

**UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA
"JOSE SIMEON CAÑAS", UCA**

Departamento de Mecánica Estructural, Apartado Postal (01)168,
Autopista Sur, San Salvador, El Salvador, América Central Tel:
+503-2210 6600. Fax: +503-2210 6664

Laboratorio de: MATERIALES DE CONSTRUCCION

**DETERMINACION DE LA CONSISTENCIA NORMAL DEL
CEMENTO PORTLAND**

N O R M A:

ASTM C 187-98
AASHTO T-129

"Normal consistency of Hydraulic Cement"
(Consistencia normal del cemento hidráulico)

ASTM C-305

"Mechanical mixing of hydraulic cement pastes and mortars of plastic consistency"
Mezclado mecánico de pastas de cemento hidráulico y morteros de consistencia plástica.

O B J E T I V O:

Que el estudiante conozca qué es la consistencia normal del cemento, cuáles son sus usos, y estudie un método para calcularla en el laboratorio.

D I S C U S I O N T E O R I C A:

La prueba de consistencia normal permite conocer la cantidad de agua que es necesaria agregar a un peso de cemento (650 g), para obtener una consistencia normal. La determinación de esta consistencia sirve como referencia para la realización de otras pruebas como: determinación de la resistencia a la tensión, tiempos de fraguado, sanidad del cemento, expansión en autoclave, y otras.

El agua de consistencia normal puede definirse como el agua necesaria para que la aguja de 1 cm de diámetro del aparato Vicat penetre $10 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ durante 30 segundos en la pasta de cemento, después de haberse iniciado la prueba.

M A T E R I A L Y E Q U I P O:

- Cemento Portland (650 g).
- Probeta de 100 ml de capacidad.
- Mezcladora mecánica.
- Balanza de 0.1 g de precisión y contrapesa.

- Aparato de Vicat.
- Cucharas de albañil.
- Batea.
- Guantes.
- Cronómetro.
- Charola.
- 1 bolsa de hielo (el estudiante debe traerla el día de la práctica).
- Termómetro.

PROCEDIMIENTO:

- 1) Pese una muestra de 650 g de cemento y mida una cantidad de agua destilada con la probeta (consulte este dato con su instructor).
- 2) Proceda a preparar la pasta de cemento de la siguiente manera (según la norma ASTM C-305):

Ajustar el aspa y el tazón adecuadamente a la mezcladora. Luego introduzca los materiales en el tazón mezclador y proceda a mezclarlos de la manera siguiente:

- Coloque el agua que utilizará para la mezcla dentro del tazón.
- Agregar el cemento sobre el agua y dejar transcurrir un tiempo de 30 segundos para que éste la absorba.



Fig.2.1 mezcladora mecánica

- Inicie la mezcla a una velocidad baja (140 ± 5 r/min) por un período de 30 segundos.
- Detenga el proceso de mezcla por 15 segundos y durante este tiempo raspe hacia abajo cualquier residuo de pasta que haya quedado adherido al tazón.



fig.2.2 Raspado de residuos adheridos en mezcladora

- Reinicie nuevamente la mezcla, esta vez a una velocidad media (285 ± 10 r/min) por un tiempo de 1 minuto.

3) Moldee la muestra de prueba así:

Forme una bola con la pasta, la cual tendrá que arrojar de una mano a otra seis veces (procurando que la separación entre las manos sea de una seis pulgadas) o hasta producir una masa de forma cercana a la esférica, que pueda ser fácilmente colocada dentro del anillo Vicat (Ver la letra G en fig. 2-6) con una mínima presión adicional.



(Fig. 2-3 Paso 3, elaboración de bola de cemento, foto por Tania Morales)

- 4) Presione la bola con la palma de la mano dentro del anillo cónico por el lado de mayor diámetro hasta llenarlo en su totalidad. Quite el exceso de pasta con las manos y coloque el anillo limpio con el lado de mayor diámetro sobre la placa de vidrio. Enrase el lado superior con una pasada de la cuchara.



Fig 2-4 paso 5, foto por Tania Morales

- 5) Coloque el anillo con la pasta sobre la base (H en fig.2-6) del aparato de Vicat y proceda a colocar el émbolo terminal (C en fig. 2-6) de la aguja hasta hacer contacto con la superficie de la muestra (no la comprima antes de realizar la práctica).



Fig 2-5 Aparato de Vicat, (foto por Tania Morales)

- 6) Tome una lectura inicial en la escala (F en fig.2-6), y luego afloje el tornillo fijador (E en fig.) de la aguja. Accione el cronómetro y tome una lectura final después de 30 segundos.
La consistencia normal se obtiene cuando la aguja penetra 10 mm en la muestra después de 30 segundos.

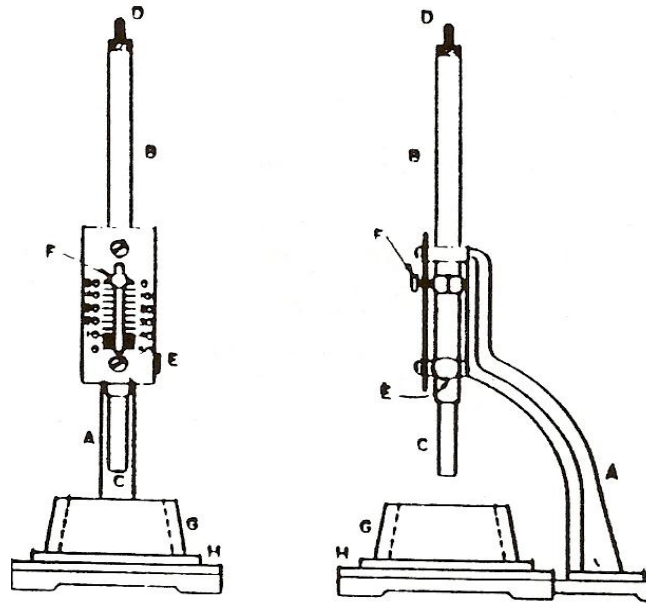


Fig. 2-6: Aparato de Vicat

Partes del aparato:

- A: Soporte del aparato.
- B: Barra móvil.
- C: Embolo terminal.
- D: Aguja removible.
- E: Tornillo fijador.
- F: Indicador móvil.
- G: Anillo de Vicat.
- H: Base del aparato.

- 7) Repita los pasos del 1 al 6 de este apartado, para distintos volúmenes de agua, hasta que estos sobrepasen el límite deseado (consistencia normal), es decir, hasta obtener una penetración de la aguja de Vicat (D en fig.2-3) superior a los 10 mm.

Notas:

- El tiempo máximo del proceso de preparación de la mezcla del cemento y la toma de lectura de la penetración es de 4 ½ minutos. Cualquier prueba realizada en un tiempo mayor, no es confiable y deberá repetirse.
- En cada intento debe utilizarse cemento fresco, no debe remoldearse la pasta para un nuevo volumen de agua.
- La temperatura del aire en la vecindad de la batea, el cemento seco, moldes y la placa base debe estar entre los 20 y 27.5 °C. La temperatura del agua de la mezcla no debe variar de 23 °C con ± 1.7 °C.
- La humedad relativa del laboratorio no debe ser menor del 50%.



Fig. 2-7 medición de penetración de la aguja, foto por Tania Morales

CALCULOS:

a) La penetración en mm de la aguja de Vicat en la pasta de cemento se calcula así:

$$P = \text{lectura inicial} - \text{lectura final}$$

Donde: P = penetración (mm)

b) Para el cálculo de los porcentajes de agua utilizados en cada una de las pruebas se utiliza la siguiente relación:

$$w\% = (w_w / w_s) * 100$$

Donde: w_s = peso de la muestra seca
 w_w = peso del agua

c) Elaborar una gráfica en papel milimetrado, colocando los valores de penetración de la aguja de Vicat en las abscisas y los porcentajes de agua en las ordenadas.

d) De la gráfica tomar el valor del porcentaje de agua que corresponda a los 10 mm, el que será la cantidad de agua de consistencia normal.

EJEMPLO ILUSTRATIVO.

Prueba N° 2.

Datos:

Cantidad de cemento a utilizar	: 650 g
Volumen de agua medido en la probeta	: 250 ml
Tiempo que transcurre desde el proceso de mezcla hasta la toma de lectura final	: 4:29 minutos
Lectura inicial	: 0 mm
Lectura final (después de 30 segundos)	: 9 mm

Cálculos:

a) La penetración en mm:

$$P = \text{lectura final} - \text{lectura inicial}$$

$$P = 9 - 0 = 9 \text{ mm}$$

b) Cálculo del % de humedad de la pasta:

$$w\% = (w_w / w_s) * 100 = (250 \text{ g} / 650 \text{ g}) * 100 = 38.46 \%$$

Luego se hacen los mismos cálculos para las siguientes pruebas en las que se ha variado la cantidad de agua a utilizar en cada mezclado.

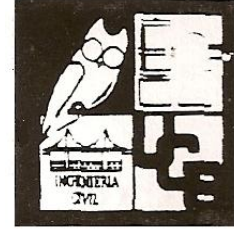
c) Graficar penetración P (mm) vrs. % w (ver hoja de trabajo).

De la gráfica, el % w necesario para lograr la consistencia normal es 38.62 %.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- 2003 Annual Book of ASTM Standards. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, 2003.

**LABORATORIO DE
MATERIALES DE CONSTRUCCION**



CONSISTENCIA NORMAL DEL CEMENTO

FECHA: 24/MARZO/2006

TEMPERATURA: 25.8 °C

Prueba N°	1	2	3
Tiempo de mezclado (min)	4:35	4:29	4:33
Volumen de agua (ml)	240	250	260
Lectura inicial, Li (mm)	0	0	0
Lectura final, Lf (mm)	3	9	16
Penetración=Lf-Li (mm)	3	9	16
Peso de cemento (g)	650	650	650
Peso de agua (g)	240	250	260
$w\% = (w_w / w_s) * 100$	36.92	38.46	40.00

El % de consistencia es: 38.62 %

