	18	1,92										
S-7	M-5	3,3	3,9	10	35	14	21	2,17		46,1	31,0	22,9						
S-7	M-5	3,3	3,9						2,65							0,11	0,03	94
S-9	M-5	3,3	3,9	13				1,88		6,4	31,8	61,8						
S-9	M-5	3,3	3,9											20,9	15,4			
S-10	M-5	3,5	4,1	24	45	14	31	1,84										
S-5	M-5	3,6	4,2	13				2,19	2,53	28,0	64,8	32,3						
S-8	M-6	4,1	4,7	8				2,06		21,3	32,1	46,7						
S-7	M-6	4,1	4,9	27	48	15	33	1,89					93,5					
S-6	M-5	4,0	5,0	16				2,04	2,57	37,0	24,4	38,6						
S-6	M-5	4,0	5,0											23,9	8,2			
S-8	M-5	4,0	5,0	18				1,95										
S-7	M-7	4,9	5,5	10				2,16	2,68									
S-7	M-7	4,9	5,5	22				1,97										
S-7	M-7	4,9	5,5											22,2	12,0			
S-5	M-7	5,2	6,0	10				1,88										
S-5	M-7	5,2	6,0	10				2,09	2,53	84,0	9,1	6,9						
S-5	M-7	5,2	6,0											17,5	14,6			
S-10	M-7	5,1	6,0	16	49	12	37	2,24	2,59									
S-8	M-8	5,7	6,3	19				1,97					68,7					
S-7		6,5	7,1	25	38	11	27	1,92					71,7					
S-10	M-9	6,8	7,4	6				2,24		66,3	14,3	19,4	43,9					
S-5	M-9	7,0	7,6	20	33	13	20	2,00		5,7	26,6	67,8						
S-8	M-10	7,3	7,9	23	33	12	21	1,90	2,62	0,0	17,5	82,5						
S-7	M-10	7,3	8,0	15	27	11	16	2,07					73,7					
S-7	M-10	7,3	8,0	16	22	7	15	2,06		0,0	47,6	52,4						
S-8	M-7	6,0	8,0	22				1,97		0,0	11,6	88,4						
S-8	M-7	6,0	8,0											19,0	11,6			
S-8	M-11	8,1	9,0	17				1,98	2,68	0,0	25,9	74,1						
S-7	M-12	8,9	9,5	27	28	10	18	1,88					35,2					
S-7	M-12	8,9	9,5	15				2,05										
S-8	M-13	10,2	11,0	8				2,17	2,66	0,0	66,6	33,4						
S-8	M-13	10,2	11,0											22,2	12,9			
S-7	M-14	10,7	12,0	7				2,10	2,60	2,5	52,4	45,1						
S-8	M-14	11,2	12,0	26				1,88										

REF:	5170	ANÁLISIS DE LICUACIÓN	simétrica
Promotor:	CONSORCIO NVP		
Proyecto:	AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA Y SENDER		
Ubicación:	PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CAR		

Perforación	S-6
Profundidad (i)	0,2 m
Nc (SPT)	10 golpes/pie
Procentaje de finos	17%
Posición NF	3,0 m
Peso Unitario	1,96 t/m3
Esfuerzo Total	0,39 t/m2
Presión de Poros	0,00 t/m2
Esfuerzo Efectivo	0,39 t/m2

Factores de corrección para N60	
CN=	1,70
CE=	0,75
CB=	1
CR=	0,75
CS=	1
Ao=	0,15
"	1
"	1
Tipo de Suelo=	D (NSR-10)
a mx=	
a mx=	0,24
rd=	0,99847

$$(N_1)_{60} = N \cdot c_N \cdot c_E \cdot c_B \cdot c_R \cdot c_S$$

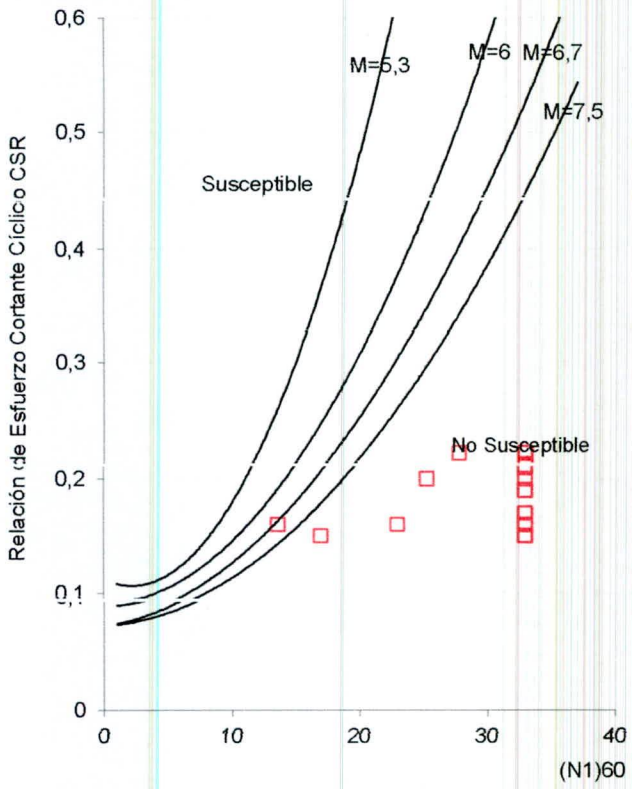
(N1)60= 10

$$CSR = \frac{\tau_{cm}}{\sigma_v'} = 0.65 \frac{\sigma_v a_{\max}}{\sigma_v' g} rd$$

CSR= 0,65(0,3911)(0,24)(0,99847)
(0,3911)(9,806)

CSR= 0,16

Susceptibilidad de Licuación (Ho et. al.,1986)



Youd & Idriss (2001)

rd=1-.00765 z, m si z <9.15m	rd=	0,99847	CSR 0,16
rd=1.174-0.0267z, para 9.15m<z<23m	rd=	1,16866	CSR 0,18
CSR (aplicable por prof)=	0,160		

Corrección de N60 por contenido de finos

$$(N_1)_{60cs} = \alpha + \beta (N_1)_{60}$$

Los coeficientes α y β

Formulación general

FC	α	β
$\leq 5\%$	0	1
$5\% \leq FC \leq 35\%$	$\exp\left[1.76 - \frac{190}{FC^2}\right]$	$0.99 + \frac{FC^{1.5}}{1000}$
$FC \geq 35\%$	5.0	1.2

aplicación caso particular

% FINOS (FC) =	17,10

	α	β
5,00	-	1,00
35,00	3,04	1,06
>35	5,00	1,20

REF:	5170	ANÁLISIS DE LICUACIÓN	simétrica
Promotor:	CONSORCIO NVP		
Proyecto:	AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA Y SENDER		
Ubicación:	PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CAR		

Valores obtenidos

α	β
3,04	1,06
N60 cs =	13,64

Capacidad del suelo para resistir el esfuerzo cortante ciclíco CRR

$$CRR_{7.5} = \frac{1}{34 - (N_1)_{60}} + \frac{(N_1)_{60}}{135} + \frac{50}{[10\,(N_1)_{60} + 45]^2} - \frac{1}{200}$$

CRR= 0,146693381

Riesgo de licuación

FS<1 ALTO
FS>1 BAJO

$$FS = \frac{CRR}{CSR}$$

$$FS = \frac{0,147}{0,160} = 0,92$$

Yound & Idriss Seed & Idriss

S-6	0,2	10	17,10	10	13,64	0,147	0,160	0,9	0,16
PERF	z, m	N golpes/pie	% finos	(N1) 60	N60 cs	CRR	CSR	FS	CSR
S-6	0,2	10	17,10	10	13,64	0,147	0,160	0,9	0,16
S-6	0,8	16	68,50	15	23,00	0,257	0,160	1,6	0,16
S-7	0,9	10	68,50	10	17,00	0,181	0,150	1,2	0,15
S-6	1,6	29	65,30	26	33,00	1,240	0,150	8,3	0,15
S-7	1,7	27	85,30	26	33,00	1,240	0,150	8,3	0,15
S-5	2,0	74	25,90	67	33,00	1,240	0,150	8,3	0,15
S-6	2,4	58	76,30	48	33,00	1,240	0,150	8,3	0,15
S-7	2,5	31	76,30	25	33,00	1,240	0,150	8,3	0,15
S-5	2,8	54	76,30	41	33,00	1,240	0,150	8,3	0,15
S-6	3,2	71	61,80	51	33,00	1,240	0,160	7,7	0,16
S-7	3,3	33	61,80	24	33,00	1,240	0,160	7,7	0,16
S-5	3,6	71	32,30	50	33,00	1,240	0,170	7,3	0,17
S-6	4,0	52	46,70	35	33,00	1,240	0,170	7,3	0,17
S-6	4,8	68	38,60	44	33,00	1,240	0,190	6,5	0,19
S-7	4,9	43	38,60	28	33,00	1,240	0,190	6,5	0,19
S-7	5,7	40	6,90	25	25,31	0,298	0,200	1,5	0,20
S-5	6,2	66	6,90	39	33,00	1,240	0,200	6,2	0,20
S-5	7,0	67	67,80	38	33,00	1,240	0,210	5,9	0,21
S-6	7,2	75	88,40	43	33,00	1,240	0,210	5,9	0,21
S-6	8,0	56	88,40	31	33,00	1,240	0,220	5,6	0,22
S-7	8,1	36	88,40	19	27,80	0,363	0,220	1,6	0,22
S-5	7,8	64	74,10	35	33,00	1,240	0,210	5,9	0,21
S-7	9,7	68	74,10	34	33,00	1,240	0,220	5,6	0,22
S-7	10,5	69	45,10	34	33,00	1,240	0,220	5,6	0,23



simétrica

Cliente:	CONSORCIO NVP		
Proyecto:	AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA Y SENDERO		
Localizacón:	PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN, USI		Ref.: 5170
Laboratorista:	JC	Fecha:	

Parámetros de Expansividad

Humedad de Equilibrio — Formulación (Weston, D.J.) Weq=0,47LL+3,6

Prof.	LIMITE LIQUIDO (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	LIMITE DE CONTRACCIÓN (%)	HUMEDAD NATURAL (%)	HUMEDAD EQUILIBRIO (%)	PESO UNITARIO t/m3	w/LL
0,0	31	19	9	25	18	1,70	0,81
0,1	33	19	11	22	19	1,94	0,67
0,2	47	23	17	20	26	1,41	0,43
1,1	35	14	17	15	20	2,02	0,43
1,4	46	30	11	19	25	1,81	0,41
1,4	44	25	13	25	24	1,86	0,57
1,5							
1,7	34	20	11	30	20	1,85	0,88
1,7	24	13	9	21	15	1,96	0,88
2,0	36	25	8	21	21	1,95	0,58
2,5	35	18	13	21	20	1,92	0,60
2,7							
3,3	35	21	11	10	20	2,17	0,29
3,5	45	31	10	24	25	1,84	0,53
4,1	48	33	10	27	26	1,89	0,56
5,1							
6,5	38	27	8	25	21	1,92	0,66
7,0	33	20	10	20	19	2,00	0,61
7,3	27	16	9	15	16	2,07	0,56
7,3	33	21	9	23	19	1,90	0,70
7,6	22	12	9	16	14	2,06	0,73
8,9	28	18	8	27	17	1,88	0,96

	LL	IP	LC	w	w eq	γ	w/LL
promedio	35,47	21,32	10,63	21,37	20,27	1,90	0,62

simétrica

Cliente:	CONSORCIO NVP		
Proyecto:	AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA Y SENDERO		
Localizacón:	PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN, USI		Ref.: 5170
Laboratorista:	JC	Fecha:	

Parámetros de Expansividad

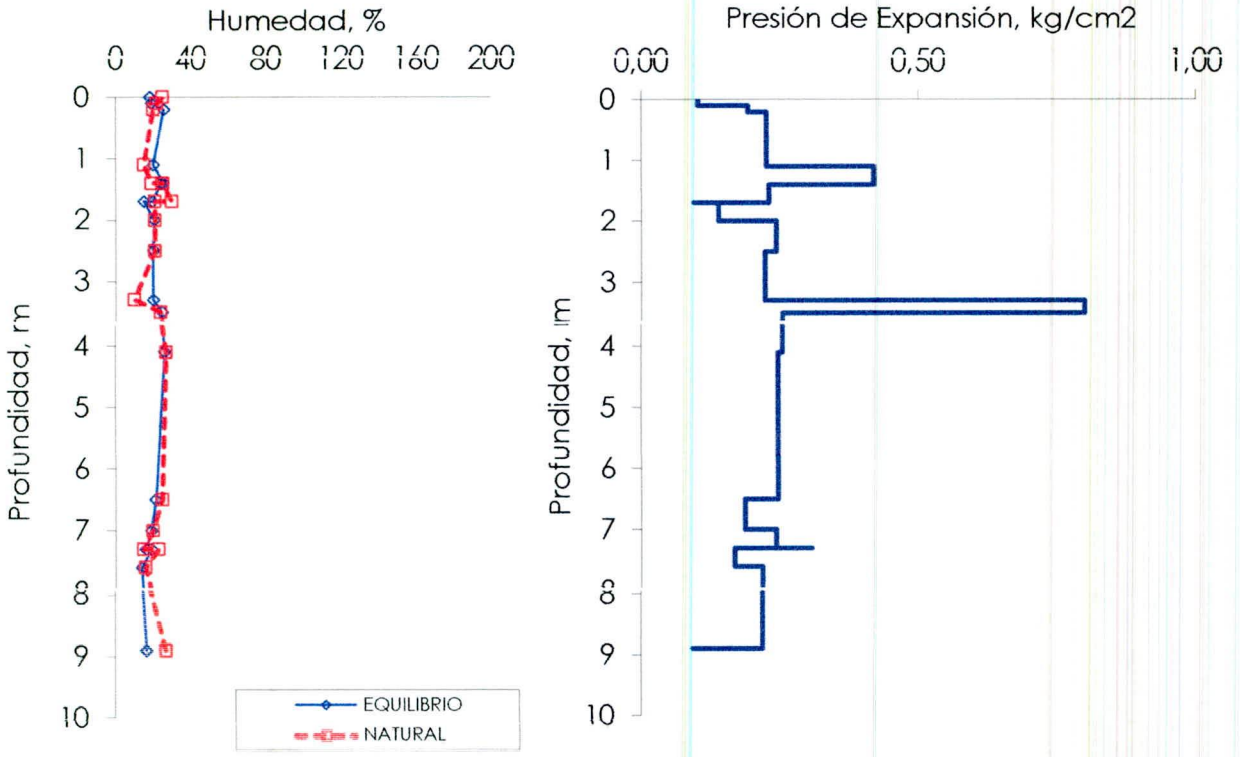
Presión de Expansión: Formulación (David&Komornik): Log Pex=-1,868+2,08 wl+0,665γd-2,69wn

Prof.	LIMITE LIQUIDO (%)	HUMEDAD NATURAL (%)	PESO UNITARIO TOTAL Kg/m3	PESO UNITARIO SECO Kg/m3	LOG(PEC)	LOG(PEC)	PRESION EXP (kPa)	PRESION EXP (Kg/cm2)	Clasificación
0,00	31,00	25,00	1696	1356	0,8065	-0,9940	9	0,10	i-baja
0,10	33,00	22,00	1939	1589	0,6667	-0,7167	18	0,19	i-baja
0,20	47,00	20,00	1412	1176	0,4255	-0,6464	22	0,23	i-baja
1,10	35,00	15,00	2016	1753	0,4286	-0,3778	41	0,42	i-baja a media
1,40	46,00	19,00	1813	1523	0,4130	-0,4095	38	0,39	i-baja a media
1,40	44,00	25,00	1855	1484	0,5682	-0,6384	22	0,23	i-baja
1,70	34,00	30,00	1847	1420	0,8824	-1,0235	9	0,09	i-baja
1,70	24,00	21,00	1960	1619	0,8750	-0,8571	13	0,14	i-baja
2,00	36,00	21,00	1951	1612	0,5833	-0,6121	23	0,24	i-baja
2,50	35,00	21,00	1917	1584	0,6000	-0,6515	21	0,22	i-baja
3,30	35,00	10,00	2171	1973	0,2857	-0,0970	78	0,80	i-baja a media
3,50	45,00	24,00	1835	1479	0,5333	-0,5941	24	0,25	i-baja
4,10	48,00	27,00	1889	1487	0,5625	-0,6070	24	0,25	i-baja
6,50	38,00	25,00	1923	1538	0,6579	-0,7273	18	0,19	i-baja
7,00	33,00	20,00	1999	1665	0,6061	-0,6124	23	0,24	i-baja
7,30	27,00	15,00	2072	1801	0,5556	-0,5122	30	0,31	i-baja a media
7,30	33,00	23,00	1901	1545	0,6970	-0,7729	16	0,17	i-baja
7,60	22,00	16,00	2059	1775	0,7273	-0,6604	21	0,22	i-baja
8,90	28,00	27,00	1876	1477	0,9643	-1,0297	9	0,09	i-baja

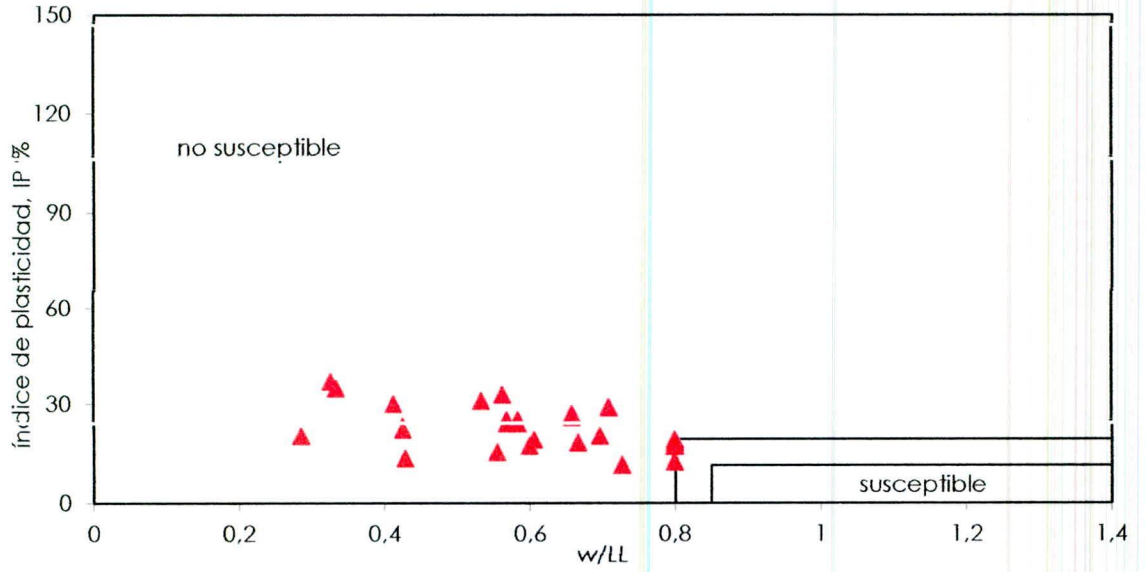
simétrica	Cliente:	CONSORCIO NVP		
	Proyecto:	AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA Y SENDERO		
	Localizacón:	PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN, USI		Ref.: 5170
	Laboratorista:	JC	Fecha:	

Parámetros de Expansividad

0,25



ABLANDAMIENTO CICLICO - ARCILLA



simétrica

Cliente:	CONSORCIO NVP		
Proyecto:	AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA Y SENDERO		
Localizacón:	PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN, USI		Ref.: 5170
Laboratorista:	JC	Fecha:	

Parámetros de Expansividad

COLAPSO

prof, z, m	relación de vacíos inicial eo	relación de vacíos para eL	peso unitario crítico $\gamma_{crit} = \frac{\gamma_w}{(1/G_s) + w_i}$	NSR-10 relación de peso unitario γ_d/γ_{crit}	Calificación	Denison (61) proporción de vacíos e_o/e_L	Calificación	Cód edif Rusia 62 $(e_o/e_L)/(1+e_o)$	Calificación
0,00	0,92	1,01	1,44	0,9	inestable	1,1	estable	-0,05	estable
0,10	0,64	0,78	1,40	1,1	estable	1,2	estable	-0,09	estable
0,20	1,21	1,71	1,17	1,0	estable	1,4	estable	-0,23	estable
1,10	0,48	0,74	1,36	1,3	estable	1,5	estable	-0,17	estable
1,40	0,71	1,09	1,18	1,3	estable	1,5	estable	-0,23	estable
1,40	0,75	1,02	1,21	1,2	estable	1,4	estable	-0,15	estable
1,50	1,25	1,51	1,07	1,1	estable	1,2	estable	-0,12	estable
1,70	0,83	0,89	1,38	1,0	estable	1,1	estable	-0,03	estable
1,70	0,61	0,64	1,60	1,0	estable	1,1	estable	-0,02	estable
2,00	0,61	0,81	1,34	1,2	estable	1,3	estable	-0,12	estable
2,50	0,64	0,83	1,36	1,2	estable	1,3	estable	-0,12	estable
2,70	0,62	1,09	1,12	1,4	estable	1,8	estable	-0,29	estable
3,30	0,32	0,62	1,36	1,4	estable	1,9	estable	-0,23	estable
3,50	0,76	1,05	1,20	1,2	estable	1,4	estable	-0,17	estable
4,10	0,75	1,04	1,16	1,3	estable	1,4	estable	-0,17	estable
5,10	0,34	0,73	1,14	1,7	estable	2,1	estable	-0,28	estable
6,50	0,69	0,87	1,31	1,2	estable	1,3	estable	-0,10	estable
7,00	0,56	0,73	1,40	1,2	estable	1,3	estable	-0,11	estable
7,30	0,44	0,59	1,53	1,2	estable	1,3	estable	-0,10	estable
7,30	0,70	0,83	1,41	1,1	estable	1,2	estable	-0,08	estable
7,60	0,46	0,54	1,65	1,1	estable	1,2	estable	-0,05	estable
8,90	0,76	0,77	1,50	1,0	estable	1,0	estable	-0,01	estable

simétrica	Cliente:	CONSORCIO NVP		REF
	Proyecto:	AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA Y SENDERO		
	Localizacón:	PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN, USME, BOGOTÁ D.C		24-5170
	Cálculó	W Ariza	Fecha:	

MEMORIA DE CÁLCULO - PILOTES

Capacidad de pilotes por fricción:

Profundidad de cáculo

zi= 0 m

zf= 1 m

Resistencia no drenada al esfuerzo cortante

Su= 6,75 ton/m2

Geometría del tramo de pilote

Longitud, L= 1 m

Diámetro, D= 0,3 m 0,4 m 0,5 m

Coeficiente de adherencia suelo-pilote

$$\alpha = 0.2 + 0.8e^{0.35-2(^{s_u}/_{P_a})}$$

α= 0,2+0,8 exp(0,35-2(6,75/10))

α= 0,49430355 =0,49

Capacidad última

$$P_u = \alpha\pi DLS_u$$

Pu= 3,14 ton 4,19 ton 5,24 ton

Profundidad de cáculo

zi= 1 m

zf= 2 m

Resistencia no drenada al esfuerzo cortante

Su= 15 ton/m2

Geometría de tramo de pilote

Longitud, L= 1 m

Diámetro, D= 0,3 m 0,4 m 0,5 m

Coeficiente de adherencia suelo-pilote

$$\alpha = 0.2 + 0.8e^{0.35-2(^{s_u}/_{P_a})}$$

α= 0,2+0,8 exp(0,35-2(15/10))

α= 0,25652097 =0,26

Capacidda última

$$P_u = \alpha\pi DLS_u$$

Pu= 3,63 ton 4,84 ton 6,04 ton

simétrica	Cliente:	CONSORCIO NVP		REF
	Proyecto:	AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA Y SENDERO		
	Localizacón:	PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN, USME, BOGOTÁ D.C		24-5170
	Cálculó	W Ariza	Fecha:	

MEMORIA DE CÁLCULO - PILOTES

Profundidad de cáculo

zi= 2 m

zf= 3 m

Resistencia no drenada al esfuerzo cortante

Su= 15 ton/m2

Geometría de tramo de pilote

Longitud, L=	1 m		
Diámetro, D=	0,3 m	0,4 m	0,5 m

Coeficiente de adherencia suelo-pilote

$$\alpha = 0.2 + 0.8e^{0.35-2(^{S_u}/_{P_a})}$$

α= 0,2+0,8 exp(0,35-2(15/10))

α= 0,25652097 =0,26

Capacidad última

$$P_u = \alpha \pi D L S_u$$

Pu=	3,63 ton	4,84 ton	6,04 ton

Profundidad de cáculo

zi= 3 m

zf= 4 m

Resistencia no drenada al esfuerzo cortante

Su= 13,125 ton/m2

Geometría de tramo de pilote

Longitud, L=	1 m		
Diámetro, D=	0,3 m	0,4 m	0,5 m

Coeficiente de adherencia suelo-pilote

$$\alpha = 0.2 + 0.8e^{0.35-2(^{S_u}/_{P_a})}$$

α= 0,2+0,8 exp(0,35-2(13,125/10))

α= 0,28223753 =0,28

Capacidad última

$$P_u = \alpha \pi D L S_u$$

Pu=	3,49 ton	4,66 ton	5,82 ton

simétrica	Cliente:	CONSORCIO NVP		REF
	Proyecto:	AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA Y SENDERO		
	Localizacón:	PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN, USME, BOGOTÁ D.C		24-5170
	Cálculó	W Ariza	Fecha:	

MEMORIA DE CÁLCULO - PILOTES

Profundidad de cáculo

zi= 4 m

zf= 5 m

Resistencia no drenada al esfuerzo cortante

Su= 15 ton/m2

Geometría de tramo de pilote

Longitud, L= 1 m

Diámetro, D= 0,3 m 0,4 m 0,5 m

Coeficiente de adherencia suelo-pilote

$$\alpha = 0.2 + 0.8e^{0.35-2(^{s_u}/_{P_a})}$$

α= 0,2+0,8 exp(0,35-2(15/10))

α= 0,25652097 =0,26

Capacidad última

$$P_u = \alpha \pi D L S_u$$

Pu= 3,63 ton 4,84 ton 6,04 ton

Profundidad de cáculo

zi= 5 m

zf= 6 m

Resistencia no drenada al esfuerzo cortante

Su= 15 ton/m2

Geometría de tramo de pilote

Longitud, L= 1 m

Diámetro, D= 0,3 m 0,4 m 0,5 m

Coeficiente de adherencia suelo-pilote

$$\alpha = 0.2 + 0.8e^{0.35-2(^{s_u}/_{P_a})}$$

α= 0,2+0,8 exp(0,35-2(15/10))

α= 0,25652097 =0,26

Capacidad última

$$P_u = \alpha \pi D L S_u$$

long, m 0,30 m

Pu= 3,63 ton 4,84 ton 6,04 ton 6 21,14 ton

simétrica	Cliente:	CONSORCIO NVP		REF
	Proyecto:	AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA Y SENDERO		
	Localizacón:	PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN, USME, BOGOTÁ D.C		24-5170
	Cálculó	W Ariza	Fecha:	

MEMORIA DE CÁLCULO - PILOTES

					capacidad última, ton					
		0,34			sección circular, (d=)			RECTANGULAR		
	qu/2				d=0,3m	d=0,4m	d=0,5m	a=0,20m	a=0,25m	a=0,30m
L,m	t/m2	α		fs	p=0,9m	p=1,3m	p=1,6m	p=0,8m	p=1,0m	p=1,2m
0,5	4,13	0,70	0,35	1,45	1,37	1,82	2,28	0,58	0,72	0,87
1,0	6,75	0,50	0,25	1,68	2,95	3,94	4,92	1,25	1,57	1,88
1,5	10,00	0,36	0,18	1,79	4,64	6,18	7,73	1,97	2,46	2,95
2,0	15,00	0,26	0,13	1,94	6,47	8,62	10,78	2,74	3,43	4,12
2,5	9,38	0,38	0,19	1,77	8,14	10,85	13,56	3,45	4,32	5,18
3,0	15,00	0,26	0,13	1,94	9,97	13,29	16,61	4,23	5,29	6,34
3,5	8,63	0,41	0,20	1,75	11,62	15,49	19,36	4,93	6,16	7,40
4,0	13,13	0,28	0,14	1,87	13,38	17,84	22,30	5,68	7,10	8,52
4,5	15,00	0,26	0,13	1,94	15,21	20,28	25,35	6,45	8,07	9,68
5,0	11,25	0,32	0,16	1,82	16,92	22,56	28,20	7,18	8,98	10,77

570

simétrica	Cliente:	CONSORCIO NVP		REF
	Proyecto:	AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA Y SENDERO		
	Localizacón:	PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN, USME, BOGOTÁ D.C		24-5170
	Cálculó	W Ariza	Fecha:	

MEMORIA DE CÁLCULO - PILOTES

Aporte por la punta

		d=0,3m	d=0,4m	d=0,5m	a=0,20m	a=0,25m	a=0,30m
	su, ton/m2	A=0,1m2	A=0,1m2	A=0,2m2	A=0,0m2	A=0,1m2	A=0,1m2
L=0,5m	4,13	2,62	4,67	7,29	1,49	2,32	3,34
L=1,0m	5,44	3,46	6,15	9,61	1,96	3,06	4,40
L=1,5m	6,96	4,43	7,87	12,30	2,51	3,91	5,64
L=2,0m	8,97	5,71	10,14	15,85	3,23	5,04	7,26
L=2,5m	9,05	5,76	10,24	15,99	3,26	5,09	7,33
L=3,0m	10,04	6,39	11,36	17,75	3,62	5,65	8,13

Capacidad última total

		d=0,3m	d=0,4m	d=0,5m	a=0,20m	a=0,25m	a=0,30m
L=0,5m		3,99	6,49	9,57	2,06	3,04	4,07
L=1,0m		6,41	10,09	14,53	3,21	4,63	5,97
L=1,5m		9,07	14,05	20,03	4,47	6,37	8,10
L=2,0m		12,17	18,77	26,63	5,97	8,48	10,70
L=2,5m		13,89	21,09	29,56	6,71	9,41	11,65
L=3,0m		16,35	24,64	34,35	7,84	10,94	13,42

Capacidad admisible

FSF	2,00	d=0,30m	d=0,40m	d=0,50m	a=0,20m	a=0,25m	a=0,30m
FSP	3,00						
L=0,5m		1,6	2,5	3,6	0,8	1,1	1,5
L=1,0m		2,6	4,0	5,7	1,3	1,8	2,4
L=1,5m		3,8	5,7	8,0	1,8	2,5	3,4
L=2,0m		5,1	7,7	10,7	2,4	3,4	4,5
L=2,5m		6,0	8,8	12,1	2,8	3,9	5,0
L=3,0m		7,1	10,4	14,2	3,3	4,5	5,9

simétrica	Cliente:	CONSORCIO NVP		REF
	Proyecto:	AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA Y SENDERO		
	Localizacón:	PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN, USME, BOGOTÁ D.C		24-5170
	Cálculó	W Ariza	Fecha:	

MEMORIA DE CÁLCULO - PILOTES

Cortante de diseño

	alfa	d=0,3m p=0,9m	d=0,4m p=1,3m	d=0,5m p=1,6m	a=0,20m p=0,8m	a=0,25m p=1,0m	a=0,30m p=1,2m
L=0,5m	0,70	3,31	3,92	4,54	1,96	2,27	2,58
L=1,0m	0,60	2,79	3,20	3,61	1,60	1,80	2,01
L=1,5m	0,52	2,68	3,03	3,38	1,52	1,69	1,86
L=2,0m	0,45	2,72	3,06	3,40	1,53	1,70	1,87
L=2,5m	0,44	2,54	2,81	3,08	1,41	1,54	1,68
L=3,0m	0,41	2,52	2,77	3,02	1,38	1,51	1,63

Factores de seguridad

FACTOR DE SEGURIDAD		d=0,3m p=0,9m	d=0,4m p=1,3m	d=0,5m p=1,6m	a=0,20m p=0,8m	a=0,25m p=1,0m	a=0,30m p=1,2m
L=0,5m	2,90	0,88	0,74	0,64	1,48	1,28	1,12
L=1,0m	3,27	1,17	1,02	0,91	2,04	1,81	1,63
L=1,5m	3,62	1,35	1,19	1,07	2,39	2,14	1,94
L=2,0m	4,08	1,50	1,33	1,20	2,66	2,40	2,18
L=2,5m	3,98	1,56	1,41	1,29	2,83	2,58	2,37
L=3,0m	4,11	1,63	1,49	1,36	2,97	2,72	2,51

simétrica	Cliente:	CONSORCIO NVP		REF
	Proyecto:	AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA Y SENDERO		
	Localizacón:	PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN, USME, BOGOTÁ D.C		24-5170
	Cálculó	W Ariza	Fecha:	

MEMORIA DE CÁLCULO - PILOTES

K (t/m2/m)	diámetro, d=0,3m		diámetro, d=0,4m		diámetro, d=0,5m	
L=0,5m	1100		900		800	
L=1,0m	1700		1300		1100	
L=1,5m	2400		1800		1500	
L=2,0m	3500		2700		2200	

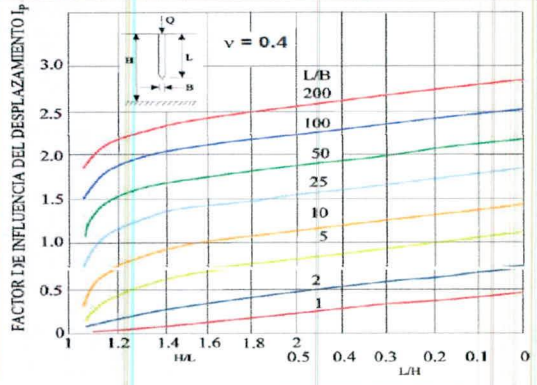
$$Ksh = \frac{1}{d}\left[1 + \frac{d}{2L}\right]\left[\frac{200}{3}\right]S_u$$

Asentamientos

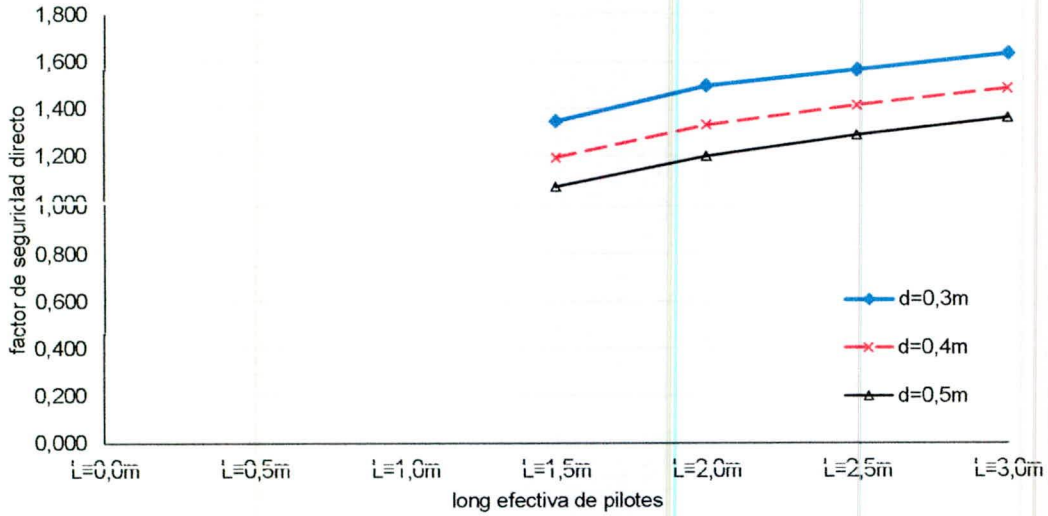
h 300 m

l/h	d=0,3m	d=0,4m	d=0,5m
0,00	2	1	1
0,00	3	3	2
0,01	5	4	3

l	lp			Es
	d=0,3m	d=0,4m	d=0,5m	
L=0,5m	1,8	1,8	1,7	1568
L=1,0m	2	1,85	1,75	2565
L=1,5m	2,1	1,97	1,8	3800



# pilotes en el grupo	d=0,3m			d=0,4m			d=0,5m		
	L=0,5m	L=1,0m	L=1,5m	L=0,5m	L=1,5m	L=2,5m	L=0,5m	L=1,5m	L=2,5m
1	3,6	2,1	1,4	5,7	2,9	2,0	7,7	3,9	2,5
2	6,9	4,0	2,7	11,0	5,6	3,8	15,0	7,5	4,9
3	9,9	5,7	3,9	15,7	8,1	5,5	21,5	10,7	7,0
4	12,5	7,1	4,9	19,7	10,1	6,9	27,0	13,5	8,8
5	14,4	8,3	5,6	22,8	11,7	8,0	31,2	15,6	10,1
6	15,7	9,0	6,1	24,9	12,7	8,7	34,0	17,0	11,1



simétrica	Cliente:	CONSORCIO NVP		REF
	Proyecto:	AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA Y SENDERO		
	Localizacón:	PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN, USME, BOGOTÁ D.C		24-5170
	Cálculó	W Ariza	Fecha:	

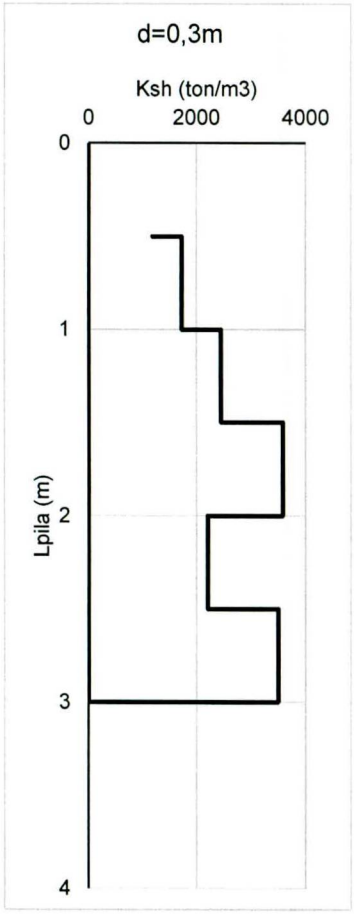
MEMORIA DE CÁLCULO - PILOTES

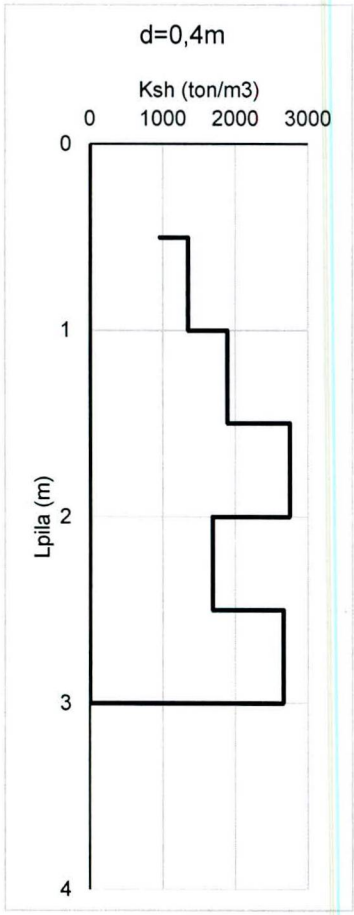
$$Ksh = \frac{1}{d}\left[1 + \frac{d}{2L}\right]\left[\frac{200}{3}\right]S_u$$

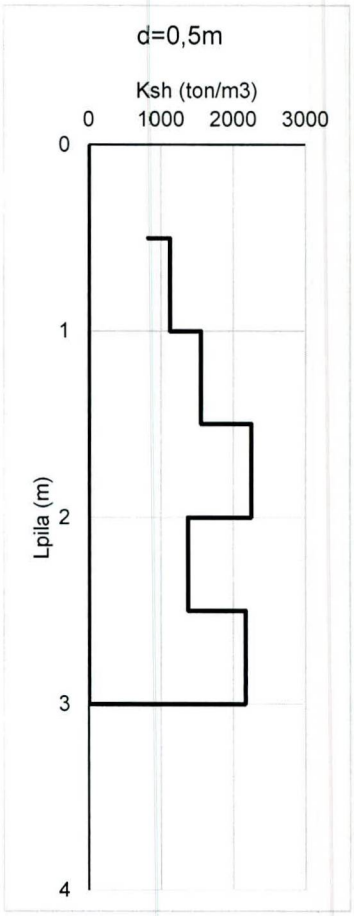
Z (m)	Lpila	Su	Ksh			
			d=0,3m	d=0,4m	d=0,5m	
	(m)	ton/m2	3,3	2,5	2,0	<====(1/d)
0,5	1	4,13	1191	962	825	
1	1	6,75	1725	1350	1125	
1,5	2	10,00	2444	1888	1555	
2	2	15,00	3583	2750	2250	
2,5	3	9,38	2208	1687	1375	
3	3	15,00	3500	2666	2166	

simétrica	Cliente:	CONSORCIO NVP		REF
	Proyecto:	AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA Y SENDERO		
	Localizacón:	PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN, USME, BOGOTÁ D.C		24-5170
	Cálculó	W Ariza	Fecha:	

MEMORIA DE CÁLCULO - PILOTES







REF	24-5170
CLIENTE	CONSORCIO NVP
PROYECTO	AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA Y SENDERO
LOCALIZACIÓN	PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN, USME, BOGOTÁ D.C

simétrica

Memorias de Cálculo

CAPAS CONSIDERADAS

CAPA	espesor	zi(m)		zf(m)
Relleno		0,0 m	a	0,0 m
Limo orgánico/arenoso	e=1,50 m	0,0 m	a	1,5 m
Arcilla con arena	e=1,00 m	1,5 m	a	2,5 m
Arcilla con arena y grava	e=2,50 m	2,5 m	a	5,0 m
Arcilla con arena y grava	e=2,00 m	5,0 m	a	7,0 m
Arcilla con arena y grava	e=3,50 m	7,0 m	a	10,5 m
Aerniscas clastos arena	e=1,50 m	10,5 m	a	12,0 m

Nivel freático =3,00 m

PROPIEDADES FISICAS Y GEOMECANICAS

perf	Prof, zi (m)	Prof, zf (m)	LL	LP	IP	ω	Gs	γ_t	γ_d	eo
S-14	0,2	0,8	47	24	23	20	2,6	1,4	1,2	1,2
S-6	0,0	1,0	31	12	19	25	2,6	1,7	1,4	0,9
S-8	0,1	1,0	33	14	19	22	2,6	1,9	1,6	0,6
S-13	1,1	1,3	35	21	14	15	2,6	2,0	1,8	0,5
S-14	1,4	1,7	44	19	25	25	2,6	1,9	1,5	0,8
S-13	1,4	1,9	46	16	30	19	2,6	1,8	1,5	0,7
S-10	1,5	2,1	55	26	29	39	2,6	1,6	1,2	1,3
S-7	1,7	2,3	34	14	20	30	2,6	1,8	1,4	0,8
S-9	1,7	2,3	24	11	13	21	2,6	2,0	1,6	0,6
S-6	2,0	3,0	36	11	25	21	2,6	2,0	1,6	0,6
S-14	2,7	3,0	51	16	35	17	2,6	1,9	1,6	0,6
S-8	2,5	3,1	35	17	18	21	2,6	1,9	1,6	0,6
S-7	3,3	3,9	35	14	21	10	2,6	2,2	2,0	0,3
S-10	3,5	4,1	45	14	31	24	2,6	1,8	1,5	0,8
S-7	4,1	4,9	48	15	33	27	2,6	1,9	1,5	0,7
S-10	5,1	6,0	49	12	37	16	2,6	2,2	1,9	0,3
S-7	6,5	7,1	38	11	27	25	2,6	1,9	1,5	0,7
S-5	7,0	7,6	33	13	20	20	2,6	2,0	1,7	0,6
S-8	7,3	7,9	33	12	21	23	2,6	1,9	1,5	0,7
S-7	7,3	8,0	27	11	16	15	2,6	2,1	1,8	0,4
S-7	7,3	8,0	22	7	15	16	2,6	2,1	1,8	0,5
S-7	8,9	9,5	28	10	18	27	2,6	1,9	1,5	0,8

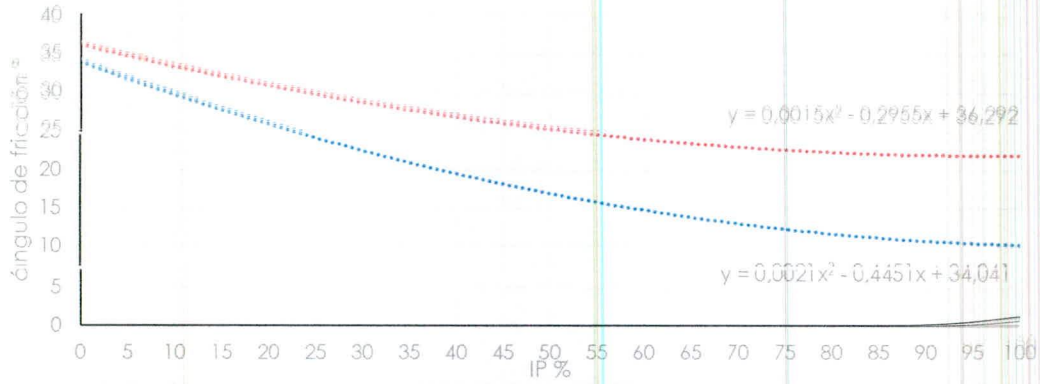
Coeficientes de presión de tierras

REF	24-5170
CLIENTE	CONSORCIO NVP
PROYECTO	AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA Y SENDERO
LOCALIZACIÓN	PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN, USME, BOGOTÁ D.C

simétrica sinfonía

Memorias de Cálculo

Bjerrum & Simmons 1960

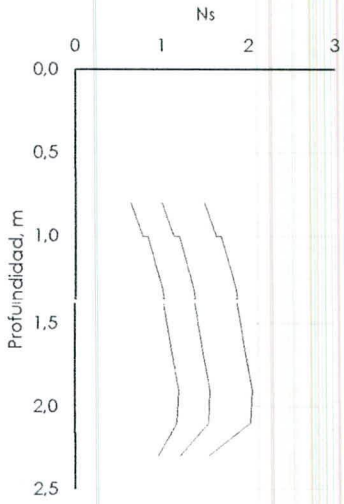


		áng de fricción		sin perturbar			alterado		
z, m	IP %	inalterado	remoldeada	Ka	Ko	Kp	Ka	Ko	Kp
0,8	23,0	28	24,91	0,37	0,54	2,73	0,41	0,58	2,46
1,0	19,0	29	26,34	0,35	0,52	2,86	0,39	0,56	2,60
1,0	19,0	29	26,34	0,35	0,52	2,86	0,39	0,56	2,60
1,3	14,0	30	28,22	0,33	0,49	3,04	0,36	0,53	2,79
1,7	25,0	27	24,23	0,38	0,55	2,67	0,42	0,59	2,39
1,9	30,0	26	22,58	0,40	0,57	2,53	0,45	0,62	2,25
2,1	29,0	26	22,90	0,39	0,56	2,56	0,44	0,61	2,27
2,3	20,0	28	25,98	0,35	0,52	2,82	0,39	0,56	2,56
2,3	13,0	31	28,61	0,32	0,49	3,08	0,35	0,52	2,84
3,0	25,0	27	24,23	0,38	0,55	2,67	0,42	0,59	2,39

Presión de tierras

ϕ	KA	KO	KP	
29	0,35	0,52	2,88	

Factor de estabilidad de excavaciones				Ns para diferentes condiciones de sobre carga perimetral		
Prof. z (m)	γ_t	q	Su	qo	q1	q2
m	ton/m	ton/m2	ton/m2	1,5 ton/m2	3 ton/m2	5 ton/m2
0,8	1,4	1,13	4,13	0,64	1,00	1,49
1,0	1,7	1,70	4,13	0,77	1,14	1,62
1,0	1,9	1,94	4,13	0,83	1,20	1,68
1,3	2,0	2,62	4,13	1,00	1,36	1,85
1,7	1,9	3,15	4,13	1,13	1,49	1,98
1,9	1,8	3,44	4,13	1,20	1,56	2,05
2,1	1,6	3,37	4,13	1,18	1,54	2,03
2,3	1,8	4,25	6,00	0,96	1,21	1,54



REF	24-5170
CLIENTE	CONSORCIO NVP
PROYECTO	AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA Y SENDERO
LOCALIZACIÓN	PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN, USME, BOGOTÁ D.C
Memorias de Cálculo	

simétrica

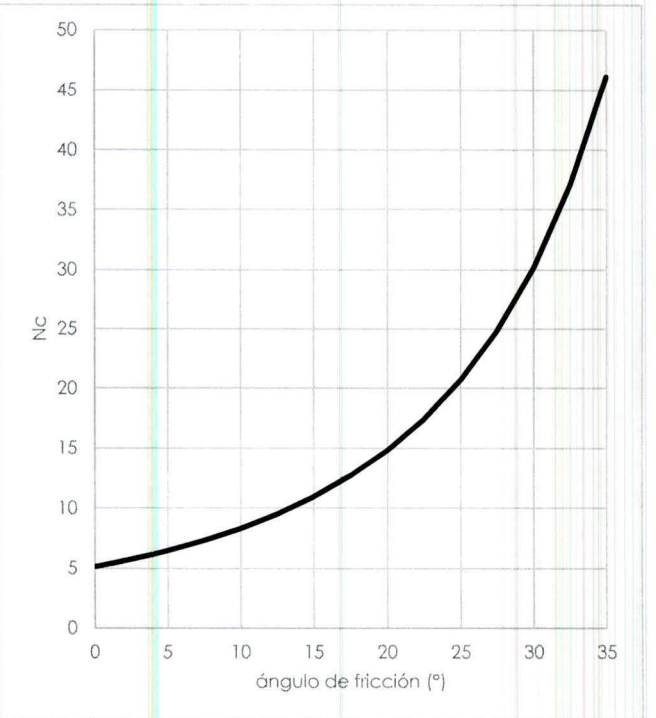
CAPACIDAD ADMISIBLE

$$q_o = cNc\zeta_c + qNq\zeta_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma\zeta_\gamma$$

En donde
c = valor de la cohesión,
Df = profundidad de cimentación
B = ancho del cimiento
L = largo del cimiento

La capacidad admisible se obtiene afectando el valor de la resistencia por un factor de seguridad, que depende de la certidumbre de los ensayos y del conocimiento general del suelo.

qu/2=	4,50	ton/m2
Df/B =	0,37	
B/L =	1,00	
L/B=	1,00	
F1 =	1,07	
F2 =	1,20	
F3 =	1,29	
q=	1,13	ton/m2
γ=	1,41	ton/m3
ϕ	0°	
	2,72	
nq1	1,00	
nq2	1,00	
Nq	1,00	
Nc	5,14	
Nγ	-	
ζc	1,19	
ζq	1,00	
ζγ	0,60	
qou	27,63	
qod	1,13	
qot	-	



598

Factor seguridad indirectc 3,00

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

$$qadm = \frac{28,76}{3,00} = 9,59 \quad ton/m2$$

MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE Ks

Use the undrained shear strength s_u in units of s_u

Clay and silt	$I_P > 30$ or *organic*	$E_s = (100 \text{ to } 500)s_u$
Silty or sandy clay	$I_P < 30$ or *stiff*	$E_s = (500 \text{ to } 1500)s_u$ Again, $E_{s\,OCR} \approx E_{s\,NC}\sqrt{OCR}$ Use smaller s_u-coefficient for highly plastic clay.

Of general application in clays is

$$E_s = Ks_u \quad \text{(units of } s_u\text{)} \qquad (a)$$

where K is defined as

$$K = 4200 - 142.54I_P + 1.73I_P^2 - 0.0071I_P^3 \qquad (b)$$

and I_P = plasticity index in **percent.** Use $20\% \le I_P \le 100\%$ and round K to the nearest multiple of 10.

Another equation of general application is

$$E_s = 9400 - 8900I_P + 11\,600I_c - 8800S \quad \text{(kPa)} \qquad (c)$$

I_P, I_c, S = previously defined above and/or in Chap. 2

Determinación del Módulo de Elasticidad

Para los propósitos de este trabajo se han considerado las siguientes:

Arcillas y Limos Es=100→500·Su
Arenas Es=320(N+15)

Relación de Poisson

El valor posible del coeficiente de Poisson se presenta en la siguiente tabla, de acuerdo con la matriz predominante del suelo.

Arcilla Húmeda	0.10	-	0.30
Arcilla arenosa	0.20	-	0.25
Arcilla saturada	0.45	-	0.50
Limo	0.30	-	0.35
Limo saturado	0.45	-	0.50

$Es=k(es)S_u$

$k_{(es)} = 4200 - 142{,}54I_p + 1{,}73I_p^2 - 0{,}007I_p^3$

índice de plasticidad promedio en la zona de influencia de la cimentación

Ip = 19 %

constante para calculo de Es que depende de IP

k(es)= 375

Módulo de elasticidad, Es

Es= 1.688 ton/m2

relación de Poisson

u= 0,40

Modulo de Reacción

$$k_S = \frac{E_S}{B(1-\vartheta^2)}$$

Ks= 2000/B ton/m3

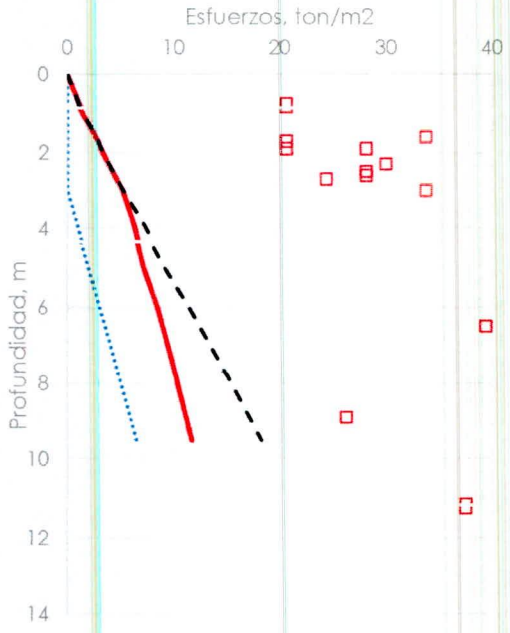
ASENTAMIENTOS

Asentamiento inmediato

$$\rho = \Delta qs \frac{B}{E} Ip\left(1-\mu^2\right)$$

$$I_p = \frac{1}{\pi}\left[m \cdot \ln\left(\frac{\sqrt{m^2+1}+1}{m}\right) + \ln\left[\sqrt{m^2+1}+m\right]\right]$$

L/B	1,00			
Ip	0,56			
A1	0,40			
δinm	0,02	m	21,40	mm



Asentamiento por Consolidación

Para arcillas normalmente consolidadas

OCR= 1,00

$$S = \frac{C_c H}{1+e_0}\log\left(\frac{\sigma_o'+\Delta\sigma'}{\sigma_o'}\right)$$

Para arcillas sobre consolidadas

$$S = \frac{C_s H}{1+e_0}\log\left(\frac{\sigma_o'+\Delta\sigma'}{\sigma_o'}\right)$$

REF	24-5170
CLIENTE	CONSORCIO NVP
PROYECTO	AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA Y SENDERO
LOCALIZACIÓN	PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN, USME, BOGOTÁ D.C

simétrica

Memorias de Cálculo

OCR>1

$$\frac{1}{1+e_0}\log\left(\frac{\sigma'_o}{\sigma'_o}\right)$$

Si $\sigma'_o + \Delta\sigma > \sigma'_c$, entonces

$$S = \frac{C_s H}{1+e_0}\log\frac{\sigma'_c}{\sigma'_o} + \frac{C_c H}{1+e_0}\log\left(\frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'}{\sigma'_c}\right)$$

Cálculo detallado del asentamiento por consolidación

esf de contacto 9,590 t/m2

Alivio 1,130 t/m2

		Esf Total	Presion Poros	Esf efec						
'r of , z (m	gt	s	m	s' VO	Cc	Cr	c/ (1+e)	Δ	D Qs	d cp
-	-	-	-	-	[1,00]	[10]				
0,80	1,41	1,13	-	1,13	0,20	0,02	0,01	-	8,46	-
1,00	1,70	1,47	-	1,47	0,25	0,03	0,01	0,20	7,10	0,00
1,00	1,94	1,47	-	1,47	0,22	0,02	0,01	0,20	7,10	-
1,30	2,02	2,07	-	2,07	0,15	0,02	0,01	0,50	5,60	0,00
1,70	1,86	2,82	-	2,82	0,25	0,03	0,01	0,90	4,24	0,00
1,90	1,81	3,18	-	3,18	0,19	0,02	0,01	1,10	3,74	0,00
2,10	1,61	3,50	-	3,50	0,39	0,04	0,02	1,30	3,32	0,00
2,30	1,85	3,87	-	3,87	0,30	0,03	0,02	1,50	2,97	0,00
2,30	1,96	3,87	-	3,87	0,21	0,02	0,01	1,50	2,97	-
3,00	1,95	5,23	-	5,23	0,21	0,02	0,01	2,20	2,10	0,00
3,00	1,88	5,23	-	5,23	0,17	0,02	0,01	2,20	2,10	-
3,10	1,92	5,43	0,10	5,33	0,21	0,02	0,01	2,30	2,01	0,00
3,90	2,17	7,16	0,90	6,26	0,10	0,01	0,01	3,10	1,44	0,00
4,10	1,84	7,53	1,10	6,43	0,24	0,02	0,01	3,30	1,34	0,00
4,90	1,89	9,04	1,90	7,14	0,27	0,03	0,02	4,10	1,02	0,00
6,00	2,24	11,50	3,00	8,50	0,16	0,02	0,01	5,20	0,74	0,00
7,10	1,92	13,62	4,10	9,52	0,25	0,03	0,01	6,30	0,56	0,00
7,60	2,00	14,62	4,60	10,02	0,20	0,02	0,01	6,80	0,50	0,00
7,90	1,90	15,19	4,90	10,29	0,23	0,02	0,01	7,10	0,47	0,00
8,00	2,07	15,39	5,00	10,39	0,15	0,02	0,01	7,20	0,46	0,00
8,00	2,06	15,39	5,00	10,39	0,16	0,02	0,01	7,20	0,46	-
9,50	1,88	18,21	6,50	11,71	0,27	0,03	0,02	8,70	0,34	0,00
										0,013 m
					0,22	0,02			d_{Total} =	0,0344 m
2,18	2,18	4,77	5,7	40,0	45,7	9,59	21	13		34

Asentamientos

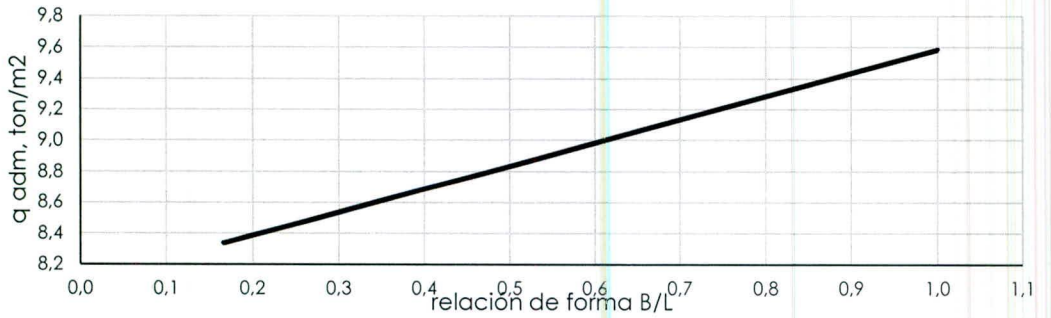
REF	24-5170
CLIENTE	CONSORCIO NVP
PROYECTO	AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA Y SENDERO
LOCALIZACIÓN	PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN, USME, BOGOTÁ D.C

simétrica

Memorias de Cálculo

B	L	Área	W cimiento	W col	Q total	sf de contac	Asentamiento, mm			
(m)	(m)	(m2)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton/m2)	inmediato	onsolidación		total
2,18	2,18	4,8	5,7	40,0	45,7	9,59	29	13		42
1,82	2,72	4,9	4,9	40,0	44,9	9,09	28	12		40
1,60	3,19	5,1	5,1	40,0	45,1	8,84	27	12		39
1,44	3,61	5,2	5,2	40,0	45,2	8,69	26	12		38
1,33	3,98	5,3	5,3	40,0	45,3	8,59	25	12		37
1,23	4,31	5,3	5,3	40,0	45,3	8,52	25	11		36
1,16	4,63	5,4	5,4	40,0	45,4	8,46	24	11		35
1,09	4,92	5,4	5,4	40,0	45,4	8,42	24	11		35
1,04	5,20	5,41	5,4	40,0	45,4	8,39	23	11		34
0,95	5,72	5,5	5,5	40,0	45,5	8,34	22	11		33

Capacidad admisible en función de L/B



Diferenciales permitidos

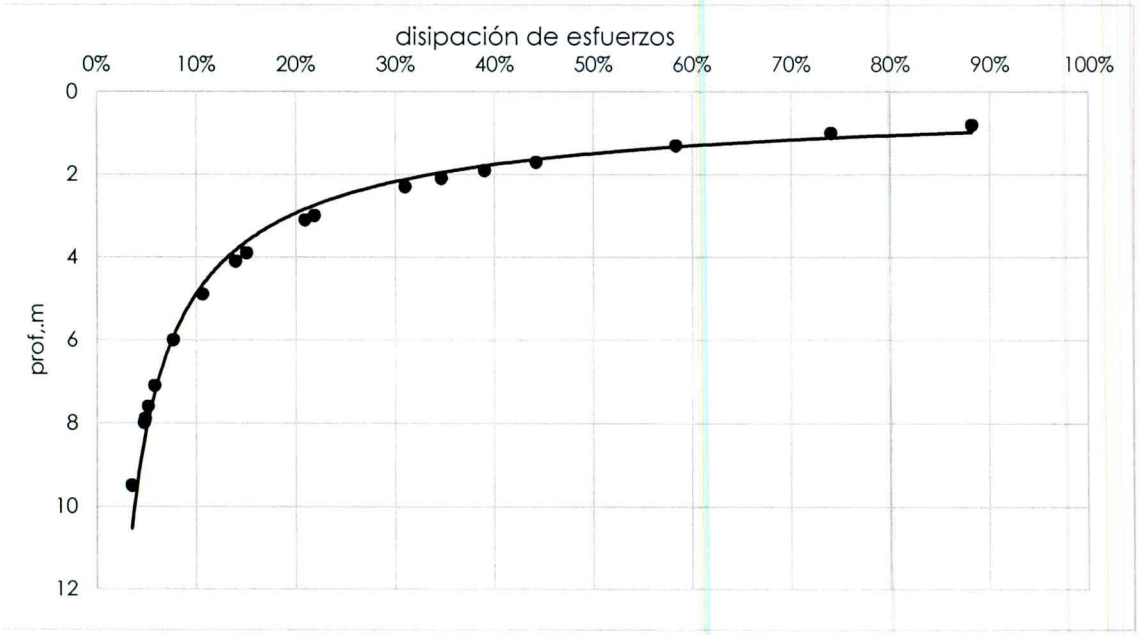
estructura metálica 160,00

		distorsión			distorsión	
Tramo	Distancia, m	mm	Tramo	Distancia, m	mm	
	1,00	6		3,50	22	
	1,50	9		4,00	25	
	2,00	13		5,00	31	
	2,50	16		6,00	38	
	3,00	19		7,00	44	

Tabla H,4,9-1 Valores máximos de asentamientos diferenciales calculados, expresados en función

de la distancia entre apoyos de columnas, L

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	D max
Edificaciones con muros y acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	L/1000
Edificaciones con muros de carga en concreto o en mampostería	L/500
Edificios con pórticos en concreto, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	L/300
Edificios en estructura metálica, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	L/160



cód	24-5170	Memoría de Cálculo - Factor de seguridad	simétrica
Promotor	CONSORCIO NVP		
Proyecto	AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA Y SENDERO		
Localización	PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN, USME, BOGOTÁ D.C		

Dimensiones del cimiento

ancho	2,2	m
Largo	2,2	m
Df=	0,8	m
q último	28,8	ton, /m2
q admisible	9,6	ton, /m2
q diseño	9,0	ton, /m2
alivio	1,1	ton, /m2
q0	7,87	ton, /m2

Factor de seguridad indirecto

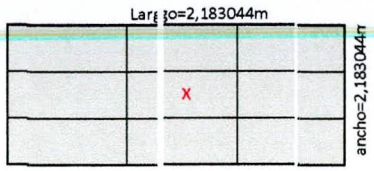
$$Fsi = \frac{28,7596}{9,0} = 3,2$$ Fsi>=3, ok

Factor de seguridad directo

factores punto de análisis

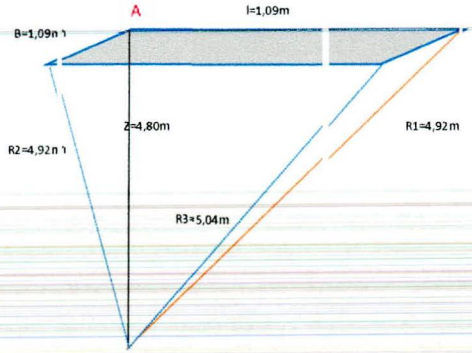
	B	L	factor
centro	0,5	0,5	4
medio corto	0,5	1	2
medio-largo	1	0,5	2
vertice	1	1	1

zona de analisis centro



centro

factor b	0,5
factor L	0,5
factor mult	4
factor cort	0
B=	1,091522
L=	1,091522



q/2π	1,25	
LB=	1,19	
LBZ=	5,72	
tan -1(LB/(zR3))=	0,05	2,81827839

COEFICIENTE PARA FI (ip)

0,0015	0,0021	0,0018
-0,2955	-0,4451	-0,3703
36,292	34,041	35,1665

584

cód	24-5170
Promotor	CONSORCIO NVP
Proyecto	AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA Y SENDERO
Localización	PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN, USME, BOGOTÁ D.C

Memoría deCálculo - Factor de seguridad

simétrica

z 4,8 m

Esfuerzos iniciales

c=	9,84	ton/m2
NF=	5	m
ϕ=	27	0,47183231
σz	7,53	ton/m2
u	1,10	ton/m2
σ'z	6,43	ton/m2
Ko=	0,55	
σ'x=	3,51	ton/m2
σx	4,61	ton/m2
P'o=	4,48	ton/m2
qo=	2,92	ton/m2
qr=	25,47	ton/m2

Incrementos

Δσ z	0,72	ton/m2
Δσx	0,01	ton/m2
Δσy	0,01	ton/m2
ΔU	0,25	ton/m2
Δτxz	0,00	ton/m2
Δτyz	0,00	ton/m2
Δτxy	0,00	ton/m2

Incrementos efectivos

Δσ'z	0,47	ton/m2
Δσ'x	-0,23	ton/m2
Δσ'y	-0,23	ton/m2

Incrementos finales

σ'zf	6,89905	ton/m2
σ'xf	3,2729	ton/m2
σ'yf	3,2729	ton/m2

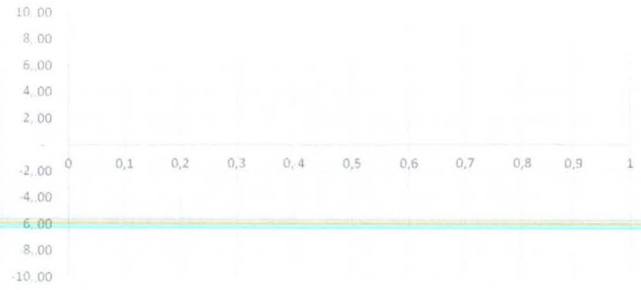
Invariantes de esfuerzos

$I_1 = \sigma_x + \sigma_y + \sigma_z$

$I_2 = \sigma_x\sigma_y + \sigma_y\sigma_z + \sigma_x\sigma_z - \tau_{xz}^2 - \tau_{xy}^2 - \tau_{yz}^2$

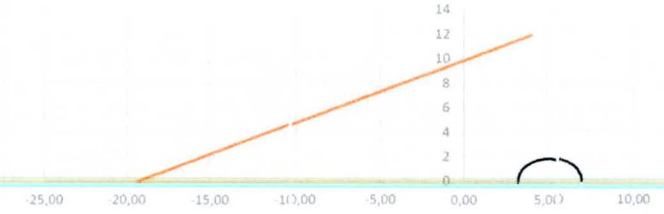
$I_3 = \sigma_x\sigma_y\sigma_z - \sigma_x\tau_{yz}^2 - \sigma_y\tau_{xz}^2 - \sigma_z\tau_{xy}^2 - 2\tau_{xy}\tau_{xz}\tau_{yz}$

invariantes



σ 1=	6,90
σ 2=	3,27
σ 3=	3,27

s=	5,09
t=	-1,81306909



X	Y	X	Y
0	- 73,90	0,27	- 59,78
0,01	- 73,35	0,28	- 59,29
0,02	- 72,79	0,29	- 58,81
0,03	- 72,24	0,3	- 58,32
0,04	- 71,69	0,31	- 57,84
0,05	- 71,14	0,32	- 57,37
0,06	- 70,60	0,33	- 56,89
0,07	- 70,06	0,34	- 56,42
0,08	- 69,52	0,35	- 55,95
0,09	- 68,98	0,36	- 55,48
0,1	- 68,45	0,37	- 55,02
0,11	- 67,92	0,38	- 54,56
0,12	- 67,39	0,39	- 54,10
0,13	- 66,86	0,4	- 53,64
0,14	- 66,34	0,41	- 53,19
0,15	- 65,82	0,42	- 52,73
0,16	- 65,30	0,43	- 52,28
0,17	- 64,79	0,44	- 51,84
0,18	- 64,28	0,45	- 51,39
0,19	- 63,77	0,46	- 50,95
0,2	- 63,26	0,47	- 50,51
0,21	- 62,75	0,48	- 50,07
0,22	- 62,25	0,49	- 49,64
0,23	- 61,75	0,5	- 49,20
0,24	- 61,25	0,51	- 48,77
0,25	- 60,76	0,52	- 48,34
0,26	- 60,27	0,53	- 47,92
0,27	- 59,78	0,54	- 47,49

X	Y	X	Y	X	Y
0,54	- 47,49	0,66	- 42,60	0,78	- 38,03
0,55	- 47,07	0,67	- 42,20	0,79	- 37,66
0,56	- 46,65	0,68	- 41,81	0,8	- 37,30
0,57	- 46,24	0,69	- 41,42	0,81	- 36,94
0,58	- 45,82	0,7	- 41,04	0,82	- 36,58
0,59	- 45,41	0,71	- 40,65	0,83	- 36,22
0,6	- 45,00	0,72	- 40,27	0,84	- 35,86
0,61	- 44,60	0,73	- 39,89	0,85	- 35,51
0,62	- 44,19	0,74	- 39,51	0,86	- 35,16
0,63	- 43,79	0,75	- 39,14	0,87	- [illegible]
0,64	- 43,39	0,76	- 38,77	0,88	- [illegible]
0,65	- 42,99	0,77	- 38,40	0,89	- [illegible]
0,66	- 42,60	0,78	- 38,03	0,9	- [illegible]

I1=	13,44
I2=	55,87
I3=	73,9

σ_m^3	$I_1\,\sigma_m^2$	$I_2\,\sigma_m$	I_3
1	13,44	55,87	73,90

p - q

p	q	qr	$FS_\square = \frac{q_r}{q_f}$	
4,48	2,92	25,47	8,71	
4,48	3,63	25,47	7,02	drenado
4,48	2,92			
4,73	3,63	25,73	7,10	no-drenado
4,48	25,47			

585

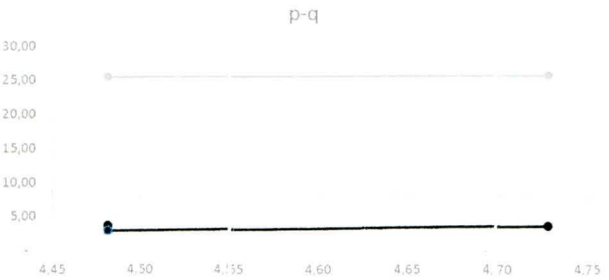
cód	24-5170	Memoria de Cálculo - Factor de seguridad	simétrica asimétrica
Promotor	CONSORCIO NVP		
Proyecto	AULA DE INDUCCIÓN, PLAZOLETA Y SENDERO		
Localización	PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN, USME, BOGOTÁ D.C		

$$p'_f = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3}$$

$$q'_f = \frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{[(\sigma_1 - \sigma_1)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_2)^2]}$$

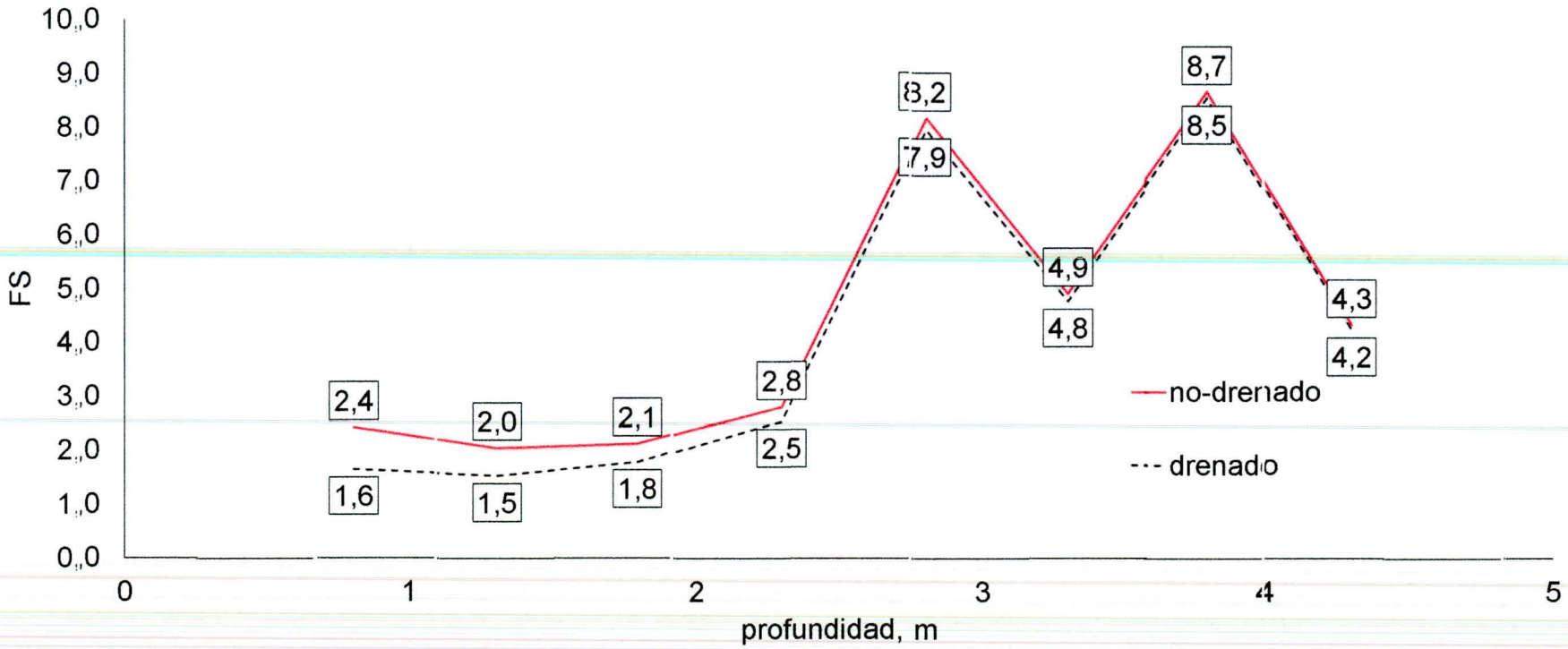
$$q_r = \frac{6\cos\emptyset'}{3 - \sin\emptyset'}c' + \frac{6\sin\emptyset'}{3 - \sin\emptyset'}p'$$

pf'=	4,48 ton/m2
qf=	3,63 ton/m2
qr'=	25,47 ton/m2
qr=	25,73 ton/m2

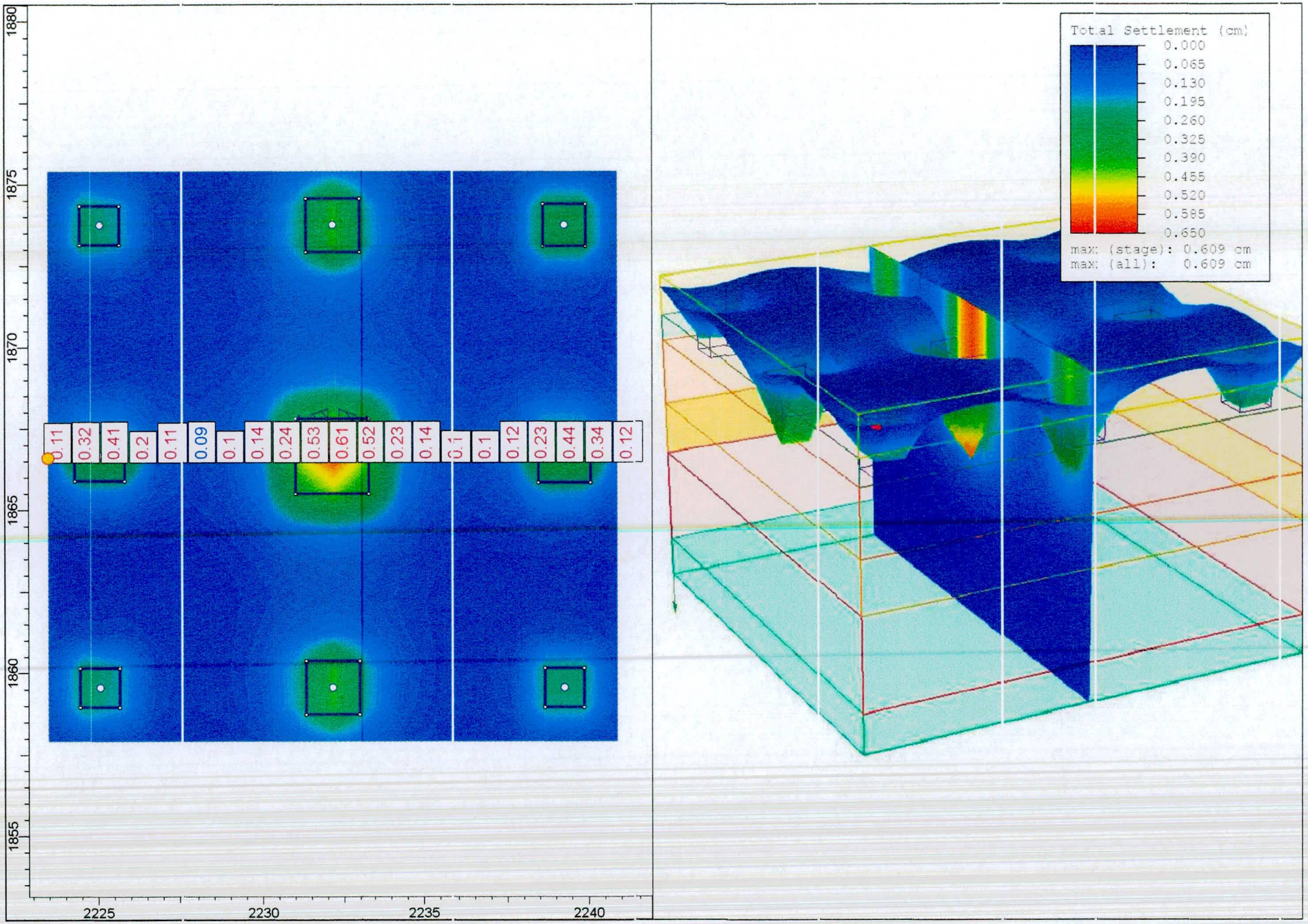


4,73 25,73

Prof, m	c ton/m2	ϕ=	σ'x= ton/m2	factor de seguridad	
				no-drenado	drenado
0,800	3,534	27,602	0,606	2,4	1,6
1,300	2,912	30,335	1,026	2,0	1,5
1,800	2,688	27,034	1,536	2,1	1,8
2,300	3,707	30,657	1,896	2,8	2,5
2,800	12,707	30,657	1,896	8,2	7,9
3,300	6,657	27,034	2,905	4,9	4,8
3,800	12,282	27,034	2,905	8,7	8,5
4,300	5,344	27,034	3,507	4,3	4,2
4,800	9,844	27,034	3,507	7,1	7,0



186


1880
1875
1870
1865
1860
1855
2225
2230
2235
2240
0.11
0.32
0.41
0.2
0.11
0.09
0.1
0.14
0.24
0.53
0.61
0.52
0.23
0.14
0.1
0.1
0.12
0.23
0.44
0.34
0.12
Total Settlement (cm)
0.000
0.065
0.130
0.195
0.260
0.325
0.390
0.455
0.520
0.585
0.650
max (stage): 0.609 cm
max (all): 0.609 cm

Settle3D Analysis Information

Project Settings

Document Name: Project 1-pilotes
Date Created: 4/02/2025, 6:38:09 a. m.
Stress Computation Method: Boussinesq
Use average properties to calculate layered stresses

Stage Settings

Stage #	Name
1	Stage 1

Results

Time taken to compute: 0.790419 seconds

Stage: Stage 1

Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [cm]	0	0.609493
Consolidation Settlement [cm]	0	0.321542
Immediate Settlement [cm]	0	0.287951
Loading Stress [tonnes/m2]	0	3.91575
Total Stress [tonnes/m2]	0	23.9024
Total Strain	-0	0.00247568
Degree of Consolidation [%]	0	100
Pre-consolidation Stress [tonnes/m2]	0.12	61.6004
Over-consolidation Ratio	1	5
Void Ratio	0	0.9
Hydroconsolidation Settlement [cm]	0	0

Loads

1. Polygonal Load

Load Type: Flexible
Area of Load: 5.29 m^2
Load: 3.9 tonnes/m2
Depth: 2.8 m
Installation Stage: Stage 1

Coordinates

X [m]	Y [m]
2231.01	1865.5
2233.31	1865.5
2233.31	1867.8
2231.01	1867.8

2. Polygonal Load

Load Type: Flexible
Area of Load: 1.44 m^2
Load: 3.9 tonnes/m2
Depth: 2.8 m
Installation Stage: Stage 1

Coordinates

X [m]	Y [m]
2224.46	1873.15
2225.66	1873.15
2225.66	1874.35
2224.46	1874.35

3. Polygonal Load

Load Type: Flexible
Area of Load: 1.44 m^2
Load: 3.9 tonnes/m2
Depth: 2.8 m
Installation Stage: Stage 1

Coordinates

X [m]	Y [m]
2224.46	1858.95
2225.66	1858.95
2225.66	1860.15
2224.46	1860.15

4. Polygonal Load

Load Type: Flexible
Area of Load: 1.44 m^2
Load: 3.9 tonnes/m2
Depth: 2.8 m
Installation Stage: Stage 1

Coordinates

X [m]	Y [m]
2238.66	1858.95
2239.86	1858.95
2239.86	1860.15
2238.66	1860.15

5. Polygonal Load

Load Type: Flexible
Area of Load: 2.7225 m^2
Load: 3.9 tonnes/m2
Depth: 2.8 m
Installation Stage: Stage 1

Coordinates

X [m]	Y [m]
2231.33	1858.72
2232.98	1858.72
2232.98	1860.37
2231.33	1860.37

6. Polygonal Load

Load Type: Flexible
Area of Load: 2.7225 m^2
Load: 3.9 tonnes/m2
Depth: 2.8 m
Installation Stage: Stage 1

Coordinates

X [m]	Y [m]
2231.33	1872.92
2232.98	1872.92
2232.98	1874.57
2231.33	1874.57

7. Polygonal Load

Load Type: Flexible
Area of Load: 1.69 m^2
Load: 3.9 tonnes/m2
Depth: 2.8 m
Installation Stage: Stage 1

Coordinates

X [m]	Y [m]
2238.61	1873.1
2239.91	1873.1
2239.91	1874.4
2238.61	1874.4

8. Polygonal Load

Load Type: Flexible
Area of Load: 2.56 m^2
Load: 3.9 tonnes/m2
Depth: 2.8 m
Installation Stage: Stage 1

Coordinates

X [m]	Y [m]
2238.46	1865.85
2240.06	1865.85
2240.06	1867.45
2238.46	1867.45

9. Polygonal Load

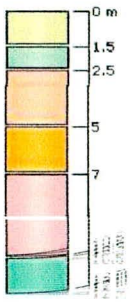
Load Type: Flexible
Area of Load: 2.25 m^2
Load: 3.9 tonnes/m2
Depth: 2.8 m
Installation Stage: Stage 1

Coordinates

X [m]	Y [m]
2224.31	1865.9
2225.81	1865.9
2225.81	1867.4
2224.31	1867.4

Soil Layers

Layer #	Type	Thickness [m]	Depth [m]
1	Limo orgánico-arenoso	1.5	0
2	arcilla-arena-grava 1	1	1.5
3	arcilla-arena-grava 2	2.5	2.5
4	arcilla-arena-grava 3	2	5
5	arcilla-arena-grava 4	3.5	7
6	Arenisca-arcilla-arena	1.5	10.5



Soil Properties

Property	Limo orgánico-arenoso	arcilla-arena-grava 1	arcilla-arena-grava 2	arcilla-arena-grava 3	arcilla-arena-grava 4	Arenisca-arcilla-arena
Color						
Unit Weight [tonnes/m^3]	1.6	1.8	2	2	2.1	2.1
Immediate Settlement	Enabled	Enabled	Enabled	Enabled	Enabled	Enabled
Es [tonnes/m2]	1900	4790	4400	1900	2370	8500
Esur [tonnes/m2]	2500	6195	5700	2400	3060	11000
Primary Consolidation	Enabled	Enabled	Enabled	Enabled	Enabled	Disabled
Material Type	Non-Linear	Non-Linear	Non-Linear	Non-Linear	Non-Linear	
Cc	0.3	0.28	0.11	0.27	0.12	
Cr	0.1	0.02	0.01	0.02	0.01	
e0	0.9	0.8	0.6	0.5	0.6	
OCR	5	4	3	3	3	1