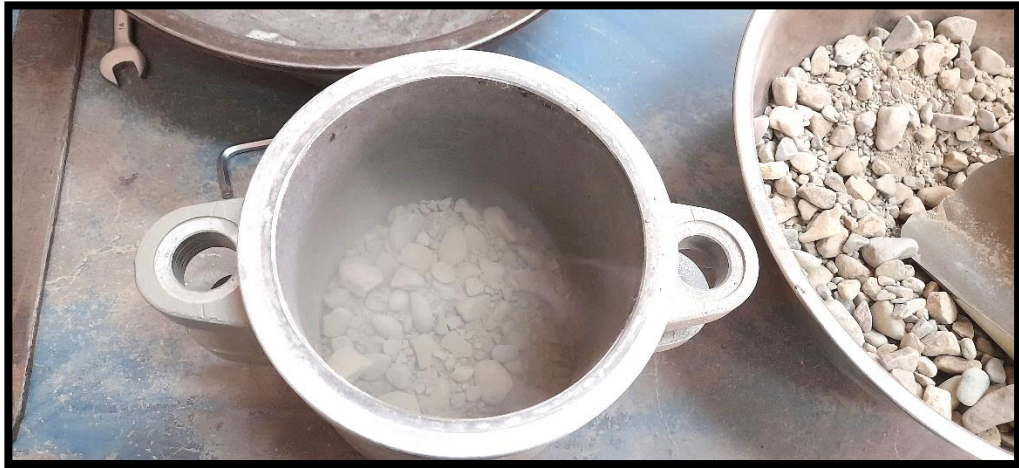


ANEXO 1 FOTOGRAFÍAS DE LOS ENSAYOS

- Fotografías sacadas en la elaboración de los ensayos en el laboratorio de suelos de la universidad autónoma Juan Misael Saracho:













GRANULOMETRÍAS

BANCO DE MATERIAL 1

FECHA DEL DIA 13/4/2021

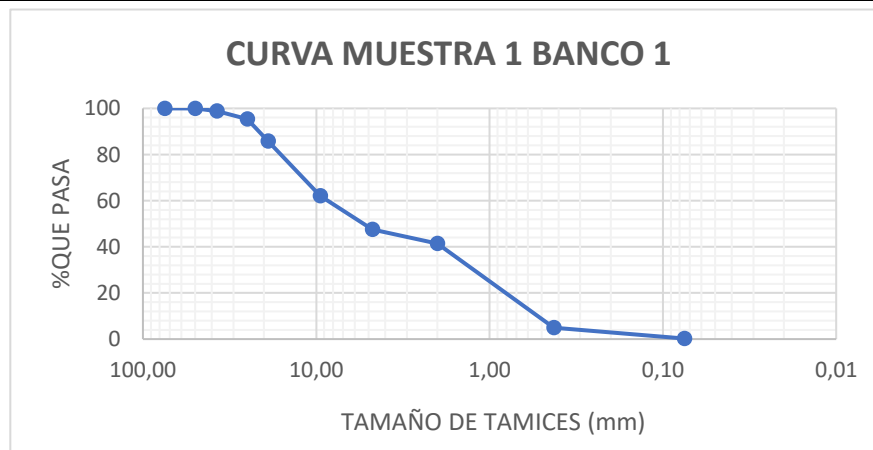
TEMPERATURA 13 °C 12°Cmin 20°Cmax

CÓDIGO DE BALANZA U-3103-1209-76-55940

NÚMERO DE MUESTRA 1

PESO TOTAL DE MUESTRA 8,000 Kg

TAMICES	TAMAÑO (mm)	PESO RET. (Kg)	ACUM (Kg)	%RETENIDO	%RET. ACUM	%QUE PASA
3"	75,000	0,000	0,000	0,000	0,000	100,000
2"	50,000	0,000	0,000	0,000	0,000	100,000
1 1/2"	37,500	0,094	0,094	1,174	1,174	98,826
1"	25,000	0,280	0,374	3,500	4,674	95,326
3/4"	19,000	0,759	1,133	9,484	14,158	85,843
3/8"	9,500	1,899	3,032	23,736	37,894	62,106
N°4	4,750	1,165	4,196	14,561	52,455	47,545
N°10	2,000	0,488	4,684	6,099	58,554	41,446
N°40	0,425	2,925	7,609	36,561	95,115	4,885
N°200	0,075	0,371	7,980	4,640	99,755	0,245
BASE	0,000	0,020	8,000	0,245	100,000	0,000



.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



GRANULOMETRÍAS

BANCO DE MATERIAL 1

FECHA DEL DIA 13/4/2021

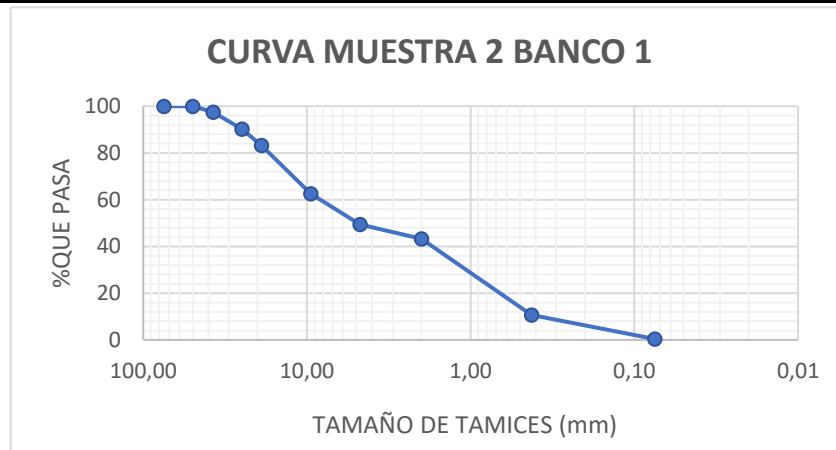
TEMPERATURA 14 °C 12°Cmin 20°Cmax

CÓDIGO DE BALANZA U-3103-1209-76-55940

NÚMERO DE MUESTRA 2

PESO TOTAL DE MUESTRA 8,000 Kg

TAMICES	TAMAÑO (mm)	PESO RET. (Kg)	ACUM (Kg)	%RETENIDO	%RET. ACUM	%QUE PASA
3"	75,000	0,000	0,000	0,000	0,000	100,000
2"	50,000	0,000	0,000	0,000	0,000	100,000
1 1/2"	37,500	0,205	0,205	2,565	2,565	97,435
1"	25,000	0,581	0,787	7,266	9,831	90,169
3/4"	19,000	0,551	1,337	6,881	16,713	83,288
3/8"	9,500	1,657	2,994	20,714	37,426	62,574
N°4	4,750	1,057	4,051	13,214	50,640	49,360
N°10	2,000	0,493	4,544	6,160	56,800	43,200
N°40	0,425	2,600	7,144	32,495	89,295	10,705
N°200	0,075	0,825	7,968	10,309	99,604	0,396
BASE	0,000	0,032	8,000	0,396	100,000	0,000



Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



GRANULOMETRÍAS

BANCO DE MATERIAL 1

FECHA DEL DIA 13/4/2021

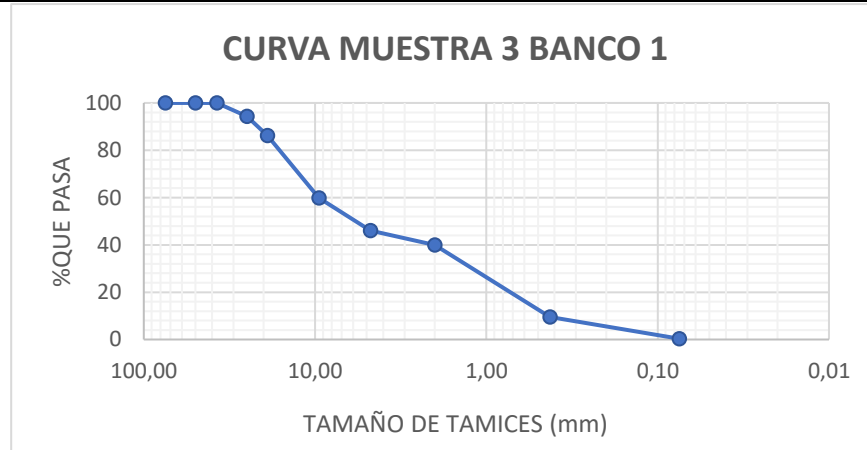
TEMPERATURA 14 °C 12°Cmin 20°Cmax

CÓDIGO DE BALANZA U-3103-1209-76-55940

NÚMERO DE MUESTRA 3

PESO TOTAL DE MUESTRA 8,000 Kg

TAMICES	TAMAÑO (mm)	PESO RET. (Kg)	ACUM (Kg)	%RETENIDO	%RET. ACUM	%QUE PASA
3"	75,000	0,000	0,000	0,000	0,000	100,000
2"	50,000	0,000	0,000	0,000	0,000	100,000
1 1/2"	37,500	0,000	0,000	0,000	0,000	100,000
1"	25,000	0,452	0,452	5,648	5,648	94,353
3/4"	19,000	0,656	1,107	8,194	13,841	86,159
3/8"	9,500	2,107	3,214	26,335	40,176	59,824
N°4	4,750	1,107	4,321	13,835	54,011	45,989
N°10	2,000	0,478	4,799	5,974	59,985	40,015
N°40	0,425	2,445	7,244	30,564	90,549	9,451
N°200	0,075	0,728	7,972	9,101	99,650	0,350
BASE	0,000	0,028	8,000	0,350	100,000	0,000



.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



GRANULOMETRÍAS

BANCO DE MATERIAL 2

FECHA DEL DIA 16/4/2021

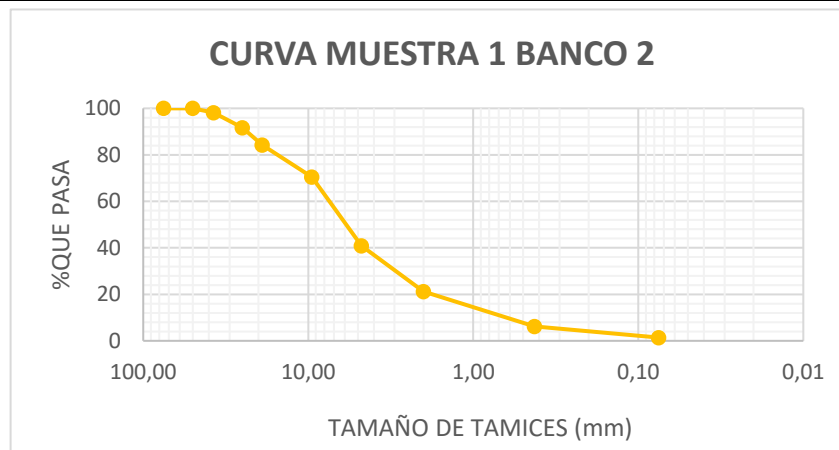
TEMPERATURA 16 °C 14°Cmin 22°Cmax

CÓDIGO DE BALANZA U-3103-1209-76-55940

NÚMERO DE MUESTRA 1

PESO TOTAL DE MUESTRA 8,000 Kg

TAMICES	TAMAÑO (mm)	PESO RET. (Kg)	ACUM (Kg)	%RETENIDO	%RET. ACUM	%QUE PASA
3"	75,000	0,000	0,000	0,000	0,000	100,000
2"	50,000	0,000	0,000	0,000	0,000	100,000
1 1/2"	37,500	0,146	0,146	1,821	1,821	98,179
1"	25,000	0,521	0,667	6,516	8,338	91,663
3/4"	19,000	0,595	1,262	7,436	15,774	84,226
3/8"	9,500	1,097	2,359	13,715	29,489	70,511
N°4	4,750	2,367	4,726	29,589	59,078	40,923
N°10	2,000	1,574	6,300	19,671	78,749	21,251
N°40	0,425	1,203	7,503	15,041	93,790	6,210
N°200	0,075	0,385	7,888	4,811	98,601	1,399
BASE	0,000	0,112	8,000	1,399	100,000	0,000



Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



GRANULOMETRÍAS

BANCO DE MATERIAL 2

FECHA DEL DIA 16/4/2021

TEMPERATURA 18 °C 14°Cmin 22°Cmax

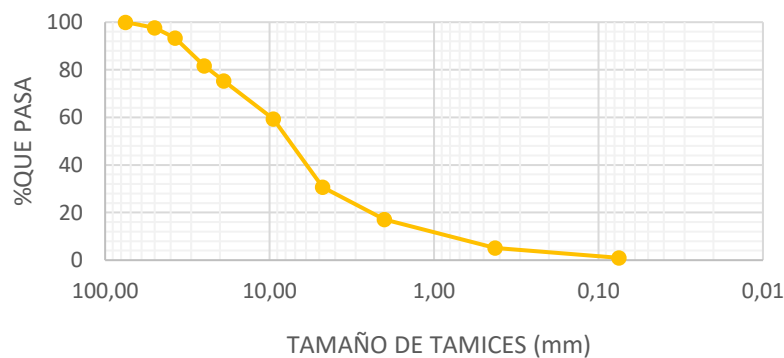
CÓDIGO DE BALANZA U-3103-1209-76-55940

NÚMERO DE MUESTRA 2

PESO TOTAL DE MUESTRA 8,000 Kg

TAMICES	TAMAÑO (mm)	PESO RET. (Kg)	ACUM (Kg)	%RETENIDO	%RET. ACUM	%QUE PASA
3"	75,000	0,000	0,000	0,000	0,000	100,000
2"	50,000	0,190	0,190	2,375	2,375	97,625
1 1/2"	37,500	0,337	0,527	4,216	6,591	93,409
1"	25,000	0,941	1,468	11,764	18,355	81,645
3/4"	19,000	0,509	1,978	6,365	24,720	75,280
3/8"	9,500	1,276	3,254	15,951	40,671	59,329
N°4	4,750	2,295	5,549	28,685	69,356	30,644
N°10	2,000	1,084	6,632	13,545	82,901	17,099
N°40	0,425	0,961	7,593	12,016	94,918	5,082
N°200	0,075	0,329	7,922	4,111	99,029	0,971
BASE	0,000	0,078	8,000	0,971	100,000	0,000

CURVA MUESTRA 2 BANCO 2



Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



GRANULOMETRÍAS

BANCO DE MATERIAL 3

FECHA DEL DIA 22/4/2021

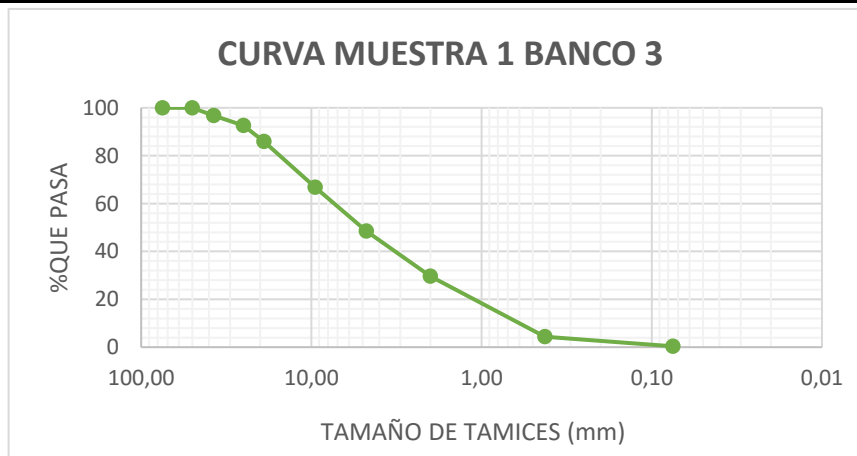
TEMPERATURA 15 °C 13°Cmin 26°Cmax

CÓDIGO DE BALANZA U-3103-1209-76-55940

NÚMERO DE MUESTRA 1

PESO TOTAL DE MUESTRA 8,000 Kg

TAMICES	TAMAÑO (mm)	PESO RET. (Kg)	ACUM (Kg)	%RETENIDO	%RET. ACUM	%QUE PASA
3"	75,000	0,000	0,000	0,000	0,000	100,000
2"	50,000	0,000	0,000	0,000	0,000	100,000
1 1/2"	37,500	0,262	0,262	3,269	3,269	96,731
1"	25,000	0,336	0,597	4,194	7,463	92,538
3/4"	19,000	0,531	1,128	6,641	14,104	85,896
3/8"	9,500	1,527	2,656	19,090	33,194	66,806
N°4	4,750	1,470	4,126	18,375	51,569	48,431
N°10	2,000	1,500	5,626	18,750	70,319	29,681
N°40	0,425	2,022	7,647	25,271	95,590	4,410
N°200	0,075	0,323	7,970	4,038	99,628	0,373
BASE	0,000	0,030	8,000	0,373	100,000	0,000



Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



GRANULOMETRÍAS

BANCO DE MATERIAL 3

FECHA DEL DIA 22/4/2021

TEMPERATURA 17 °C 13°Cmin 26°Cmax

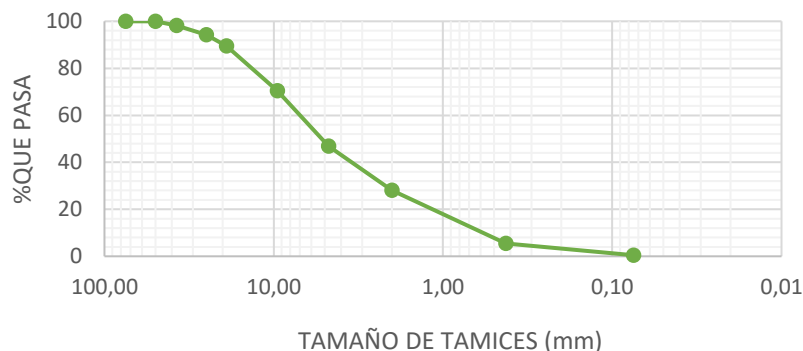
CÓDIGO DE BALANZA U-3103-1209-76-55940

NÚMERO DE MUESTRA 2

PESO TOTAL DE MUESTRA 8,000 Kg

TAMICES	TAMAÑO (mm)	PESO RET. (Kg)	ACUM (Kg)	%RETENIDO	%RET. ACUM	%QUE PASA
3"	75,000	0,000	0,000	0,000	0,000	100,000
2"	50,000	0,000	0,000	0,000	0,000	100,000
1 1/2"	37,500	0,148	0,148	1,849	1,849	98,151
1"	25,000	0,314	0,462	3,925	5,774	94,226
3/4"	19,000	0,377	0,839	4,709	10,483	89,518
3/8"	9,500	1,533	2,372	19,161	29,644	70,356
N°4	4,750	1,876	4,248	23,453	53,096	46,904
N°10	2,000	1,505	5,753	18,813	71,909	28,091
N°40	0,425	1,808	7,561	22,605	94,514	5,486
N°200	0,075	0,402	7,963	5,020	99,534	0,466
BASE	0,000	0,037	8,000	0,466	100,000	0,000

CURVA MUESTRA 2 BANCO 3



Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



GRANULOMETRÍAS

BANCO DE MATERIAL 3

FECHA DEL DIA 22/4/2021

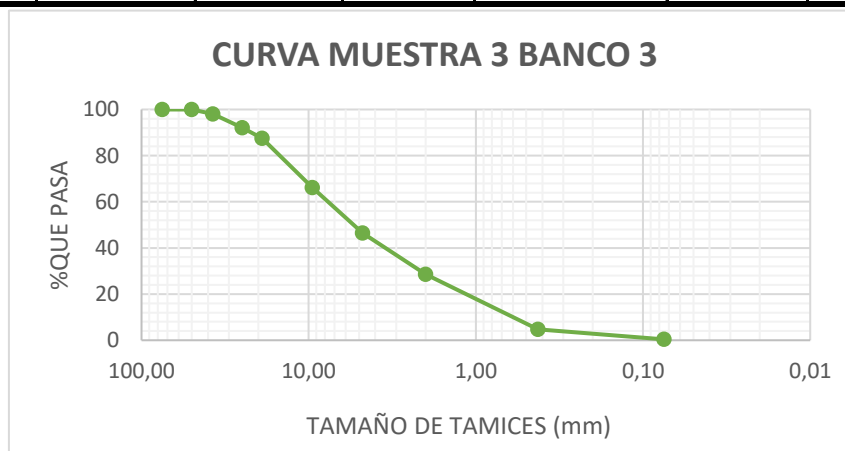
TEMPERATURA 17 °C 13°Cmin 26°Cmax

CÓDIGO DE BALANZA U-3103-1209-76-55940

NÚMERO DE MUESTRA 3

PESO TOTAL DE MUESTRA 8,000 Kg

TAMICES	TAMAÑO (mm)	PESO RET. (Kg)	ACUM (Kg)	%RETENIDO	%RET. ACUM	%QUE PASA
3"	75,000	0,000	0,000	0,000	0,000	100,000
2"	50,000	0,000	0,000	0,000	0,000	100,000
1 1/2"	37,500	0,157	0,157	1,964	1,964	98,036
1"	25,000	0,480	0,637	5,995	7,959	92,041
3/4"	19,000	0,363	0,999	4,531	12,490	87,510
3/8"	9,500	1,713	2,712	21,408	33,898	66,103
N°4	4,750	1,576	4,288	19,696	53,594	46,406
N°10	2,000	1,427	5,715	17,840	71,434	28,566
N°40	0,425	1,905	7,620	23,811	95,245	4,755
N°200	0,075	0,349	7,969	4,361	99,606	0,394
BASE	0,000	0,032	8,000	0,394	100,000	0,000



Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



COMPACTACIÓN

BANCO DE MATERIAL	1
--------------------------	---

FECHA DEL DIA	3/5/2021
----------------------	----------

TEMPERATURA	12 °C	30 °Cmax	12 °Cmin
--------------------	-------	----------	----------

CÓDIGO DE BALANZA	U-3103-1209-76-55940
--------------------------	----------------------

NÚMERO DE MUESTRA	1
--------------------------	---

PESO TOTAL DE MUESTRA	6,000 Kg
------------------------------	----------

TAMAÑO MÁXIMO	1 1/2" pulgadas
----------------------	-----------------

N° DE ENSAYO	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	56	56
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11027,3	11489,2	11361,9
PESO DE MOLDE (gr)	6425,92	6425,92	6425,92
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	126,00	104,10	173,50
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	123,40	99,00	162,60
PESO DE CÁPSULA (gr)	18,70	18,90	20,00
% DE HÚMEDAD TEÓRICA	2,48	6,37	7,64
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11027,3	11489,2	11361,9
PESO DE MOLDE (gr)	6425,92	6425,92	6425,92

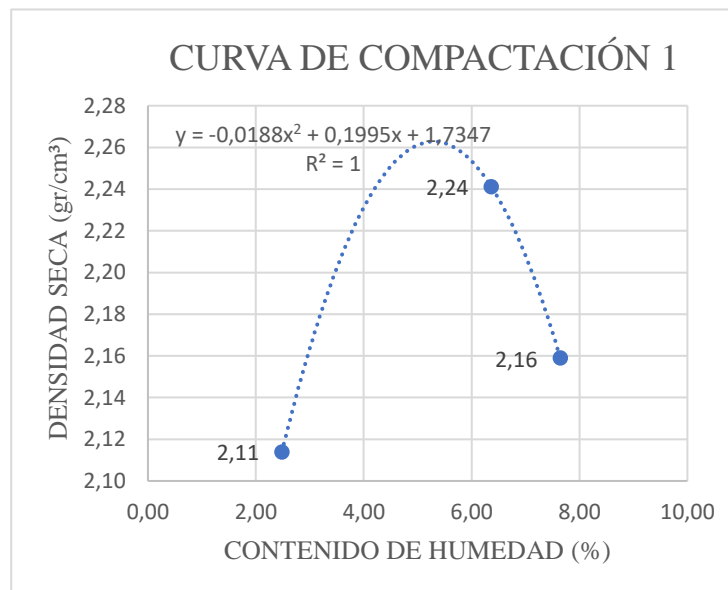
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4601,38	5063,28	4935,98
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	2,166	2,384	2,324
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	126,00	104,10	173,50
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	123,40	99,00	162,60
PESO DE CÁPSULA (gr)	18,70	18,90	20,00
PESO DE AGUA (gr)	2,60	5,10	10,90
PESO DE SUELO SECO (gr)	104,70	80,10	142,60
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2,11	2,24	2,16

HUMEDAD ÓPTIMA (%)	5,306
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm³)	2,263



.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



COMPACTACIÓN

BANCO DE MATERIAL	1
-------------------	---

FECHA DEL DÍA	5/5/2021
---------------	----------

TEMPERATURA	12 °C	16 °Cmax	5 °Cmin
-------------	-------	----------	---------

CÓDIGO DE BALANZA	U-3103-1209-76-55940
-------------------	----------------------

NÚMERO DE MUESTRA	2
-------------------	---

PESO TOTAL DE MUESTRA	6,0000 Kg
-----------------------	-----------

TAMAÑO MÁXIMO	1 1/2" pulgadas
---------------	-----------------

N° DE ENSAYO	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	56	56
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11071,9	11387	11129,8
PESO DE MOLDE (gr)	6425,92	6425,92	6425,92
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	90,00	92,40	97,40
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	88,00	87,70	91,50
PESO DE CÁPSULA (gr)	12,30	12,90	12,40
% DE HÚMEDAD TEÓRICA	2,64	6,28	7,46
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11071,9	11387	11129,8
PESO DE MOLDE (gr)	6425,92	6425,92	6425,92
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4645,98	4961,08	4703,88

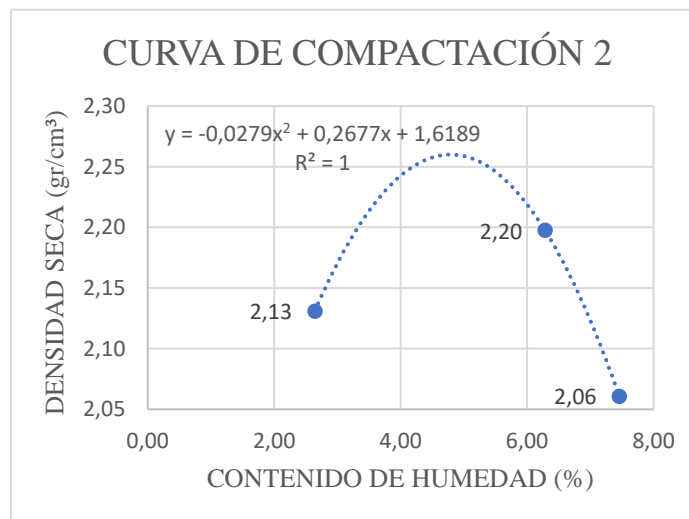
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2,187	2,336	2,215
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	90,00	92,40	97,40
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	88,00	87,70	91,50
PESO DE CÁPSULA (gr)	12,30	12,90	12,40
PESO DE AGUA (gr)	2,00	4,70	5,90
PESO DE SUELO SECO (gr)	75,70	74,80	79,10
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2,13	2,20	2,06

HUMEDAD ÓPTIMA (%)	4,797
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³)	2,260



.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



COMPACTACIÓN

BANCO DE MATERIAL	1
-------------------	---

FECHA DEL DIA	7/5/2021
---------------	----------

TEMPERATURA	5°C	19°Cmax	5°Cmin
-------------	-----	---------	--------

CODIGO DE BALANZA	U-3103-1209-76-55940
-------------------	----------------------

NUMERO DE MUESTRA	3
-------------------	---

PESO TOTAL DE MUESTRA	6,0000 Kg
-----------------------	-----------

TAMAÑO MÁXIMO	1 1/2"	pulgadas
---------------	--------	----------

N° DE ENSAYO	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	56	56
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11025,8	11400,1	11241,8
PESO DE MOLDE (gr)	6425,92	6425,92	6425,92
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	102,70	142,40	176,70
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	100,50	134,10	164,80
PESO DE CÁPSULA (gr)	13,90	12,60	13,10
% DE HÚMEDAD TEÓRICA	2,54	6,83	7,84
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11025,8	11400,1	11241,8
PESO DE MOLDE (gr)	6425,92	6425,92	6425,92
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4599,88	4974,18	4815,88

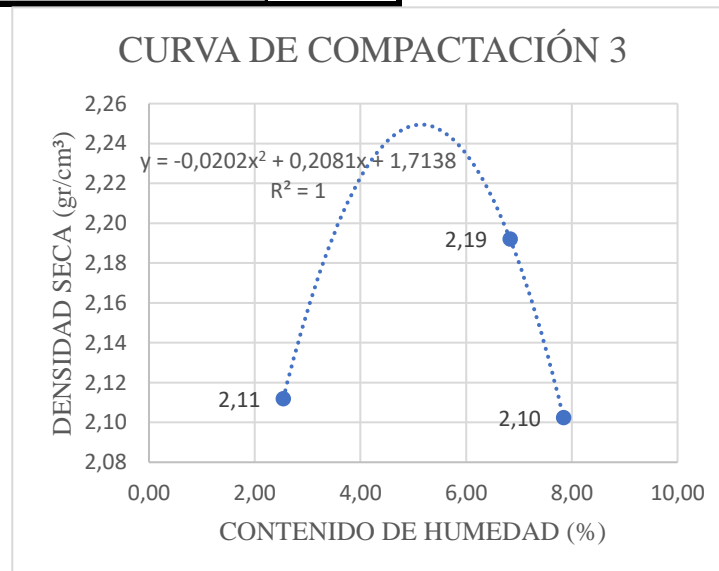
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2,166	2,342	2,267
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	102,70	142,40	176,70
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	100,50	134,10	164,80
PESO DE CÁPSULA (gr)	13,90	12,60	13,10
PESO DE AGUA (gr)	2,20	8,30	11,90
PESO DE SUELO SECO (gr)	86,60	121,50	151,70
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2,11	2,19	2,10

HUMEDAD ÓPTIMA (%)	5,151
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³)	2,249



.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



COMPACTACIÓN

BANCO DE MATERIAL	1
--------------------------	---

FECHA DEL DIA	11/5/2021
----------------------	-----------

TEMPERATURA	10°C	16°Cmax	7°Cmin
--------------------	------	---------	--------

CÓDIGO DE BALANZA	U-3103-1209-76-55940
--------------------------	----------------------

NÚMERO DE MUESTRA	1
--------------------------	---

PESO TOTAL DE MUESTRA	6,0000 Kg
------------------------------	-----------

TAMAÑO MÁXIMO	1"	pulgadas
----------------------	----	----------

N° DE ENSAYO	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	56	56
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11057,7	11455,5	11417,2
PESO DE MOLDE (gr)	6425,92	6425,92	6425,92
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	101,20	134,00	143,70
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	97,86	127,28	131,48
PESO DE CÁPSULA (gr)	14,10	13,60	13,10
% DE HÚMEDAD TEÓRICA	3,99	5,91	10,32
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11057,7	11455,5	11417,2
PESO DE MOLDE (gr)	6425,92	6425,92	6425,92

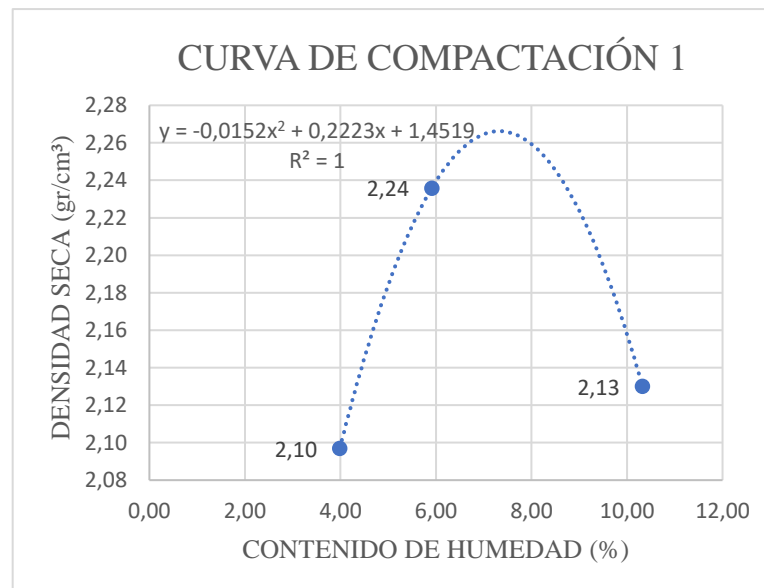
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4631,78	5029,58	4991,28
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	2,181	2,368	2,350
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	101,20	134,00	143,70
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	97,86	127,28	131,48
PESO DE CÁPSULA (gr)	14,10	13,60	13,10
PESO DE AGUA (gr)	3,34	6,72	12,22
PESO DE SUELO SECO (gr)	83,76	113,68	118,38
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2,10	2,24	2,13

HUMEDAD ÓPTIMA (%)	7,313
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm³)	2,264



.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



COMPACTACIÓN

BANCO DE MATERIAL	1		
FECHA DEL DÍA	13/5/2021		
TEMPERATURA	10 °C	21 °Cmax	8 °Cmin
CÓDIGO DE BALANZA	U-3103-55941		
NÚMERO DE MUESTRA	2		
PESO TOTAL DE MUESTRA	6,0000	Kg	
TAMAÑO MÁXIMO	1"	pulgadas	

N° DE ENSAYO	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	56	56
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11132,9	11494,2	11373,8
PESO DE MOLDE (gr)	6425,92	6425,92	6425,92
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	153,20	189,60	188,40
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	149,20	181,20	175,90
PESO DE CÁPSULA (gr)	17,53	17,54	18,60
% DE HÚMEDAD TEÓRICA	3,04	5,13	7,95
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11132,9	11494,2	11373,8
PESO DE MOLDE (gr)	6425,92	6425,92	6425,92
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4706,98	5068,28	4947,88

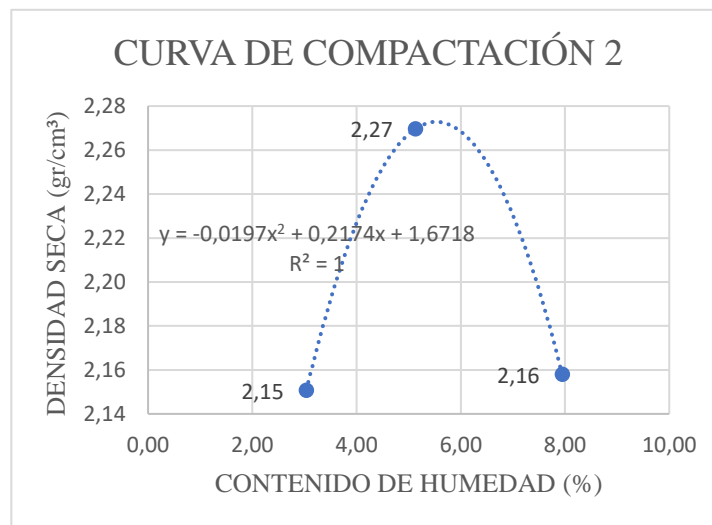
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2,216	2,386	2,330
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	153,20	189,60	188,40
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	149,20	181,20	175,90
PESO DE CÁPSULA (gr)	17,53	17,54	18,60
PESO DE AGUA (gr)	4,00	8,40	12,50
PESO DE SUELO SECO (gr)	131,67	163,66	157,30
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2,15	2,27	2,16

HUMEDAD ÓPTIMA (%)	5,518
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³)	2,273



.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



COMPACTACIÓN

BANCO DE MATERIAL	1
FECHA DEL DÍA	17/5/2021
TEMPERATURA	12 °C 21 °Cmax 10 °Cmin
CODIGO DE BALANZA	U-3103-1209-76-55940
NÚMERO DE MUESTRA	3
PESO TOTAL DE MUESTRA	6,0000 Kg
TAMAÑO MÁXIMO	1" pulgadas

N° DE ENSAYO	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	56	56
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	10944,4	11418,9	11107,5
PESO DE MOLDE (gr)	6425,92	6425,92	6425,92
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	148,30	124,10	89,30
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	145,50	118,00	82,80
PESO DE CÁPSULA (gr)	13,00	13,30	12,30
% DE HÚMEDAD TEÓRICA	2,11	5,83	9,22
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	10944,4	11418,9	11107,5
PESO DE MOLDE (gr)	6425,92	6425,92	6425,92
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4518,48	4992,98	4681,58

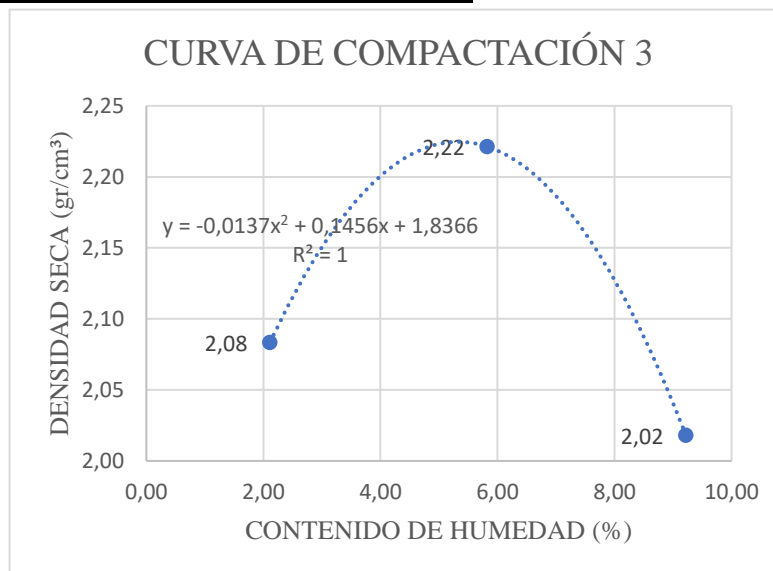
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2,127	2,351	2,204
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	148,30	124,10	89,30
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	145,50	118,00	82,80
PESO DE CÁPSULA (gr)	13,00	13,30	12,30
PESO DE AGUA (gr)	2,80	6,10	6,50
PESO DE SUELO SECO (gr)	132,50	104,70	70,50
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2,08	2,22	2,02

HUMEDAD ÓPTIMA (%)	5,314
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³)	2,223



.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



COMPACTACIÓN

BANCO DE MATERIAL	1
--------------------------	---

FECHA DEL DIA	24/5/2021
----------------------	-----------

TEMPERATURA	8 °C	22°Cmax	8°Cmin
--------------------	------	---------	--------

CÓDIGO DE BALANZA	U-3103-55941
--------------------------	--------------

NÚMERO DE MUESTRA	1
--------------------------	---

PESO TOTAL DE MUESTRA	6,0000	Kg
------------------------------	--------	----

TAMAÑO MÁXIMO	3/4"	pulgadas
----------------------	------	----------

N° DE ENSAYO	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	56	56
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11098	11392,8	11379,9
PESO DE MOLDE (gr)	6425,92	6425,92	6425,92
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	6%N°1	9%N°2	12%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	77,30	161,10	142,30
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	73,53	148,17	128,97
PESO DE CÁPSULA (gr)	19,50	18,60	18,60
% DE HÚMEDAD TEÓRICA	6,98	9,98	12,08
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11098	11392,8	11379,9
PESO DE MOLDE (gr)	6425,92	6425,92	6425,92

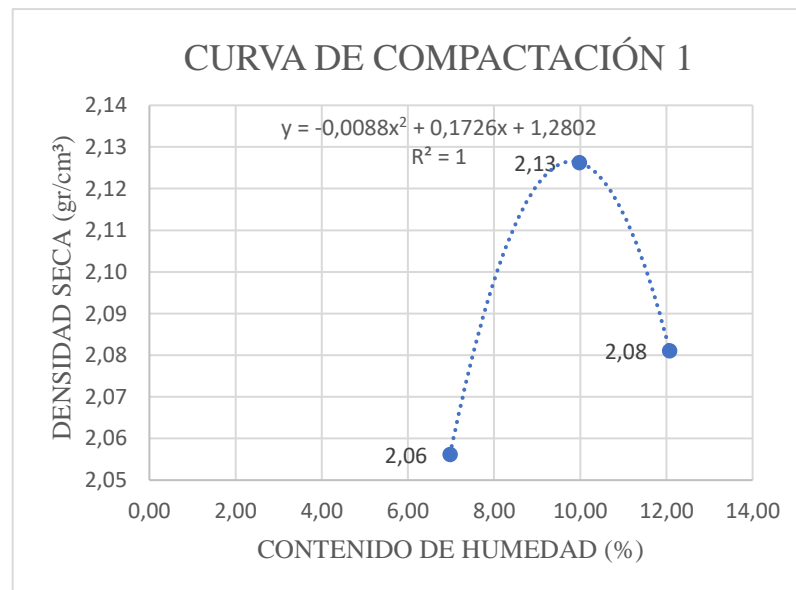
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4672,08	4966,88	4953,98
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	2,200	2,338	2,332
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	6%N°1	9%N°2	12%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	77,30	161,10	142,30
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	73,53	148,17	128,97
PESO DE CÁPSULA (gr)	19,50	18,60	18,60
PESO DE AGUA (gr)	3,77	12,93	13,33
PESO DE SUELO SECO (gr)	54,03	129,57	110,37
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2,06	2,13	2,08

HUMEDAD ÓPTIMA (%)	9,807
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm³)	2,127



.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



COMPACTACIÓN

BANCO DE MATERIAL	1
-------------------	---

FECHA DEL DIA	26/5/2021
---------------	-----------

TEMPERATURA	10 °C	26°Cmax	10°Cmin
-------------	-------	---------	---------

CÓDIGO DE BALANZA	U-3103-55941
-------------------	--------------

NÚMERO DE MUESTRA	2
-------------------	---

PESO TOTAL DE MUESTRA	6,0000	Kg
-----------------------	--------	----

TAMAÑO MÁXIMO	3/4"	pulgadas
---------------	------	----------

N° DE ENSAYO	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	56	56
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11239,1	11379,6	11279,8
PESO DE MOLDE (gr)	6425,92	6425,92	6425,92
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	6%N°1	9%N°2	12%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	177,00	127,60	105,10
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	165,60	118,20	96,10
PESO DE CÁPSULA (gr)	12,80	12,40	13,80
% DE HÚMEDAD TEÓRICA	7,46	8,88	10,94
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11239,1	11379,6	11279,8
PESO DE MOLDE (gr)	6425,92	6425,92	6425,92
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4813,18	4953,68	4853,88

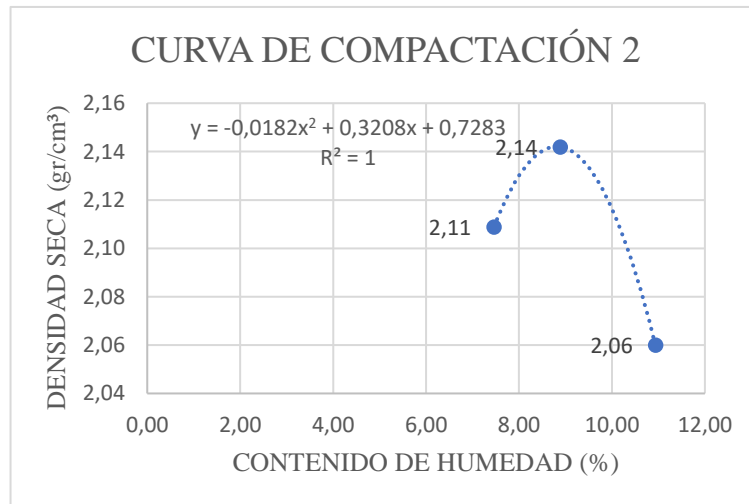
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2,266	2,332	2,285
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	6%N°1	9%N°2	12%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	177,00	127,60	105,10
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	165,60	118,20	96,10
PESO DE CÁPSULA (gr)	12,80	12,40	13,80
PESO DE AGUA (gr)	11,40	9,40	9,00
PESO DE SUELO SECO (gr)	152,80	105,80	82,30
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2,11	2,14	2,06

HUMEDAD ÓPTIMA (%)	8,813
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³)	2,143



.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



COMPACTACIÓN

BANCO DE MATERIAL	1
--------------------------	---

FECHA DEL DIA	31/5/2021
----------------------	-----------

TEMPERATURA	6°C	25°Cmax	6°Cmin
--------------------	-----	---------	--------

CODIGO DE BALANZA	U-3103-55941
--------------------------	--------------

NUMERO DE MUESTRA	3
--------------------------	---

PESO TOTAL DE MUESTRA	6,0000	Kg
------------------------------	--------	----

TAMAÑO MÁXIMO	3/4"	pulgadas
----------------------	------	----------

N° DE ENSAYO	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	56	56
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11216,4	11385,8	11369
PESO DE MOLDE (gr)	6425,92	6425,92	6425,92
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	6%N°1	9%N°2	12%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	106,00	103,70	127,80
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	100,10	96,50	115,00
PESO DE CÁPSULA (gr)	12,00	14,00	12,80
% DE HÚMEDAD TEÓRICA	6,70	8,73	12,52
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11216,4	11385,8	11369
PESO DE MOLDE (gr)	6425,92	6425,92	6425,92
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4790,48	4959,88	4943,08

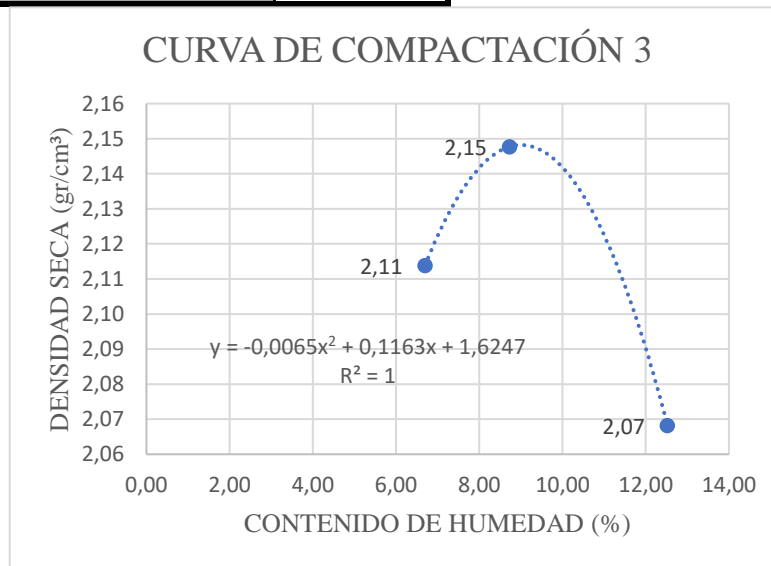
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2,255	2,335	2,327
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	6%N°1	9%N°2	12%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	106,00	103,70	127,80
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	100,10	96,50	115,00
PESO DE CÁPSULA (gr)	12,00	14,00	12,80
PESO DE AGUA (gr)	5,90	7,20	12,80
PESO DE SUELO SECO (gr)	88,10	82,50	102,20
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2,11	2,15	2,07

HUMEDAD ÓPTIMA (%)	8,946
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³)	2,145



.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



COMPACTACIÓN

BANCO DE MATERIAL	2
--------------------------	---

FECHA DEL DIA	3/9/2021
----------------------	----------

TEMPERATURA	20 °C	27°Cmax	15°Cmin
--------------------	-------	---------	---------

CÓDIGO DE BALANZA	U-3103-1209-76-55940
--------------------------	----------------------

NÚMERO DE MUESTRA	1
--------------------------	---

PESO TOTAL DE MUESTRA	6,0000 Kg
------------------------------	-----------

TAMAÑO MÁXIMO	1 1/2" pulgadas
----------------------	-----------------

N° DE ENSAYO	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	56	56
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11135	11275	11175
PESO DE MOLDE (gr)	6468,88	6468,88	6468,88
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	100,51	143,83	133,00
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	99,49	139,65	126,77
PESO DE CÁPSULA (gr)	12,55	12,72	12,94
% DE HÚMEDAD TEÓRICA	1,17	3,29	5,47
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11135	11275	11175
PESO DE MOLDE (gr)	6468,88	6468,88	6468,88

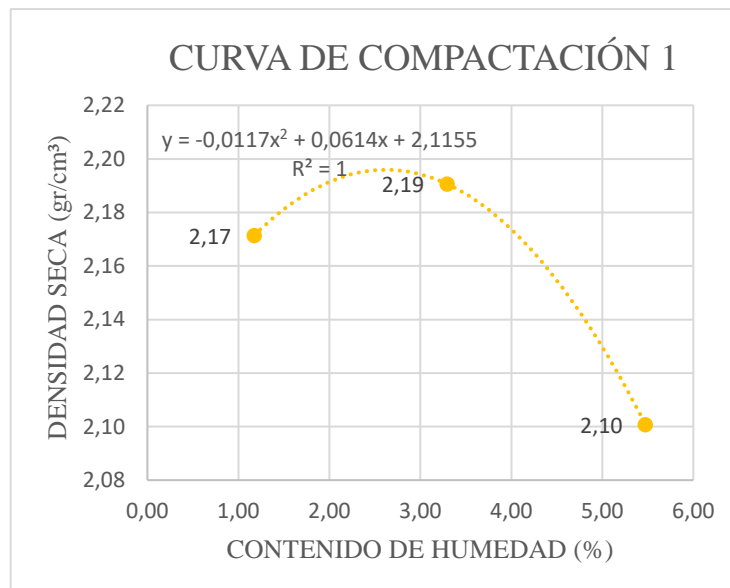
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4666,12	4806,12	4706,12
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2,197	2,263	2,216
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	100,51	143,83	133,00
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	99,49	139,65	126,77
PESO DE CÁPSULA (gr)	12,55	12,72	12,94
PESO DE AGUA (gr)	1,02	4,18	6,23
PESO DE SUELO SECO (gr)	86,94	126,93	113,83
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2,17	2,19	2,10

HUMEDAD ÓPTIMA (%)	2,624
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³)	2,196



.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



COMPACTACIÓN

BANCO DE MATERIAL	2
-------------------	---

FECHA DEL DIA	3/9/2021
---------------	----------

TEMPERATURA	20 °C	27°Cmax	15°Cmin
-------------	-------	---------	---------

CÓDIGO DE BALANZA	U-3103-1209-76-55940
-------------------	----------------------

NÚMERO DE MUESTRA	2
-------------------	---

PESO TOTAL DE MUESTRA	6,0000 Kg
-----------------------	-----------

TAMAÑO MÁXIMO	11/2" pulgadas
---------------	----------------

N° DE ENSAYO	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	56	56
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11130	11290	11270
PESO DE MOLDE (gr)	6468,88	6468,88	6468,88
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	103,29	144,36	156,49
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	101,58	139,32	148,75
PESO DE CÁPSULA (gr)	12,97	13,05	12,42
% DE HÚMEDAD TEÓRICA	1,93	3,99	5,68
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11130	11290	11270
PESO DE MOLDE (gr)	6468,88	6468,88	6468,88
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4661,12	4821,12	4801,12

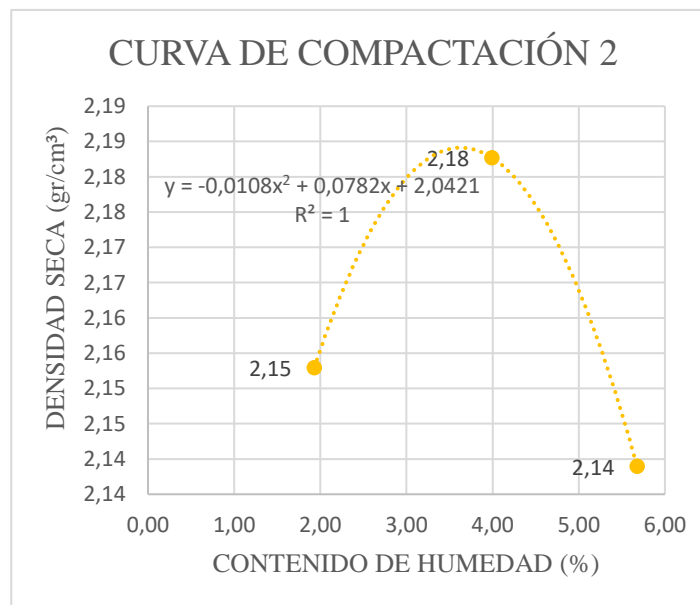
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2,195	2,270	2,260
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	103,29	144,36	156,49
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	101,58	139,32	148,75
PESO DE CÁPSULA (gr)	12,97	13,05	12,42
PESO DE AGUA (gr)	1,71	5,04	7,74
PESO DE SUELO SECO (gr)	88,61	126,27	136,33
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2,15	2,18	2,14

HUMEDAD ÓPTIMA (%)	3,620
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³)	2,183



.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



COMPACTACIÓN

BANCO DE MATERIAL	2
-------------------	---

FECHA DEL DIA	7/9/2021
---------------	----------

TEMPERATURA	20°C	35°Cmax	12°Cmin
-------------	------	---------	---------

CÓDIGO DE BALANZA	U-3103-1209-76-55940
-------------------	----------------------

NUMERO DE MUESTRA	3
-------------------	---

PESO TOTAL DE MUESTRA	6,0000 Kg
-----------------------	-----------

TAMAÑO MÁXIMO	1 1/2"	pulgadas
---------------	--------	----------

N° DE ENSAYO	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	56	56
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11100	11310	11290
PESO DE MOLDE (gr)	6468,88	6468,88	6468,88
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	133,33	112,63	195,93
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	131,45	108,10	185,10
PESO DE CÁPSULA (gr)	12,90	12,60	12,72
% DE HÚMEDAD TEÓRICA	1,59	4,74	6,28
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11100	11310	11290
PESO DE MOLDE (gr)	6468,88	6468,88	6468,88
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4631,12	4841,12	4821,12

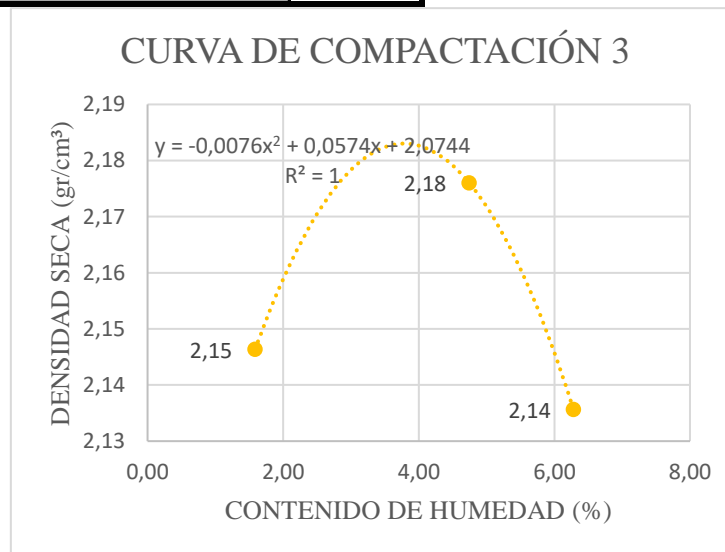
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2,180	2,279	2,270
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	133,33	112,63	195,93
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	131,45	108,10	185,10
PESO DE CÁPSULA (gr)	12,90	12,60	12,72
PESO DE AGUA (gr)	1,88	4,53	10,83
PESO DE SUELO SECO (gr)	118,55	95,50	172,38
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2,15	2,18	2,14

HUMEDAD ÓPTIMA (%)	3,776
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³)	2,183



.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



COMPACTACIÓN

BANCO DE MATERIAL	2
--------------------------	---

FECHA DEL DIA	7/9/2021
----------------------	----------

TEMPERATURA	20 °C	35°Cmax	12°Cmin
--------------------	-------	---------	---------

CÓDIGO DE BALANZA	U-3103-1209-76-55940
--------------------------	----------------------

NÚMERO DE MUESTRA	1
--------------------------	---

PESO TOTAL DE MUESTRA	6,0000 Kg
------------------------------	-----------

TAMAÑO MÁXIMO	1"	pulgadas
----------------------	----	----------

N° DE ENSAYO	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	56	56
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11185	11380	11110
PESO DE MOLDE (gr)	6468,88	6468,88	6468,88
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	136,84	181,71	112,21
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	134,03	174,80	105,76
PESO DE CÁPSULA (gr)	12,96	12,51	12,42
% DE HÚMEDAD TEÓRICA	2,32	4,26	6,91
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11185	11380	11110
PESO DE MOLDE (gr)	6468,88	6468,88	6468,88

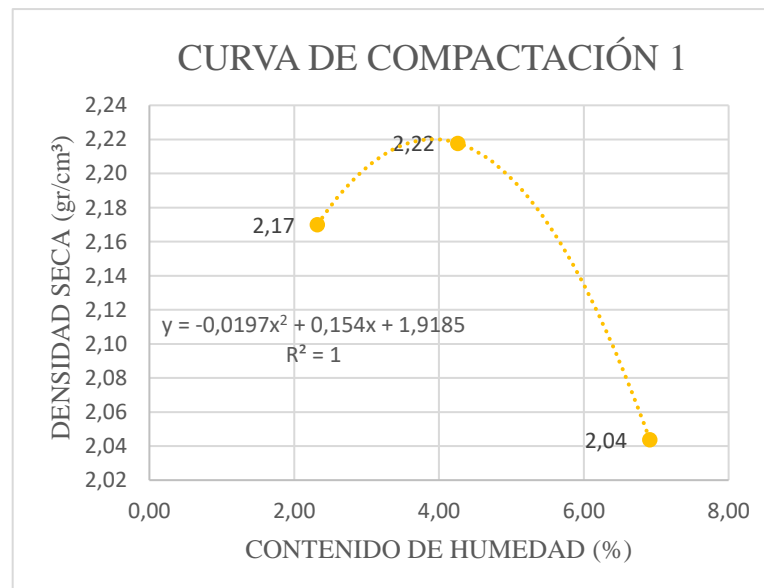
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4716,12	4911,12	4641,12
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	2,220	2,312	2,185
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	136,84	181,71	112,21
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	134,03	174,80	105,76
PESO DE CÁPSULA (gr)	12,96	12,51	12,42
PESO DE AGUA (gr)	2,81	6,91	6,45
PESO DE SUELO SECO (gr)	121,07	162,29	93,34
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2,17	2,22	2,04

HUMEDAD ÓPTIMA (%)	3,909
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm³)	2,220



.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



COMPACTACIÓN

BANCO DE MATERIAL	2		
FECHA DEL DÍA	9/9/2021		
TEMPERATURA	9 °C	19°Cmax	5°Cmin
CÓDIGO DE BALANZA	U-3103-55941		
NÚMERO DE MUESTRA	2		
PESO TOTAL DE MUESTRA	6,0000	Kg	
TAMAÑO MÁXIMO	1"	pulgadas	

N° DE ENSAYO	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	56	56
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11060	11495	11365
PESO DE MOLDE (gr)	6468,88	6468,88	6468,88
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	109,71	122,87	113,81
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	107,96	117,92	106,75
PESO DE CÁPSULA (gr)	12,72	12,96	12,61
% DE HÚMEDAD TEÓRICA	1,84	4,72	7,50
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11060	11495	11365
PESO DE MOLDE (gr)	6468,88	6468,88	6468,88
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4591,12	5026,12	4896,12

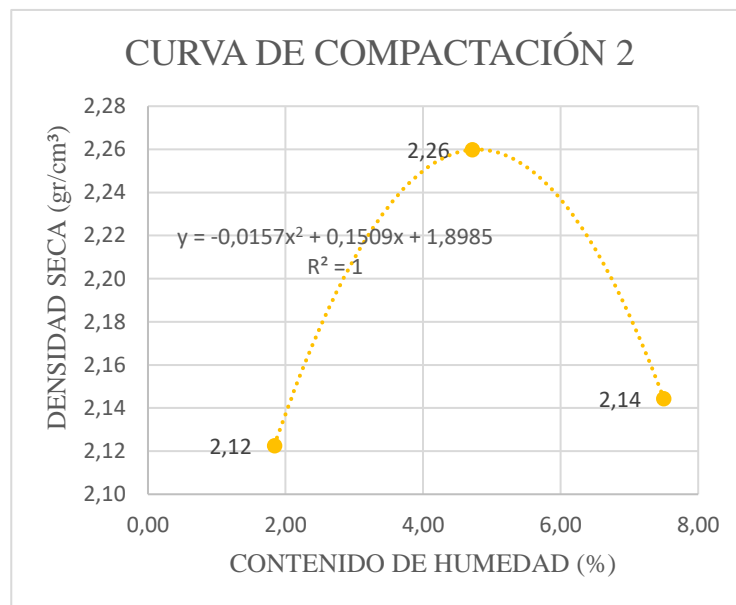
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2,162	2,366	2,305
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	109,71	122,87	113,81
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	107,96	117,92	106,75
PESO DE CÁPSULA (gr)	12,72	12,96	12,61
PESO DE AGUA (gr)	1,75	4,95	7,06
PESO DE SUELO SECO (gr)	95,24	104,96	94,14
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2,12	2,26	2,14

HUMEDAD ÓPTIMA (%)	4,806
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³)	2,261



.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



COMPACTACIÓN

BANCO DE MATERIAL	2
--------------------------	---

FECHA DEL DIA	9/9/2021
----------------------	----------

TEMPERATURA	9°C	19°Cmax	5°Cmin
--------------------	-----	---------	--------

CODIGO DE BALANZA	U-3103-55941
--------------------------	--------------

NÚMERO DE MUESTRA	3
--------------------------	---

PESO TOTAL DE MUESTRA	6,0000 Kg
------------------------------	-----------

TAMAÑO MÁXIMO	1"	pulgadas
----------------------	----	----------

N° DE ENSAYO	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	56	56
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11050	11395	11205
PESO DE MOLDE (gr)	6468,88	6468,88	6468,88
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	112,21	101,22	156,86
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	109,44	97,00	148,42
PESO DE CÁPSULA (gr)	12,43	12,42	17,41
% DE HÚMEDAD TEÓRICA	2,86	4,99	6,44
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11050	11395	11205
PESO DE MOLDE (gr)	6468,88	6468,88	6468,88
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4581,12	4926,12	4736,12

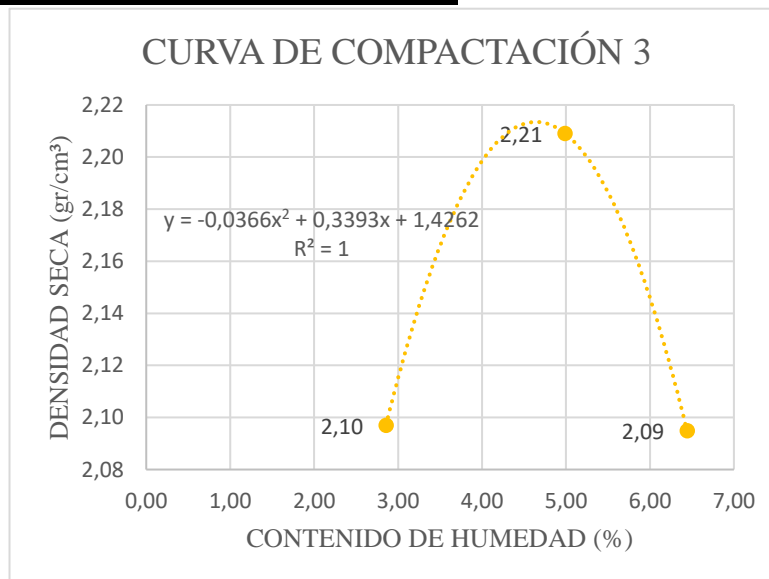
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2,157	2,319	2,230
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	112,21	101,22	156,86
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	109,44	97,00	148,42
PESO DE CÁPSULA (gr)	12,43	12,42	17,41
PESO DE AGUA (gr)	2,77	4,22	8,44
PESO DE SUELO SECO (gr)	97,01	84,58	131,01
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2,10	2,21	2,09

HUMEDAD ÓPTIMA (%)	4,635
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³)	2,213



.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



COMPACTACIÓN

BANCO DE MATERIAL	2
--------------------------	---

FECHA DEL DIA	10/9/2021
----------------------	-----------

TEMPERATURA	10 °C	22°Cmax	5°Cmin
--------------------	-------	---------	--------

CÓDIGO DE BALANZA	U-3103-1209-76-55940
--------------------------	----------------------

NÚMERO DE MUESTRA	1
--------------------------	---

PESO TOTAL DE MUESTRA	6,0000	Kg
------------------------------	--------	----

TAMAÑO MÁXIMO	3/4"	pulgadas
----------------------	------	----------

N° DE ENSAYO	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	56	56
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11075	11335	11110
PESO DE MOLDE (gr)	6468,88	6468,88	6468,88
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	147,74	118,64	155,73
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	145,07	114,56	148,81
PESO DE CÁPSULA (gr)	17,43	12,64	12,90
% DE HÚMEDAD TEÓRICA	2,09	4,00	5,09
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11075	11335	11110
PESO DE MOLDE (gr)	6468,88	6468,88	6468,88

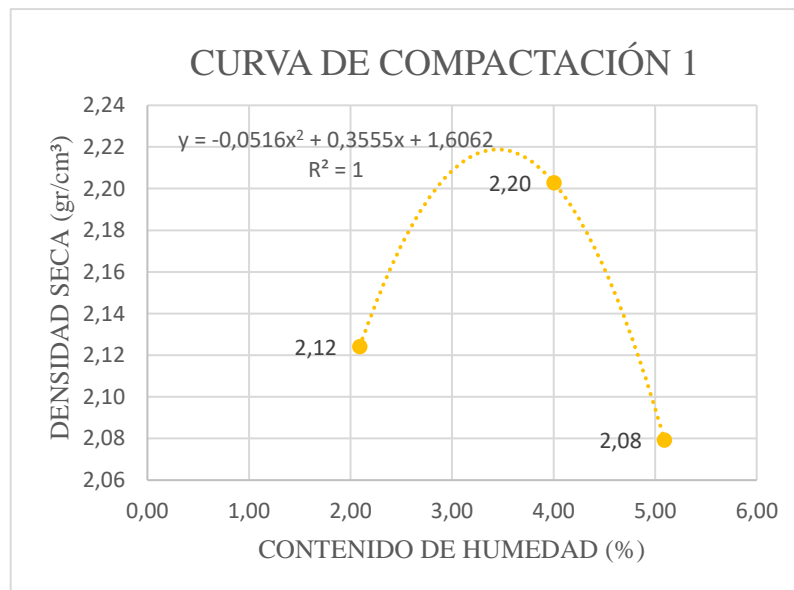
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4606,12	4866,12	4641,12
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2,169	2,291	2,185
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	147,74	118,64	155,73
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	145,07	114,56	148,81
PESO DE CÁPSULA (gr)	17,43	12,64	12,90
PESO DE AGUA (gr)	2,67	4,08	6,92
PESO DE SUELO SECO (gr)	127,64	101,92	135,91
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2,12	2,20	2,08

HUMEDAD ÓPTIMA (%)	3,445
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³)	2,219



.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



COMPACTACIÓN

BANCO DE MATERIAL	2
-------------------	---

FECHA DEL DIA	10/9/2021
---------------	-----------

TEMPERATURA	10 °C	22°Cmax	5°Cmin
-------------	-------	---------	--------

CÓDIGO DE BALANZA	U-3103-1209-76-55940
-------------------	----------------------

NÚMERO DE MUESTRA	2
-------------------	---

PESO TOTAL DE MUESTRA	6,0000	Kg
-----------------------	--------	----

TAMAÑO MÁXIMO	3/4"	pulgadas
---------------	------	----------

N° DE ENSAYO	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	56	56
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11100	11395	11250
PESO DE MOLDE (gr)	6468,88	6468,88	6468,88
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	87,01	154,88	152,95
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	85,48	149,32	146,08
PESO DE CÁPSULA (gr)	12,90	12,39	12,43
% DE HÚMEDAD TEÓRICA	2,11	4,06	5,14
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11100	11395	11250
PESO DE MOLDE (gr)	6468,88	6468,88	6468,88
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4631,12	4926,12	4781,12

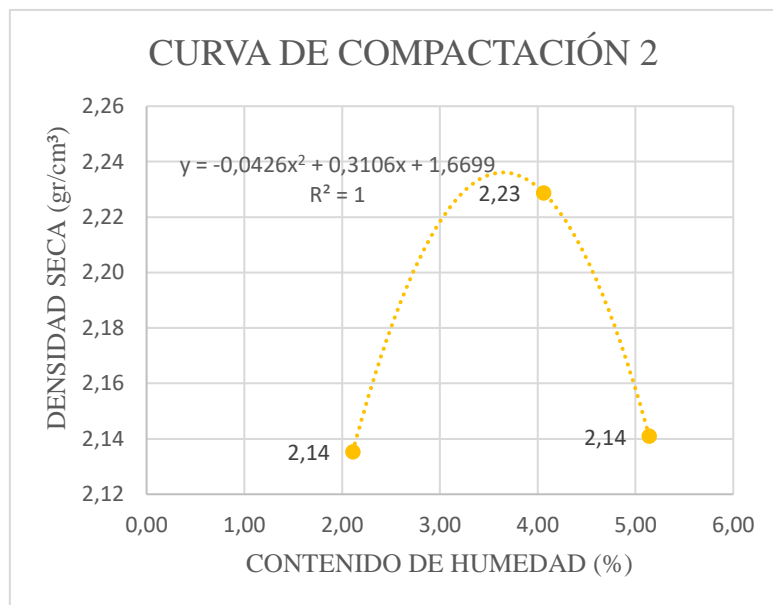
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2,180	2,319	2,251
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	87,01	154,88	152,95
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	85,48	149,32	146,08
PESO DE CÁPSULA (gr)	12,90	12,39	12,43
PESO DE AGUA (gr)	1,53	5,56	6,87
PESO DE SUELO SECO (gr)	72,58	136,93	133,65
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2,14	2,23	2,14

HUMEDAD ÓPTIMA (%)	3,646
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³)	2,236



.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



COMPACTACIÓN

BANCO DE MATERIAL	2
-------------------	---

FECHA DEL DIA	13/9/2021
---------------	-----------

TEMPERATURA	15 °C	35 °Cmax	12 °Cmin
-------------	-------	----------	----------

CÓDIGO DE BALANZA	U-3103-55941
-------------------	--------------

NÚMERO DE MUESTRA	3
-------------------	---

PESO TOTAL DE MUESTRA	6,0000 Kg
-----------------------	-----------

TAMAÑO MÁXIMO	3/4"	pulgadas
---------------	------	----------

N° DE ENSAYO	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	56	56
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11180	11365	11215
PESO DE MOLDE (gr)	6468,88	6468,88	6468,88
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	118,06	157,45	117,93
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	115,86	152,15	112,20
PESO DE CÁPSULA (gr)	12,63	13,48	12,91
% DE HÚMEDAD TEÓRICA	2,13	3,82	5,77
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11180	11365	11215
PESO DE MOLDE (gr)	6468,88	6468,88	6468,88
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4711,12	4896,12	4746,12

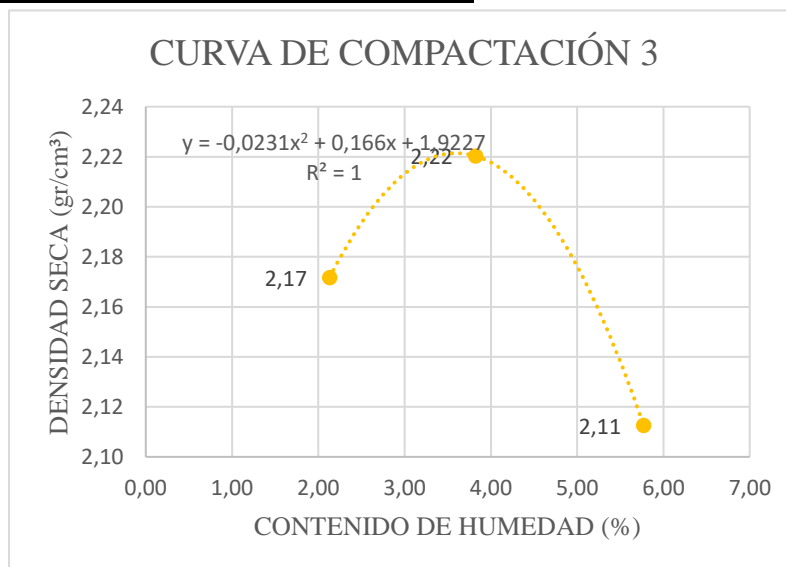
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2,218	2,305	2,235
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	118,06	157,45	117,93
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	115,86	152,15	112,20
PESO DE CÁPSULA (gr)	12,63	13,48	12,91
PESO DE AGUA (gr)	2,20	5,30	5,73
PESO DE SUELO SECO (gr)	103,23	138,67	99,29
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2,17	2,22	2,11

HUMEDAD ÓPTIMA (%)	3,593
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³)	2,221



.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



COMPACTACIÓN

BANCO DE MATERIAL	3
--------------------------	---

FECHA DEL DIA	13/9/2021
----------------------	-----------

TEMPERATURA	15 °C	34 °Cmax	12 °Cmin
--------------------	-------	----------	----------

CÓDIGO DE BALANZA	U-3103-1209-76-55940
--------------------------	----------------------

NÚMERO DE MUESTRA	1
--------------------------	---

PESO TOTAL DE MUESTRA	6,0000 Kg
------------------------------	-----------

TAMAÑO MÁXIMO	1 1/2" pulgadas
----------------------	-----------------

N° DE ENSAYO	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	56	56
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11085	11500	11450
PESO DE MOLDE (gr)	6433,63	6433,63	6433,63
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	131,39	129,94	119,59
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	128,00	122,06	110,24
PESO DE CÁPSULA (gr)	17,38	12,98	12,63
% DE HÚMEDAD TEÓRICA	3,06	7,22	9,58
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11085	11500	11450
PESO DE MOLDE (gr)	6433,63	6433,63	6433,63

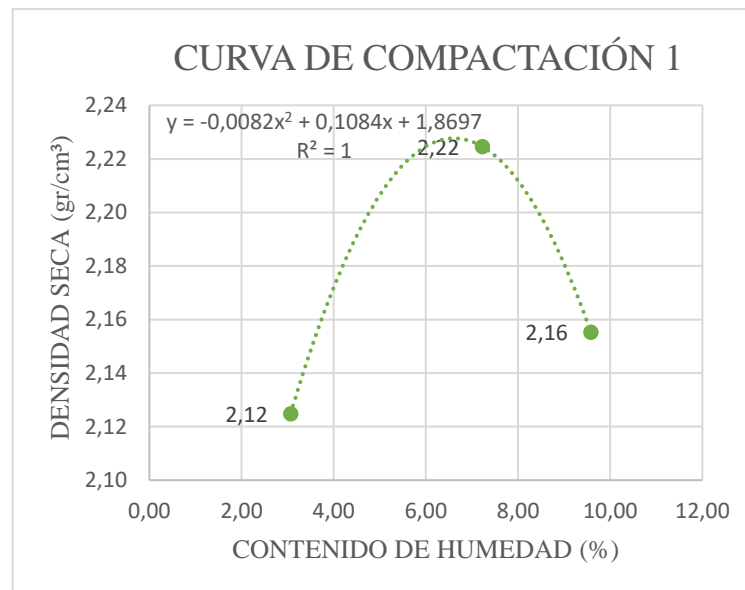
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4651,37	5066,37	5016,37
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	2,190	2,385	2,362
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	131,39	129,94	119,59
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	128,00	122,06	110,24
PESO DE CÁPSULA (gr)	17,38	12,98	12,63
PESO DE AGUA (gr)	3,39	7,88	9,35
PESO DE SUELO SECO (gr)	110,62	109,08	97,61
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2,12	2,22	2,16

HUMEDAD ÓPTIMA (%)	6,616
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm³)	2,212



.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



COMPACTACIÓN

BANCO DE MATERIAL	3
-------------------	---

FECHA DEL DIA	14/9/2021
---------------	-----------

TEMPERATURA	16 °C	17°Cmax	7°Cmin
-------------	-------	---------	--------

CÓDIGO DE BALANZA	U-3103-1209-76-55940
-------------------	----------------------

NÚMERO DE MUESTRA	2
-------------------	---

PESO TOTAL DE MUESTRA	6,0000 Kg
-----------------------	-----------

TAMAÑO MÁXIMO	11/2" pulgadas
---------------	----------------

N° DE ENSAYO	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	56	56
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11100	11475	11380
PESO DE MOLDE (gr)	6433,63	6433,63	6433,63
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	131,94	131,30	143,75
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	126,27	122,55	130,96
PESO DE CÁPSULA (gr)	12,44	12,64	12,98
% DE HÚMEDAD TEÓRICA	4,98	7,96	10,84
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11100	11475	11380
PESO DE MOLDE (gr)	6433,63	6433,63	6433,63
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4666,37	5041,37	4946,37

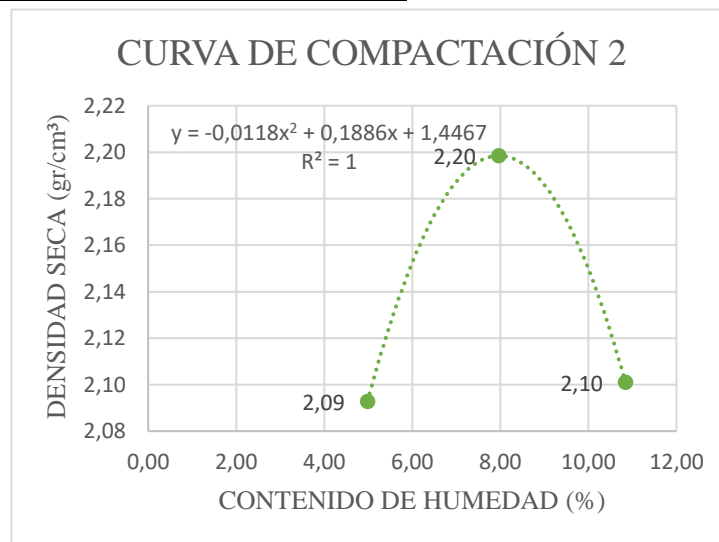
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2,197	2,374	2,329
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	131,94	131,30	143,75
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	126,27	122,55	130,96
PESO DE CÁPSULA (gr)	12,44	12,64	12,98
PESO DE AGUA (gr)	5,67	8,75	12,79
PESO DE SUELO SECO (gr)	113,83	109,91	117,98
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2,09	2,20	2,10

HUMEDAD ÓPTIMA (%)	7,992
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³)	2,202



.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



COMPACTACIÓN

BANCO DE MATERIAL	3
--------------------------	---

FECHA DEL DIA	14/9/2021
----------------------	-----------

TEMPERATURA	16 °C	17°Cmax	7°Cmin
--------------------	-------	---------	--------

CÓDIGO DE BALANZA	U-3103-1209-76-55940
--------------------------	----------------------

NÚMERO DE MUESTRA	3
--------------------------	---

PESO TOTAL DE MUESTRA	6,0000 Kg
------------------------------	-----------

TAMAÑO MÁXIMO	1 1/2"	pulgadas
----------------------	--------	----------

N° DE ENSAYO	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	56	56
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11055	11470	11420
PESO DE MOLDE (gr)	6433,63	6433,63	6433,63
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	128,08	157,02	141,26
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	123,07	146,63	131,04
PESO DE CÁPSULA (gr)	13,44	12,63	17,90
% DE HÚMEDAD TEÓRICA	4,57	7,75	9,03
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11055	11470	11420
PESO DE MOLDE (gr)	6433,63	6433,63	6433,63
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4621,37	5036,37	4986,37

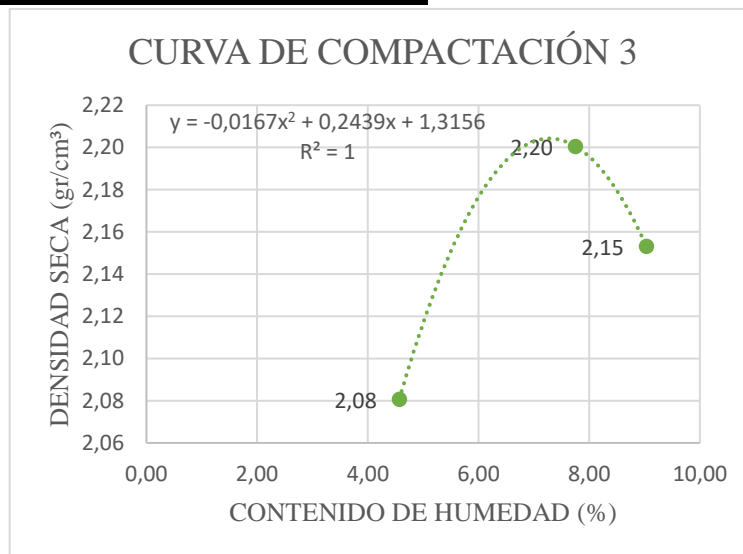
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2,176	2,371	2,348
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	128,08	157,02	141,26
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	123,07	146,63	131,04
PESO DE CÁPSULA (gr)	13,44	12,63	17,90
PESO DE AGUA (gr)	5,01	10,39	10,22
PESO DE SUELO SECO (gr)	109,63	134,00	113,14
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2,08	2,20	2,15

HUMEDAD ÓPTIMA (%)	7,302
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³)	2,208



.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



COMPACTACIÓN

BANCO DE MATERIAL	3
--------------------------	---

FECHA DEL DIA	16/9/2021
----------------------	-----------

TEMPERATURA	13 °C	21°Cmax	7°Cmin
--------------------	-------	---------	--------

CÓDIGO DE BALANZA	U-3103-1209-76-55940
--------------------------	----------------------

NÚMERO DE MUESTRA	1
--------------------------	---

PESO TOTAL DE MUESTRA	6,0000 Kg
------------------------------	-----------

TAMAÑO MÁXIMO	1"	pulgadas
----------------------	----	----------

N° DE ENSAYO	1	2	3	4
N° DE CAPAS	5	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	56	56	56
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	10925	11265	11395	11380
PESO DE MOLDE (gr)	6433,63	6433,63	6433,63	6433,63
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3	12%N°4
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	110,70	122,25	123,72	108,42
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	108,36	117,20	113,73	99,06
PESO DE CÁPSULA (gr)	13,45	12,93	12,97	12,62
% DE HÚMEDAD TEÓRICA	2,47	4,84	9,91	10,83
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	10925	11265	11395	11380
PESO DE MOLDE (gr)	6433,63	6433,63	6433,63	6433,63

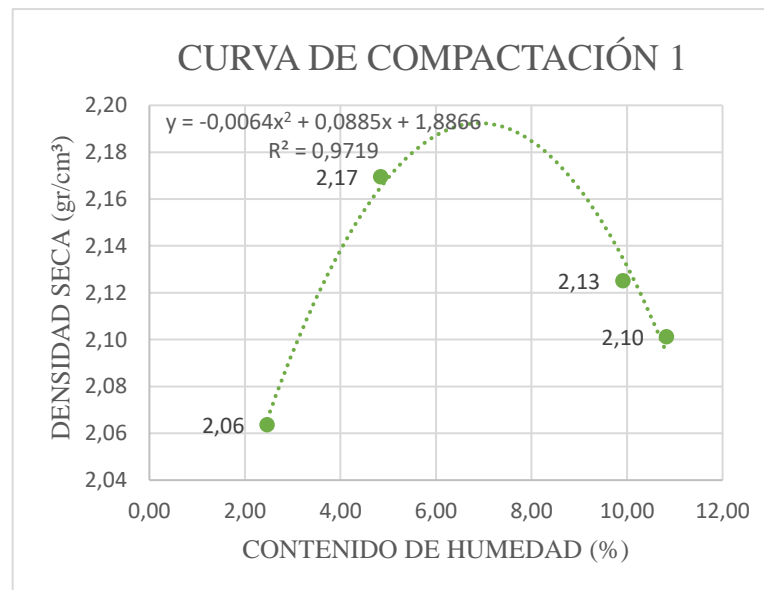
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4491,37	4831,37	4961,37	4946,37
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	2,115	2,275	2,336	2,329
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm³)	2124	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3	12%N°4
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	110,70	122,25	123,72	108,42
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	108,36	117,20	113,73	99,06
PESO DE CÁPSULA (gr)	13,45	12,93	12,97	12,62
PESO DE AGUA (gr)	2,34	5,05	9,99	9,36
PESO DE SUELO SECO (gr)	94,91	104,27	100,76	86,44
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2,06	2,17	2,13	2,10

HUMEDAD ÓPTIMA (%)	6,914
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm³)	2,193



.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



COMPACTACIÓN

BANCO DE MATERIAL	3		
FECHA DEL DÍA	16/9/2021		
TEMPERATURA	13 °C	21°Cmax	7°Cmin
CÓDIGO DE BALANZA	U-3103-55941		
NÚMERO DE MUESTRA	2		
PESO TOTAL DE MUESTRA	6,0000	Kg	
TAMAÑO MÁXIMO	1"	pulgadas	

N° DE ENSAYO	1	2	3	4
N° DE CAPAS	5	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	56	56	56
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	10920	11200	11415	11400
PESO DE MOLDE (gr)	6433,63	6433,63	6433,63	6433,63
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3	12%N°4
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	117,14	93,47	122,48	155,31
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	114,32	89,91	113,65	142,31
PESO DE CÁPSULA (gr)	12,67	12,44	12,48	17,41
% DE HÚMEDAD TEÓRICA	2,77	4,60	8,73	10,41
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	10920	11200	11415	11400
PESO DE MOLDE (gr)	6433,63	6433,63	6433,63	6433,63
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4486,37	4766,37	4981,37	4966,37

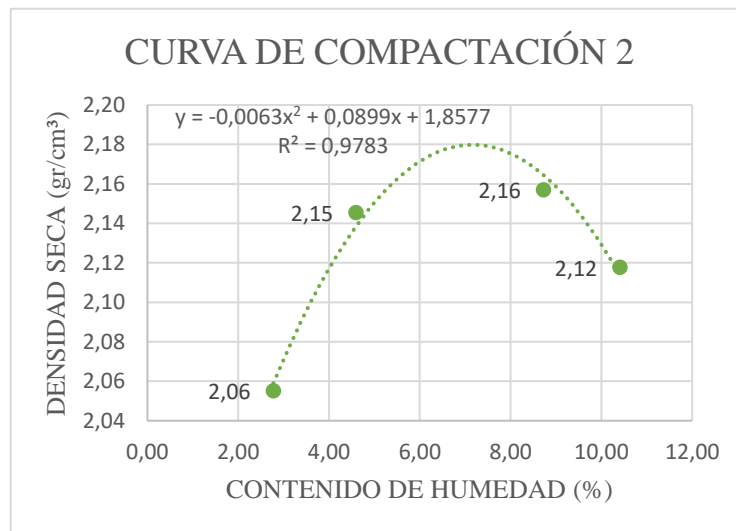
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2,112	2,244	2,345	2,338
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3	12%N°4
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	117,14	93,47	122,48	155,31
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	114,32	89,91	113,65	142,31
PESO DE CÁPSULA (gr)	12,67	12,44	12,48	17,41
PESO DE AGUA (gr)	2,82	3,56	8,83	13,00
PESO DE SUELO SECO (gr)	101,65	77,47	101,17	124,90
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2,06	2,15	2,16	2,12

HUMEDAD ÓPTIMA (%)	7,135
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³)	2,179



.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



COMPACTACIÓN

BANCO DE MATERIAL	3		
FECHA DEL DÍA	17/9/2021		
TEMPERATURA	12 °C	21°Cmax	10°Cmin
CÓDIGO DE BALANZA	U-3103-1209-76-55940		
NÚMERO DE MUESTRA	3		
PESO TOTAL DE MUESTRA	6,0000 Kg		
TAMAÑO MÁXIMO	1"	pulgadas	

N° DE ENSAYO	1	2	3	4
N° DE CAPAS	5	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	56	56	56
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	10950	11440	11470	11410
PESO DE MOLDE (gr)	6433,63	6433,63	6433,63	6433,63
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3	12%N°4
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	91,58	116,64	132,47	163,08
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	89,29	109,09	121,27	147,78
PESO DE CÁPSULA (gr)	12,65	12,94	12,40	13,47
% DE HÚMEDAD TEÓRICA	2,99	7,85	10,29	11,39
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	10950	11440	11470	11410
PESO DE MOLDE (gr)	6433,63	6433,63	6433,63	6433,63
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4516,37	5006,37	5036,37	4976,37

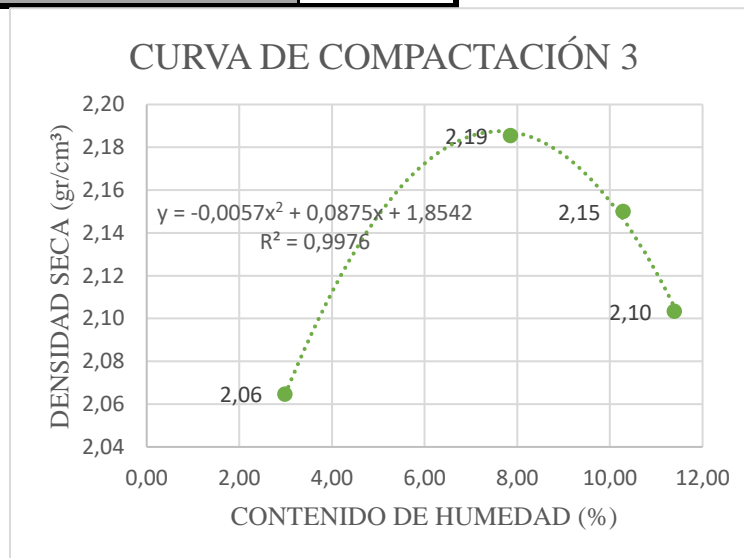
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2,126	2,357	2,371	2,343
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3	12%N°4
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	91,58	116,64	132,47	163,08
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	89,29	109,09	121,27	147,78
PESO DE CÁPSULA (gr)	12,65	12,94	12,40	13,47
PESO DE AGUA (gr)	2,29	7,55	11,20	15,30
PESO DE SUELO SECO (gr)	76,64	96,15	108,87	134,31
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2,06	2,19	2,15	2,10

HUMEDAD ÓPTIMA (%)	7,675
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³)	2,192



.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



COMPACTACIÓN

BANCO DE MATERIAL	3
--------------------------	---

FECHA DEL DIA	17/9/2021
----------------------	-----------

TEMPERATURA	15 °C	18°Cmax	12°Cmin
--------------------	-------	---------	---------

CÓDIGO DE BALANZA	U-3103-55941
--------------------------	--------------

NÚMERO DE MUESTRA	1
--------------------------	---

PESO TOTAL DE MUESTRA	6,0000	Kg
------------------------------	--------	----

TAMAÑO MÁXIMO	3/4"	pulgadas
----------------------	------	----------

N° DE ENSAYO	1	2	3	4
N° DE CAPAS	5	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	56	56	56
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	10850	11190	11410	11395
PESO DE MOLDE (gr)	6433,63	6433,63	6433,63	6433,63
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3	12%N°4
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	116,76	84,41	123,07	148,36
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	113,36	80,22	113,66	134,97
PESO DE CÁPSULA (gr)	13,46	12,62	12,92	12,40
% DE HÚMEDAD TEÓRICA	3,40	6,20	9,34	10,92
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	10850	11190	11410	11395
PESO DE MOLDE (gr)	6433,63	6433,63	6433,63	6433,63

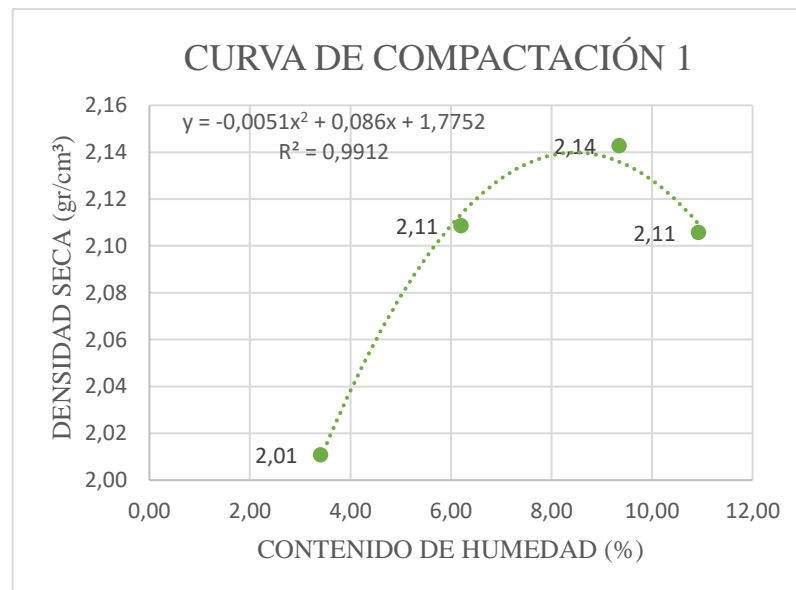
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4416,37	4756,37	4976,37	4961,37
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	2,079	2,239	2,343	2,336
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm³)	2124	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3	12%N°4
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	116,76	84,41	123,07	148,36
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	113,36	80,22	113,66	134,97
PESO DE CÁPSULA (gr)	13,46	12,62	12,92	12,40
PESO DE AGUA (gr)	3,40	4,19	9,41	13,39
PESO DE SUELO SECO (gr)	99,90	67,60	100,74	122,57
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2,01	2,11	2,14	2,11

HUMEDAD ÓPTIMA (%)	8,431
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm³)	2,142



.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



COMPACTACIÓN

BANCO DE MATERIAL	3
-------------------	---

FECHA DEL DIA	22/9/2021
---------------	-----------

TEMPERATURA	12 °C	24°Cmax	11°Cmin
-------------	-------	---------	---------

CÓDIGO DE BALANZA	U-3103-55941
-------------------	--------------

NÚMERO DE MUESTRA	2
-------------------	---

PESO TOTAL DE MUESTRA	6,0000	Kg
-----------------------	--------	----

TAMAÑO MÁXIMO	3/4"	pulgadas
---------------	------	----------

N° DE ENSAYO	1	2	3	4
N° DE CAPAS	5	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	56	56	56
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11035	11355	11500	11480
PESO DE MOLDE (gr)	6433,63	6433,63	6433,63	6433,63
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3	12%N°4
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	136,18	100,09	114,27	133,12
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	132,19	95,02	106,01	120,90
PESO DE CÁPSULA (gr)	12,54	13,16	12,09	13,44
% DE HÚMEDAD TEÓRICA	3,33	6,19	8,79	11,37
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	11035	11355	11500	11480
PESO DE MOLDE (gr)	6433,63	6433,63	6433,63	6433,63
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4601,37	4921,37	5066,37	5046,37

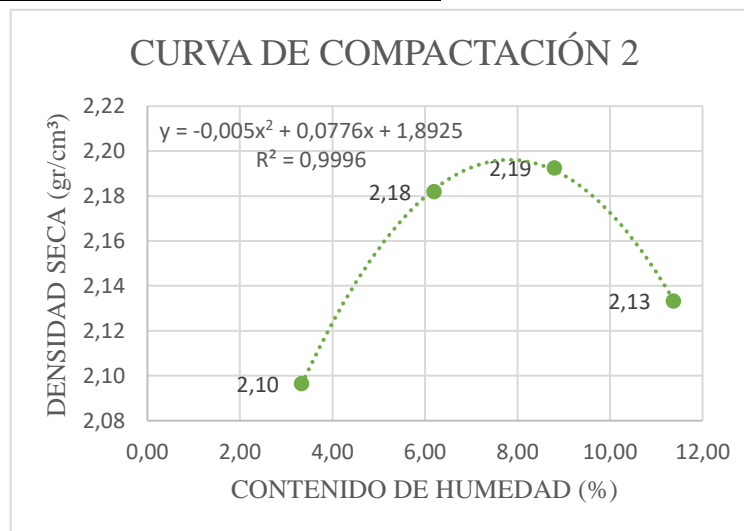
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2,166	2,317	2,385	2,376
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3	12%N°4
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	136,18	100,09	114,27	133,12
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	132,19	95,02	106,01	120,90
PESO DE CÁPSULA (gr)	12,54	13,16	12,09	13,44
PESO DE AGUA (gr)	3,99	5,07	8,26	12,22
PESO DE SUELO SECO (gr)	119,65	81,86	93,92	107,46
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2,10	2,18	2,19	2,13

HUMEDAD ÓPTIMA (%)	7,760
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³)	2,196



.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



COMPACTACIÓN

BANCO DE MATERIAL	3		
FECHA DEL DÍA	23/9/2021		
TEMPERATURA	12 °C	16°Cmax	8°Cmin
CÓDIGO DE BALANZA	U-3103-55941		
NÚMERO DE MUESTRA	3		
PESO TOTAL DE MUESTRA	6,0000	Kg	
TAMAÑO MÁXIMO	3/4"	pulgadas	

N° DE ENSAYO	1	2	3	4
N° DE CAPAS	5	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	56	56	56
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	10915	11255	11430	11410
PESO DE MOLDE (gr)	6433,63	6433,63	6433,63	6433,63
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3	12%N°4
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	128,81	138,25	141,04	144,75
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	126,44	132,29	131,12	132,03
PESO DE CÁPSULA (gr)	13,45	12,53	12,95	13,37
% DE HÚMEDAD TEÓRICA	2,10	4,98	8,39	10,72
PESO DE SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr)	10915	11255	11430	11410
PESO DE MOLDE (gr)	6433,63	6433,63	6433,63	6433,63
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4481,37	4821,37	4996,37	4976,37

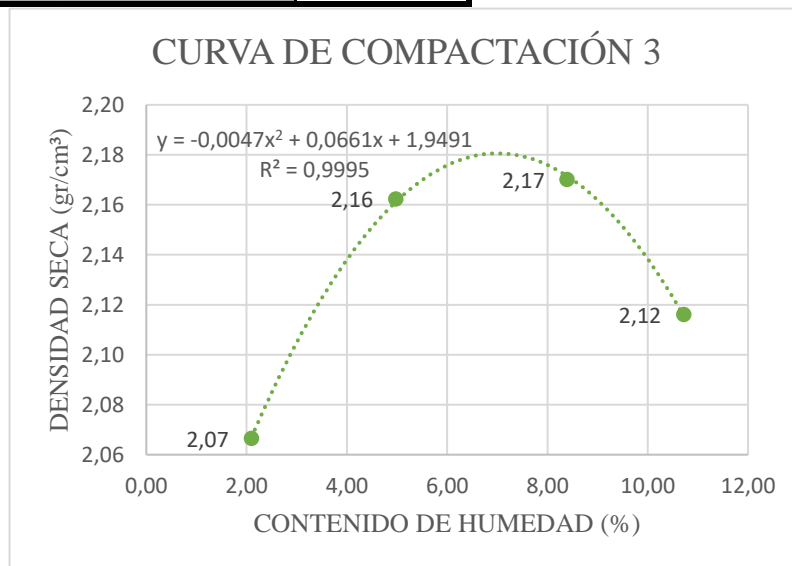
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2,110	2,270	2,352	2,343
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2124	2124	2124	2124
N° DE CÁPSULA	3%N°1	6%N°2	9%N°3	12%N°4
PESO DE SUELO HÚMEDO+CÁPSULA (gr)	128,81	138,25	141,04	144,75
PESO DE SUELO SECO+CÁPSULA (gr)	126,44	132,29	131,12	132,03
PESO DE CÁPSULA (gr)	13,45	12,53	12,95	13,37
PESO DE AGUA (gr)	2,37	5,96	9,92	12,72
PESO DE SUELO SECO (gr)	112,99	119,76	118,17	118,66
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2,07	2,16	2,17	2,12

HUMEDAD ÓPTIMA (%)	7,043
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³)	2,168



.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



**COMPACTACIÓN POR VIBRACIÓN BAJO CARGA
CONSTANTE CALIBRACIÓN DE MOLDE**

FECHA DEL DIA	20/8/2021
----------------------	-----------

CÓDIGO DE BALANZA	90067606
--------------------------	----------

CALIBRACIÓN DEL MOLDE

MÉTODO DEL LLENADO DE AGUA

N° DE CALIBRACIONES	1	2	3
TEMPERATURA (°C)	17	18	18
DENSIDAD (gr/cm³) (Kg/l)	0,99884	0,99859	0,99859
PESO DEL MOLDE GRANDE (Kg)	9,285	9,285	9,285
PESO DEL MOLDE+AGUA (Kg)	23,265	23,265	23,265
PESO DEL AGUA (Kg)	13,980	13,980	13,980
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)	13996,236	13999,740	13999,740
VOLUMEN DEL MOLDE PROM (cm³)	13998,572		

.....
Juan Santiago Estrada Heredia
Universitario

.....
Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



**COMPACTACIÓN POR VIBRACIÓN BAJO CARGA
CONSTANTE CALIBRACIÓN DE MOLDE**

FECHA DEL DIA | 20/8/2021

CÓDIGO DE BALANZA | 90067606

CALIBRACIÓN DEL MOLDE

MÉTODO DEL LLENADO DE AGUA

Nº DE CALIBRACIONES	1	2	3
TEMPERATURA (°C)	17	18	18
DENSIDAD (gr/cm ³) (Kg/l)	0,99884	0,99859	0,99859
PESO DEL MOLDE PEQUEÑO (Kg)	3,710	3,710	3,710
PESO DEL MOLDE+AGUA (Kg)	6,510	6,510	6,510
PESO DEL AGUA (Kg)	2,800	2,800	2,800
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2803,252	2803,954	2803,954
VOLUMEN DEL MOLDE PROM (cm ³)	2803,720		

.....
Juan Santiago Estrada Heredia
Universitario

.....
Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



**COMPACTACIÓN POR VIBRACIÓN BAJO CARGA
CONSTANTE MÉTODO SECO**

BANCO DE MATERIAL 1

FECHA DEL DIA 30/8/2021

CÓDIGO DE BALANZA 90067606

TAMANO MÁXIMO 11/2" pulgadas

N° DE ENSAYO	1	2	3
LECTURA DE DIAL INICIAL (mm)	46,23	46,875	46,33
LECTURA DE DIAL FINAL (mm)	19,17	18,36	19,3
AREA DEL MOLDE (cm ²)	615,752	615,752	615,752
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	13998,57	13998,57	13998,57
PESO DEL SUELO VIBRADO + MOLDE (Kg)	36,975	36,835	36,940
DENSIDAD MÁXIMA SECA (gr/cm ³)	2,245	2,250	2,242

.....
Juan Santiago Estrada Heredia
Universitario

.....
Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



**COMPACTACIÓN POR VIBRACIÓN BAJO CARGA
 CONSTANTE MÉTODO SECO**

BANCO DE MATERIAL | 1

FECHA DEL DIA | 31/8/2021

CÓDIGO DE BALANZA | 90067606

TAMAÑO MÁXIMO | 1" | pulgadas

N° DE ENSAYO	1	2	3
LECTURA DE DIAL INICIAL (mm)	47,57	47,11	46,75
LECTURA DE DIAL FINAL (mm)	15,35	15,735	17,15
AREA DEL MOLDE (cm ²)	615,752	615,752	615,752
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	13998,57	13998,57	13998,57
PESO DEL SUELO VIBRADO + MOLDE (Kg)	36,275	36,335	36,570
DENSIDAD MÁXIMA SECA (gr/cm ³)	2,246	2,242	2,241

.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



**COMPACTACIÓN POR VIBRACIÓN BAJO CARGA
 CONSTANTE MÉTODO SECO**

BANCO DE MATERIAL 1

FECHA DEL DÍA 25/8/2021

CÓDIGO DE BALANZA U-3103-1209-76-55940

TAMAÑO MÁXIMO 3/4" pulgadas

N° DE ENSAYO	1	2	3
LECTURA DE DIAL INICIAL (mm)	36,755	35,845	36,945
LECTURA DE DIAL FINAL (mm)	21,76	19,51	21,115
AREA DEL MOLDE (cm ²)	181,458	181,458	181,458
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2803,72	2803,72	2803,72
PESO DEL SUELO VIBRADO + MOLDE (Kg)	9,120	9,100	9,110
DENSIDAD MÁXIMA SECA (gr/cm ³)	2,137	2,150	2,146

.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



**COMPACTACIÓN POR VIBRACIÓN BAJO CARGA
 CONSTANTE MÉTODO SECO**

BANCO DE MATERIAL 2

FECHA DEL DIA 29/9/2021

CÓDIGO DE BALANZA 90067606

TAMANO MÁXIMO 11/2" pulgadas

Nº DE ENSAYO	1	2	3
LECTURA DE DIAL INICIAL (mm)	45,59	44,2	44,235
LECTURA DE DIAL FINAL (mm)	24,61	20,255	22,04
AREA DEL MOLDE (cm ²)	615,752	615,752	615,752
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	13998,57	13998,57	13998,57
PESO DEL SUELO VIBRADO + MOLDE (Kg)	36,950	36,390	36,975
DENSIDAD MÁXIMA SECA (gr/cm ³)	2,177	2,164	2,192

.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



**COMPACTACIÓN POR VIBRACIÓN BAJO CARGA
 CONSTANTE MÉTODO SECO**

BANCO DE MATERIAL | 2

FECHA DEL DIA | 30/9/2021

CÓDIGO DE BALANZA | 90067606

TAMAÑO MÁXIMO | 1" | pulgadas

N° DE ENSAYO	1	2	3
LECTURA DE DIAL INICIAL (mm)	41,33	42,21	43,33
LECTURA DE DIAL FINAL (mm)	15,145	14,02	10,945
AREA DEL MOLDE (cm ²)	615,752	615,752	615,752
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	13998,57	13998,57	13998,57
PESO DEL SUELO VIBRADO + MOLDE (Kg)	36,485	36,765	36,125
DENSIDAD MÁXIMA SECA (gr/cm ³)	2,196	2,241	2,236

.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



**COMPACTACIÓN POR VIBRACIÓN BAJO CARGA
 CONSTANTE MÉTODO SECO**

BANCO DE MATERIAL 2

FECHA DEL DIA 27/9/2021

CÓDIGO DE BALANZA U-3103-1209-76-55940

TAMAÑO MÁXIMO 3/4" pulgadas

N° DE ENSAYO	1	2	3
LECTURA DE DIAL INICIAL (mm)	35,995	36,1	36,635
LECTURA DE DIAL FINAL (mm)	22,575	21,85	23,6
AREA DEL MOLDE (cm ²)	181,458	181,458	181,458
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2803,72	2803,72	2803,72
PESO DEL SUELO VIBRADO + MOLDE (Kg)	9,400	9,450	9,415
DENSIDAD MÁXIMA SECA (gr/cm ³)	2,222	2,255	2,222

.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



**COMPACTACIÓN POR VIBRACIÓN BAJO CARGA
CONSTANTE MÉTODO SECO**

BANCO DE MATERIAL 3

FECHA DEL DÍA 6/10/2021

CÓDIGO DE BALANZA 90067606

TAMANO MÁXIMO 11/2" pulgadas

Nº DE ENSAYO	1	2	3
LECTURA DE DIAL INICIAL (mm)	42,515	42,085	41,605
LECTURA DE DIAL FINAL (mm)	12,025	12,05	13,32
AREA DEL MOLDE (cm ²)	615,752	615,752	615,752
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	13998,57	13998,57	13998,57
PESO DEL SUELO VIBRADO + MOLDE (Kg)	36,125	36,070	36,260
DENSIDAD MÁXIMA SECA (gr/cm ³)	2,214	2,205	2,201

.....
Juan Santiago Estrada Heredia
Universitario

.....
Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



**COMPACTACIÓN POR VIBRACIÓN BAJO CARGA
CONSTANTE MÉTODO SECO**

BANCO DE MATERIAL | 3

FECHA DEL DIA | 12/10/2021

CÓDIGO DE BALANZA | 90067606

TAMAÑO MÁXIMO | 1" | pulgadas

Nº DE ENSAYO	1	2	3
LECTURA DE DIAL INICIAL (mm)	42,59	42,11	41,785
LECTURA DE DIAL FINAL (mm)	16,63	16,05	16,99
AREA DEL MOLDE (cm ²)	615,752	615,752	615,752
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	13998,57	13998,57	13998,57
PESO DEL SUELO VIBRADO + MOLDE (Kg)	35,985	35,950	36,100
DENSIDAD MÁXIMA SECA (gr/cm ³)	2,153	2,151	2,150

.....
Juan Santiago Estrada Heredia
Universitario

.....
Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



COMPACTACIÓN POR VIBRACIÓN BAJO CARGA CONSTANTE MÉTODO SECO

BANCO DE MATERIAL 3

FECHA DEL DÍA 24/9/2021

CÓDIGO DE BALANZA U-3103-1209-76-55940

TAMAÑO MÁXIMO 3/4" pulgadas

Nº DE ENSAYO	1	2	3
LECTURA DE DIAL INICIAL (mm)	34,38	36,365	35,615
LECTURA DE DIAL FINAL (mm)	20,475	22,955	23,26
AREA DEL MOLDE (cm ²)	181,458	181,458	181,458
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2803,72	2803,72	2803,72
PESO DEL SUELO VIBRADO + MOLDE (Kg)	9,155	9,310	9,340
DENSIDAD MÁXIMA SECA (gr/cm ³)	2,134	2,187	2,183

.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



**COMPACTACIÓN POR VIBRACIÓN BAJO CARGA
 CONSTANTE MÉTODO HUMEDO**

BANCO DE MATERIAL	1
--------------------------	---

FECHA DEL DIA	1/9/2021
----------------------	----------

CÓDIGO DE BALANZA	90067606
--------------------------	----------

TAMAÑO MÁXIMO	1 1/2"	pulgadas
----------------------	--------	----------

CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO	5,085	%
------------------------------------	-------	---

N° DE ENSAYO	1	2	3
LECTURA DE DIAL INICIAL (mm)	43,59	44,555	42,9
LECTURA DE DIAL FINAL (mm)	15,8	16,135	15,64
AREA DEL MOLDE (cm ²)	615,752	615,752	615,752
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	13998,57	13998,57	13998,57
PESO DEL SUELO VIBRADO + MOLDE (Kg)	31,460	31,440	31,280
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³)	2,258	2,264	2,238

.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



**COMPACTACIÓN POR VIBRACIÓN BAJO CARGA
 CONSTANTE MÉTODO HUMEDO**

BANCO DE MATERIAL	1
--------------------------	---

FECHA DEL DIA	2/9/2021
----------------------	----------

CÓDIGO DE BALANZA	90067606
--------------------------	----------

TAMAÑO MÁXIMO	1"	pulgadas
----------------------	----	----------

CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO	6,048	%
------------------------------------	-------	---

N° DE ENSAYO	1	2	3
LECTURA DE DIAL INICIAL (mm)	42,38	44,12	43,555
LECTURA DE DIAL FINAL (mm)	10,225	11,62	10,4
AREA DEL MOLDE (cm²)	615,752	615,752	615,752
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)	13998,57	13998,57	13998,57
PESO DEL SUELO VIBRADO + MOLDE (Kg)	31,010	31,065	31,005
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm³)	2,271	2,280	2,283

.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



**COMPACTACIÓN POR VIBRACIÓN BAJO CARGA
 CONSTANTE MÉTODO HUMEDO**

BANCO DE MATERIAL	1
--------------------------	---

FECHA DEL DIA	26/8/2021
----------------------	-----------

CODIGO DE BALANZA	U-3103-1209-76-55940
--------------------------	----------------------

TAMAÑO MÁXIMO	3/4"	pulgadas
----------------------	------	----------

CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO	9,189	%
------------------------------------	-------	---

N° DE ENSAYO	1	2	3
LECTURA DE DIAL INICIAL (mm)	33,325	33,625	34,265
LECTURA DE DIAL FINAL (mm)	12,91	13,235	15,31
AREA DEL MOLDE (cm²)	181,458	181,458	181,458
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)	2803,72	2803,72	2803,72
PESO DEL SUELO VIBRADO + MOLDE (Kg)	8,929	8,886	8,990
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm³)	2,145	2,127	2,147

.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



**COMPACTACIÓN POR VIBRACIÓN BAJO CARGA
 CONSTANTE MÉTODO HUMEDO**

BANCO DE MATERIAL	2
--------------------------	---

FECHA DEL DIA	29/9/2021
----------------------	-----------

CÓDIGO DE BALANZA	90067606
--------------------------	----------

TAMAÑO MÁXIMO	11/2"	pulgadas
----------------------	-------	----------

CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO	3,340	%
------------------------------------	-------	---

N° DE ENSAYO	1	2	3
LECTURA DE DIAL INICIAL (mm)	42,965	42,405	42,93
LECTURA DE DIAL FINAL (mm)	19,965	19,955	20,42
AREA DEL MOLDE (cm ²)	615,752	615,752	615,752
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	13998,57	13998,57	13998,57
PESO DEL SUELO VIBRADO + MOLDE (Kg)	31,130	31,305	31,420
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³)	2,179	2,187	2,197

.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



**COMPACTACIÓN POR VIBRACIÓN BAJO CARGA
 CONSTANTE MÉTODO HUMEDO**

BANCO DE MATERIAL	2
--------------------------	----------

FECHA DEL DIA	30/9/2021
----------------------	------------------

CÓDIGO DE BALANZA	90067606
--------------------------	-----------------

TAMAÑO MÁXIMO	1"	pulgadas
----------------------	-----------	-----------------

CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO	4,450	%
------------------------------------	--------------	----------

N° DE ENSAYO	1	2	3
LECTURA DE DIAL INICIAL (mm)	40,555	40,715	40,595
LECTURA DE DIAL FINAL (mm)	13,955	13,395	10,045
AREA DEL MOLDE (cm²)	615,752	615,752	615,752
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)	13998,57	13998,57	13998,57
PESO DEL SUELO VIBRADO + MOLDE (Kg)	31,200	31,025	31,135
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm³)	2,224	2,218	2,263

.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



**COMPACTACIÓN POR VIBRACIÓN BAJO CARGA
 CONSTANTE MÉTODO HUMEDO**

BANCO DE MATERIAL	2
--------------------------	---

FECHA DEL DÍA	27/9/2021
----------------------	-----------

CODIGO DE BALANZA	U-3103-1209-76-55940
--------------------------	----------------------

TAMANO MÁXIMO	3/4"	pulgadas
----------------------	------	----------

CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO	3,561	%
------------------------------------	-------	---

N° DE ENSAYO	1	2	3
LECTURA DE DIAL INICIAL (mm)	31,96	32,145	33,46
LECTURA DE DIAL FINAL (mm)	9,06	7,565	7,525
AREA DEL MOLDE (cm ²)	181,458	181,458	181,458
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2803,72	2803,72	2803,72
PESO DEL SUELO VIBRADO + MOLDE (Kg)	8,935	8,735	8,690
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³)	2,188	2,131	2,134

.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



**COMPACTACIÓN POR VIBRACIÓN BAJO CARGA
 CONSTANTE MÉTODO HUMEDO**

BANCO DE MATERIAL	3
--------------------------	---

FECHA DEL DIA	8/10/2021
----------------------	-----------

CÓDIGO DE BALANZA	90067606
--------------------------	----------

TAMAÑO MÁXIMO	11/2"	pulgadas
----------------------	-------	----------

CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO	7,303	%
------------------------------------	-------	---

N° DE ENSAYO	1	2	3
LECTURA DE DIAL INICIAL (mm)	41,05	40,73	40,425
LECTURA DE DIAL FINAL (mm)	7,375	8,74	11,96
AREA DEL MOLDE (cm ²)	615,752	615,752	615,752
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	13998,57	13998,57	13998,57
PESO DEL SUELO VIBRADO + MOLDE (Kg)	31,000	31,005	31,085
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³)	2,288	2,269	2,235

.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



**COMPACTACIÓN POR VIBRACIÓN BAJO CARGA
 CONSTANTE MÉTODO HUMEDO**

BANCO DE MATERIAL	3
--------------------------	---

FECHA DEL DIA	12/10/2021
----------------------	------------

CÓDIGO DE BALANZA	90067606
--------------------------	----------

TAMAÑO MÁXIMO	1"	pulgadas
----------------------	----	----------

CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO	7,241	%
------------------------------------	-------	---

N° DE ENSAYO	1	2	3
LECTURA DE DIAL INICIAL (mm)	41,915	42,53	43,555
LECTURA DE DIAL FINAL (mm)	12,38	12,565	13,71
AREA DEL MOLDE (cm²)	615,752	615,752	615,752
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)	13998,57	13998,57	13998,57
PESO DEL SUELO VIBRADO + MOLDE (Kg)	31,050	31,040	31,005
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm³)	2,245	2,249	2,244

.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



**COMPACTACIÓN POR VIBRACIÓN BAJO CARGA
 CONSTANTE MÉTODO HUMEDO**

BANCO DE MATERIAL	3
--------------------------	---

FECHA DEL DIA	6/10/2021
----------------------	-----------

CODIGO DE BALANZA	U-3103-1209-76-55940
--------------------------	----------------------

TAMAÑO MÁXIMO	3/4"	pulgadas
----------------------	------	----------

CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO	7,745	%
------------------------------------	-------	---

N° DE ENSAYO	1	2	3
LECTURA DE DIAL INICIAL (mm)	30,655	31,385	31,835
LECTURA DE DIAL FINAL (mm)	12,575	11,95	12,125
AREA DEL MOLDE (cm ²)	181,458	181,458	181,458
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2803,72	2803,72	2803,72
PESO DEL SUELO VIBRADO + MOLDE (Kg)	8,980	8,995	8,980
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³)	2,129	2,156	2,154

.....
 Juan Santiago Estrada Heredia
 Universitario

.....
 Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
 Encargado de Laboratorio de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



Designación: D4254 – 00 Reaprobación 2006

Método de Prueba Estándar para Densidad Mínima, Peso Unitario de Suelos y Cálculo de Densidad Relativa¹

Ésta norma se encuentra clasificada bajo la designación D4254; el número que le sigue inmediatamente indica el año de la adopción original o, en caso de revisión, el año de la última revisión. Un número entre paréntesis indica el año de la última re-aprobación. El símbolo Epsilon (e) indica un cambio editorial desde la última revisión o re-aprobación.

Esta norma ha sido aprobada para su uso por agencias del Departamento de Defensa.

1. Alcance

1.1 Estos métodos de ensayo cubren la determinación de la densidad mínima seca/unidad de peso de suelos sin cohesión y drenaje libre. El adjetivo “seco” se omite en el título y en el resto de esta norma para ser consecuente con las definiciones dadas en la Sección 3 sobre Terminología.

1.2 Sistema de Unidades:

1.2.1 El aparato de prueba descrito a continuación, ha sido desarrollado y fabrica utilizando los valores de sistema gravimétrico o el sistema libra-pulgada. Por lo cual, las dimensiones y masas dadas en libras o pulgadas son consideradas en esta norma.

1.2.2 Es frecuente que en ingeniería se utilicen libras para representar unidad de masa (lbm) y unidad de fuerza (lbf). Implícitamente, esto combina dos sistemas de unidad distintos; el Sistema Gravitacional y el Sistema Absoluto. No es científicamente recomendable utilizar ambos sistemas de medida dentro de una misma norma. Éste método de prueba utiliza el Sistema Gravitacional para trabajar con el sistema de libra-pulgada. En este sistema, la libra (lbf) representa una unidad de fuerza (peso). Sin embargo, las balanzas y escalas miden masa, por lo que el peso debe ser calculado. En el Sistema libra-pulgadas es común que 1 lbf sea equivalente a 1lbm. A pesar de que reportar la densidad no se considera como inconformidad con esta norma, los pesos unitarios deben ser calculados y reportados ya que estos resultados pueden usarse para determinar fuerza o tensión.

1.2.3 Los términos densidad y peso unitario son utilizados alternativamente con frecuencia. Densidad es masa por volumen unitario; en cambio peso unitario es fuerza por volumen unitario. En esta norma, la densidad se presenta en unidades SI, posterior al cálculo de la densidad, el peso unitario se calcula en SI o en libras-pulgadas, o en ambos.

1.3 Se proporcionan tres métodos alternativos para determinar la mínima densidad/peso unitario como sigue:

¹ Este método de ensayo está bajo la jurisdicción del Comité C09 de ASTM sobre Suelo y Roca y es de responsabilidad directa del Subcomité D18.03 sobre Textura, Plasticidad y Características de Densidad de Suelos.

La edición actual fue aprobada en Febrero de 2006. Publicada en Marzo de 2006. Originalmente aprobada en 1983. La última edición previa fue aprobada en el año 2000 como D4254-00. DOI: 10.1520/D4254-00RO6E01

1.3.1 Método A – utilizando un embudo o una cuchara para depositar el material en el molde.

1.3.2 Método B – depositando el material en el molde, extrayendo un tubo lleno de suelo.

1.3.3 Método C² – depositando material invirtiendo un cilindro graduado.

1.4 El método a utilizarse debe ser especificado por quien asigne el ensayo. Si no se especifica, se debe utilizar el Método A. Este método es el procedimiento preferido para determinar la mínima densidad/peso unitario, en correspondencia con los procedimientos de Método de Prueba **D4253**. Los métodos B y C se proveen como guía de ensayos para estudios especializados, en especial cuando no hay material disponible para usar un molde de 0.100 pies³ (2830 cm³) o 0,500 pies³ (14200 cm³), como requiere el Método A.

1.5 Estos métodos de prueba son aplicables a suelos que contengan hasta el 15% de partículas que pasen un tamiz N° 200 (75- μm) masa seca. Siempre y cuando sea de drenaje libre y no presente cohesión (las dimensiones normales de los tamices están en orden con las Especificaciones **E11**).

1.5.1 El método A es aplicable para suelos en que el 100% de las partículas pase por un tamiz de 3’’ (75mm), masa seca, y que contenga hasta el 30% de masa seca, de partículas retenidas en un tamiz de 1 ½’’ (37,5mm)

1.5.2 El método B es aplicable para suelos en que el 100% de las partículas, masa seca, pase por un tamiz de ¾’’ (19mm).

1.5.3 El método C es aplicable sólo para arenas medianas y finas en que el 100%, masa seca, de las partículas pase un tamiz de 3/8 (9,5mm) y que contenga hasta 10% masa seca, de partículas retenidas en un tamiz N° 10 (2.00mm)

1.5.4 Los suelos, para efectos de prueba, se consideraran como naturalmente libres de cohesión, o partículas procesadas, mezclas o compuestos de suelos naturales y mezclas o compuestos de partículas procesadas, mientras sean de drenaje libre.

1.6 *Esta norma no pretende acercarse a todos los asuntos de seguridad, de haber alguno, asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer prácticas apropiadas de seguridad y salud, así como determinar la aplicabilidad de limitaciones regulatorias antes de su uso.*

2. Documentos de Referencia

2.1 Normas ASTM

C127 Método de Prueba para Gravedad Específica y Absorción de Agregado Grueso.

D422 Método de Prueba para Análisis del Tamaño de Partículas de Suelo.

D653 Terminología Relacionada a Suelos, Rocas y Fluidos Contenidos.

D854 Método de Prueba para Gravedad Específica de Suelos Sólidos por Picnómetro de agua.

D1140 Método de Prueba para Cantidad de Material en Suelos más fino que un tamiz N° 200 (75 μm).

D2216 Método de Prueba para Laboratorio para Determinar Contenido de Agua (humedad) en Suelos y Rocas por Masa.

D2487 Prácticas para Clasificar Suelos para Propósitos Ingenieriles (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)

²Kolbuszewsky, J.J., “Un estudio experimental de la Porosidad Mínima y Máxima de Arenas,” *Procedimientos, Segunda Conferencia Internacional sobre Suelos Mecánicos y Fundamentos de Ingeniería*, Rotterdam Vol I, 1948, pp 158-165.

D2488 Prácticas para Descripción e Identificación de Suelos (Procedimiento Manual Visual)

D3740 Prácticas para Requerimientos Mínimos para Agencias involucradas con el Muestreo y/o Inspección de Suelos y Rocas utilizados para Diseño Ingenieril o Construcción.

D4253 Método de Prueba para Densidad Máxima y Peso Unitario de Suelos usando una mesa vibradora.

D4753 Especificaciones para Evaluar, Seleccionar y Especificar Balanzas y Escalas para Usarse en Ensayos de Suelo, Roca y Materiales de Construcción Asociados.

D6026 Prácticas para Utilizar Dígitos Significativos en Datos Geotécnicos

E11 Especificaciones para Tamices para Propósitos de Ensayos

E 177 Prácticas para la Precisión de Términos y Desviación en los Métodos de Ensayo de ASTM.

E691 Practicas para Conducir un estudio entre laboratorios para Determinar la Precisión de un Método de Prueba

3. Terminología

3.1 *Definiciones:* para definiciones comunes de ésta norma diríjase a Terminología D653.

3.2 *Definiciones de Términos Específicos para esta Norma:*

3.2.1 *Densidad Seca / Peso Unitario* ρ_{d0} o γ_d - la densidad seca/peso unitario de un deposito de suelo o llenado a un coeficiente de vacío determinado.

3.2.2 *Coeficiente Vacío Dado*, e , n - el coeficiente de vacío dado en sitio, de un depósito de suelo o relleno.

3.2.3 *Máxima Densidad / Peso Unitario* ρ_{dmax} o γ_{dmax} , n - la referencia de la máxima densidad/peso unitario de suelo en el estado más denso de compactación que se obtiene en un laboratorio, usando un procedimiento de compactación estándar que minimiza la segregación de las partículas y su colapso.

3.2.4 *Coeficiente de Vacío Máximo*, e_{max} , n - la referencia del coeficiente de vacío en la mínima densidad/peso unitario.

3.2.5 *Mínima Densidad / Peso Unitario* ρ_{dmin} o γ_{dmin} , n - la referencia densidad seca/peso unitario del suelo en el estado de compactación más suelo que se obtiene usando un procedimiento de laboratorio estándar que previene el aglutinamiento y minimiza la segregación de partículas.

3.2.6 *Coeficiente de Vacío Mínimo*, e_{min} , n - la referencia coeficiente de vacío en la máxima densidad/peso unitario.

3.2.7 *Densidad Relativa*, D_d , n - el coeficiente, expresado como porcentaje, de la diferencia entre el coeficiente de vacío máximo y cualquier coeficiente de vacío, de suelo sin cohesión y de drenaje libre, a la diferencia entre el coeficiente de vacío máximo y mínimo. La ecuación es:

$$D_d = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}} \times 100 \quad (1)$$

o en términos de la correspondiente densidad seca:

$$D_d = \frac{\rho_{dmax}(\rho_d - \rho_{dmin})}{\rho_d(\rho_{dmax} - \rho_{dmin})} \times 100 \quad (2)$$

o en términos del correspondiente peso unitario seco:

$$D_d = \frac{\gamma_{dmax}(\gamma_d - \gamma_{dmin})}{\gamma_d(\gamma_{dmax} - \gamma_{dmin})} \quad (3)$$

3.2.8 *Densidad / Peso Unitario I, n* – el coeficiente, expresado como porcentaje, de la diferencia entre cualquier densidad seca/peso unitario y la mínima densidad/peso unitario, de suelo sin cohesión, a la diferencia entre la densidad/peso unitario máximo y mínimo, la ecuación es:

$$I_d = \frac{\rho_d - \rho_{dmin}}{\rho_{dmax} - \rho_{dmin}} \times 100 \quad (4)$$

o en términos del correspondiente peso unitario seco:

$$I_d = \frac{\gamma_d - \gamma_{dmin}}{\gamma_{dmax} - \gamma_{dmin}} \times 100 \quad (5)$$

4. Resumen de Métodos de Ensayo

4.1 El índice mínimo densidad/peso unitario representa el estado más suelto de un suelo sin cohesión y de drenaje libre, que se puede obtener por medio de un procedimiento estándar de laboratorio, el cual previene el aglutinamiento y minimiza la segregación de partículas. Cualquier procedimiento que se escoja consistirá en calcular la densidad/peso unitario de una muestra de suelo, secado en horno y depositado en un envase de volumen conocido, de forma Taltal que prevenga el aglutinamiento y la segregación de partículas, y minimice la compactación de la muestra.

5. Significados y Usos

5.1 La densidad/peso unitario de suelos sin cohesión puede ser determinada por varios métodos en sitio, terreno, o a través de la toma de medidas de dimensiones físicas y masas en muestras de laboratorio. La densidad seca/peso unitario de suelos sin cohesión no revela necesariamente, y por sí solo, si el suelo es suelo o denso.

5.2 La densidad relativa/peso unitario expresa el grado de compactación de suelos sin cohesión, con relación al estado más suelto y más denso que se puede obtener por medio de un procedimiento estándar de laboratorio. Sólo cuando se compara con el posible rango de variación, en términos de la densidad relativa/peso unitario, puede la densidad seca/peso unitario ser relacionada con el esfuerzo de compactación para poner la muestra en un relleno compacto o indicar el cambio de volumen y la tendencia a tensión – deformación de suelo cuando es sometido a carga externa.

5.3 Un mínimo absoluto densidad/peso unitario no se obtiene necesariamente con estos métodos de prueba.

Nota 1 – existen publicaciones que indican que estos métodos de ensayo tiene una alta variabilidad³. Sin embargo, esta variabilidad puede ser reducida considerablemente con la adecuada calibración de los equipos, y con especial cuidado en procedimientos y técnica adecuados.

5.4 El uso de los moldes estándares (6.3.1) ha probado ser satisfactorio para la mayoría de los suelos que requieren pruebas de mínima densidad/peso unitario. Sólo se utilizarán moldes especiales (6.3.2) cuando los resultados de los ensayos se apliquen en conjunto con estudios especializados y diseños, y cuando no haya suficiente suelo para llenar los moldes estándar. Estos resultados deben ser aplicados con precaución ya que la mínima densidad/peso unitario obtenido con moldes especiales puede no concordar con el que se obtendría con moldes estándares.

Nota 2 – la calidad de los resultados, depende de la competencia del personal que realiza los ensayos, y que los equipos e instalaciones sean adecuados. Las agencias que cumplan con lo estipulado en los criterios de Práctica D3740 se consideran, en general, capaces de realizar ensayos, toma de muestras, inspecciones, etc. de manera competente. Se advierte a los usuarios de esta norma que el cumplimiento de la Práctica D3740 no asegura resultados confiables. Los resultados confiables dependen de muchos factores; la Práctica D3740 provee un medio para evaluar algunos de esos factores.

6. Instrumental

6.1 Instrumentos para Métodos A, B, C:

6.1.1 Horno Secado controlado por termostato, preferentemente del tipo flujo forzado, capaz de mantener una temperatura uniforme en toda la cámara de secado de 230 ± 9 °F (110 ± 5 °C).

6.1.2 Tamices, 3’’ (75mm), 1 – ½’’ (37.5mm), ¾’’ (19mm), 3/8’’ (9,5mm), N° 4 (4.75mm), N° 10 (2.00mm) y N° 200 (75µm), conforme a los requerimientos de la Especificación E11.

6.2 Los instrumentos para determinar mínima densidad/peso unitario de suelo sin cohesión con los Métodos A y B se especifica en 6.3. El instrumental para el método C se especifica en 6.4

6.3 Moldes Estándares – moldes cilíndricos metálicos que tengan un volumen nominal de 0.100 pies³ (2830 cm³) y 0.500 pies³ (14200 cm³). Los moldes deben ser de acuerdo a los requerimientos de la Figura 1. El volumen real de los moldes debe ser entre $\pm 1.5\%$ del valor nominal especificado.

6.3.2 Moldes Especiales – moldes metálicos cilíndricos que tengan una capacidad menor a 0.100 pies³ (2830 cm³), un diámetro igual o mayor que 2 ¾’’ (70mm) pero menor que 4’’ (10mm), conforme a la metodología de diseño presentada en la Figura 2. Estos moldes sólo pueden ser usados cuando los resultados sean usados en estudios especializados o diseño, y cuando no haya suficiente suelo como para usar el molde de 0.100 pies³ (2830 cm³)

6.3.3 Balanzas de suficiente capacidad como para determinar la masa de la muestra al 0.1%. Las balanzas que cumplen satisfactoriamente con este requerimiento, en la mayoría de las condiciones, tienen las especificaciones siguientes:

³ Selig, E.T., y Ladd, R.S., eds., *Evaluación de Densidad Relativa y su Rol en Proyectos Geotécnicos que involucren Suelos Cohesivos*, ASTM STP 523, ASTM 1973.

6.3.3.1 Para moldes de 0.500pies³ (14200 cm³), utilizar una balanza que tenga una capacidad mínima de 40 kg. y que cumpla con los requerimientos de la Especificación **D4763** para clase GP 10 (división de 5g).

6.3.3.2 Para moldes de 0.100 pies³ (2830 cm³), utilizar una balanza con una capacidad mínima de 15 kg y que cumpla con los requerimientos de la Especificación **D4753** para clase GP 5 (división de 1g).

6.3.3.3 Para moldes especiales que tengan la capacidad menor a 0.100 pies³ (2830 cm³), utilizar una balanza que tenga una capacidad mínima de por los menos 2 kg y que cumpla con los requerimientos de la Especificación **D4753** para Clase GP 2 (división de 0.1g)

6.3.4 *Dispositivos para verter (embudo)* - son utilizados con moldes estándar de 0.100 pies³ (2830 cm³) y moldes especiales. Estos dispositivos son, por lo general, envases rígidos con volúmenes aproximadamente 1.25 o 2 veces mayores que los volúmenes de los moldes, y adecuado con tubos de 6'' (150mm) de largo. Se requieren dos tubos, con con diámetro interno de 0.50'' (13mm) y el otro con un diámetro interno de 1.0 plg (25mm). Un borde con lengüeta, o cualquier otro medio, debe ser proporcionado para poder conectar de manera segura el tubo al envase, y permitir el flujo parejo y sin interrupciones de la muestra del envase al tubo y al molde.

6.3.5 *Tubos Rígidos de Paredes Finas*, para utilizarse con el Método B. El tamaño de los tubos depende del tamaño del molde seleccionado. El volumen de los tubos debe ser entre 1.25 y 1.30 veces el volumen del molde. El diámetro interno del tubo deberá ser aproximadamente 0.7 veces el diámetro interno del molde.

6.3.6 Otros instrumentos como bateas de mezcla, palas metálicas, cepillo de pelo, una regla metálica (para remover el exceso de suelo después de que se haya introducido al molde).

6.4 *Instrumental para Método C:*

6.4.1 *Cilindro de Vidrio Graduado*, que tenga un volumen de 2000 mL, graduado cada 20 mL, y con un diámetro interior de 3'' (75mm) aproximadamente.

6.4.2 *Balanza*, de al menos 2 kg de capacidad y que esté en acuerdo con **6.3.3.3**

6.4.3 *Tamices*, 3/8''(9.5mm), N° 10 (2.00mm) y N° 200 (75µm) conforme a los requerimientos de la Especificación E11.

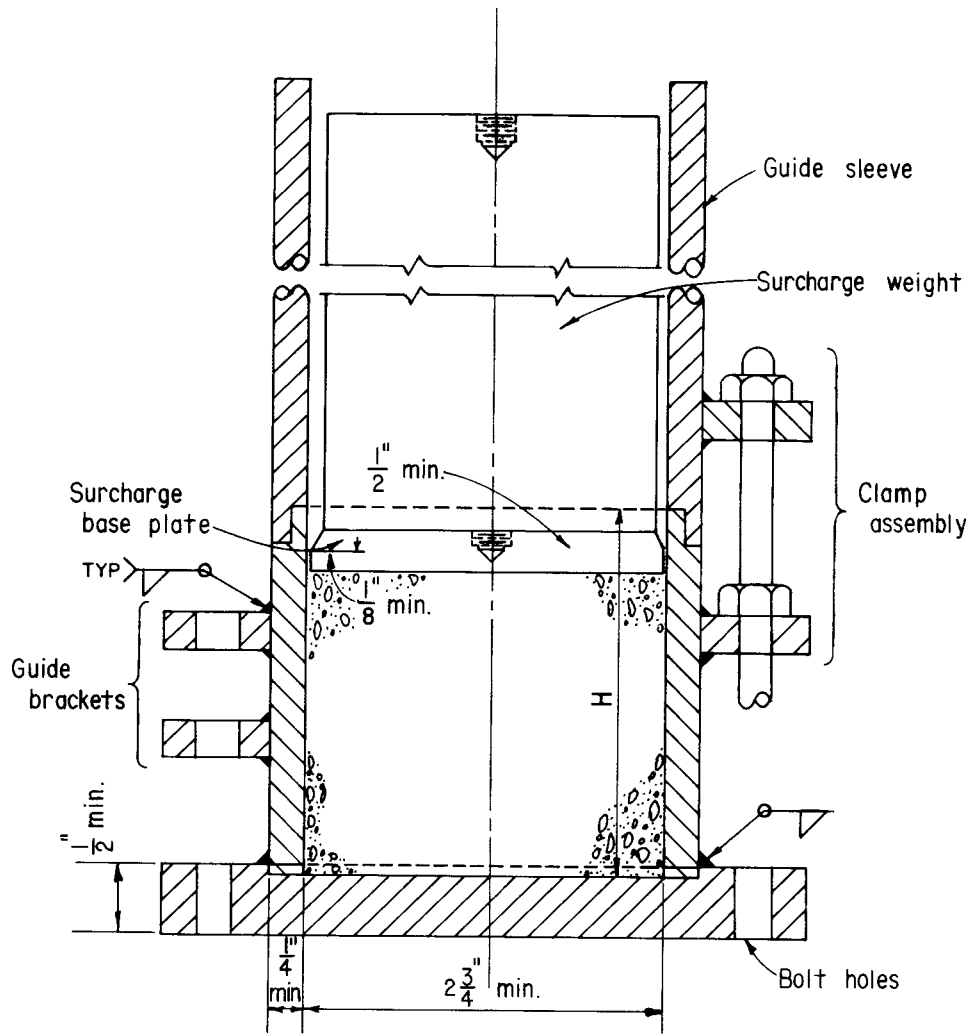
7. Muestras y Tomas de Muestras

7.1 Previo al ensayo, la muestra debe ser almacenada de manera tal de prevenir el congelamiento, contaminación con otras materias, pérdida de muestra, o pérdida de identificación.

7.2 Los requerimientos de muestreo y muestras para el Método A y B, se presentan en los siguientes párrafos. Los requerimientos para el método C comienzan en **7.4**

7.3 El tamaño (masa) requerido de la muestra y molde es una función del tamaño máximo de partículas encontrado en la muestra, y de la distribución (graduación) del tamaño de las partículas de la muestra (**Ver Tabla 1**)

7.3.1 Usando un método visual o el Método de Prueba **D422** (dependiendo de la complejidad de la graduación de la muestra y la experiencia del operador) determine el



$$H = (0.7 \text{ to } 1.3) \text{ times diameter}$$

Surcharge Base plate = plato de sobrecarga
 Guide brackets = pinza
 Clamp = abrazadera
 Surcharge weight = peso de sobrecarga

SD	Equivalentes
pulgadas	mm
1/8	3.2
1/4	6.4
1/2	13
2 3/4	70

Figura 2 Molde Cilíndrico Metálico Especial

Tabla 1 Masa Requerida de Muestra

Tamaño máximo 100% Paso, (mm)	Masa de Muestra Requerida, kg	Dispositivo para Ensayo de Densidad Mínima	Tamaño Molde a ser utilizado, pies ³ (cm ³)
3 (75)	34	Pala o cuchara extra grande	0.500 (14200)
1 1/2 (38.1)	34	Cuchara	0.500 (14200)
3/4 (19.0)	11	Cuchara	0.100 (2830)
3/8 (9.5)	11	Embudo con diámetro de 1pl (25mm)	0.100 (2830)
Nº 4 (4.75) o menor	11	Embudo con diámetro 1/2 pl (13mm)	0.100 (2830)

7.3.3 Cuando es pertinente utilizar moldes especiales, el 100% de la muestra deberá pasar por un tamiz de $\frac{3}{4}$ '' (19mm) y menos del 10% deberá ser retenido en un tamiz de $\frac{3}{8}$ '' (9.5mm)

7.3.3.1 La muestra seleccionada para el ensayo no deberá tener una masa inferior a la determinada por la siguiente ecuación:

$$M_r = 0.0024 \cdot V_m \quad (6)$$

donde:

M_m = masa requerida, kg. y
 V_m = volumen del molde, cm^3

7.4 Seleccione una muestra representativa de suelo que cumpla con los requerimientos de 7.3, utilizando un divisor, u otro método como el de los cuartos. Para el método C, la muestra deberá tener una masa de aproximadamente 1.5 kg.

7.5 Seque la muestra en un horno, manteniendo una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$ a una masa constante. La arena que haya sido secada en horno y que se utilizará para el Método C, deberá enfriarse en un contenedor hermético. Por lo general es recomendable obtener el contenido de el agua de la muestra del área. Si es el caso, determine el contenido de agua en conformidad con el Método de Prueba D2216.

7.5.1 Posterior al secado, deshaga cuidadosamente los agregados cementados débiles, evitando reducir el tamaño natural de las partículas.

8. Calibración

8.1 *Moldes* – el volumen y el área transversal de cada molde deberá ser calibrado previo a su uso y de manera intermedia que no exceda las 1000 veces de prueba, o anualmente, lo que ocurra primero. Determine el volumen de cada molde ya sea por el método de medición directa o el método de llenado de agua, como se explica en 8.1.1 y 8.1.2. El volumen que se obtenga por cualquiera de estos métodos, deberá estar dentro del $\pm 1.5\%$ del valor nominal. Es recomendable utilizar ambos métodos, el de medición directa y el de llenado de agua. Si la diferencia entre los dos volúmenes calculados excede el 0.5% del valor nominal del molde, la calibración deberá repetirse. La diferencia repetida entre los valores conseguidos, con relación a los valores tolerados, por ambos métodos después de varios intentos es un indicador de que el molde está seriamente deformado y deberá ser reemplazado. Si ambos métodos se realizan, los resultados de la prueba de agua deben ser asignados al molde (este método refleja con mayor precisión las condiciones del molde).

8.1.1 *Método de Medición Directa* – el volumen del molde se calcula del promedio de por lo menos tres diámetros internos y tres mediciones de altura, separadas uniformemente a lo largo del molde acercándose a 0.001'' (0.025mm). Calcule y registre la altura de cuatro dígitos significativos (en concordancia con la Práctica D6026) en pulgadas, milímetros, o centímetros. Calcule y registre el volumen V_m (cm^3) de cuatro dígitos (en concordancia con la Práctica 6026).

8.1.2 *Método de Llenado de Agua* – llene el molde completamente con agua. Deslice cuidadosamente una placa de vidrio sobre el borde superior del molde para asegurar que el molde esté lleno de agua. Una delgada película de grasa o lubricante de silicona en el borde servirá para sellar la unión entre el molde y el vidrio. Determine la masa de agua requerida para llenar el molde, utilizando una balanza apropiada especificada en 6.3.3. Determine que la temperatura del agua sea cercana a 1 °C. De la **Tabla 2** obtenga el volumen unitario en mililitros por gramo (mL/g) a la temperatura observada. Calcule y registre el volumen del modelo (m³ o cm³) para cuatro dígitos significativos, como se indica a continuación:

8.1.2.1 Para medir la masa en gramos, calcule el volumen cúbico en (cm³), multiplicando la masa de agua (g) utilizada para llenar el molde por el volumen del agua por gramo (mL/g) de la **Tabla 2** y notando que mL=cm. Para determinar el volumen en metros cúbicos (m³) multiplique el volumen en cm por 1 x 10⁻⁶.

Tabla 2 Volumen de Agua por Gramo Basado en Temperatura^A

Temperatura		Volumen de Agua por Temperatura
°C	°F	mL/g
15	59.0	1.0090
16	60.8	1.00106
17	62.6	1.0122
18	64.4	1.00140
19	66.2	1.00129
20	68.0	1.00180
21	69.8	1.00201
22	71.6	1.00223
23	73.4	1.00246
24	75.2	1.00271
25	77.0	1.00296
26	78.8	1.00322
27	80.6	1.00350
28	82.4	1.00378
29	84.4	1.00407
30	86.0	1.00437

^AValores distintos a los aquí presentados se pueden obtener en el Manual de Física y Química del CRC, David R. Lide, Editor en Jefe, Edición 74, 1993-1994.

8.2 Determine y registre la masa del molde vacío, utilizando una balanza apropiada como se especifica en 6.3.3.

9. Procedimiento

9.1 Los pasos a seguir para realizar el Método A, procedimiento preferido deberá estar en concordancia con 9.2. El procedimiento de método B se especifica en 9.3 y el procedimientos del Método C en 9.4.

9.2 Método A

9.2.1 Mezclar la muestra secada en el horno, para emparejar la distribución de los tamaños de las partículas.

9.2.2 Si se utiliza el dispositivo para verter (como se requiere en la [Tabla 1](#)), deposite la muestra en el molde de la manera más suelta posible, vertiendo la muestra desde el canalón en un flujo continuo ([Tabla 1](#)), sosteniendo el embudo de manera vertical o casi vertical. Ajuste la altura del canalón las veces que sean necesarias, para que la caída de la muestra sea libre, a aproximadamente ½'' (13mm) o lo suficiente para que el flujo sea ininterrumpido, y sin que el canalón toque la muestra ya depositada. Mueva el dispositivo de manera espiral, desde los bordes al centro del molde, para que cada capa que de grosor uniforme. El movimiento en espiral deberá ser suficiente para minimizar la segregación de las partículas.

Nota 3 – En arena seca, la estática puede causar aglutinamientos similares a los que ocurren en las partículas con rastro de humedad; cuando este efecto se torne molesto, limpie el equipo en contacto con la arena con un cepillo eliminador de estática.

9.2.2.1 Llene el molde entre ½'' (13mm) a 1'' (25mm) sobre el nivel superior del borde (o hasta que todos los puntos de la superficie se eleven por sobre el plano de los bordes del molde).

9.2.2.2 Elimine el exceso de muestra rasando la superficie con un regla de metal. Estas operaciones se deberán realizar con el máximo cuidado para evitar sacudir el molde o perturbar demasiado la superficie de la muestra causando reconfiguración y asentamiento de las partículas de suelo. Pasar la regla metálica una vez, o un máximo de dos, ha producido mejores resultados.

9.2.3 Si la cuchara o pala (como se pide en la [Tabla 1](#)) es utilizada, deposite la muestra de la manera más holgada posible, sujetando la pala o cuchara por sobre la superficie a una altura en que el material se deslice, y no que se desplome sobre la capa anterior. Si fuera necesario, evite con su mano, que partículas de gran tamaño rueden de la pala o cuchara.

9.2.3.1 Llene el molde hasta que rebalse, pero no más de 1'' (25mm) sobre el borde superior. Para suelos con partículas que pasen un tamiz de ¾'' (25mm) utilice una regla metálica (y los dedos si es necesario) para emparejar la superficie con el borde del molde. Para suelos con un tamaño de partículas considerados grandes, utilice sus dedos para que las partículas más grandes compensen los vacíos de la superficie, sin exceder el borde superior.

9.2.4 Determine y registre la masa del molde, con la muestra, utilizando la balanza apropiada especificada en [6.3.3](#). Calcule y registre la masa de la muestra, como se determina en [8.2](#), restando la masa del molde vacío a la masa del molde lleno de muestra. Calcule la mínima densidad/peso unitario, ρ_{dmin} o $\gamma_{dmin,n}$, en concordancia con la [Sección 10](#).

9.2.5 Los pasos [9.2.1](#) a [9.2.4](#) deberán ser repetidos hasta que los valores consistentes de mínima densidad/peso unitario sean obtenidos (preferentemente dentro del 1%)

9.3 Método B:

9.3.1 Mezcle la muestra secada en el horno, para obtener una distribución uniforme de los tamaños de las partículas.

9.3.2 Seleccione un tubo de paredes delgadas, adecuado y que esté en concordancia con los requerimientos de [6.3.5](#).

9.3.3 Inserte el tubo dentro del molde. Introduzca suelo sin cohesión en el dispositivo para verter; cuchara o pala, cuidando que la segregación del material sea mínima durante el llenado. Llene el tubo entre 1/8" (3mm) a 1/4" (6mm) del borde.

9.3.4 Rápidamente levante el tubo para permitir que la muestra rebalse el molde, refiérase a 9.2.2.1

9.3.5 Siguiendo los procedimientos indicados en 9.2.2.2 o 9.2.3.1; empareje la superficie de la muestra con el borde del molde.

9.3.6 Determine y registre la masa del molde con la muestra, utilizando la balanza apropiada especificada en 6.3.3. Calcule y registre la masa de la muestra dentro del molde restando la masa del molde vacío, como se explica en 8.2, a la masa del molde lleno. Calcule la mínima densidad/peso unitario, ρ_{dmin} o γ_{dmin} , en concordancia con la sección 10.

9.3.7 Los pasos 9.3.1 a 9.3.6 deberán ser repetidos hasta que los valores consistentes de mínima densidad/peso unitario sean obtenidos (preferentemente dentro del 1%).

9.4 Método C:

9.4.1 Introduzca $\pm 1g$ de arena en un cilindro graduado de 2000mL, ponga un tapón. Incline el cilindro al revés y rápidamente vuélvalo a su posición vertical original.

9.4.2 Registre el volumen que la arena ocupa en el cilindro graduado, V_g . Calcule la mínima densidad/peso unitario en concordancia con la Sección 10.

9.4.3 Repita el procedimiento hasta se obtengan tres valores de índice mínimo de densidad/peso unitario consistentes (preferentemente dentro del 1%)

10. Cálculo

10.1 Calcular la densidad (seca) para cada ensayo como se indica a continuación:

$$\rho_{dmin,n} = \frac{M_s}{V} \quad (7)$$

Donde

$\rho_{dmin,n}$ = densidad mínima para cualquier prueba, Mg/m o g/cm.

M_s = masa de la muestra testeada seca, Mg, o g.

V = volumen de la muestra ensayada seca, m^3 , cm^3 . Para los métodos A y B, $V=V_c$, para Método C, $V=V_g$ (refiérase a 9.4.2)

10.1.1 Calcule el promedio de las densidades mínimas $\rho_{dmin,n}$, de los ensayos que estén dentro del 1%. Este valor promedio debe ser registrado e informado como la mínima densidad, ρ_{dmin} de la muestra.

10.1.2 Si se requiere, calcule el peso unitario mínimo de la muestra como se indica a continuación:

$$\gamma_{dmin} = 9.807 \cdot \rho_{dmin}, kN/m^3 \quad (8)$$

$$\gamma_{dmin} = 62.428 \times \rho_{dmin}, lbf/ft^3$$

10.2 Si se requiere, calcule el coeficiente de vacío máximo, e , como se indica a continuación:

$$e_{\max} = \frac{\rho_w \cdot G_{\text{avg}}}{\rho_{\text{dmin}}} - 1 \quad (9)$$

donde:

donde:

e_{\max} = coeficiente de vacío máximo

ρ_w = densidad del agua a 20°C (0.99821) o igual a 1.0 Mg/m³ o g/cm³

$G_{\text{avg a } 20^\circ\text{C}}$ = peso promedio de gravedad específica de suelos compuestos de partículas mayores y menores que un tamiz N° 4 (4.75mm), o

$$G = 1 / R / 100 \cdot G_{1 \text{ a } 20^\circ\text{C}} + P / 100 \cdot G_{2 \text{ a } 20^\circ\text{C}} \quad (10)$$

donde:

$G_{1 \text{ a } 20^\circ\text{C}}$ = gravedad específica aparente de partículas de suelos retenidas en un tamiz N° 4 (4.75mm), como el Método de Ensayo C 127 lo determina, y corregida a 20°C (refiérase a Método de Ensayo D 854),

$G_{2 \text{ a } 20^\circ\text{C}}$ = gravedad específica de suelos que pasan por un tamiz N° 4 (4.75mm), como se determina en el Método de Ensayo D 854,

R = porcentaje de partículas de suelo de la muestra que fueron retenidas en un tamiz N° 4 (4.75mm), y

P = porcentaje de partículas de suelo de la muestra que pasaron un tamiz N° 4 (4.75mm).

10.3 Si la máxima densidad/peso unitario; ρ_{dmax} o γ_{dmax} , ha sido determinado en concordancia con los Métodos de Prueba **D4253** y la densidad seca /peso unitario del depósito de suelo o relleno ρ_d o γ_s , o el coeficiente de vacío, e , es conocido, la densidad relativa D_r puede calcularse con cualquiera de las ecuaciones dadas en **3.2.7**; Ecuaciones 1, 2 o 3.