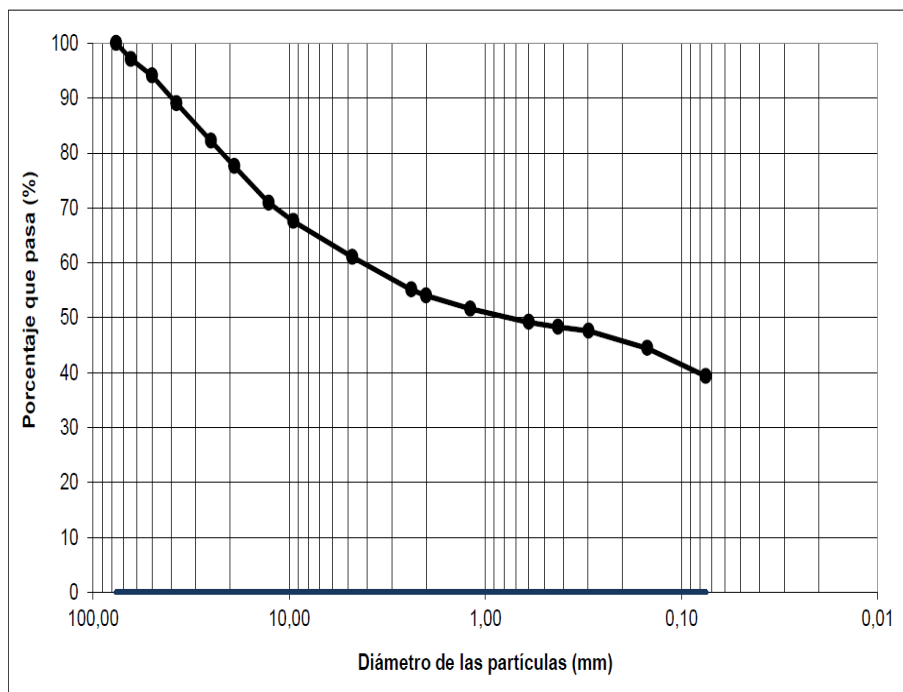


**DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SUELOS
(ANÁLISIS POR TAMIZADO)
INV E 123-2013**

Masa total seca (g):		12309		Masa seca pasa tamiz 2 mm (N°10) (g):		125,5		
Tamiz		Masa retenida (g)	%	%	% Que pasa N° 10	% Pasa unificado	Límite Inferior	Límite Superior
mm	Alterno							
76,20	3"			100		100		
64,00	2 ½"	360,40	2,9	97		97		
50,00	2"	364,90	3,0	94		94		
37,50	1 ½"	625,40	5,1	89		89		
25,00	1"	843,40	6,9	82		82		
19,00	¾"	568,00	4,6	78		78		
12,70	½"	819,10	6,7	71		71		
9,50	3/8"	412,60	3,4	68		68		
4,75	No 4	800,50	6,5	61		61		
2,38	No 8	732,20	5,9	55		55		
2,00	No. 10	131,10	1,1	54		54		
1,19	No. 16	5,60	4,5		95,5	52		
0,60	No. 30	5,70	4,5		91,0	49		
0,43	No. 40	2,00	1,6		89,4	48		
0,30	No. 50	1,70	1,4		88,0	48		
0,15	No. 100	7,30	5,8		82,2	44		
0,08	No. 200	11,80	9,4		72,8	39,4		



Clasificación de suelos por Tamizado (SUCS) INV-181-2013	
Grava (Pasa 3" - Ret No.4)	39%
Arena (Pasa No.4 - Ret No.200)	22%
Arena Gruesa (Pasa No.4 - Ret No.10)	7%
Arena Media (Pasa No.10 - Ret No.40)	6%
Arena Fina (Pasa No.40 - Ret No.200)	9%
Limo y Arcilla Combinados (Pasa T No. 200)	39 %

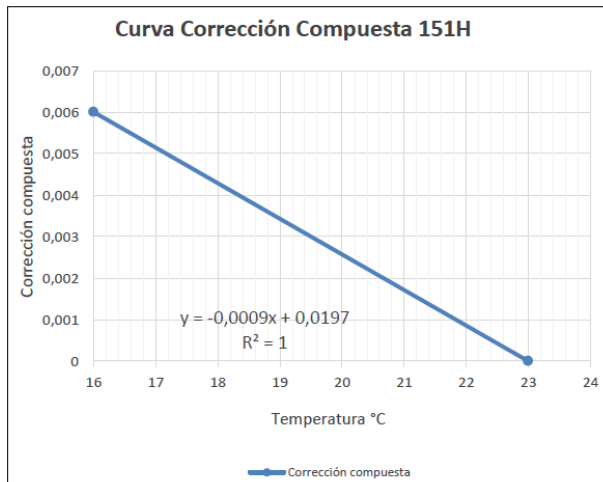
DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SUELOS POR HIDROMETRÍA INV E 123-2013

DATOS DE ENTRADA		
Agente dispersante		Hexametáfosfato de sodio
Gravedad específica del suelo (G)		2,60
Aparato de dispersión		APARATO A
Duración del periodo de dispersión		1 min
Hidrómetro		151H
Temperatura de calibración del hidrómetro,	°C	20
Masa de suelo a ser ensayada secada al aire,	g	100
Gravedad específica del líquido (G1)		1

FACTOR DE CORRECCIÓN POR HUMEDAD HIGROSCÓPICA		
Recipiente N°		1
Masa del recipiente	g	19,34
Masa del recipiente mas muestra húmeda	g	34,15
Masa del recipiente mas muestra seca	g	34,09
Humedad higroscópica %		0,4
Factor de corrección por humedad higroscópica		1,00

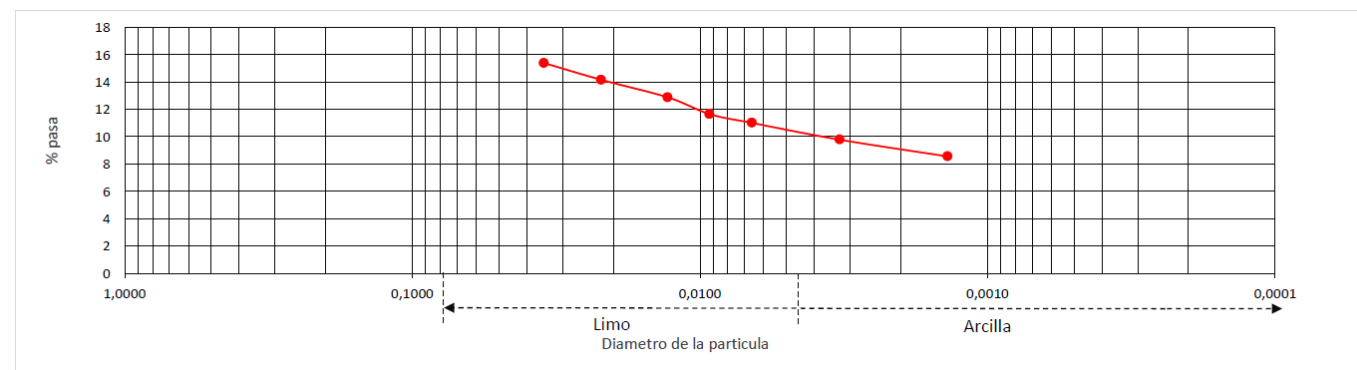
CORRECCIÓN COMPUESTA		
Temperatura °C	Mínima	Máxima
	16	23
Lectura del hidrómetro	1,006	1
CC	0,006	0

DATOS DE LA MUESTRA A SER ENSAYADA		
Masa de suelo secada al aire	g	100
Masa de suelo corregida por humedad higroscópica	g	99,6
MASA MUESTRA TOTAL		
% pasa tamiz N°200 acorde al método	%	39,4
W	g	253,1



y=mx+b	
m	-0,0009
b	0,0197

Tiempo de ensayo t (min)	Lectura real del hidrómetro	Temperatura (°C)	Lectura corregida del hidrómetro (R)	% del suelo que permanecen en suspensión (P)	Profundidad efectiva L (cm)	Velocidad de caída de la partícula (L/t)	Constante K acorde a la temperatura	Diámetro de la partícula (mm)
2	1,028	17,4	1,024	15,39	11,7	5,85	0,01439	0,0348
5	1,026	17,5	1,022	14,16	12,0	2,40	0,01421	0,0220
15	1,024	17,5	1,020	12,87	12,4	0,83	0,01421	0,0129
30	1,022	17,6	1,018	11,65	12,7	0,42	0,01421	0,0092
60	1,021	17,6	1,017	11,01	12,9	0,22	0,01421	0,0066
250	1,019	17,7	1,015	9,78	13,2	0,05	0,01421	0,0033
1440	1,017	17,8	1,013	8,55	13,5	0,01	0,01421	0,0014



Observaciones: Según la clasificación de la fracción fina por medio de la norma de ensayo INV-E-182-13 y con los valores obtenidos de C2 (%) = 9,1 y VA (mg/g) = 16,7, la fracción fina se clasifica como un limo muy activo con la nomenclatura L_{ta}.

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS / LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS INV E 126-2013

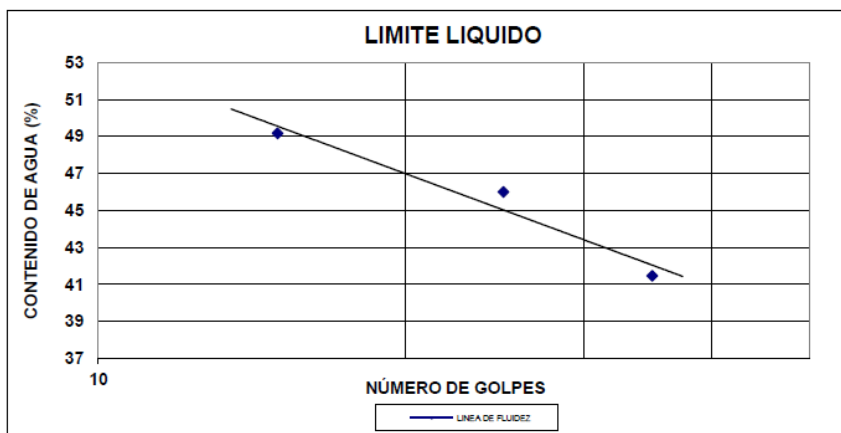
LÍMITE LÍQUIDO (INV E 125:2013 METODO A)			
Cápsula	N°	52	8
Golpes	N°	35	25
Masa cápsula + SH*	g	22,32	21,96
Masa cápsula + SS*	g	17,22	16,50
Masa de agua	g	5,10	5,46
Masa cápsula	g	4,92	4,63
Masa SS**	g	12,30	11,87
Contenido de Agua	%	41,46	46,00

* Suelo Húmedo

** Suelo Seco

LÍMITE PLÁSTICO (INV E 126:2013 METODO MANUAL)			
Determinación	N°	1	2
Cápsula	N°	27	436
Masa cápsula + SH*	g	14,22	14,02
Masa cápsula + SS**	g	12,29	12,21
Masa de agua	g	1,93	1,81
Masa cápsula	g	4,39	4,89
Masa SS**	g	7,90	7,32
Contenido de Agua	%	24,43	24,73

RESULTADOS	
Límite Líquido (%)	45
Límite Plástico (%)	25
Índice de Plasticidad (%)	20



CLASIFICACION	
SUCS (INV-E-181-13)	GC
AASHTO (INV-E-180-13)	A-7-6

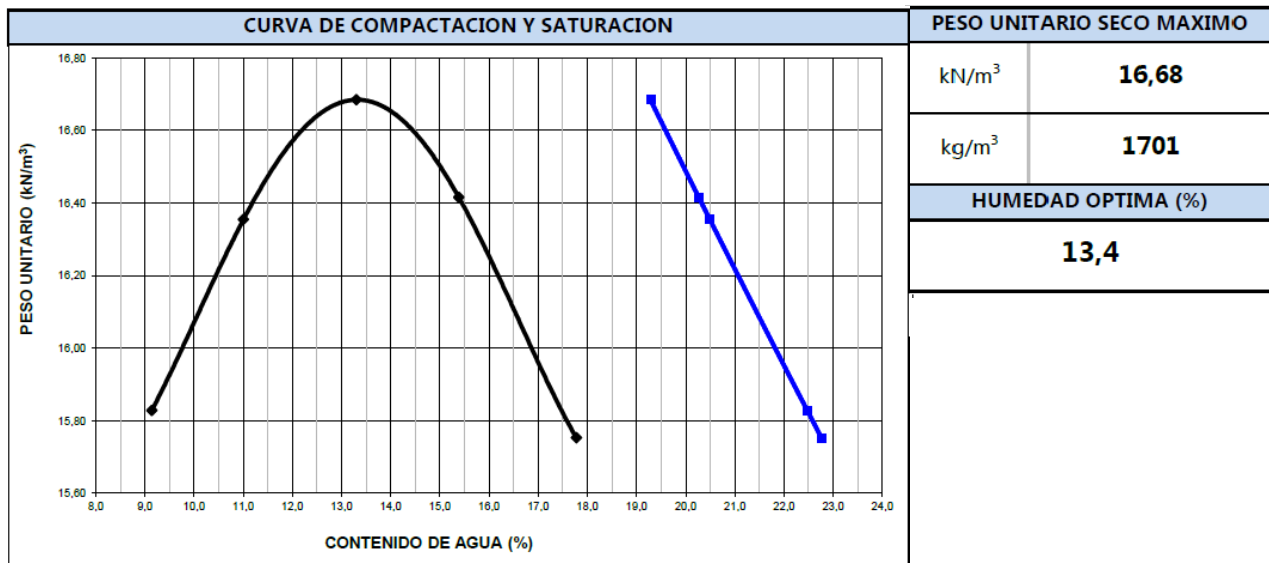
RELACIONES HUMEDAD-PESO UNITARIO SECO EN LOS SUELOS
ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN
INV E 142:2013

Método de compactación	C	Tipo de martillo	Manual	Preparación de la muestra	Húmeda
------------------------	---	------------------	--------	---------------------------	--------

RESULTADOS DE ENSAYO:

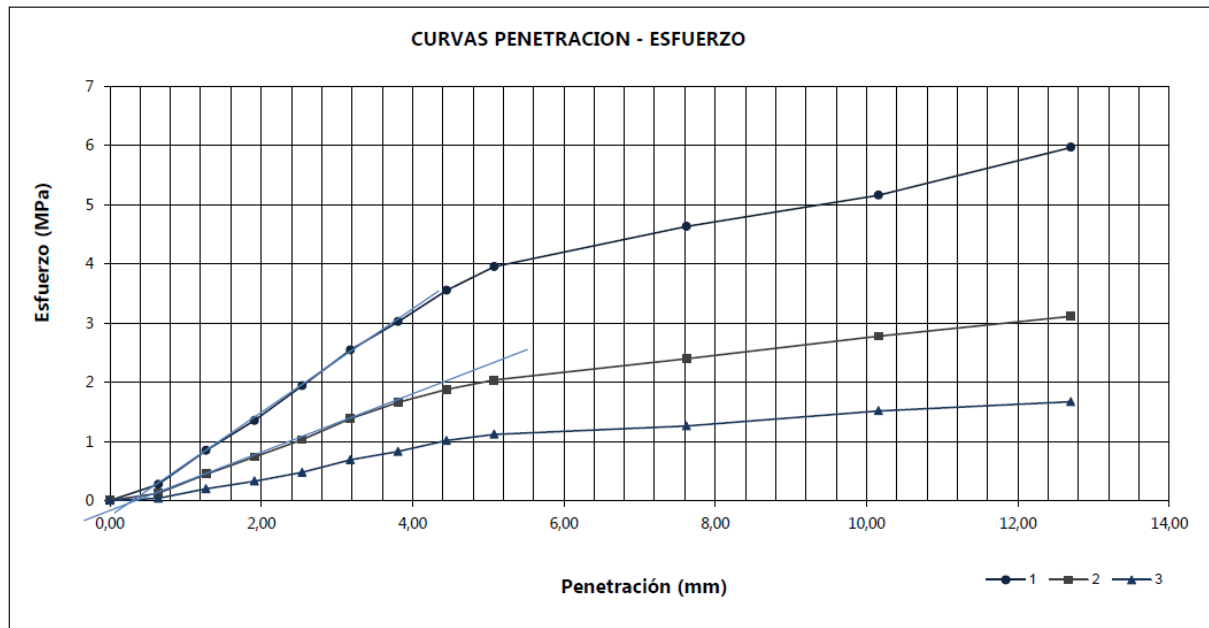
FRACCION	PORCENTAJE DE FRACCION			HUMEDAD		HUMEDAD CORREGIDA INV 143-13	GRAVEDAD ESPECIFICA	GRAVEDAD ESPECIFICA PONDERADA
GRUESA	P _{FG}	%	26,4	%	6,54	6,87	2,53	2,54
FINA	P _{FE}	%	73,6	%	6,99		2,54	

DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA						
DETERMINACIÓN	Nº	1	2	3	4	5
Masa molde (M_{MD})	g	6001	6001	6001	6001	6001
Masa suelo húmedo+molde (M_1)	g	9732	9922	10084	10092	10008
Volumen del molde (V)	cm ³	2118	2118	2118	2118	2118
Densidad húmeda (ρ_u)	g/cm ³	1,762	1,851	1,928	1,932	1,892
Densidad seca (ρ_d)	g/cm ³	1,614	1,668	1,701	1,674	1,606
Peso unitario seco (γ_d)	kN/m ³	15,83	16,35	16,68	16,42	15,75
DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE COMPACTACIÓN						
Masa de recipiente	g	47,5	112,8	96,5	100,8	218,4
Masa recipiente + suelo húmedo	g	496,5	693,8	718,2	918,3	1200,3
Masa recipiente + suelo seco	g	458,9	636,2	645,2	809,3	1052,1
Contenido de agua	%	9,1	11,0	13,3	15,4	17,8
HUMEDAD DE SATURACIÓN						
Humedad de saturación (w_{sat})	%	22,5	20,5	19,3	20,3	22,8



CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO Y SOBRE MUESTRA INALTERADA INV E 148-2013

Días de curado	4		Sobrecarga de saturación y penetración (kg)				4,5
Porcentaje de material retenido Tamiz 3/4" y sustituido para realizar el ensayo (%)							26,4
Curva N°	1		2		3		
N° de golpes	56		25		10		
Expansión %	1,03		1,63		2,48		
Penetración	Carga	Esfuerzo	Carga	Esfuerzo	Carga	Esfuerzo	
mm	kN	MPa	kN	MPa	kN	MPa	
0,00	0	0	0	0	0	0	
0,64	0,53	0,27	0,23	0,12	0,07	0,04	
1,27	1,64	0,84	0,86	0,44	0,38	0,20	
1,91	2,61	1,35	1,42	0,73	0,63	0,33	
2,54	3,75	1,94	1,99	1,03	0,92	0,48	
3,18	4,92	2,54	2,68	1,38	1,33	0,69	
3,81	5,85	3,02	3,21	1,66	1,60	0,83	
4,45	6,87	3,55	3,63	1,88	1,96	1,01	
5,08	7,65	3,95	3,94	2,04	2,16	1,12	
7,62	8,97	4,63	4,63	2,39	2,43	1,26	
10,16	9,99	5,16	5,37	2,78	2,93	1,52	
12,70	11,55	5,97	6,02	3,11	3,23	1,67	
Hum. Penetración %	14,5		16,8		19,9		
CBR corregido a 2,54 mm	34		22		7		
CBR corregido a 5,08 mm	42		25		11		



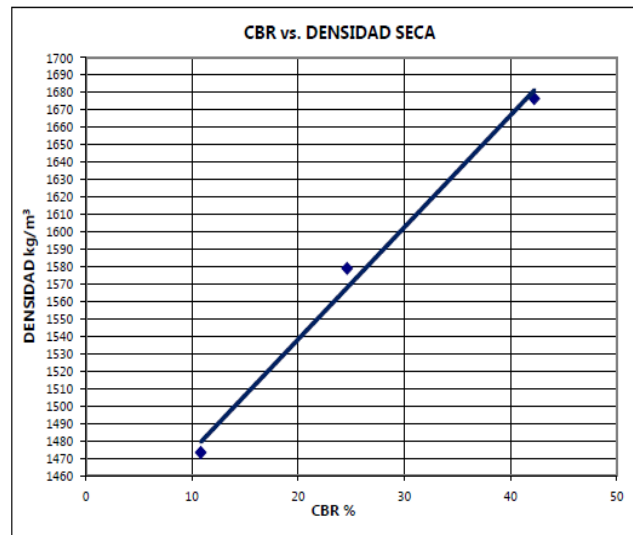
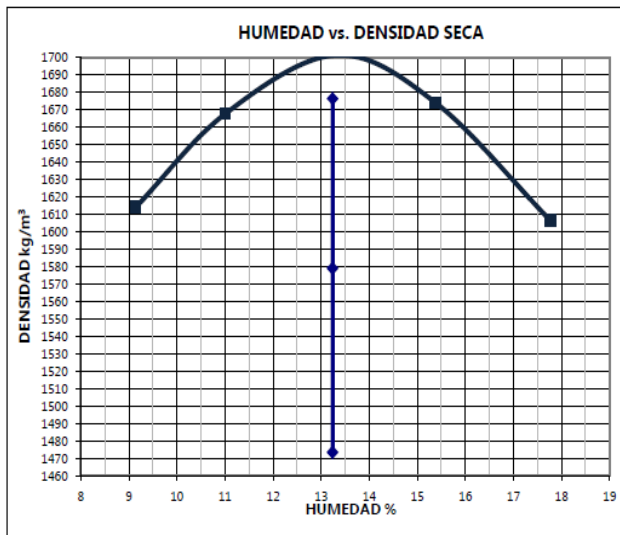
CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO Y SOBRE MUESTRA INALTERADA INV E 148:2013

DETERMINACION DE LA MASA UNITARIA				
N° de golpes		1	2	3
M _{mws} masa húmeda+ Molde.	g	11627	11378	11126
M _m masa del molde.	g	7615	7590	7612
Masa material húmedo.	g	4012	3788	3514
V _m Volumen del molde.	cm³	2112	2119	2107
M _{sac} Masa material seco.	g	3541	3346	3104
ρ _d Densidad seca.	kN/m³	16,44	15,49	14,45
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN				
M ₁ Cápsula + material húmedo	g	718,2	946	1126,2
M ₂ Cápsula + material seco	g	640,5	844	1007,7
M _w Masa del agua	g	77,7	102,0	118,5
M ₃ Masa de la cápsula	g	56,9	71,8	109,8
M _d Masa material seco	g	583,6	772,2	897,9
W _{ac} Contenido de agua	%	13,3	13,2	13,2
DENSIDAD VS. CBR				
ρ _d Densidad seca.	kg/m³	1676	1579	1473
CBR corregido a 2,54 mm		34	22	7
CBR corregido a 5,08 mm		42	25	11

CLASIFICACION	
AASHTO (INV-E-180:2013)	A-7-6
SUCS (INV-E-181:2013)	GC

Método usado para preparación y compactación		
ENSAYO MODIFICADO INV E 142:2013		

Porcentaje de Compactación	Densidad seca	CBR
%	kg/m³	%
100	1701	46,7
98	1667	40,5
95	1616	31,3



**SOLIDEZ DE LOS AGREGADOS FRENTE A LA ACCIÓN DE SOLUCIONES DE
SULFATO DE SODIO O DE MAGNESIO
INV E 220-2013**

EXAMEN CUANTITATIVO
FRACCIÓN FINA

Tipo de solución	Sulfato de Magnesio	Preparación de la solución	Reciente	Preparación de partículas mayores a 2 ½"	Trituración
-------------------------	---------------------	-----------------------------------	----------	---	-------------

Tamiz alterno		Retenido C/tamaño	Retenido C/fracción	Tamiz empleado para determinar la pérdida	Masa fracción antes del ensayo	Masa retenida tamiz designado	Pasa tamiz designado	Porcentaje de pérdida
Pasa	Retenido	%	%		g	g	%	%
3/8"	No. 4	51,8	51,8	4,75 mm / No. 4	100	98	2	1
No. 4	No. 8	47,4	47,4	2,36 mm / No. 8	100	97	3	1
No. 8	No. 16	0,4	0,4	1,18 mm / No. 16				
No. 16	No. 30	0,4	0,4	600 mm / No. 30				
No. 30	No. 50	0,1	0,1	300 mm / No. 50				
TOTALES		100						2

FRACCIÓN GRUESA

Tamiz alterno		Retenido C/tamaño	Retenido C/fracción	Tamiz empleado para determinar la pérdida	Masa tracción antes del ensayo		Masa retenida tamiz designado	Pasa Tamiz designado	Porcentaje de perdida
Pasa	Retenido	%	%		g		g	%	%
4"	3 ½"			75 mm (3")					
3 ½"	3"			63 mm (2 ½")					
3"	2 ½"	7,5	7,5	50 mm (2")	7251		6154	15	1
2 ½"	2"	7,6	20,7	31,5 mm (1 1/4")	3325	5615	4869	13	3
2"	1 ½"	13,0			2290				
1 ½"	1"	17,6	29,4	16 mm (5/8")	1045	1570	1353	14	4
1"	3/4"	11,8			525				
3/4"	1/2"	17,1	25,7	8,0 mm (5/16")	675	1010	885	12	3
1/2"	3/8"	8,6			335				
3/8"	No. 4	16,7	16,7	4,0 mm (No. 5)	300		258	14	2
TOTALES		100							12

EXAMEN CUALITATIVO

Tamiz alterno		No. inicial partículas	Partículas con Cambios Físicos							
Pasa	Retenido		Rotura	%	Desintegración	%	Agrietamiento	%	Exfoliación	%
4"	3 ½"									
3 ½"	3"									
3"	2 ½"	22	2	10			1	5		
2 ½"	1 ½"	21			1	5				
1 ½"	3/4"	19	1	5	1	5				

**DETERMINACIÓN DE TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS DELEZNABLES EN
LOS AGREGADOS
INV E 211-2013**

FRACCIÓN FINA						
Tamiz alterno		Porcentaje retenido de granulometría original %	Masa de la fracción antes de ensayo g	Tamiz empleado para remover el residuo.	Masa seca retenida en el tamiz designado g	Porcentaje de terrones de arcilla y partículas deleznable por tamaño
Pasa	Retenido					
No. 4	No. 16	N/A	36,8	850 mm (No. 20)	36,3	1,4

FRACCIÓN GRUESA						
Tamiz alterno		Porcentaje retenido de granulometría original %	Masa de la fracción antes de ensayo g	Tamiz empleado para remover el residuo.	Masa seca retenida en el tamiz designado g	Porcentaje de terrones de arcilla y partículas deleznable por tamaño
Pasa	Retenido					
>	1 ½"	33,8	5008,4	4,75 mm (No. 4)	4953,3	1,1
1 ½"	3/4	35,3	3002,1	4,75 mm (No. 4)	2966,0	1,2
3/4	3/8	30,8	2005,9	4,75 mm (No. 4)	1977,8	1,4
3/8	No.4	0,0	1007,8	2,36 mm (No. 8)	997,7	0,0

PROMEDIO PONDERADO (%)

1,2

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ORGÁNICO DE UN SUELO
MEDIANTE EL ENSAYO DE PÉRDIDA POR IGNICIÓN
INV E 121:2013**

MUESTRA		N° 1
Procedencia de la Muestra:		N/A
Clasificación:		GC
Utilización Resultado del Ensayo:		N/A
Crisol de evaporación #:	N°	4
C: Masa crisol de evaporación.	g	36,16
A: Masa crisol + suelo seco antes de ignición.	g	44,18
B: Masa crisol + suelo seco después de ignición.	g	43,89
Contenido de materia orgánica.	%	3,6

**VALOR DE AZUL DE METILENO EN AGREGADOS FINOS
INV E 235-2013**

REQUERIMIENTO DE CAOLINITA DURANTE ENSAYO	NO
---	----

DETERMINACIÓN AZUL METILENO		
Determinación N°		UNICA
Concentración de la solución de Azul de Metileno. (mg de azul por ml de solución)		10
Material seco utilizado en la prueba.	g	202,4
Solución de Azul de Metileno requerida en la titulación.	ml	287
Solución colorante en el vaso precipitado. (Con caolinita)	ml	NO APLICA
Valor de azul de metileno.	ml/g	14,2

**DENSIDAD BULK (PESO UNITARIO) Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE LOS
AGREGADOS EN ESTADO SUELTO Y COMPACTO
INV E 217-2013**

Determinación de la Densidad Bulk de agregados sueltos y compactados																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">G: Masa agregado + molde (kg)</th> </tr> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">AGREGADO COMBINADO</th> </tr> <tr> <th style="width: 50%;">Suelto</th> <th style="width: 50%;">Compactado</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">16,356</td> <td style="text-align: center;">17,302</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">16,355</td> <td style="text-align: center;">17,304</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">16,357</td> <td style="text-align: center;">17,301</td> </tr> </table>		G: Masa agregado + molde (kg)		AGREGADO COMBINADO		Suelto	Compactado	16,356	17,302	16,355	17,304	16,357	17,301	Masa del recipiente de medida T = <u>3,888</u> kg Volumen del recipiente de medida V = <u>0,0099094</u> m³ METODO UTILIZADOS Varillado ó Apisonado Vibración <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">DENSIDAD BULK (kg/m³)</th> </tr> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">AGREGADO COMBINADO</th> </tr> <tr> <th style="width: 50%;">Suelto</th> <th style="width: 50%;">Compactado</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1258</td> <td style="text-align: center;">1354</td> </tr> </table>		DENSIDAD BULK (kg/m ³)		AGREGADO COMBINADO		Suelto	Compactado	1258	1354
G: Masa agregado + molde (kg)																							
AGREGADO COMBINADO																							
Suelto	Compactado																						
16,356	17,302																						
16,355	17,304																						
16,357	17,301																						
DENSIDAD BULK (kg/m ³)																							
AGREGADO COMBINADO																							
Suelto	Compactado																						
1258	1354																						

**DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE CONTRACCIÓN DE LOS
SUELOS
INV E 127-2013**

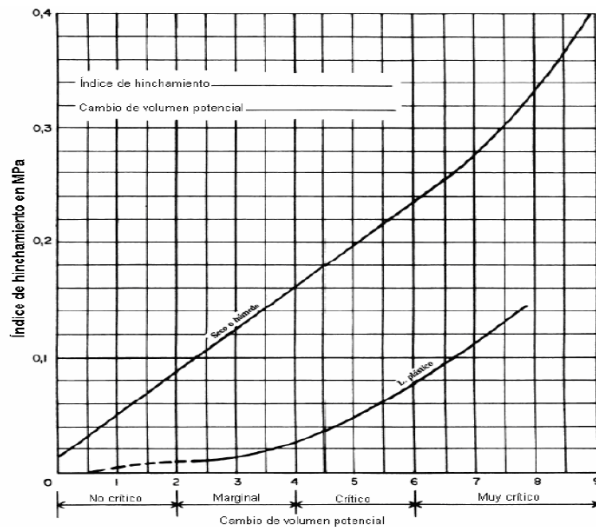
Capsula		Nº	A	
MT	Peso del recipiente de contracción lubricado.	g	23,05	
ρ_{Hg}	Densidad del mercurio	g/cm3	13,55	
wcap lubricado +WHg	Peso del recipiente de contracción lubricado + mercurio	g	287	
V	Volumen de la masa de suelo humedo	cm3	19,480	
Mw	Peso del conjunto recipiente de contracción + muestra húmeda.	g	55,19	
MD	Peso del conjunto recipiente de contracción + muestra seca	g	44,9	
WHg desplazado	Peso de mercurio desplazado por la muestra seca	g	195,9	
Vo	Volumen de mercurio desplazado por la plastilla de suelo	cm3	14,46	
M	Masa humeda del suelo en el momento de colocación en recipiente de contracción	g	32,14	
M0	Masa de la pastilla de suelo seco	g	21,85	
w	Humedad de la muestra	%	47,09	
ρ_w	Densidad del agua	g/cm3	1,0	
LC	Limite de contracción	$LC = w - \left[\frac{(V - V_0) \rho_w}{M_0} \right] \times 100$	%	24,11
R	Relación de contracción	$R = \frac{M_0}{V_0 \times \rho_w}$	1,511	
w1	Contenido de agua superior al limite contracción	%	35,00	
CV	Cambio volumétrico	$CV = (w_l - LC) \times R$	16,5	
R	Contracción lineal	$CL = 100 \left[1 - \sqrt[3]{\frac{100}{100 + CV}} \right]$	4,95	

EXPANSION LIBRE EN PROBETA

DETERMINACIÓN 1 - MUESTRA EN AGUA DESTILADA		
Masa de ensayo (g)		10,0
V_w Volumen de la muestra, leído en la probeta con agua destilada (ml)		13,0
DETERMINACIÓN 2 - MUESTRA EN KEROSENE		
Masa de ensayo (g)		10,0
V_k Volumen de la muestra, leído en la probeta con Kerosene (ml)		10,0
ÍNDICE DE EXPANSIÓN LIBRE		
ÍNDICE DE EXPANSIÓN LIBRE %		30,0

**DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIVIDAD DE UN SUELO EN EL
APARATO DE LAMBE
INV E 120-2013**

MUESTRA N°				
ESTADO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA		SECA		
DIÁMETRO DE LA MUESTRA	(cm)	7,00		
ÁREA DE LA MUESTRA	(cm ²)	38,48		
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA	(cm)	1,67		
LECTURA INICIAL ANILLO 0,002 mm	(mm)	0,00		
LECTURA FINAL ANILLO 0,002 mm	(mm)	70,00		
CAMBIO DE ALTURA TOTAL	(mm)	0,14		
ALTURA FINAL DE LA MUESTRA	(cm)	1,81		
PESO ANILLO + MUESTRA	(g)	329,80		
PESO DEL ANILLO	(g)	221,80		
V _{muestra}	(mm ³)	64,27		
PESO DE LA MUESTRA	(cm ³)	108,00		
% Humedad inicial	(%)	25,00		
% Humedad final	(%)	25,00		
Peso Unitario Total	(g/cm ³)	1,68		
Peso Unitario Seco	(g/cm ³)	1,34		
Peso Específico	(g/cm ³)	2,39		
W bloque + piedra porosa	(g)	208,70		
SATURACIÓN DE LA MUESTRA	(%)	76,98		
CARGA DE EXPANSIÓN	(kN)	0,50		
ESFUERZO	(kg/cm ²)	1,31		



ÍNDICE DE HINCHAMIENTO MPa:

CAMBIO DE POTENCIAL VOLUMÉTRICO PVC

0,1306

Marginal

VALOR DE AZUL DE METILENO EN AGREGADOS FINOS
INV E 235-2013

REQUERIMIENTO DE CAOLINITA DURANTE ENSAYO	SI		NO	
--	----	--	----	--

DETERMINACIÓN AZUL METILENO FRACCIÓN PASA TAMIZ N.º 4	
DETERMINACIÓN No.	UNICA
C = concentración de la solución de Azul de Metileno, en mg de azul por ml de solución	
V1 = ml de solución de Azul de Metileno requerida en la titulación	
V' = ml solución colorante en el vaso precipitado (con caolinita)	
M1 = gramos de material seco utilizado en la prueba.	
$V_A = \frac{V_1 - V'}{M_1} * 10$ (ml/g)	
DETERMINACIÓN AZUL METILENO FRACCIÓN PASA TAMIZ N.º 200	
DETERMINACIÓN No.	UNICA
C = concentración de la solución de Azul de Metileno, en mg de azul por ml de solución	10
V = ml de solución de Azul de Metileno requerida en la titulación	50
M1 = gramos de material seco utilizado en la prueba.	30
$V_A = \frac{V}{M_1} * 10$ (ml/g)	16,7