

**USO Y APLICACIÓN DEL DENSIMETRO NO
NUCLEAR SDG-200 PARA EL CONTROL
RECEPTIVO EN TERRENO DE BASES
GRANULARES Y SUB BASES MEDIANTE
IMPEDANCIA ELECTRICA**

07/08/2014

INTRODUCCIÓN

- El SDG 200 fue estudiado, analizado y evaluado por el LNV a través de la sección de Geotecnia
- La sección ha elaborado un Instructivo de uso del equipo

Objetivo General.

Analizar la factibilidad técnica del Densímetro No Nuclear como una alternativa para controles receptivos en terreno para base y sub bases granulares para la determinaciones de la densidad y humedad mediante la impedancia eléctrica.

Objetivos Específicos

- I. Analizar los resultado de las densidades obtenidas en terreno de bases y sub bases mediante el método cono de arena, con los valores de densidades obtenidos con el densímetro no nuclear.
- II. Verificar la calibración del Densímetro No Nuclear mediante la aplicación de la norma ASTM D7.830/D7.830M-13 Método de prueba estándar para determinación de densidad y contenido de agua del suelo usando un medidor de densidad de suelo electromagnético.
- III. Explicar el funcionamiento y característica del Densímetro No Nuclear, señalando las ventajas y beneficios que se generan al implementar el uso de este.

Métodos actuales de control en terreno

Actualmente lo controles receptivos se realizan con:

1. Densímetro Nuclear
2. Cono de Arena



NUEVO METODO
SDG-200



DENSIMETRO NO NUCLEAR

- Permite controlar las densidades de terreno en capas granulares.
- La respuesta del equipo es muy positiva.
- Sin necesidad de tener documentación especial para su traslado.
- Sin riesgo para la salud del operador.



Calibración del Densímetro No Nuclear SDG-200

- Se aplica la norma ASTM D7.830 en la cual menciona dos maneras para realizar su calibración.
 1. Calibración mediante el uso de “CAJON”
 1. Calibración en Terreno

Calibración “Cajón” (Caja grande)

OBJETIVO

VALIDAR LAS MEDICIONES DEL SDG-**200** A TRAVEZ DE METODOS NORMATIVOS :

- ✓ Cono de arena,
- ✓ Densímetro Nuclear
- ✓ Densidad en el Cajón

Aplicación del Cajón

- La prueba de comparación se realiza en un cajón, que se prepara con un material seleccionado
- El material seleccionado corresponde a una base granular cuya banda granulométrica TM-50c de la Planta Valdés.



Cajón según Norma

Descripción

- El cajón de dimensiones:
 - 0,66 m de ancho
 - 0,66 m de largo
 - 0,33 m de alto
- Materiales no conductores (Madera)
- Capaz de retener su forma

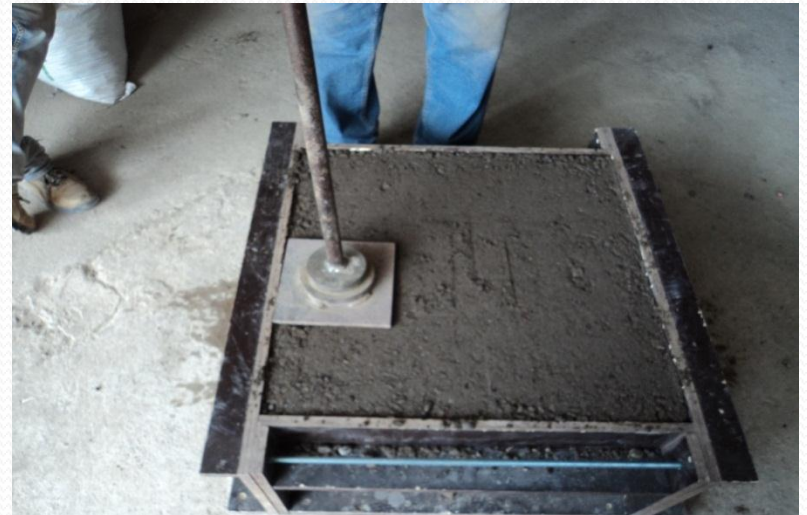
Cajón



MEDICIONES CON EL CAJON

- Se realizaron un total de **12** Mediciones con diferentes densidades .
- La colocación del material se realizo en 5 capas iguales
- El pisón compactador tiene una masa de 10Kg
- El procedimiento de la compactación del suelo fue similar al establecido por el método 8.102.7

SECUENCIA DE LLENADO



CAJÓN TERMINADO

- Una vez terminado el cajón se procede a la medición DCH y W del suelo con el equipo SDG-200



1. Mediciones con Densímetro Nuclear.

- Se realizaron mediciones con el equipo Densímetro Nuclear
- Los resultado del Densímetro Nuclear se utilizaron como factores de compensación (**offset**), tanto para la D.C.H y el porcentaje de humedad.



2. Mediciones con Densidad en el Cajón (Masa Húmeda)

Se obtiene la D.C.H mediante el pesaje del cajón más la masa húmeda .

- El Valor obtenido se utilizo como factor de compensación (**offset**), para la D.C.H
- La humedad se obtuvo mediante el Speedy y paralelamente secado en Horno.



3. Mediciones con el Cono de Arena

Medición con el Macro Cono 12”

- Mediciones con el cono de arena
- Los resultado del cono de arena se utilizaron para comparar las mediciones del equipo SDG-200



Mediciones con el SDG-200

Densímetro No Nuclear en
Funcionamiento.

Mediciones forma de Trébol



Resultados de las medición - Patrón D. Nuclear

Nº Cajon	Tipo de pratron	Mediciones del Praton			Mediciones SDG - 200			Δ (Patron - SDG-200)		
		D.C.H	D.C.S	W%	D.C.H	D.C.S	W%	D.C.H	D.C.S	W%
1	D. Nuclear	1882	1867	0,9	1907	1882	1,3	-25	-15	-0,5
2	D. Nuclear	2275	2166	5,0	2253	2153	4,6	22	13	0,4
3	D. Nuclear	2326	2186	6,4	2310	2172	6,3	16	14	0,1
4	D. Nuclear	2324	2156	6,3	2271	2142	6,0	53	14	0,3
5	D. Nuclear	2286	2172	5,3	2283	2151	6,2	3	21	-0,9
6	D. Nuclear	2276	2163	5,2	2254	2175	4,1	22	-12	1,1
7	D. Nuclear	2301	2176	5,2	2338	2211	5,7	37	-35	-0,5

*** Comparación de las mediciones con el método protón Densímetro Nuclear y el Densímetro No NuclearSDG-200**

- El espesor de capa controlada fue de 0.30 m
- Las unidades de Densidades en Kg/m³
- La humedad expresada en %

Diferencia de Mediciones

Diferencia D. Nuclear –SDG-200

**La Diferencia de la Densidad seca
se mueve entre 0.6% y 1.6 %**

Resultados de las medición -

Patrón

D. Húmeda Cajón

Nº Cajon	Tipo de pratron	Mediciones del Praton			Mediciones SDG - 200			Δ (Patron - SDG-200)		
		D.C.H	D.C.S	W%	D.C.H	D.C.S	W%	D.C.H	D.C.S	W%
8	D.Cajon	2256	2097	7,6	2270	2126	6,8	-14	-29	0,8
9	D.Cajon	2230	2090	6,7	2232	2089	6,8	-2	1	-0,1
10	D.Cajon	2157	2014	7,1	2153	2011	6,8	4	3	0,3
11	D.Cajon	2004	1927	4,0	1986	1918	3,6	18	9	0,4
12	D.Cajon	2157	2014	7,1	2153	2011	6,8	4	3	0,3

- **Comparación de las mediciones con el método patrón D. Húmeda Cajón y el Densímetro No NuclearSDG-200**

- El espesor de capa controlada fue de 0.30 m
- Las unidades de Densidades en Kg/m³
- La humedad expresada en %

Diferencia de Mediciones

Diferencia D. Cajón –SDG-200

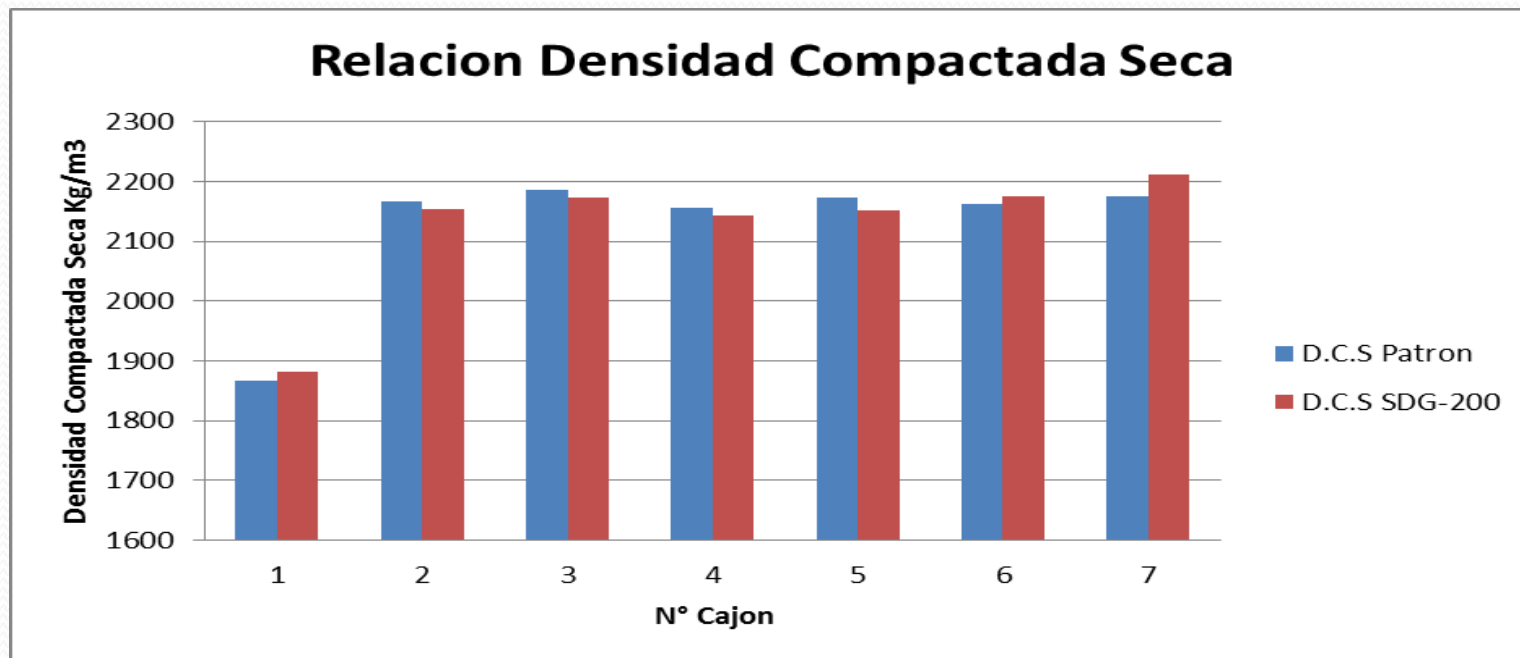
**La Diferencia de la Densidad seca
se mueve entre 0.1% y 1.3 %**

Comentarios

Mediciones en los cajones

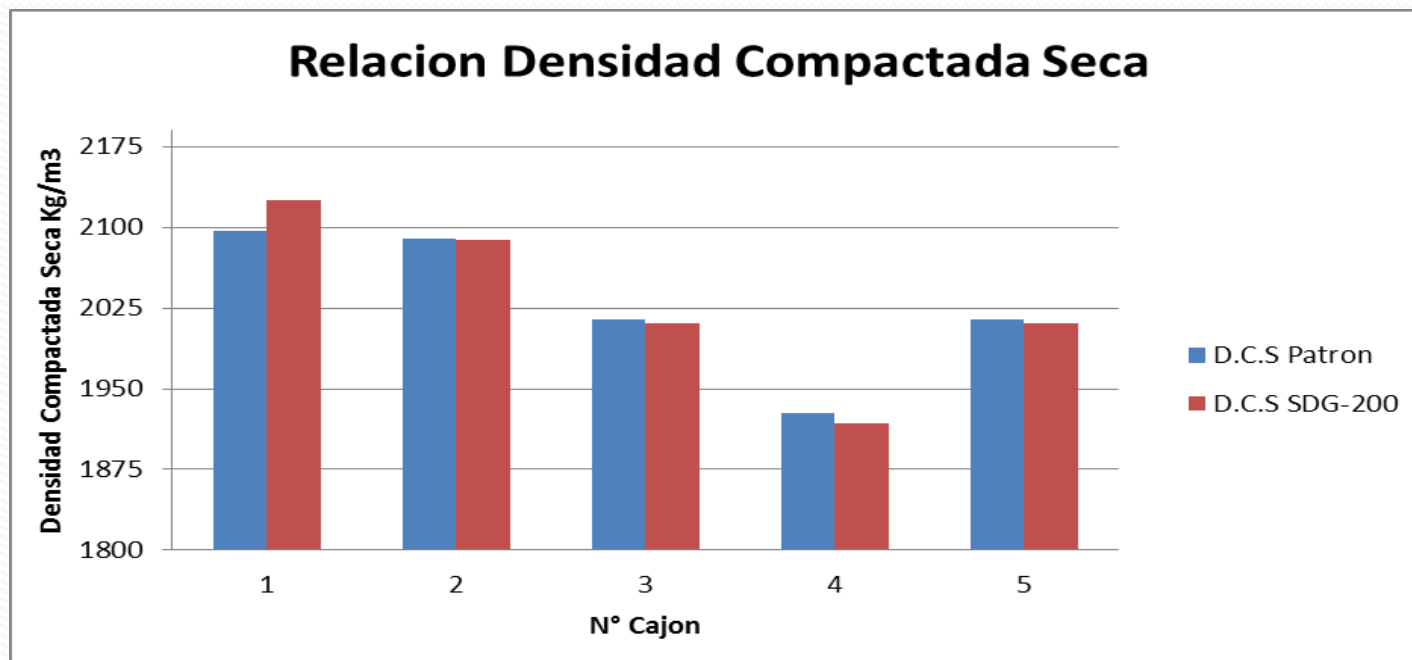
- Analizando los resultado D.C.S se puede inferir:
Que la desviación del SDG-200 con el D. Nuclear es
 20 kg/m^3
- Que la desviación del SDG-200 con la Densidad
Húmeda del Cajón es de
 15 kg/m^3

Grafico Densidad Compacta Seca Método Patrón D. Nuclear



Diferencia Densidad Compactada Seca Kg/m ³ (Patrón - SDG-200)							
N° Cajon	1	2	3	4	5	6	7
D.C.S	-15	13	14	14	21	-12	-35

Grafico Densidad Compacta Seca Método Patrón D. Húmeda Cajón



Diferencia Densidad Compactada Seca Kg/m ³ (Patrón - SDG-200)					
N° Cajon	8	9	10	11	12
D.C.S	-29	1	3	1	3

Comparación del SDG-200 con el Cono de Arena en el Cajón

Resultado						Análisis		
Cono de arena			Promedio SDG-200			Δ (Cono - SDG-200)		
D.C.H	D.C.S	W%	D.C.H	D.C.S	W%	D.C.H	D.C.S	W%
2312	2185	5,8	2310	2172	6,3	2	13	-0,5

Resultado						Análisis		
Cono de arena			Promedio SDG-200			Δ (Cono - SDG-200)		
D.C.H	D.C.S	W%	D.C.H	D.C.S	W%	D.C.H	D.C.S	W%
2153	2025	6,8	2153	2011	6,8	0	14	0,0

Resultado						Análisis		
Cono de arena			Promedio SDG-200			Δ (Cono - SDG-200)		
D.C.H	D.C.S	W%	D.C.H	D.C.S	W%	D.C.H	D.C.S	W%
1996	1927	3,6	1986	1918	6,8	10	9	-3,2

- El espesor de capa controlada fue de 0.30 m
- Las unidades de Densidades en Kg/m³
- La humedad expresada en %

Comentarios

Mediciones en los cajones con respecto al Cono de Arena

La diferencia de la densidad compactada seca con el SDG-200

Es del **1%**



*APLICACIÓN Y CALIBRACION
DEL SDG 200
EN TERRENO*

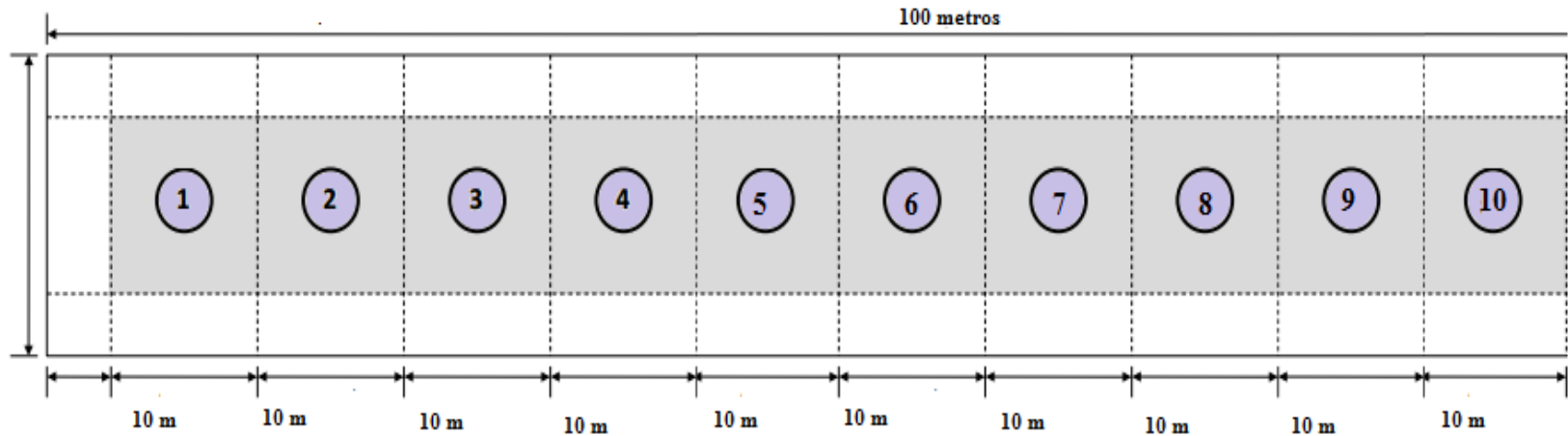
Aplicación en Terreno

- Se realizó en diferentes contratos de las Regiones Metropolitana, Región de O'Higgins, Región de Coquimbo, Región de Los Ríos, Región de la Araucanía.
- Durante el proceso de la investigación se aplicaron 3 procedimientos de mediciones.

Equipos utilizados en terreno



Se llevo a cabo en el contrato “Conservación periódica camino Illapel-Salamanca” de la Región de Coquimbo



En cada punto se realiza un factor de correccion distinto

Resultado del procedimiento

Resumen de mediciones con el equipo SDG-200						Macro Cono 12"			SDG-200 - Cono de arena		
Punto	KM	D.C.H [kg/m ³]	W %	D.C.S [kg/m ³]	% Comp.	D.C.H [kg/m ³]	W %	D.C.S [kg/m ³]	D.C.S [kg/m ³]	D.C.H [kg/m ³]	W %
1	8610	2206	3,5	2131	94	2225	3,7	2146	-15	-19	0,2
2	8600	2260	3,5	2172	96	2225	3,7	2146	-26	-35	0,2
3	8590	2230	3,8	2148	95	2225	3,7	2146	2	5	0,1
4	8580	2225	3,7	2146	95	2225	3,7	2146	1	0	0,0
5	8570	2230	3,7	2150	95	2225	3,7	2146	4	5	0,0
6	8560	2224	4,0	2138	95	2225	3,7	2146	-8	-1	-0,3
7	8550	2235	4,1	2147	95	2225	3,7	2146	1	10	-0,4
8	8540	2222	3,7	2142	95	2225	3,7	2146	-4	-3	0,0
9	8530	2219	3,7	2140	95	2225	3,7	2146	-5	-6	0,0
10	8520	2213	3,5	2137	95	2225	3,7	2146	-9	-12	0,2

- El espesor de capa controlada fue de 0.30 m
- Las unidades de Densidades en Kg/m³
- La humedad expresada en %

Análisis Del Procedimiento

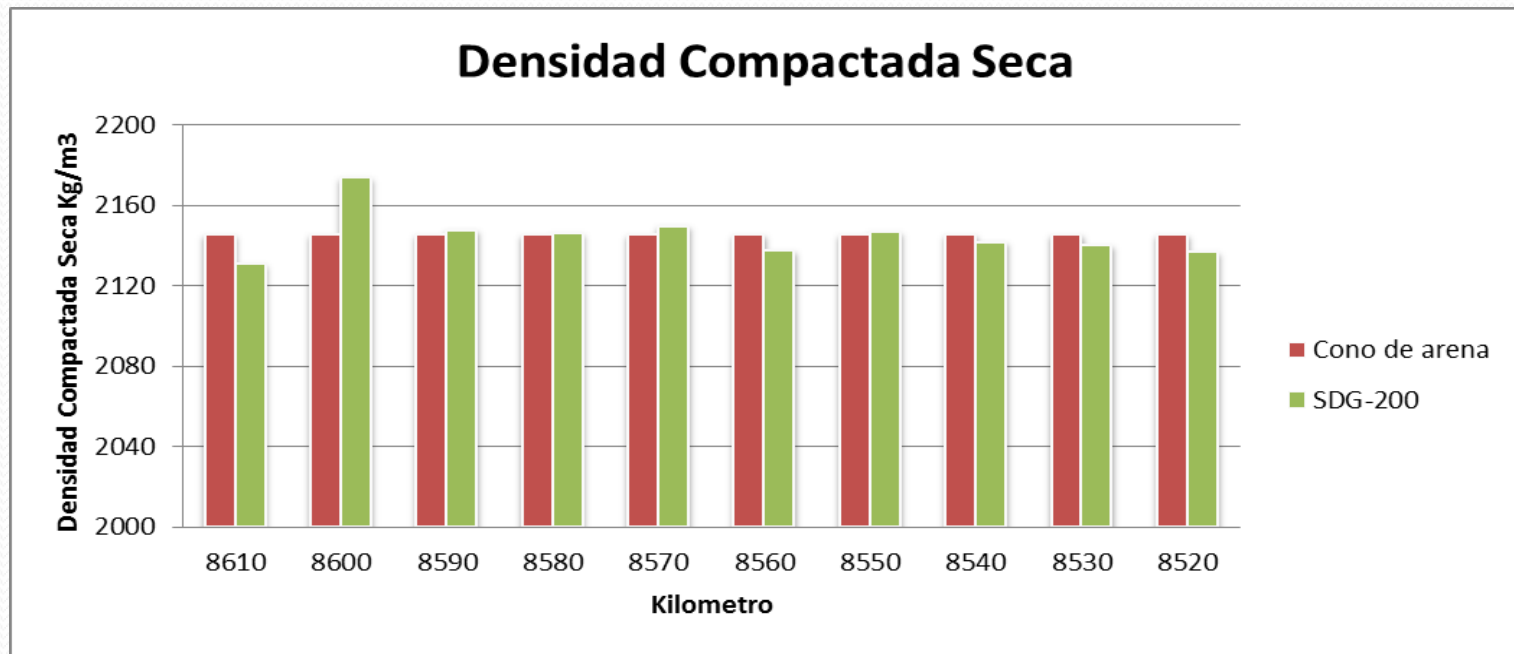
Análisis estadístico

ANALISIS ESTADISTICO				
Datos	D.C.H	D.C.S	% Comp	% W
Minimo	-35	-28	94	-0,4
Maximo	10	4	96	0,2
Media	-6	-6	95	0,0
Desv	13,3	9,8	0,52	0,21


La diferencia de la D.C.S de ambos equipos es de un rango de 0.1% a 1.2%

- El espesor de capa controlada fue de 0.30 m
- Las unidades de Densidades en Kg/m³
- La humedad expresada en %

Resultado expresado en gráficos



Diferencia Densidad Compactada Seca Kg/m ³										
Km	8610	8600	8590	8580	8570	8560	8550	8540	8530	8520
D.C.S	-15	-28	2	1	4	-8	1	-4	-5	-9



**METODOLOGIA DE USO
DENSIMETRO NO NUCLEAR
SDG-200
PARA CAPAS GRANULARES DE
BASE Y SUB BASE**

MENÚ PRINCIPAL

Main Menu



PRESIONAR



 Set Time & Date



7.2V 09:25 04/06/10

MENU DE CONTROL

Control Menu

SDG  200



PRESIONAR

 Main Menu



7.2V 09:25 04/06/10

ESTANDARIZACION

**PRESIONAR EL BOTÓN
START**

Standardization

SDG  200

Position the SDG and press start



A=

B=

Acceptable Range

A= 52 +/- 0.04
B= 15 +/- 0.02



Standardization

SDG  200

Position the SDG and press start



BUSY

A=

B=

Acceptable Range

A= 52 +/- 0.04
B= 15 +/- 0.02

Main Menu Control Menu




7.2V 09:25 04/06/10




7.2V 09:25 04/06/10

La estandarización se realiza dentro de la caja transportadora y sobre la placa de acero que contiene la caja del equipo SDG- 200

Si en la pantalla aparece lo siguiente:




Standardization 


Position the SDG and press start

 **A= 0.5217**
B= 0.0610


Acceptable Range	
A= 52	+/- 0.04
B= 15	+/- 0.02

FAIL

   **7.2V 09:25 04/06/10**




Standardization 

Position the SDG and press start

 **A= 0.5213**
B= 0.0602

Acceptable Range	
A= 52	+/- 0.04
B= 15	+/- 0.02

PASS

   **7.2V 09:25 04/06/10**

SI APARECE **PASS**, EL EQUIPO ESTÁ EN CONDICIONES DE REALIZAR MEDICIONES

En caso que en la pantalla aparezca **FAIL.**

Intente lo siguiente:

- Apagar el equipo
- Asegúrese que la placa metálica este bien posicionada
- Asegúrese de que objetos extraños no se hayan adheridos a la parte inferior de equipo
- No coloque la caja en la parte trasera o cerca de un automóvil, así como otro objeto metálico grande

MENÚ CONTROL

Control Menu

SDG  200

PRESIONAR



Project Details

SDG  200



I95 Exit 2

Rt 67 & 30

Northway



Project: Rt 67 & 30
Location: 102 Smith St
Location: Freeport, NY 11520
Contact: 800-546-2145

PRESIONAR

Edit
Project

 Main Menu

 Control Menu



7.2V 09:25 04/06/10

Edit Project

SDG  200



Project:

Rt 67 & 30

Location:

102 Smith St

Location:

Freeport, NY 11520

Contact:

800-546-2145

PRESIONAR

 Main Menu

 Control Menu



7.2V 09:25 04/06/10

Project Details



I95 Exit 2

Rt 67 & 30

Northway



Project: Rt 67 & 30
Location: 102 Smith St
Location: Freeport, NY 11520
Contact: 800-546-2145

Edit Project

PRESIONAR

Main Menu

Control Menu



7.2V 09:25 04/06/10

CONDICIONES ESPECIALES

- Si el valor de limite liquido (-) y limite plástico (-), implica introducir valor [o] para ambas
- Si el valor de limite líquido (cifra) y limite plástico (-), implica introducir valor [o] para L.L
- Las opciones de offset tanto para la densidad compactada húmeda y porcentaje de humedad se introduce con valores [o]

MENÚ DE CONTROL

Control Menu

SDG  200

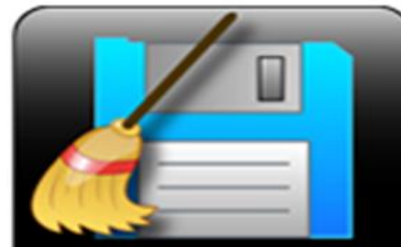
PRESIONAR



Material



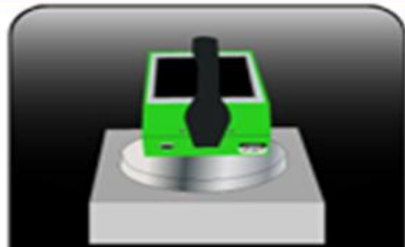
Project



Data Management



Units



Standardize



Diagnostics



Date & Time



Measure

INGRESO DE PARAMETROS DE MATERIAL

El equipo requiere de parámetros de entrada para medir, tales como:

1. Ensaye de Proctor Modificado
 - D.M.C.S
 - Húmeda Optima
2. Ensaye de Granulometría
 - % GRAVA
 - % ARENA
 - % FINOS
 - % RETENIDO EN 3"
 - % RETENIDO EN 3/4"
 - COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (CU)
 - COEFICIENTE DE CURVATURA(CC)
3. Ensaye de limites plástico / liquido
 - L. Líquido
 - L. Plástico

Material Details

SDG  200



Super Fine

Coarse

Fine



PRESIONAR

Material ID: Coarse
Description: Grainy
Max Dry Density: 129.9
Opt Moisture: 7.6
Wet Density Offset: 0.0
% Moisture Offset: 0.0
% Larger than 3": 0.0
% Larger than 3/4": 1.3
% Gravel: 6.4
% Sand: 87.6
% Fines: 6.0

PL: 0.0

LL: 0.0

Cu: 4.4

Cc: 0.94

Edit
Material

Upload
Material

Main Menu

Control Menu



7.2V 09:25 04/06/10

Edit Material

Material ID:	Soil2
Description:	Grainy
Max Dry Density:	129.9
Opt Moisture:	7.6
Wet Density Offset:	0.0
% Moisture Offset:	0.0
% Larger Than 3":	0.0
% Larger Than 3\4":	1.3

PRESIONAR



Edit Material

SDG  200



Back

% Gravel:

6.4

% Sand:

87.6

% Fines:

6.0

PL:

0.0

LL:

0.0

Cu:

4.4

Cc:

0.94



Page 1

PRESIONAR

 Main Menu

 Control Menu



7.2V 09:25 04/06/10

MENÚ DE CONTROL

Control Menu

SDG  200



PRESIONAR

Soil Reading

SDG  200

Push **#1** button to start scan 1 of 5



Temp:
77.0F

0 0 N;0 0 E;XXX

Material: Default

Project: ABC Construction

 Main Menu

 Control Menu



7.2V

09:25

04/06/10

Soil Reading

SDG  200

Push #2 button to start scan 2 of 5



Temp:
77.0F

0 0 N;0 0 E;XXX

Material: Default

Project: ABC Construction

 Main Menu

 Control Menu



7.2V 09:25 04/06/10

Soil Reading

SDG  200

Push #3 button to start scan 3 of 5



Temp:
77.0F

0 0 N;0 0 E;XXX

Material: Default

Project: ABC Construction

 Main Menu

 Control Menu



7.2V 09:25 04/06/10

Soil Reading

SDG  200

Push #4 button to start scan 4 of 5



Temp:
77.0F

0 0 N;0 0 E;XXX

Material: Default

Project: ABC Construction

 Main Menu

 Control Menu



7.2V 09:25 04/06/10

Soil Reading

SDG  200

Push #5 button to start scan 5 of 5



Temp:
77.0F

0 0 N;0 0 E;XXX

Material: Default

Project: ABC Construction

 Main Menu

 Control Menu

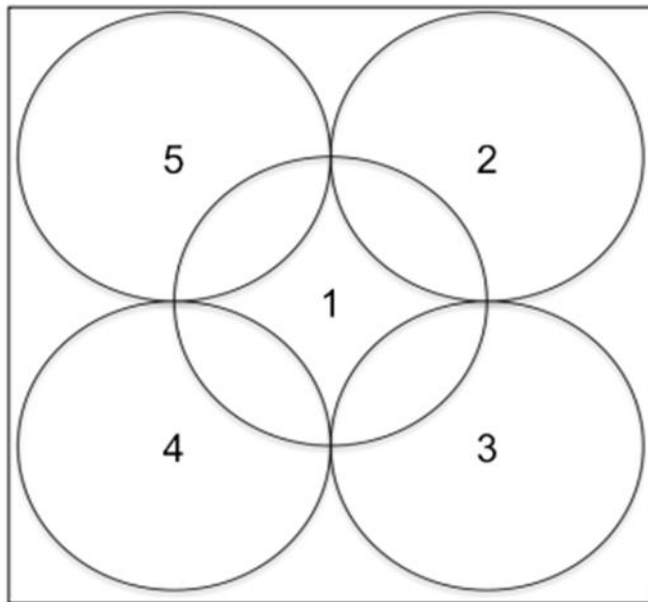


7.2V 09:25 04/06/10

MEDICION EN TERRENO CON EL SDG-200

Las mediciones se realizan de forma de trébol.

Los resultado que mostrara la pantalla.



Soil Reading SDG 200

Temp: 77.0F

Compaction: 95%

% Moisture: 25%

Wet Density: 134lbs/ft³

Dry Density: 126lbs/ft³

Material: Default

Project: ABC Construction

0 0 N;0 0 E;XXX

Main Menu Control Menu

7.2V 09:25 04/06/10

Accept

Reject

Análisis previo

Soil Reading SDG 200

Push #1 button to start scan 1 of 5

Temp: 77.0F

Material: Default
Project: ABC Construction

0 0 N;0 0 E;XXX

Main Menu Control Menu 7.2V 09:25 04/06/10

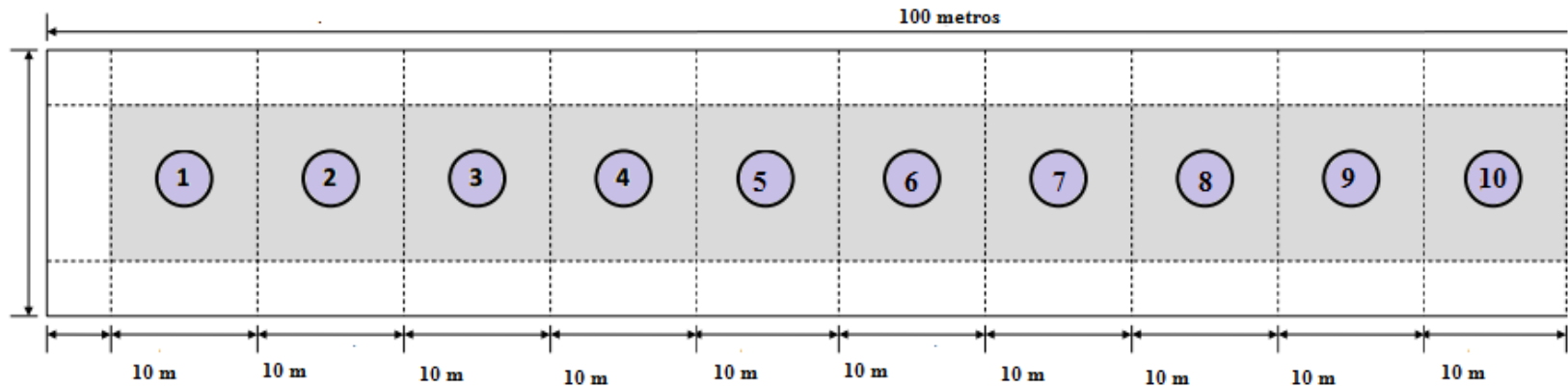
- El nombre del proyecto, con el nombre del material deben coincidir con el nombre que introdujo.
- Si la temperatura que aparece en la pantalla del equipo es superior a los 40°C o menor a 10°C no se pueden realizar mediciones.

CONDICIONES DEL TERRENO

- El tramo a controlar debe estar homogéneo y visualmente sin material suelto
- Tramo con exceso de agua, no se podrá realizar mediciones
- Tramos como nidos de piedras no se deben considerar
- No operar en día lluviosos



REALIAZAR 3 MEDICIONES CON EL OFFSET CERO



En cada punto se realiza un factor de correccion distinto

REALIZAR TRES MEDICIONES CON EL DENSIMETRO NO
NUCLEAR EN EL PUNTO SELECCIONADO

MEDICIONES CON EL OFFSET CERO

Soil Reading

SDG  200

Push #1 button to start scan 1 of 5



Temp:
77.0F

Material: Default

Project: ABC Construction

0 0 N;0 0 E;XXX

 Main Menu

 Control Menu



7.2V 09:25 04/06/10

CALCULO DE FACTOR DE COMPESACIÓN [OFFSET]

Valores del SDG-200 [OFFSET] CERO

D.C.H húmeda

1. 2050 kg/m³, 6.2%
2. 2000 kg/m³, 5.8%
3. 2015 kg/m³, 6.3%

Promedio de 1 a 3:

2021 kg/m³ 6.1%

Valores

Cono de Arena Speedy

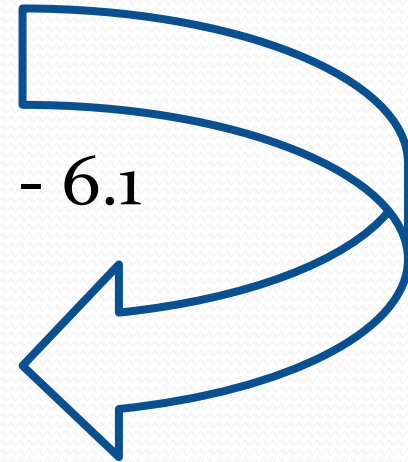
2177 kg/m³ 6.4%

Offset D.C.H = 2177 - 2021

= 156 kg/m³

Offset % (w) = 6.4 - 6.1

= 0.3%



Los valores de los offset se introduce al equipo y se procede a medir

MEDICIONES CON EL OFFSET CERO

Soil Reading

SDG  200

Push **#1** button to start scan 1 of 5



Temp:
77.0F

PRESIONAR

Material: Default

Project: ABC Construction

0 0 N;0 0 E;XXX

 Main Menu

 Control Menu



7.2V 09:25 04/06/10

MENÚ DE CONTROL

Control Menu

SDG  200

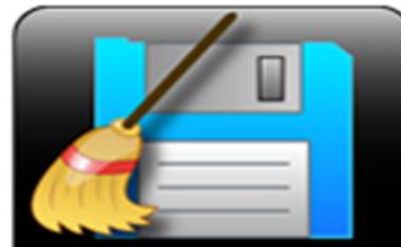
PRESIONAR



Material



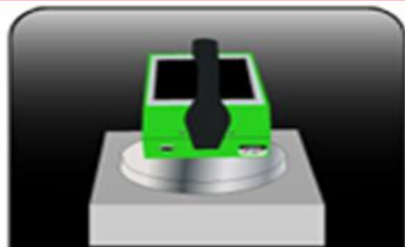
Project



Data Management



Units



Standardize



Diagnostics



Date & Time



Measure

Material Details

SDG  200



Super Fine

Coarse

Fine



PRESIONAR

Material ID: Coarse
Description: Grainy
Max Dry Density: 129.9
Opt Moisture: 7.6
Wet Density Offset: 0.0
% Moisture Offset: 0.0
% Larger than 3": 0.0
% Larger than 3/4": 1.3
% Gravel: 6.4
% Sand: 87.6
% Fines: 6.0

PL: 0.0

LL: 0.0

Cu: 4.4

Cc: 0.94

Edit
Material

Upload
Material

Main Menu

Control Menu



7.2V 09:25 04/06/10

Edit Material

Material ID:

Description:

Max Dry Density:

Opt Moisture:

PRESIONAR

Wet Density Offset:

% Moisture Offset:

% Larger Than 3":

% Larger Than 3/4":



MENÚ DE CONTROL

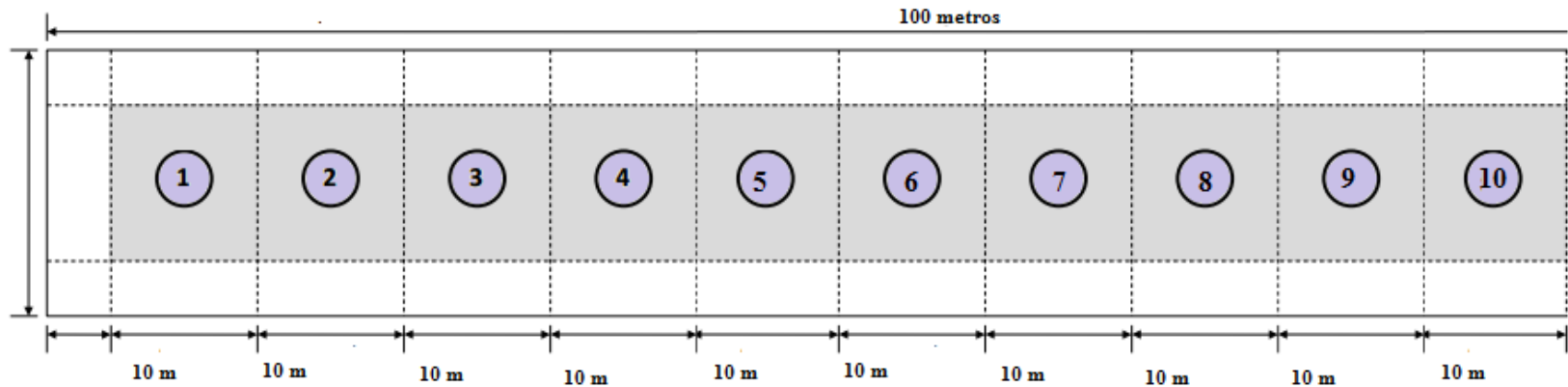
Control Menu

SDG  200



PRESIONAR

REALIZAR 3 MEDICIONES CON EL OFFSET INCORPORADO



En cada punto se realiza un factor de correccion distinto

REALIZAR TRES MEDICIONES CON EL DENSIMETRO NO NUCLEAR EN EL PUNTO SELECCIONADO

Soil Reading

SDG  200

Push **#1** button to start scan 1 of 5



Temp:
77.0F

0 0 N;0 0 E;XXX

Material: Default

Project: ABC Construction

 Main Menu

 Control Menu



7.2V 09:25 04/06/10

Resultados final de Terreno del SDG 200

D.M.C.S 2085 kg/m³
W optima : 6,8 %

Valores del SDG-200

D.C.H	Humedad	D.C.S	Compactación
1. 2170 kg/m ³	6.2%	2043 kg/m ³	97 %
2. 2166 kg/m ³	6.0%	2042 kg/m ³	97%
3. 2174 kg/m ³	6.2%	2047 kg/m ³	98%

Valores del Cono de Arena

D.C.H	Humedad	D.C.S	Compactación
2170 kg/m ³	6.4%	2046 kg/m ³	98 %

CRITERIO DE ACEPTACIÓN

- **Repetibilidad:** Dos resultados obtenidos por un mismo operador sobre la misma muestra, usando el mismo equipo, se considera dudoso se difieren en mas de 1,2% de promedio de la Densidad Seca.
- **Reproducibilidad:** Dos resultados obtenidos por dos operadores diferentes, con equipos diferentes, sobre la misma muestra se consideran dudosos si difieren en mas 1,8% de su promedio.