
Guía de Laboratorio

Tecnología del Concreto

Guía de Laboratorio
Tecnología del Concreto

Primera edición digital
Huancayo, 2022

De esta edición

© Universidad Continental, Oficina de Gestión Curricular
Av. San Carlos 1795, Huancayo-Perú
Teléfono: (51 64) 481-430 anexo 7361
Correo electrónico: recursosucvirtual@continental.edu.pe
<http://www.continental.edu.pe/>

Cuidado de edición

Fondo Editorial

Diseño y diagramación

Fondo Editorial

Todos los derechos reservados.

La *Guía de Laboratorio*, recurso educativo editado por la Oficina de Gestión Curricular, puede ser impresa para fines de estudio.

Contenido

Presentación	5
Primera Unidad: Cemento	7
Guía de práctica 1	
Consistencia normal de pasta	8
Guía de práctica 2	
Tiempo de fragua (aguja de Vicat)	12
Guía de práctica 3	
Fluidez de mortero	16
Guía de práctica 4	
Compresión de morteros	20
Segunda Unidad: Agregados	23
Guía de práctica 5	
Contenido de humedad agregado	24
Guía de práctica 6	
Cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 μm (N.º 200) por lavado	28
Guía de práctica 7	
Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos	31
Guía de práctica 8	
Absorción de agregados	36
Guía de práctica 9	
Peso específico de agregados	39
Guía de práctica 10	
Peso unitario de agregados	44

Tercera Unidad: Concreto fresco	49
Guía de práctica 11	
Temperatura del concreto fresco	50
Guía de práctica 12	
Asentamiento del concreto (<i>slump</i>)	52
Guía de práctica 13	
Peso unitario de producción y contenido de aire (método de presión)	56
Cuarta Unidad: Concreto endurecido	63
Guía de práctica 14	
Rotura de probetas cilíndricas	64
Guía de práctica 15	
Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (esclerometría)	68
Referencias	70

Presentación

La presente guía de laboratorio de la asignatura de Tecnología del Concreto busca estandarizar el método y procedimientos para la ejecución de los ensayos de laboratorio y que guardan relación con el sílabo del curso, para asegurar su difusión y que correspondan a los estándares de calidad para la adecuada formación de los estudiantes de Ingeniería Civil.

Como prevención a una práctica segura, se requiere que los estudiantes que ingresen a los ambientes del laboratorio lo hagan con sus respectivos elementos de protección personal (EPP), que consta de protector para la cabeza, protectores auditivos, lentes de seguridad, respirador para micropartículas, guantes según el trabajo que realicen (como palma de neopreno, cuero, látex, caucho), zapatos de seguridad (punta de acero), pantalón *jean*, chaleco para herramientas, camisa manga larga.

Primera Unidad

Cemento



Consistencia normal de pasta

Sección: Fecha:/...../..... Duración:

Docente: Unidad: 1

Apellidos y nombres:

Instrucciones

El uso y manejo de los recursos de laboratorio son exclusivamente con el uso obligatorio de los elementos de protección personal.

I. Normativa

La norma que establece el método de ensayo es la NTP 334.003/ASTM C187.

II. Objetivo de la práctica

Determinar la consistencia de fraguado del cemento hidráulico utilizando la aguja de Vicat.

III. Fundamento teórico

Saber el contenido óptimo de agua y consistencia de pasta del cemento en el rango aproximado de una penetración de 10 ± 1 milímetros con la parte posterior de la aguja de Vicat (la sonda pesa 300 gramos).

IV. Equipos e instrumentos

- Balanza de 600 g, con una aproximación 0.01 gramos.
- Probetas graduadas de 200 a 250 mililitros.
- Aparato Vicat.
- Batidora de pasta normalizada de 4.5 litros.
- Espátula y agua destilada.

- Cucharón capacidad 1/4 kilos.
- Taras capacidad 1/2 kilos.
- Una pizeta.

V. Procedimiento

Primero

- a) Pesar 650 gramos \pm 0,1 g de cemento
- b) Colocar toda el agua en el recipiente.
- c) Agregar el cemento y el agua al recipiente, permite la absorción de agua durante 30 segundos.

Segundo

- d) Encender la mezcladora y mezclar a velocidad 1 durante 15 segundos, dejar reposar 15 segundos. En este tiempo se raspa la pasta que pueda.
- e) Encender la mezcladora y mezclar a velocidad 2 durante 30 segundos, dejar reposar 15 segundos. En este tiempo se raspa la pasta que pueda.
- f) Encender la mezcladora y mezclar a velocidad 3 durante 60 segundos, dejar reposar 15 segundos. En este tiempo se raspa la pasta que pueda.

Tercero

- g) Retirar la pasta adherida en las paredes del recipiente de mezclado (con la mano) y hacer una bola.
- h) Bolear 6 veces entre las manos a una distancia de 6" o 150 milímetros e introducir la pasta por la parte inferior del molde cónico y colocarlo sobre un vidrio, enrasar el exceso con la ayuda de una espátula y darle un acabado plano.
- i) Luego se coloca la muestra centrada debajo del vástago de la aguja de Vicat de tal forma que haga contacto con la superficie de la muestra y se deja caer por espacio de 30". Tiempo en el cual debe penetrar 10 ± 1 milímetros para que sea considerada una pasta de consistencia normal.

$$\% \text{ consistencia normal} = \frac{P \text{ agua}}{P \text{ cemento}} \times 100 \%$$

VI. Cálculos

Se calcula el porcentaje que representa la cantidad de agua necesaria para lograr la consistencia normal en una pasta de cemento hidráulico. Cálculo con aproximación de 0.1

Fórmula:

$$\% \text{ consistencia normal} = \frac{P \text{ agua}}{P \text{ cemento}} \times 100 \%$$

Donde:

P agua [g]: Peso de agua para lograr la consistencia normal.

P cemento [g]: 650.

VII. Anexos

Ver anexo en la siguiente página.



LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO

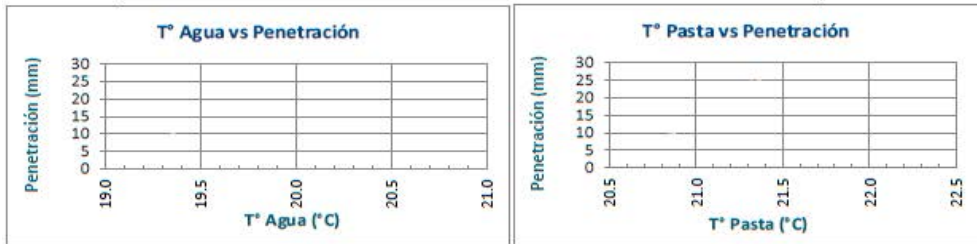
CURSO:
 CATEDRÁTICO:

SECCIÓN:

CONSISTENCIA DE LA PASTA DE CEMENTO (MTC E 605 - 2000; ASTM C 187; AASTHO T 129)

DATOS DE DISEÑO
 CEMENTO:
 AGUA:
 PENETRACIÓN:

MUESTRA	CEMENTO (gr)	AGUA (ml)	PENETRACIÓN (mm)	T° CEMENTO	T° AGUA	T° PASTA
1						
2						
3						
4						
5						



ENSAYO:	CONSISTENCIA DE PASTA			
		SELLO	FIRMA	FECHA

N° DE GRUPO	INTEGRANTES	CODIGO	FIRMA

Tiempo de fragua (aguja de Vicat)

Sección: Fecha:/...../..... Duración:

Docente: Unidad: 1

Apellidos y nombres:

Instrucciones

El uso y manejo de los recursos de laboratorio es exclusivamente con el uso obligatorio de los elementos de protección personal.

I. Normativa

La norma que establece el método de ensayo es la Norma NTP 334.007/ASTM C191.

II. Objetivo de la práctica

Determinar el tiempo de fraguado del cemento Portland, mediante la aguja de Vicat.

III. Fundamento teórico

Este ensayo permite determinar el tiempo de fraguado inicial y final del cemento Portland mediante la aguja de Vicat. Los valores establecidos en unidades deben ser considerados en el presente método.

IV. Equipos e instrumentos

- Aparato de Vicat y el extremo mostrar una aguja recta de diámetro 1.00 ± 5 milímetros.
- Balanza de 600 g, con una aproximación de 0.5 gramos.
- Probeta graduada de 200 a 250 mililitros de capacidad y agua destilada.

- Placa plana no absorbente de forma cuadrada.
- Espátula.
- Molde tronco-cónico.
- Recipiente de mezclado.
- Cucharón capacidad 1/4 kilos.
- Taras capacidad 1/2 kilos.
- Una pizeta.

V. Procedimiento

Primero

- a) Pesar $650 \pm 0,1$ gramos de cemento.
- b) Colocar toda el agua en el recipiente.
- c) Agregar el cemento y el agua al recipiente, permite la absorción de agua durante 30 segundos.

Segundo

- d) Encender la mezcladora y mezclar a velocidad 1 durante 15 segundos, dejar reposar 15 segundos. En este tiempo se raspa la pasta que pueda.
- e) Encender la mezcladora y mezclar a velocidad 2 durante 30 segundos, dejar reposar 15 segundos. En este tiempo se raspa la pasta que pueda.
- f) Encender la mezcladora y mezclar a velocidad 3 durante 60 segundos, dejar reposar 15 segundos. En este tiempo se raspa la pasta que pueda.

Tercero

- g) Luego se coloca la muestra centrada debajo del vástago de la aguja de Vicat de tal forma que haga contacto con la superficie de la muestra.
- h) Se hace descender la aguja de 1 milímetro hasta el fondo del cono y se toma una lectura, anotando el tiempo, temperatura y la penetración.
- i) Se repite el mismo procedimiento después de 15 minutos, y así tomando intervalos de tiempo hasta que el fraguado haya finalizado.

VI. Cálculos

Fórmula para cálculo de tiempo de fraguado de Vicat al más cercano 1 minuto:

$$\left[\left(\frac{H - E}{C - D} \right) * (C - 25) \right] + E$$

Donde:

H: Tiempo en minutos de la primera penetración menor de 25 milímetros.

E: Tiempo en minutos de la última penetración mayor de 25 milímetros.

D: Lectura de la penetración al tiempo H.

C: Lectura de la penetración al tiempo E.

Se calcula el tiempo de fraguado final, determinando el tiempo transcurrido entre el tiempo del contacto inicial del cemento con el agua y el tiempo cuando la aguja ya no marca visiblemente la pasta, redondeado al más cercano 5 min.

VII. Anexos

Ver anexo en la siguiente página.



LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO

CURSO:
 CATEDRÁTICO:

SECCIÓN:

**ENSAYO: TIEMPO DE FRAGUA DE LA PASTA DE CEMENTO, MÉTODO DE VICAT
 (MTC E 606 - 2000; ASTM C 191; AASTHO T 131)**

DATOS DE DISEÑO CEMENTO: AGUA: ADICIÓN:

PRUEBA	HORA (24 Hrs)	HORA (min)	PENETRACIÓN (mm)	T° PASTA (°C)	T° AMBIENTE (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	VEL. VIENTO (m/s)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							

OBSERVACIONES:

Guía de práctica 3

Fluidez de mortero

Sección: Fecha:/...../..... Duración:
Docente: Unidad: 1
Apellidos y nombres:

Instrucciones

El uso y manejo de los recursos de laboratorio es exclusivamente con el uso obligatorio de los elementos de protección personal.

I. Normativa

La norma que establece el método de ensayo es la *Norma NTP 334.007/ASTM C191*.

II. Objetivo de la práctica

Determinar la fluidez o extensibilidad de una mezcla plástica de mortero.

III. Fundamento teórico

El agua contenida en el mortero hidráulico le confiere cierta fluidez, hay morteros que requieren cierto nivel especificado de fluidez el mismo que se mide por el incremento del diámetro de la base mayor del molde que contiene al mortero.

IV. Equipos e instrumentos

- Mesa de flujo. Bajo especificaciones ASTM C230.
- Vernier de medición.
- Apisonador.
- Espátula.
- Regla recta.

V. Procedimiento

Primero

1. Pesar 500 gramos de cemento.
2. 1375 de arena de Ottawa y agua.
3. Para la calibración de arena de Ottawa tenemos el siguiente cuadro:

Malla	Peso	Retenido	% Retenido acumulado	Proporción a utilizar = 687,5 g	
16	0.0	0 %	0 %	30	13,5 g
30	27.5	2 %	2 %	50	495 g
50	990.0	72 %	74 %	100	179 g
100	357.5	26 %	100 %		
Total	1375	100 %			

4. Para el mezclado, se utilizarán las proporciones de 250 gramos de cemento, 687.5 gramos de arena y 179 mililitros de agua.

Segundo

5. Agregar el cemento, arena y agua al recipiente, permite la absorción de agua durante 30 segundos.
6. Encender la mezcladora y mezclar a velocidad 1 durante 15 segundos, dejar reposar 15 segundos. En este tiempo se raspa la pasta que pueda.
7. Encender la mezcladora y mezclar a velocidad 2 durante 30 segundos, dejar reposar 15 segundos. En este tiempo se raspa la pasta que pueda.
Encender la mezcladora y mezclar a velocidad 3 durante 60 segundos, dejar reposar 15 segundos. En este tiempo se raspa la pasta que pueda.

Tercero

8. Humedecer la superficie de la mesa y el cono, centrar el cono dentro de las marcas de la superficie de la mesa.
9. Llenar el cono en 2 capas, compactar cada capa con 20 golpes con un pisón, la última se llena en exceso y se nivela con la ayuda de una espátula.

10. Retirar cuidadosamente en forma vertical el cono, limpiar los bordes de la mesa dejado con el mortero, limpiar el agua que rodea a la mezcla, todo este procedimiento debe realizarse en no más de 1 minuto. Girar la manivela de la mesa de fluidez 25 veces en 15 segundos y medir la extensibilidad en cuatro puntos y sacar un promedio.

VI. Cálculos

Flujo de una mezcla de cemento hidráulico:

$$\% \text{ flujo} = \frac{D \text{ promedio} - D. \text{ inicial}}{D. \text{ inicial}} * 100 \%$$

Donde:

% flujo : Flujo del mortero del cemento hidráulico expresado en porcentaje.

D. promedio: Es el promedio de cuatro lecturas del diámetro realizadas con el vernier, expresado en la misma unidad que el diámetro inicial.

D. inicial: Diámetro mayor del molde tronco-cónico (10.16 centímetros).

VII. Anexos

Ver anexo en la siguiente página.

LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO

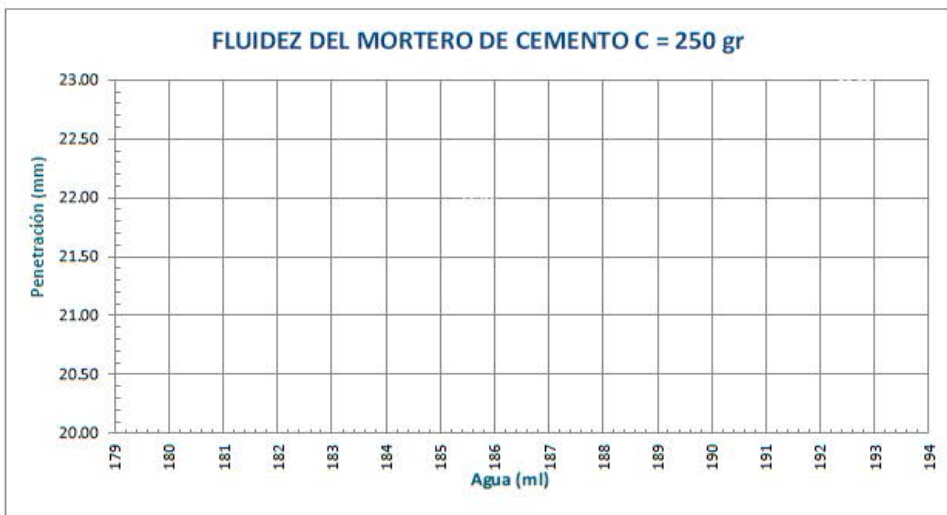
CURSO:
 CATEDRÁTICO:

SECCIÓN:

FLUIDEZ DEL MORTERO DE CEMENTO (MTC E 617 - 2000; ASTM C-230; AASTHO M-152)

DATOS DE DISEÑO
 CEMENTO:
 AGUA:
 DIÁMETRO:

MUESTRA	CEMENTO (gr)	ARENA (gr)	AGUA (ml)	DIÁMETRO (cm)				DIÁMETRO PROMEDIO	FLUIDEZ %
				D1	D2	D3	D4		
1									
2									
3									
4									
5									



ENSAYO:	FLUIDEZ DE MORTERO CEMENTO			
		SELLO	FIRMA	FECHA

N° DE GRUPO	INTEGRANTES	CODIGO	FIRMA

Guía de práctica 4

Compresión de morteros

Sección: Fecha:/...../..... Duración:
Docente: Unidad: 1
Apellidos y nombres:

Instrucciones

El uso y manejo de los recursos de laboratorio es exclusivamente con el uso obligatorio de los elementos de protección personal.

I. Normativa

La norma que establece el método de ensayo es la Norma NTP 334.051/ASTM C109.

II. Objetivo de la práctica

Determinar la resistencia del cemento mediante un mortero moldeado en cubos de 2" x 2".

III. Fundamento teórico

Establecer un método estándar para la preparación de pastas y morteros a través de mezcla mecánica y comparar el comportamiento de los distintos tipos de cemento.

IV. Equipos e instrumentos

- Balanza de 5 kilos, con precisión de 0.1 gramos.
- Probeta con capacidad de 250 a 500 mililitros.
- Moldes cúbicos de 50 milímetros con capacidad de 3 cubos.
- Mezcladora, tazón y paleta bajo las especificaciones ASTM C305.
- Mesa de flujo bajo las especificaciones ASTM C230.

- Apisonador de goma.
- Espátula.
- Agua destilada.
- Máquina de compresión.

V. Procedimiento

Primero

- Pesar 500 gramos de cemento, 1.375 de arena de Ottawa y agua.
- Para la calibración de arena de Ottawa tenemos el siguiente cuadro:

Malla	Peso	Retenido	% Retenido acumulado	Proporción a utilizar = 687,5 g	
16	0.0	0 %	0 %	30	13,5 g
30	27.5	2 %	2 %	50	495 g
50	990.0	72 %	74 %	100	179 g
100	357.5	26 %	100 %		
Total	1375	100 %			

- Para el mezclado se utilizará las proporciones de 500 gramos de cemento, 1375 gramos de arena y 179 mililitros de agua.
- Agregar el cemento, arena y agua al recipiente, permite la absorción de agua durante 30 segundos.

Segundo

- Encender la mezcladora y mezclar a velocidad 1 durante 15 segundos, dejar reposar 15 segundos. En este tiempo se raspa la pasta que pueda.
- Encender la mezcladora y mezclar a velocidad 2 durante 30 segundos, dejar reposar 15 segundos. En este tiempo se raspa la pasta que pueda.
- Encender la mezcladora y mezclar a velocidad 3 durante 60 segundos, dejar reposar 15 segundos. En este tiempo se raspa la pasta que pueda.

- h) Llenar los moldes en 2 capas, compactar cada capa con 20 golpes con un pisón, la última se llena en exceso y se nivela con la ayuda de una espátula.

VI. Cálculos

Fórmula de esfuerzo:

$$f_m = \frac{P}{A}$$

Donde:

f_m: Resistencia a la compresión (kg/cm²)

P: Fuerza aplicada (kg)

A: Área de la superficie cargada (cm²)



Segunda Unidad

Agregados



Contenido de humedad agregado

Sección: Fecha:/...../..... Duración:

Docente: Unidad: 2

Apellidos y nombres:

Instrucciones

El uso y manejo de los recursos de laboratorio es exclusivamente con el uso obligatorio de los elementos de protección personal.

I. Normativa

La norma que establece el método de ensayo es la Norma NTP 339.185/ASTM C 566.

II. Objetivo de la práctica

Establecer el procedimiento para determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino y grueso por secado. La humedad evaporable incluye la humedad superficial y la contenida en los poros del agregado.

III. Fundamento teórico

Determinar el contenido de humedad en agregado fino y grueso para un buen diseño de mezcla.

1. Las partículas más grandes de agregado grueso, especialmente aquellas superiores a 50 milímetros requerirán de más tiempo de secado para que la humedad se desplace del interior de la partícula hasta la superficie. El usuario de este método deberá determinar empíricamente si los métodos por secado rápido suministran la suficiente precisión para el fin requerido, cuando se sequen partículas de tamaños mayores.

2. La humedad evaporable incluye la humedad superficial y la contenida en los poros del agregado, pero no considera el agua que se combina químicamente con los minerales de algunos agregados y que no es susceptible de evaporación por lo que no está incluido en el porcentaje determinado por este método.

IV. Equipos e instrumentos

- Balanzas de 30 y 5 kilos, con aproximación de 0.1 y 0.01 gramos.
- Horno eléctrico capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.
- Recipientes para contener a una muestra.

V. Procedimiento

Agregado fino

- Empezamos seleccionando el material por lo cual se procede a cuartear (coger partes opuestas y descartar las otras muestras).
- Tarar el recipiente con la balanza en cero para que no afecte el pesado de la muestra.
- Pesar 500 gramos de agregado fino.
- Llevar al horno durante 24 horas, pasado el tiempo sacar la muestra del horno y pesar nuevamente.

Agregado grueso

- Empezamos seleccionando el material por lo cual se procede a cuartear (coger partes opuestas y descartar las otras muestras).
- Tarar el recipiente con la balanza en cero para que no afecte el pesado de la muestra.
- Pesar 500 gramos de agregado grueso.
- Llevar al horno durante 24 horas, pasado el tiempo sacar la muestra del horno y pesar nuevamente.

VI. Cálculos

Para determinar el contenido de humedad:

$$\% H = \frac{P_{\text{muestra húmeda}} - P_{\text{muestra Seca}}}{P_{\text{muestra Seca}}} * 100 \%$$

Donde:

% H: Es el contenido de humedad del agregado en porcentaje.

P muestra húmeda: es el peso de la muestra en gramos.

P muestra seca: es el peso de la muestra seca en gramos.

VII. Anexos

Ver anexo en la siguiente página.



LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO

CURSO:
 CATEDRÁTICO:

SECCIÓN:

ENSAYO: CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO - CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E 108 - 2000; ASTM D 2216)

DATOS DEL AGREGADO
 PROCEDENCIA:

TIPO:

4.- CONTENIDO DE HUMEDAD (W %) - TIPO "A"						
N°	DATOS		UND	M- 1	M- 2	M- 3
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	gr			
2	PESO DE LA TARA + P _{MN}	B	gr			
3	P _{MN}	B - A	gr			
4	P _{MSH}	C	gr			
CALCULO						
5	CONTENIDO DE HUMEDAD	$((B-A)-C)/C$	%			
6	PROMEDIO DE MUESTRAS (W _{PROMEDIO})		%			

4.- CONTENIDO DE HUMEDAD (W %) - TIPO "B"						
N°	DATOS		UND	M- 1	M- 2	M- 3
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	gr			
2	PESO DE LA TARA + P _{MN}	B	gr			
3	P _{MN}	B - A	gr			
4	P _{MSH}	C	gr			
CALCULO						
5	CONTENIDO DE HUMEDAD	$((B-A)-C)/C$	%			
6	PROMEDIO DE MUESTRAS (W _{PROMEDIO})		%			

P_{MN} : Peso de la Muestra Natural.
 P_{MSH} : Peso de la Muestra Seca al Horno.
 P_{SSS} : Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seco.

ENSAYO:	AF. CONTENIDO DE HUMEDAD			
		SELLO	FIRMA	FECHA

N° DE GRUPO	INTEGRANTES	CODIGO	FIRMA

Cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 μm (N.º 200) por lavado

Sección: Fecha:/...../..... Duración:
Docente: Unidad: 2
Apellidos y nombres:

Instrucciones

El uso y manejo de los recursos de laboratorio es exclusivamente con el uso obligatorio de los elementos de protección personal.

I. Normativa

La norma que establece el método de ensayo es la Norma NTP 400.018/ASTM C117.

II. Objetivo de la práctica

Describir el procedimiento para determinar, por lavado con agua, la cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 μm (N.º 200) en un agregado. Durante el ensayo se separan de la superficie del agregado, por lavado, las partículas que pasan el tamiz de 75 μm (N.º 200), tales como: arcillas, agregados muy finos, y materiales solubles en el agua.

III. Fundamento teórico

El material más fino que el tamiz de 75 μm (N.º 200) puede ser separado de las partículas mayores de manera más eficiente y completa por el tamizado en húmedo que por el uso de tamizado en seco. Por ello, cuando se desea determinaciones exactas del material más fino que el tamiz de 75 μm (N.º 200) en un agregado grueso o fino, este ensayo es usado sobre la muestra antes del tamizado en seco de acuerdo con el ensayo MTC E204.

Los resultados de este ensayo son incluidos en el cálculo del ensayo MTC E204 y la cantidad total del material más fino que el tamiz de 75 μm (N.º 200) además del obtenido por tamizado en seco en la misma muestra es reportado con los resultados de MTC E 204.

Usualmente, la cantidad adicional del material más fino que 75 μm obtenido en el proceso de tamizado en seco es una cantidad pequeña. Si ésta es muy grande, la eficiencia de la operación de lavado debe ser chequeada. Esto también puede ser indicativo de degradación del agregado.

IV. Equipos e instrumentos

- Balanza de 600 gramos con aproximación de 0.1 gramos.
- Horno eléctrico capaz de mantener una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$.
- Recipiente.
- Tamiz #200 y #16 que cumpla con los requisitos NTP 350.001.

V. Procedimiento

Primero

Seleccionar un grupo de tamices de tamaños adecuados para cumplir con las especificaciones del Secar la muestra de ensayo en la estufa, hasta peso constante a una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$. Determinar la cantidad con una aproximación al 0,1% de la masa de la muestra de ensayo.

Segundo

Si la especificación aplicable requiere que la cantidad que pasa el tamiz de 75 μm (N.º 200) sea determinada sobre una parte de la muestra que pasa un tamiz más pequeño que el tamaño máximo nominal del agregado, separar la muestra sobre el tamiz designado y determinar la masa del material que pasa el tamiz designado con una aproximación del 0,1% de la masa de esta porción de la muestra de ensayo.



Tercero

Después de secar y determinar la masa, colocar la muestra de ensayo en el recipiente y agregar suficiente cantidad de agua para cubrirla. Agitar vigorosamente la muestra con el fin de separar completamente todas las partículas más finas que el tamiz de 75 μm de las partículas gruesas y llevar el material fino a suspensión. De inmediato vierta el agua de lavado con el material fino en suspensión sobre el juego de tamices armado. Tener cuidado para evitar la decantación de las partículas más gruesas de la muestra.

Cuarto

Retornar todo el material retenido en el juego de tamices mediante un chorro de agua a la muestra lavada. Secar el agregado lavado hasta obtener un peso constante, a una temperatura de 110 ± 5 °C y determinar el peso con una aproximación de 0,1 % del peso original de la muestra.

VI. Cálculos

Cálculo del material pasante de la malla #200:

$$\% \#200 = \frac{PS. original - PS. lavado}{P_{muestra Seca}} * 100\%$$

Donde:

%#200: Material pasante la malla #200 en porcentaje.

PS. original: Peso seco de la muestra original, en gramos.

PS. lavado: Peso seco de la muestra después del lavado, en gramos.

Guía de práctica 7

Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos

Sección: Fecha:/...../..... Duración:
 Docente: Unidad: 2
 Apellidos y nombres:

Instrucciones

El uso y manejo de los recursos de laboratorio es exclusivamente con el uso obligatorio de los elementos de protección personal.

I. Normativa

La norma que establece el método de ensayo es la *Norma NTP 400.012/ASTM C136*.

II. Objetivo de la práctica

Determinar, cuantitativamente, los tamaños de las partículas de agregados gruesos y finos de un material, por medio de tamices de abertura cuadrada.

Determinar la distribución de los tamaños de las partículas de una muestra seca del agregado, por separación a través de tamices dispuestos sucesivamente de mayor a menor abertura.

III. Fundamento teórico

Se aplica para determinar la gradación de materiales propuestos para uso como agregados o los que están siendo usados como tales. Los resultados serán usados para determinar el cumplimiento de la distribución del tamaño de partículas con los requisitos exigidos en la especificación técnica de la obra y proporcionar datos necesarios para el control de producción de agregados.

La determinación del material que pasa el tamiz de 75 μm (N.º 200) no se obtiene por este ensayo. El método de ensayo a emplear será: "Cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 μm (N.º 200) por lavado" (MTC E 202).

IV. Equipos e instrumentos

- Balanza de 5.0 kilos con aproximación de 0.1 gramos.
- Tamices estandarizados.
- Agitador mecánico para agregado fino.
- Agitador mecánico para agregado grueso.
- Brocha, cepillo metálico y bandejas.
- Horno capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.

V. Procedimiento

Primero

Seleccionar un grupo de tamices de tamaños adecuados para cumplir con las especificaciones del material que se va a ensayar. Colóquense los tamices en orden decreciente, por tamaño de abertura. Efectúese la operación de tamizado a mano o por medio de un tamizador mecánico, durante 1 minuto como periodo adecuado.

Segundo

Una vez concluido el tamizado, se procede a pesar los pesos retenidos en cada malla y el fondo, se realiza otros dos ensayos con las mismas características, para luego sacar un promedio de los pesos retenidos en cada malla y luego se procesan los datos obteniendo con la curva de gradación de las partículas.

VI. Cálculos

El peso total del material después del tamizado debe ser comparado con el peso original de la muestra que se ensayó. Si la cantidad difiere en más del 0.3 %, basado en el peso de la muestra original seca, el resultado no debe ser aceptado.

Calcular el porcentaje que pasa, el porcentaje total retenido, o el porcentaje de las fracciones de varios tamaños, con una aproximación de 0.1 %, con base en el peso total de la muestra inicial seca.

VII. Anexos

Ver anexos en la siguiente página.



LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO

CURSO:
 CATEDRÁTICO:

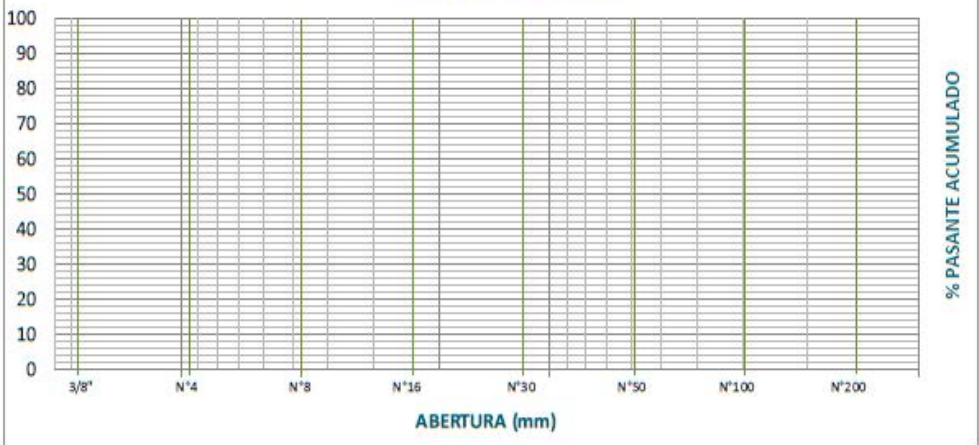
SECCIÓN:

ENSAYO: **CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO (MTC E 204 - 2000; ASTM C 136; AASHTO T**

DATOS DEL AGREGADO PROCEDENCIA:

GRANULOMETRÍA		TIPO:		CARACTERÍSTICAS FÍSICAS		
TAMIZ		P. RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% ACUMULADO		MÓDULO DE FINEZA (%)
NÚMERO	ABER. (mm)			RETENIDO	PASANTE	
2"	50.00					% HUMEDAD
1 1/2"	37.50					% ABSORCIÓN
1"	25.00					% MATERIAL < N° 200
3/4"	19.00					P.U.S. (kg/m ³)
1/2"	12.50					P.U.C. (kg/m ³)
3/8"	9.50					FORMA
N° 4	4.75					TEXTURA
N° 8	2.36					TIPO DE ROCA
N° 16	1.18					% MATERIAL < N° 200
N° 30	0.59					% PARTÍCULAS LIGERAS
N° 50	0.30					% ARCILLA Y PART. DESM.
N° 100	0.15					
N° 200	0.07					
> N° 200	0.00					
TOTAL						

MUESTRA PROMEDIO



HUSO C							
SUPERIOR							
INFERIOR							

Absorción de agregados

Sección: Fecha:/...../..... Duración:
Docente: Unidad: 2
Apellidos y nombres:

Instrucciones

El uso y manejo de los recursos de laboratorio son exclusivamente con el uso obligatorio de los elementos de protección personal.

I. Normativa

La norma que establece el método de ensayo es la *Norma NTP 400.022/ASTM C128*.

II. Objetivo de la práctica

Determinar el porcentaje de absorción después de 24 horas de sumergido la muestra del agregado fino y grueso.

III. Fundamento teórico

Es la cantidad de agua que puede absorber un agregado para llenar sus vacíos.

IV. Equipos e instrumentos

- Balanza de 3000 gramos con aproximación de 0.1 gramos.
- Picnómetro de 500 mililitros.
- Molde tronco-cónico y apisonador.
- Bandeja plana no adsorbente.
- Horno eléctrico capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.

V. Procedimiento

Agregado fino

- d) Luego pesamos 500 gramos del material.
- e) Introducimos el material en una probeta y añadimos 500 centímetros cúbicos de agua.
- f) Agitamos cuidadosamente la probeta con el agregado y dejamos reposar por unos 15 minutos.
- g) Después del reposo se procede a pesar la muestra + agua + probeta.
- h) Luego se extrae el material, asegurándose que no quede nada en el tubo de ensayo.
- i) Después de tener el peso, se le introduce al horno con una temperatura de $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, por 24 horas.

Agregado grueso

- a) Saturar la muestra por 24 horas.
- b) Decantar el agua y tomar el peso mínimo del material según el TMN aproximado de agregado saturado con superficie seca (agregado en sss). Esto se obtiene secando el agregado con ayuda de una franela (la superficie de las partículas).
- c) Retirar la muestra, colocarlo en un recipiente, llevarlo al horno hasta peso constante y pesar.

VI. Cálculos

$$\%Abs = \frac{P_{sss} - P_{seco}}{P_{seco}} * 100\%$$

Donde:

P_{sss}: Peso saturado superficialmente seco del agregado, en gramos.

P_{seco}: Peso Seco del agregado, en gramos.

VII. Anexos

Ver anexo en la siguiente página.



LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO

CURSO:
 CATEDRÁTICO:

SECCIÓN:

ENSAYO: **CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO - ABSORCIÓN**
 (MTC E 205 - 2000; ASTM C 128; AASTHO T 84)

DATOS DEL AGREGADO
 PROCEDENCIA:

TIPO:

5.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (Ab %) - TIPO "A"						
N°	DATOS		UND	M- 1	M- 2	M- 3
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	gr			
2	PESO DE LA TARA + P _{SSS}	B	gr			
3	P _{SSS}	B - A	gr			
4	P _{MSH}	C	gr			
CALCULO						
5	CONTENIDO DE HUMEDAD	$((B-A)-C)/C$	%			
6	PROMEDIO DE MUESTRAS (Ab _{PROMEDIO})		%			

5.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (Ab %) - TIPO "B"						
N°	DATOS		UND	M- 1	M- 2	M- 3
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	gr			
2	PESO DE LA TARA + P _{SSS}	B	gr			
3	P _{SSS}	B - A	gr			
4	P _{MSH}	C	gr			
CALCULO						
5	CONTENIDO DE HUMEDAD	$((B-A)-C)/C$	%			
6	PROMEDIO DE MUESTRAS (Ab _{PROMEDIO})		%			

P_{MN} : Peso de la Muestra Natural.
 P_{MSH} : Peso de la Muestra Seca al Horno.
 P_{SSS} : Peso de la Muestra Saturado Superficialmente Seco.

ENSAYO:	AF.ABSORCION			
		SELLO	FIRMA	FECHA

N° DE GRUPO	INTEGRANTES	CODIGO	FIRMA

Guía de práctica 9

Peso específico de agregados

Sección: Fecha:/...../..... Duración:
Docente: Unidad: 2
Apellidos y nombres:

Instrucciones

El uso y manejo de los recursos de laboratorio son exclusivamente con el uso obligatorio de los elementos de protección personal.

I. Normativa

La norma que establece el método de ensayo es la *Norma NTP 400.022/ASTM C128*.

II. Objetivo de la práctica

Determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente del agregado fino y grueso.

III. Fundamento teórico

Obtener el peso específico de los agregados fino y grueso.

Una muestra de agregado se sumerge en agua por 24 horas aproximadamente para llenar los poros esencialmente. Luego se retira del agua, se seca el agua de la superficie de las partículas, y se pesa. La muestra se pesa posteriormente mientras es sumergida en agua. Finalmente, la muestra es secada al horno y se pesa una tercera vez. Usando los pesos así obtenidos y fórmulas en este modo operativo, es posible calcular tres tipos de peso específico y de absorción.

IV. Equipos e instrumentos

- Balanza de 3000 gramos con aproximación de 0.1 gramos.
- Picnómetro de 500 mililitros.
- Molde tronco-cónico y apisonador.
- Bandeja plana no adsorbente.
- Horno eléctrico capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.

V. Procedimiento

Previo al ensayo

- Se necesita tener muestra seleccionada para realizar de dicho ensayo.
- Se seleccionará la muestra siguiendo el modo operativo MTC E 201.
- Mezclar la muestra y reducirla aproximadamente a la cantidad necesaria usando el procedimiento descrito en la ASTM C 702. Descartar todo el material que pase el tamiz 4,75 milímetros (N.º 4) por tamizado seco y luego lavar el material para remover polvo u otras impurezas superficiales. Si el agregado grueso contiene cantidades importantes de material más fino que el tamiz 4,75 milímetros (N.º 4) (como tamaños 8 y 9 considerados en la clasificación de la ASTM D 448), usar el tamiz 2,36 milímetros (N.º 8) en vez del tamiz 4,75 milímetros (N.º 4). Alternativamente, separar el material más fino que el tamiz 4,75 milímetros y ensayarlo de acuerdo con el Modo Operativo E 205.

El peso mínimo de la muestra de ensayo que será usado se presenta en la tabla (ver página siguiente).

Si la muestra es ensayada en dos o más fracciones de tamaños, determinar la gradación de la muestra de acuerdo con lo indicado en el Modo Operativo MTC E 204.

Agregado fino

Primero

- a) Saturar la muestra un tiempo de 24 horas.

Tabla: Peso mínimo de la muestra de ensayo

Tamaño máximo nominal milímetros (pulg.)	Peso mínimo de la muestra de ensayo kilos (libras)
12,5 (1/2) o menos	2 (4,4)
19,0 (3/4)	3 (6,6)
25,0 (1)	4 (8,8)
37,5 (1 ½)	5 (11)
50,0 (2)	8 (18)
63,0 (2 ½)	12 (26)
75,0 (3)	18 (40)
90,0 (3 ½)	25 (55)
100,0 (4)	40 (88)
112,0 (4 ½)	50 (110)
125,0 (5)	75 (165)
150,0 (6)	125 (276)

- b) Después de 24 horas se decanta cuidadosamente el agua evitando la pérdida de finos, luego se extiende la muestra sobre una bandeja.
- c) Posteriormente procedemos a extender la muestra sobre una bandeja, comenzando la operación de secado.
- d) Una vez que la muestra esta seca superficialmente se procede a utilizar el cono truncado con el pisón, llenándolo parcialmente en una sola capa y dándole 25 golpes.

Segundo

- e) Se continúa haciendo el mismo procedimiento hasta ver el desmoronamiento superficial, alcanzando así su condición de superficie seca.
- f) Luego pesamos 500 gramos del material.
- g) Introducimos el material en una probeta de 1000 mililitros y añadimos 500 centímetros cúbicos de agua.
- h) Agitamos cuidadosamente la probeta con el agregado y dejamos reposar por unos 15 minutos.

Tercero

- i) Después del reposo se procede a pesar la muestra + agua + probeta.

- j) Luego se extrae el material, asegurándose que no quede nada en el tubo de ensayo.
- k) Después de tener el peso, se le introduce al horno con una temperatura de $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, por 24 horas.

Agregado grueso

Primero

- a) Saturar la muestra un tiempo de 24 horas.
- b) Después de 24 horas se decanta cuidadosamente el agua evitando la pérdida de agregado grueso.
- c) Luego se seca el agregado con ayuda de una franela (la superficie de las partículas).

Segundo

- d) sumergimos la canastilla metálica en un recipiente lleno de agua a un determinado nivel.
- e) Con la balanza hidrostática se registra el peso de la canastilla dentro del agua, adicionar la muestra en sss en la canastilla y pesar.
- f) Retirar la muestra, colocarlo en un recipiente, llevarlo al horno hasta peso constante y pesar.

VI. Cálculos

Para determinar el peso específico del agregado:

Donde:
$$PE = \frac{P_{\text{Seco}}}{V_{\text{muestra}}}$$

P_{seco}: Peso seco del agregado, en gramos.

V_{volumen}: Volumen de la muestra, en cm^3 .

VII. Anexos

Ver anexo en la siguiente página.

LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO

CURSO:
 CATEDRÁTICO:

SECCIÓN:

ENSAYO: **CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO - PESO ESPECÍFICO
 (MTC E 205 - 2000; ASTM C 128; AASTHO T 84)**

DATOS DEL AGREGADO
 PROCEDENCIA: TIPO:

3.- PESO ESPECÍFICO - TIPO "A"						
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3
1	P _{SSS} + TARA	A	gr			
2	P _{MSH} + TARA	B	gr			
3	PESO DE LA TARA	C	gr			
4	P _{SSS}	A - C	gr			
5	P _{MSH}	B - C	gr			
6	VOLÚMEN DESPLAZADO	D	cm ³			
CÁLCULO						
7	PESO ESPECÍFICO	(B - C)/D	gr/cm ³			
6	PROMEDIO DE MUESTRAS		kg/m ³			

3.- PESO ESPECÍFICO - TIPO "B"						
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3
1	P _{SSS} + TARA	A	gr			
2	P _{MSH} + TARA	B	gr			
3	PESO DE LA TARA	C	gr			
4	P _{SSS}	A - C	gr			
5	P _{MSH}	B - C	gr			
6	VOLÚMEN DESPLAZADO	D	cm ³			
CÁLCULO						
7	PESO ESPECÍFICO	(B - C)/D	gr/cm ³			
6	PROMEDIO DE MUESTRAS		kg/m ³			

P_{MN} : Peso de la Muestra Natural.
 P_{MSH} : Peso de la Muestra Seca al Horno.
 P_{SSS} : Peso de la Muestra Saturado Superficialmente Seco.

ENSAYO:	AF. PESO ESPECIFICO			
		SELLO	FIRMA	FECHA

N° DE GRUPO	INTEGRANTES	CODIGO	FIRMA

Peso unitario de agregados

Sección: Fecha:/...../..... Duración:

Docente: Unidad: 2

Apellidos y nombres:

Instrucciones

El uso y manejo de los recursos de laboratorio son exclusivamente con el uso obligatorio de los elementos de protección personal.

I. Normativa

La norma que establece el método de ensayo es la *Norma NTP 400.017/ASTM C29*.

II. Objetivo de la práctica

Determinar el peso unitario suelto (PUS) y el peso unitario compactado (PUC) del agregado fino (arena gruesa) y agregado grueso (piedra chancada de 1", 3/4", 1/2") según los parámetros establecidos para desarrollar un diseño de mezcla adecuado.

III. Fundamento teórico

Es la cantidad de agregado o material que entra en 1 metro cúbico incluidos sus vacíos, en estado suelto o compactado y con diferentes pesos. Se expresa en kg/m^3 y para fines de diseño de mezcla, el peso unitario debe estar en condición seca.

IV. Equipos e instrumentos

- Balanza de 30 kilos con una aproximación 0.1 gramos.
- Varilla compactadora lisa de punta semiesférica, con diámetro de 5/8" y longitud aproximada de 600 milímetros.
- Martillo de goma.

- Regla de enrasado.
- Cucharón o pala.
- Molde para:
 - **Fino:** Con capacidad de 1/10 de pie cúbico.
 - **Grueso:** Con capacidad de 1/3 de pie cúbico.

V. Procedimiento

PUS

Primero

- a) Tomar una muestra representativa de por lo menos dos veces mayor del volumen del recipiente a usar (para agregado grueso se toma en cuenta el TMN y se selecciona el tipo de recipiente según tabla).

Toneladas	Recipiente a usar (pie ³)
1"	1/2
3/4"	1/3
1/2"	1/10

- b) Se procede a pesar el (balde y/o medidor) cilíndrico en la balanza.

Segundo

- c) Se llena el (balde y/o medidor) con el material en forma helicoidal, dejando caer libremente a una altura de 2" sobre el borde superior del molde, hasta llenarlo completamente.
- d) Posteriormente con la varilla se procede a enrazar con mucho cuidado el exceso de arena para que quede a nivel del recipiente.
- e) Finalmente se procede a pesar el recipiente cilíndrico con el material en la balanza.

PUC

Primero

- a) Tomar una muestra representativa de por lo menos dos veces mayor del volumen del recipiente a usar, (para agregado grueso se toma en cuenta el TMN y se selecciona el tipo de recipiente según tabla).

Toneladas	Recipiente a usar (pie ³)
1"	1/2
3/4"	1/3
1/2"	1/10

- b) Se procede a pesar el balde y/o medidor cilíndrico en la balanza.

Segundo

- c) Se llena el balde y/o medidor con el material en forma helicoidal, dejando caer libremente a una altura de 2" sobre el borde superior del molde hasta un 1/3 de su capacidad.
- d) Seguidamente con una varilla de acero de Ø 5/8" y/o Ø 3/8" procedemos a golpear 25 veces en forma helicoidal.
- e) Luego se sigue agregando la piedra hasta los 2/3 de su capacidad. Y también se procede a compactar con la varilla los 25 golpes en forma helicoidal.
- f) Para finalizar, se agrega la piedra hasta llenar el recipiente incluso un poco más. Y se procede al compactado del mismo con 25 golpes en forma helicoidal.
- g) Posteriormente con la varilla se procede a enrazar con mucho cuidado el exceso de material para que quede a nivel del recipiente.

VI. Cálculos

Para determinar el PUS:
$$PUS = \frac{P_{\text{seco suelto}}}{V_{\text{molde}}}$$

Donde:

Pseco suelto: Peso seco del agregado suelto, en kilos.

Vmolde: Volumen del recipiente usado, en m³.

Para determinar el PUC:
$$PUC = \frac{P_{\text{seco compactado}}}{V_{\text{molde}}}$$

Donde: **P seco compactado:** Peso seco del agregado compactado, en kilos.

Vmolde: Volumen del recipiente usado, en m³.

==== VII. Anexos (Ver anexo en la siguiente página)

LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO

CURSO:
 CATEDRÁTICO:

SECCIÓN:

ENSAYO: **CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO - PESO UNITARIO SUELTO**
 (MTC E 203 - 2000; ASTM C 29)

DATOS DEL AGREGADO
 PROCEDENCIA:

TIPO:

1.- PESO UNITARIO SUELTO - TIPO "A"						
Nº	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg			
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg			
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg			
4	VOLÚMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³			
CÁLCULO						
5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B-A)/C	kg/m ³			
6	PROMEDIO DE MUESTRAS (P.U.S.)		kg/m ³			

1.- PESO UNITARIO SUELTO - TIPO "B"						
Nº	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg			
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg			
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg			
4	VOLÚMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³			
CÁLCULO						
5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B-A)/C	kg/m ³			
6	PROMEDIO DE MUESTRAS (P.U.S.)		kg/m ³			

ENSAYO:	AF.PUS			
		SELLO	FIRMA	FECHA

Nº DE GRUPO	INTEGRANTES	CODIGO	FIRMA

LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO

CURSO:
 CATEDRÁTICO:

SECCIÓN:

ENSAYO: CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO - PESO UNITARIO COMPACTADO
 (MTC E 203 - 2000; ASTM C 29)

DATOS DEL AGREGADO
 PROCEDENCIA:

TIPO:

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO - TIPO "A"						
Nº	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg			
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg			
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg			
4	VOLÚMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³			
CÁLCULO						
5	PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	$(B - A)/C$	kg/m ³			
6	PROMEDIO DE MUESTRAS (P.U.C.)		kg/m ³			

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO - TIPO "B"						
Nº	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg			
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg			
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg			
4	VOLÚMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³			
CÁLCULO						
5	PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	$(B - A)/C$	kg/m ³			
6	PROMEDIO DE MUESTRAS (P.U.C.)		kg/m ³			

ENSAYO:	AF.PUC			
		SELLO	FIRMA	FECHA

Nº DE GRUPO	INTEGRANTES	CODIGO	FIRMA

Tercera Unidad

Concreto fresco



Temperatura del concreto fresco

Sección: Fecha:/...../..... Duración:

Docente: Unidad: 3

Apellidos y nombres:

Instrucciones

El uso y manejo de los recursos de laboratorio son exclusivamente con el uso obligatorio de los elementos de protección personal.

I. Normativa

La norma que establece el método de ensayo es la Norma NTP 339.186/ASTM C1064.

II. Objetivo de la práctica

Determinar la temperatura de las mezclas de concreto hidráulico recién mezclado.

III. Fundamento teórico

La temperatura de la mezcla de concreto no debe ser menor a 10 °C ni mayor a 32 °C.

La temperatura ambiente en la cual se va a vaciar el concreto no debe ser menor a 5 °C ni mayor a 28 °C.

Si la temperatura del concreto o del ambiente está fuera de este rango, se tomarán las medidas necesarias para evitar las complicaciones que se podrían producir.

IV. Equipos e instrumentos

- Recipiente que permita cubrir 3 pulgadas de concreto en todas las direcciones.
- Medidor de Temperatura.

V. Procedimiento

Colocar el concreto en un recipiente e introducir la sonda del termómetro a una profundidad de 75 milímetros, dejar 2 minutos o hasta la lectura se estabilice y registrar la temperatura con aproximación a 0.5 °C. Si la mezcla de concreto tiene agregado grueso con TMN mayor a 3", esta muestra se debe estabilizar por lo menos en 20 minutos, luego determinar la temperatura.



Figuras 1 y 2: Uso de diversos termómetros en la mezcla para medir la temperatura.

Asentamiento del concreto (*slump*)

Sección: Fecha:/...../..... Duración:

Docente: Unidad: 3

Apellidos y nombres:

Instrucciones

El uso y manejo de los recursos de laboratorio son exclusivamente con el uso obligatorio de los elementos de protección personal.

I. Normativa

La norma que establece el método de ensayo es la Norma NTP 339.035/ASTM C143.

II. Objetivo de la práctica

Establecer el método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto en las obras y en el laboratorio.

III. Fundamento teórico

Este ensayo no es aplicable cuando el concreto contiene una cantidad apreciable de agregado grueso de tamaño mayor a 37,5 milímetros (1½") o cuando el concreto no es plástico o cohesivo. Si el agregado grueso es superior a 37,5 milímetros (1½"), el concreto deberá tamizarse con el tamiz de este tamaño según la norma MTC 701 "Muestras de concreto fresco".

IV. Equipos e instrumentos

- Molde o cono de Abrams bajo especificaciones ASTM C143.
- Varilla apisonadora (diámetro = 5/8", 600 milímetros de longitud y puntas semiesféricas).

- Dispositivo de medición.
- Cucharón.

V. Procedimiento

Primero

Se humedece el molde y se coloca sobre una superficie horizontal rígida, plana, húmeda y no absorbente. Se sujeta firmemente con los pies y se llena con la muestra de concreto en tres capas, cada una de ellas de un tercio del volumen del molde, aproximadamente. Un tercio del volumen del molde corresponde, aproximadamente, a una altura de 67 milímetros; dos tercios del volumen corresponden a una altura de 155 milímetros.

Cada capa debe compactarse con 25 golpes de la varilla, distribuidos uniformemente sobre su sección transversal. Para la capa del fondo, es necesario inclinar ligeramente la varilla dando aproximadamente la mitad de los golpes cerca del perímetro y avanzando con golpes verticales en forma de espiral, hacia el centro. La capa del fondo se debe compactar en todo su espesor; las capas intermedia y superior en su espesor respectivo, de modo que la varilla penetre ligeramente en la capa inmediatamente inferior.

Segundo

Al llenar la capa superior, se debe apilar concreto sobre el molde antes de compactar. Si al hacerlo se asienta por debajo del borde superior, se debe agregar concreto adicional para que en todo momento haya concreto sobre el molde. Después que la última capa ha sido compactada se debe alisar a ras la superficie del concreto. Inmediatamente el molde es retirado, alzándolo cuidadosamente en dirección vertical.

El concreto del área que rodea la base del cono debe ser removido para prevenir interferencia con el proceso de asentamiento. El alzado del molde debe hacerse en un tiempo aproximado de 5 ± 2 segundos, mediante un movimiento

uniforme hacia arriba, sin que se imparta movimiento lateral o de torsión al concreto.

La operación completa, desde que se comienza a llenar el molde hasta que se retira, se debe hacer sin interrupción en un tiempo máximo de 2 minutos 30 segundos.

Tercero

El ensayo de asentamiento se debe comenzar a más tardar 5 minutos después de tomada la muestra.

Inmediatamente después, se mide el asentamiento, determinando la diferencia entre la altura del molde y la altura medida sobre el centro original de la base superior del espécimen.

Si ocurre un derrumbamiento pronunciado o desprendimiento del concreto hacia un lado del espécimen, se debe repetir el ensayo sobre otra porción de la muestra. Si dos ensayos consecutivos sobre una muestra de concreto dan este resultado, el concreto carece probablemente de la plasticidad y cohesión necesarias para que el ensayo de asentamiento sea aplicable.

Ver molde para determinar el asentamiento, en la siguiente página.

VI. Resultados

Consistencia del concreto hidráulico	Rango
Consistencia seca	1" - 2"
Consistencia plástica	3" - 4"
Consistencia fluida	>6"

Peso unitario de producción y contenido de aire (método de presión)

Sección: Fecha:/...../..... Duración:

Docente: Unidad: 3

Apellidos y nombres:

Instrucciones

El uso y manejo de los recursos de laboratorio son exclusivamente con el uso obligatorio de los elementos de protección personal.

I. Normativa

La norma que establece el método de ensayo es la Norma NTP 339.045/ASTM C138 y NTP 339.080/ASTM C231.

II. Objetivo de la práctica

Determinar la densidad (ver nota 1) del concreto recién mezclado que proporcionará fórmulas para calcular el rendimiento, el contenido de cemento y el contenido de aire del concreto.

III. Fundamento teórico

El rendimiento se define como el volumen del concreto logrado con una mezcla de cantidades conocidas de sus materiales componentes.

IV. Equipos e instrumentos

- Balanza de 30 kilos, con aproximación de 0.1 gramos.
- Varilla apisonadora (diámetro: 5/8", 600 milímetros de longitud y puntas esféricas).
- Recipiente de medida.

- Placa de enrasado.
- Maso con cabeza de hule de 600 ± 200 gramos.
- Cucharón.

V. Procedimiento

Primero

Apisonado: Se coloca el concreto en el medidor, en tres capas de aproximadamente igual volumen. Se golpea cada capa con la varilla compactadora, 25 veces cuando se usen medidores de volumen igual o menor a $0,014 \text{ m}^3$ ($0,5 \text{ pies}^3$) o 50 veces cuando se use el medidor de $0,28 \text{ m}^3$ (1 pie^3).

Segundo

- Al terminar la compactación, el medidor no debe mostrar un exceso o una deficiencia considerable de concreto. Se considera como óptimo, un exceso de concreto que sobresalga 3 milímetros ($1/8$ pulgadas) por encima del nivel del borde del molde.
- Se puede añadir una pequeña cantidad de concreto para corregir una deficiencia. Si el medidor contiene gran exceso de concreto al terminar la compactación, se remueve una porción representativa del exceso con un palustre o una cuchara, inmediatamente después de completar la compactación y antes de enrasar el medidor.

Tercero

Enrasado: Se enrasa la superficie del concreto al terminar la compactación y se termina la superficie del concreto, en forma lisa con la placa enrasadora, teniendo mucho cuidado de dejar el medidor lleno justo a nivel.

Limpieza y pesaje: Después de enrasar, se limpia cualquier exceso de concreto existente en el exterior del medidor y se determina la masa neta del concreto en el medidor con una precisión acorde a la norma.



Cuarto

Medidor tipo A

- Preparación para el ensayo: Se limpian los bordes del recipiente con el objeto de que la junta de la cubierta sea cierre hermético. Se ensambla el aparato y se agrega agua sobre el concreto hasta aproximadamente la mitad de la escala.
- El aparato ensamblado se inclina aproximadamente 30° usando como apoyo el fondo del recipiente; se describen varios círculos completos con el extremo superior y se golpea simultáneamente la cubierta para eliminar las burbujas de aire atrapadas en la muestra.
- Se coloca nuevamente el aparato en posición vertical y se llena de agua hasta la marca cero, mientras se golpean ligeramente los lados del recipiente. Se quita la espuma de la superficie de la columna de agua por medio de una pera de caucho, con el objeto de obtener un menisco claro. Antes de cerrar el tubo se agrega agua para llevar su superficie libre hasta la marca cero.
- La superficie interna del recipiente y la cubierta se deben conservar limpias y libres de aceites o grasas; deben estar húmedas para prevenir la adherencia de burbujas de aire que son difíciles de retirar después de ensamblado el aparato.

Medidor tipo B

Preparación para el ensayo: Se limpian los bordes del recipiente con el fin de que la junta de la cubierta sea cierre hermético. Se ensambla el aparato. Se cierra la válvula entre la cámara y el recipiente (válvula N.º 1) y se abren los dos grifos de la cubierta. Con una pera de caucho, se inyecta agua a través de uno de los grifos preferiblemente el A, hasta que el agua salga por el otro. Se golpea suavemente la tapa del medidor para eliminar las burbujas de aire atrapadas.

Procedimiento de ensayo: Se cierra la válvula de la cámara (válvula 2) y se bombea aire hasta que el puntero del manómetro coincida con la línea de presión inicial. Se dejan transcurrir

unos segundos hasta que el aire comprimido llegue a temperatura normal. Se estabiliza el puntero del manómetro en la línea de presión inicial bombeando o dejando escapar aire y golpeándolo suavemente. Se cierran los grifos A y B. Se abre la válvula que comunica la cámara de presión con el recipiente de medida (válvula 1). Se golpea vigorosamente alrededor del recipiente y a continuación se golpea suavemente el manómetro y se lee el porcentaje de aire en este último. Antes de remover la cubierta se abren los grifos A y B.

Ver medidores tipo A y tipo B, en la siguiente página.

VI. Cálculos

Cálculo del material pasante de la malla #200:

$$Densidad = \frac{P_{molde + concreto} - P_{molde}}{V_{molde}}$$

Donde:

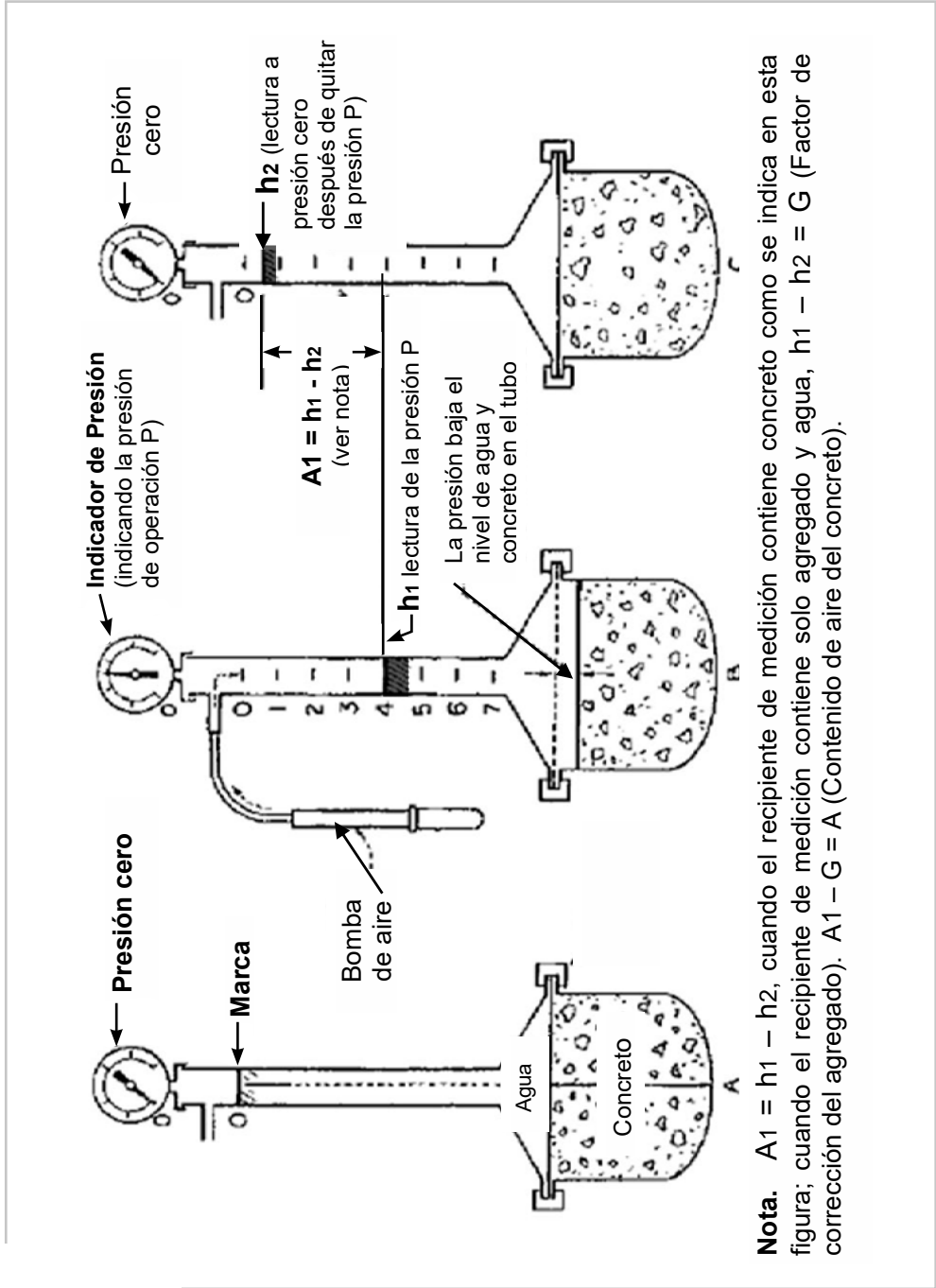
Densidad: Es la densidad del concreto fresco, en kg/m³.

Pmolde + concreto: Es el peso del molde lleno de concreto, en kilos.

Pmolde: Es el peso del molde, en kilos.

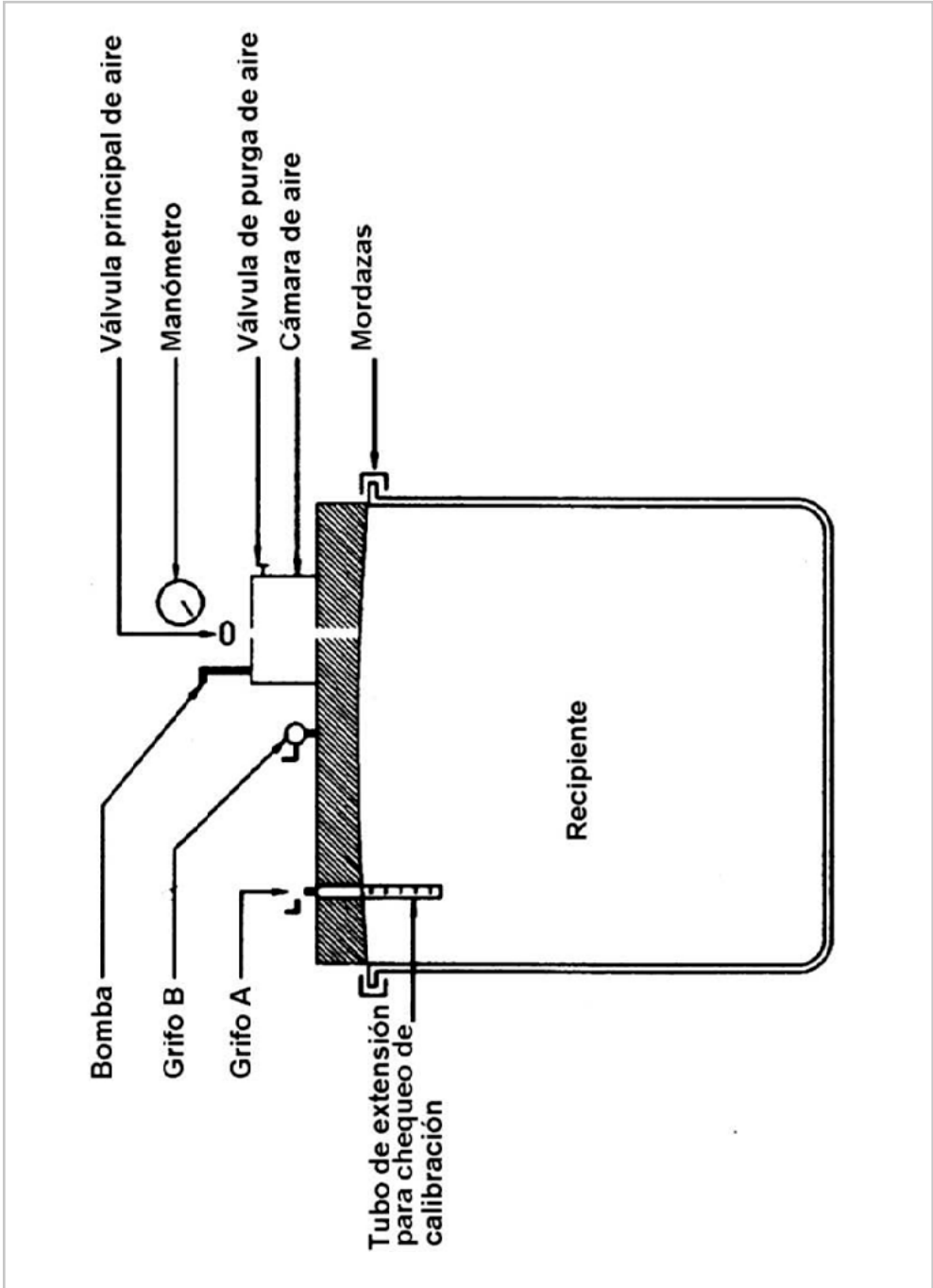
Vmolde: Es el volumen del molde, en m³.

Medidor tipo A



Nota. $A1 = h1 - h2$, cuando el recipiente de medición contiene concreto como se indica en esta figura; cuando el recipiente de medición contiene solo agregado y agua, $h1 - h2 = G$ (Factor de corrección del agregado). $A1 - G = A$ (Contenido de aire del concreto).

Medidor tipo B



Cuarta Unidad

Concreto endurecido



Rotura de probetas cilíndricas

Sección: Fecha:/...../..... Duración:

Docente: Unidad: 4

Apellidos y nombres:

Instrucciones

El uso y manejo de los recursos de laboratorio son exclusivamente con el uso obligatorio de los elementos de protección personal.

I. Normativa

La norma que establece el método de ensayo es la Norma NTP 339.034/ASTM C39.

II. Objetivo de la práctica

Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.

III. Fundamento teórico

Los moldes para los especímenes o los elementos de cierre en contacto con el concreto, serán de acero, fierro fundido u otro material no absorbente que no reaccione con el concreto de cemento portland. Los moldes mantendrán sus dimensiones y forma bajo todas las condiciones de uso.

Las probetas cilíndricas para la aceptación deben tener un tamaño de 150 × 300 milímetros (6" × 12") o 100 × 200 milímetros (4" × 8"), cuando así se especifique. Las probetas más pequeñas tienden a ser más fáciles de elaborar y manipular en campo y en laboratorio. El diámetro del cilindro debe ser como mínimo 3 veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso que se emplee en el concreto. El registro de la masa

de la probeta antes de colocarles tapa, constituye una valiosa información en caso de desacuerdos.

Para conseguir una distribución uniforme de la carga, generalmente los cilindros se refrentan con mortero de azufre NTP 339.037 (ASTM C 617) o con tapas de almohadillas de neopreno (ASTM C 1231). Las cubiertas de azufre se deben aplicar como mínimo dos horas antes y preferiblemente un día antes de la prueba. Las cubiertas de almohadilla de neopreno se pueden utilizar para medir las resistencias del concreto entre 105-492 kg/cm².

Para resistencias mayores de hasta 844 kg/cm, se permite el uso de tapas de almohadillas de neopreno siempre y cuando hayan sido calificadas por pruebas con cilindros compañeros con tapas de azufre. Los requerimientos de dureza en durómetro varían desde 50 a 70 dependiendo del nivel de resistencia sometido a ensayo. Las almohadillas se deben sustituir si presentan desgaste excesivo.

No se debe permitir que los cilindros se sequen antes de la prueba. Es importante antes de la prueba verificar el diámetro con aproximación a 0.25 milímetros, la perpendicularidad con respecto al eje axial no debe ser mayor a 5° los especímenes que no tengan los extremos planos, se pulirán o cortarán antes de ser refrentados, la longitud debe ser medida con precisión de 1 milímetros en tres lugares espaciados alrededor de la circunferencia.

IV. Equipos e instrumentos

- Máquina de compresión para el ensayo.
- Vernier (instrumentos de medición).

V. Procedimiento

- a) Tomar las medidas de diámetro y altura de los especímenes de concreto (probetas).
- b) Verificar los extremos planos de los especímenes de compresión, observando que los planos se encuentren desnivelados dentro de 0.050 milímetros de tolerancia y si supera

la tolerancia los planos deben ser esmerilados para cumplir con la tolerancia.

- c) Registrar dos diámetros medidos en ángulos rectos y tres medidas de la altura del espécimen. Promediar los diámetros y alturas del espécimen con aproximación de 1 milímetros y registrar su masa. La edad de ensayo debe estar acorde con la siguiente tabla:

Edad de ensayo	Tolerancia
24 h	± 0.5 h
3 días	± 2 h
7 días	± 6 h
28 días	± 20 h
90 días	± 2 días

- d) Colocar los discos de retención junto con los neoprenos.
 e) Colocar la probeta y centrar en el pedestal de la máquina de compresión.
 f) Ajustar el cabezal de la máquina y verificar que la fuerza esté en cero. La velocidad de carga debe ser de 0.25 ± 0.05 MPa/s.
 g) Aplicar la carga de compresión hasta que el indicador de carga muestre que la carga está decreciendo progresivamente y el espécimen muestre un patrón de fractura bien definido. Registrar el tipo de falla acorde con los ejemplos de la Figura 3 (tipos de falla en cilindros de concreto) en la siguiente página).

VI. Cálculos

Cálculo de la resistencia a la compresión:

$$f'c = \frac{P}{A}$$

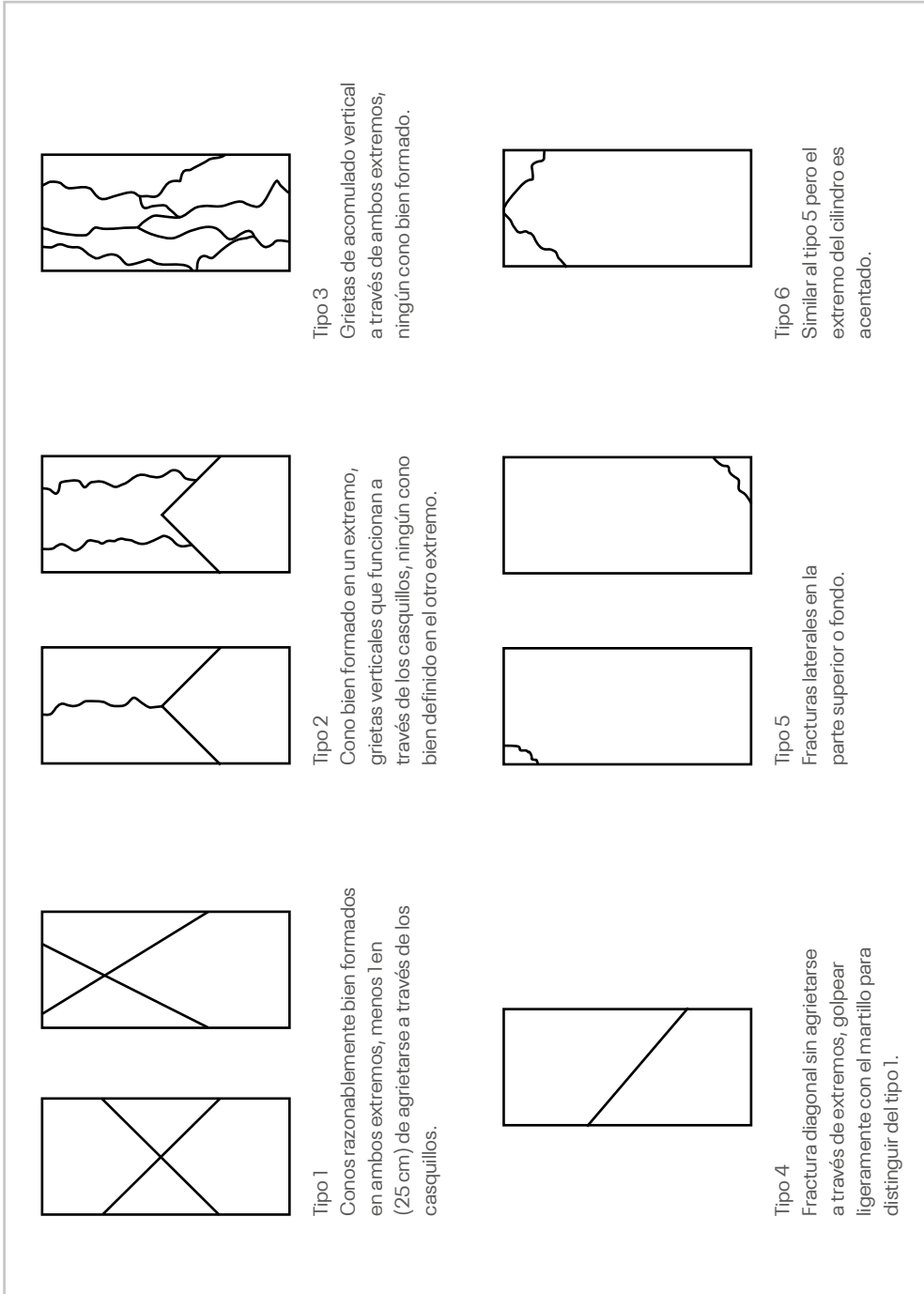
Donde:

F'c: Es la resistencia a la compresión, en kg/cm².

P: Es la carga última, en kilos.

A: Es el área del espécimen, en cm².

Figura 3. Tipos de falla en cilindros de concreto.



Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (esclerometría)

Sección: Fecha:/...../..... Duración:

Docente: Unidad: 4

Apellidos y nombres:

Instrucciones

El uso y manejo de los recursos de laboratorio son exclusivamente con el uso obligatorio de los elementos de protección personal.

I. Normativa

La norma que establece el método de ensayo es la Norma NTP 339.181 (ASTM C-805).

II. Objetivo de la práctica

Establecer la determinación de un número de rebote en el concreto endurecido usando un martillo de acero accionado por resorte.

III. Fundamento teórico

El uso de este método de ensayo para estimar la resistencia requiere del establecimiento de una correlación entre el esfuerzo y el número de rebote. La correlación se establecerá para una mezcla de concreto dada y un aparato dado. La correlación se establecerá sobre el rango de resistencias del concreto que sea de interés.

Para estimar la resistencia durante la construcción, establecer la correlación realizando ensayos de número de rebote en probetas de concreto versus la resistencia última de las mismas probetas o de probetas compañeras.

Para estimar la resistencia en una estructura existente, establecer la correlación de los números de rebote medidos en la estructura versus los esfuerzos de testigos diamantinos tomados de los emplazamientos correspondientes. Véase ACI 228.1 R1 para infor-

mación adicional de cómo desarrollar la correlación y sobre el uso de las relaciones para estimar las resistencias en la estructura.

IV. Equipos e instrumentos

Recipiente que permita cubrir 3 pulgadas de concreto en todas las direcciones.

Medidor de temperatura.

- Martillo de rebote Vernier (instrumentos de medición).
- Piedra abrasiva.

V. Procedimiento

Sostener el instrumento firmemente para que el émbolo esté perpendicular a la superficie de ensayo. Gradualmente, empujar el instrumento hacia la superficie de ensayo hasta que el martillo impacte.

Después del impacto, mantener presionado el instrumento y, si es necesario, oprimir el botón situado al costado del instrumento para trabar el émbolo en su posición retraída. Leer el número del rebote en la escala y registrarlo, aproximándolo al entero.

Tomar diez lecturas de cada área de ensayo. Los ensayos de impacto estarán separados por más de 25 milímetros (1 pulgada). Examinar la impresión hecha sobre la superficie después del impacto, y si el impacto aplasta o destroza la superficie (hueca con aire), anular la lectura y tomar otra lectura.



Figura 4. Esclerómetro

VI. Resultado

Descartar las lecturas que difieran del promedio de las diez lecturas por más de seis unidades y determinar el promedio de las lecturas restantes. Si más de dos lecturas difieren de este promedio por seis unidades, desechar todas las lecturas y determinar los números del rebote en diez nuevas ubicaciones dentro del área de ensayo.

Referencias

- Arsalan Civil Laboratory. (2 de octubre de 2021). *Schmidt hammer test (rebound hammer test) ASTM C805* [Video]. YouTube. https://youtu.be/OTxA48_zdK0
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. (2008). *NTP 339.046 2008: hormigón (concreto) método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto)* (2.ª ed.). INDECOPI. <https://cutt.ly/eFfGncO>
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. (2013). *NTP 339.181 2013: concreto: método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (esclerometría)* (2.ª ed.). INDECOPI.
- Lehigh Hanson. (28 de junio de 2018). *AASHTO T 121 standard test method for slump of hydraulic cement concrete* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/NMOYeQUjyI4>
- Lehigh Hanson. (28 de junio de 2018). *ASTM C 138 standard test method for slump of hydraulic cement concrete* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/sUTNOWOYE-I>
- Manual de ensayos de laboratorio EM-2000*. Aprobado mediante Resolución Directorial 018-2016-MTC/14 del 3 de setiembre de 2016.



