

NOTA IMPORTANTE:

La entidad sólo puede hacer uso de esta norma para si misma, por lo que este documento NO puede ser reproducido, ni almacenado, ni transmitido, en forma electrónica, fotocopia, grabación o cualquier otra tecnología, fuera de su propio marco.

ININ/ Oficina Nacional de Normalización

GEOTECNIA. METODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL ANGULO DE REPOSO EN SUELOS ARENOSOS

Geotechnics. Test method for angle
of repose an sand soil

Descriptores: Suelo; terreno; ensayo; determinación;
ángulo del talud del terraplenado

1. Edición

1998

ICS: 93.020

REPRODUCCION PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana. Te-
léf.: 30-0835 Fax: (537) 33-8048 E-mail: ncnorma@ceniai.inf.cu

Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba que representa al país ante las Organizaciones Internacionales y Regionales de Normalización.

La preparación de las Normas Cubanas se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. La aprobación de las Normas Cubanas es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en evidencias de consenso.

- Esta norma ha sido elaborada por la Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas (ENIA) del Ministerio de la Construcción en consenso con el Comité Técnico de Normalización NC/CTN 20 de Geotecnia.
- Sustituye a la NC 54-138:78.
- Su aprobación responde a la necesidad de revisión del método de ensayo que en ella se describe. Las principales modificaciones están relacionadas con lo establecido en la norma GOST ya que este ensayo no está normalizado por normas ASTM.
- Consta de los Anexos A y B, Informativos.

© NC, 1998

Todos los derechos reservados, a menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por alguna forma o medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias o microfilmes, sin el permiso previo escrito de:

Oficina Nacional de Normalización (NC).

Calle E No. 261 Ciudad de La Habana, Habana 3. Cuba.

Impreso en Cuba

Indice

1. Objeto	1
2. Referencias normativas	1
3. Generalidades	1
4. Aparatos, utensilios y medios de medición.....	1
5. Procedimiento	3
6. Expresión de los resultados	4
7. Reporte	5
Anexos	7
A. Bibliografía	7
B. Reporte	8

GEOTECNIA. METODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL ANGULO DE REPOSO EN SUELOS ARENOSOS

1 Objeto

Esta Norma Cubana especifica un método para determinar el ángulo de reposo natural de un suelo arenoso.

2 Referencias normativas

Las siguientes normas contienen disposiciones que, al ser citadas en este texto, constituyen disposiciones de esta Norma Cubana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma esta sujeta a revisión se recomienda, a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar ediciones más recientes de las normas citadas seguidamente. La Oficina Nacional de Normalización posee la información de las Normas Cubanas en vigencia en todo momento.

NC 21- 01:67 Agua para análisis.
NC 54-173:89 Tamices de ensayo.

3 Generalidades

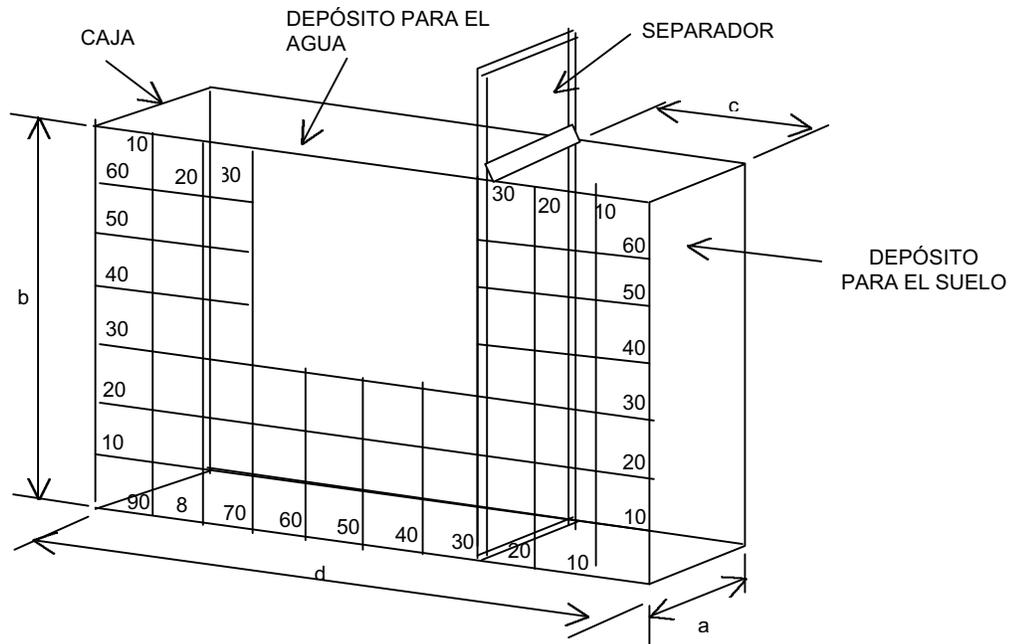
- El ensayo se realizará en estado seco o sumergido.
- El ensayo se realizará con agua para análisis según la NC 21-01 .
- Se realizará en suelos en que menos del 5 % pase por el tamiz de 75 μm (N° 200).

3.4 El diámetro máximo de las partículas de suelo para este ensayo será de 100 mm . Para diámetros mayores se realizará el método de campo o in situ.

3.5 Este ensayo se determinará mediante el método de la caja o mediante el cono.

4 Aparatos, utensilios y medios de medición

- Equipos de ángulo de reposo tipo caja y tipo cono (véase las figuras 1 y 2)
- Estufa con control de la temperatura de hasta 110 °C \pm 5 °C
- Tamiz de 2,00 mm (No. 10)
- Tamiz de 9,5 mm (3/8")
- Tamiz de 25 mm (1")
- Bandeja
- Cucharón de bodega



EQUIPO	DIMENSIONES mm			
	a	b	c	d
A	20	70	30	100
B	100	350	150	500
C	250	875	375	1250

Figura 1 – Equipo de ángulo de reposo tipo caja.

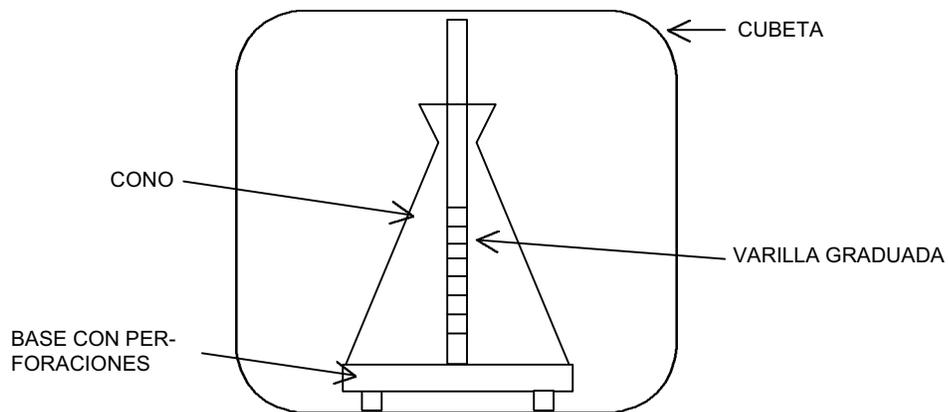


Figura 2 – Equipo de ángulo de reposo tipo cono.

5 Procedimiento

5.1 Preparación de la muestra.

5.1.1 Mediante cuarteo se toma una cantidad de suelo de acuerdo a su granulometría. Para suelos cuyo diámetro de partículas sea igual o mayor que 25 mm se tomarán como mínimo 50 kg; para suelos cuyo diámetro de partículas sea menor que 25 mm y hasta 9,5 mm se tomarán 10 kg como mínimo y para suelos cuyo diámetro de partículas sea menor que 9,5 mm se tomará 0,5 kg como mínimo.

5.1.2 El material cuarteado según 5.1.1, se tamizará por el tamiz de 2,00 mm, si lo que se retiene por el tamiz es menor o igual que un 30%, lo pasado por el tamiz se coloca en una bandeja y se introduce dentro de la estufa a 110 °C por espacio de 18 h como mínimo.

5.1.3 Si en el tamiz de 2,00 mm se retiene más de un 30 % de suelo, se tamizará por el tamiz de 9,5 mm y lo que pase por el tamiz se coloca en una bandeja y se introduce en la estufa a 110 °C por espacio de 18 h como mínimo.

5.1.4 Si en el tamiz de 9,5 mm se retiene más de un 30 %, el suelo se tamizará por el tamiz de 25 mm, lo pasado por este último tamiz se colocará en una bandeja introduciéndola en la estufa a 110 °C por espacio de 18 h como mínimo.

5.2 Determinación del ángulo de reposo

5.2.1 Una vez pasadas las 18 h como mínimo se extrae de la estufa y se deja enfriar a la temperatura ambiente.

5.2.2 El tipo de equipo estará en función del porcentaje retenido según 5.1.2, 5.1.3 y 5.1.4 y del tamiz utilizado, (véase la tabla 1).

Tabla 1 – Tipo de equipo a utilizar

TAMIZ		TIPO DE EQUIPO
mm	pulgadas	
2,00	No.10.	CONO
		A
9,5	3/8"	B
25,0	1"	C

5.2.3 Una vez seleccionado el equipo se realizarán las operaciones siguientes:

5.2.4 Equipo de caja

5.2.4.1 Con el cucharón se vierte el suelo en la sección correspondiente al llenado, hasta que ocupe un 80 % de la misma. La superficie del suelo colocado debe quedar plana y horizontal.

5.2.4.2 Colocado el material en el equipo, con un movimiento constante y leve, se alza totalmente el separador para que el suelo adopte su ángulo de talud natural suavemente.

5.2.4.3 Se lee en los contactos en la escala horizontal y vertical del equipo, correspondiente a los catetos opuestos y adyacentes del triángulo rectángulo que forma el suelo en el equipo. Los valores obtenidos se anotarán en el Anexo B donde dice, Lectura vertical y Lectura horizontal respectivamente, en el cuadro correspondiente al ensayo seco.

5.2.4.4 Para el ensayo sumergido, se siguen los pasos descritos en 5.2.4.1, luego se vierte agua en la sección opuesta donde se encuentra el suelo y se espera a que se sature por capilaridad, hasta que se igualen los niveles de agua en ambas secciones 5 mm por encima del nivel del suelo.

5.2.4.5 Una vez estabilizados los niveles, se siguen los pasos establecidos en 5.2.4.2 y 5.2.4.3, anotándose los valores en el Anexo B donde dice, lectura vertical y horizontal respectivamente, en el cuadro correspondiente al ensayo sumergido.

5.2.5 Equipo de cono

5.2.5.1 Se coloca la base perforada con la varilla dentro de la cubeta y posteriormente el cono; con el cucharón se vierte el suelo dentro del mismo hasta que este se llene.

5.2.5.2 Una vez lleno, se extrae el cono hacia arriba cuidadosamente para que el suelo adopte su ángulo de reposo natural suavemente y se lee en la varilla el valor directo del ángulo en el lugar en que quedó el suelo (punto de contacto de tangencia) y se anota en el Anexo B donde dice, ángulo de reposo seco (ϕ seco).

5.2.5.3 Para el ensayo sumergido, una vez realizado lo descrito en 5.2.5.1, se vierte agua en la cubeta hasta que se llene y se espera a que el suelo se sature por capilaridad, esto ocurre cuando se iguala el nivel de la cubeta con el del cono 5 mm por encima del nivel del suelo.

5.2.5.4 Una vez saturado el suelo, se sigue lo establecido según 5.2.5.2, anotándose el valor en el Anexo B, donde dice ángulo de reposo sumergido (ϕ sumergido).

5.2.6 El proceso de ensayo seco y sumergido en cualquier equipo, se hará por duplicado.

6 Expresión de los resultados

6.1 Se identifica la obra, cala, muestra, profundidad, fecha y equipo utilizado.

6.2 Equipo de caja.

6.2.1 Determinación de la tangente del ángulo de reposo ($\tan \phi$) del suelo seco y sumergido.

$$\tan \phi = \frac{\text{Lectura vertical}}{\text{Lectura horizontal}}$$

6.3 Determinación del ángulo de reposo seco y sumergido. Con el equipo de cono el valor se obtiene directamente. Con el equipo de caja, una vez determinada la tangente del ángulo (ϕ), se busca

en la tabla 2, el valor del ángulo correspondiente y se anota en el Anexo B donde dice φ seco o φ sumergido.

Tabla 2. Valores de ángulo en función de la tangente

Tan	Angulo (°)	Tan	Angulo (°)
0,176	10	0,466	25
0,194	11	0,488	26
0,213	12	0,510	27
0,231	13	0,532	28
0,259	14	0,554	29
0,268	15	0,577	30
0,287	16	0,601	31
0,306	17	0,625	32
0,325	18	0,649	33
0,344	19	0,675	34
0,364	20	0,700	35
0,384	21	0,727	36
0,404	22	0,754	37
0,424	23	0,781	38
0,445	24	0,810	39

6.4 Como valor de ángulo de reposo del suelo seco y sumergido, se toma el promedio de los dos valores de ángulos obtenidos, los cuales entre ellos no podrán tener más de dos grados de diferencia. Si excede este valor se realizará todo el procedimiento para obtener un tercer valor, el cual tendrá que coincidir con uno de los dos valores anteriores y se promediarán, siempre que no tengan más de dos grados de diferencia.

6.5 Si el tercer valor coincide con los dos anteriores, se promediarán los de menor diferencia. Si las diferencias son iguales, en ese caso se sacarán los dos promedios. Si el tercer valor no es promediable, con alguno de los dos anteriores, el ensayo se repetirá completo.

7 Reporte

7.1 El reporte tendrá que incluir la siguiente información:

7.1.1 Tipo de equipo utilizado.

7.1.2 Descripción física de la muestra de ensayo.

7.1.3 Localización.

ANEXO A
(Informativo)

BIBLIOGRAFÍA

NC 54-138:78. Suelos. Determinación del ángulo de reposo.

NC 54-173:89. Tamices de ensayo

ANEXO B
(Informativo)

REPORTE

Organismo:	Dependencia:	Método de ensayo para la determinación del ángulo de reposo en suelos arenosos
------------	--------------	--

Obra: _____ Registro: _____
 Cala: _____ Muestra : _____ Profundidad : _____
 Equipo: _____ Operador : _____ Fecha: _____

CAJA

Seco	Lectura vertical	Lectura horizontal	Tan ϕ	ϕ Seco
1				
2				
3				

Sumergido	Lectura vertical	Lectura horizontal	Tan ϕ	ϕ Sumergido
1				
2				
3				

CONO

Angulo de reposo seco ϕ seco		Angulo de reposo sumergido ϕ sumergido	
1		1	
2		2	
3		3	

Angulo de reposo seco (promedio) ϕ seco _____
 Angulo de reposo sumergido (promedio) ϕ sumergido _____

Observaciones: _____

