

Tecnología del Concreto

Guía de Laboratorio



VISIÓN

Ser la mejor organización de educación superior posible para unir personas e ideas que buscan hacer realidad sueños y aspiraciones de prosperidad en un entorno incierto

MISIÓN

Somos una organización de educación superior que conecta personas e ideas para impulsar la innovación y el bienestar integral a través de una cultura de pensamiento y acción emprendedora.



Presentación

La presente Guía de Laboratorio del curso Tecnología del Concreto, tiene por finalidad estandarizar el método y procedimientos para la ejecución de los ensayos de laboratorio y que guardan relación con el silabo del curso, con el objeto de asegurar su difusión y que correspondan a los estándares de calidad para la adecuada formación de los estudiantes de la E.A.P. de Ingeniería Civil.

Como prevención a una práctica segura se requiere que los estudiantes que ingresen a los ambientes del laboratorio serán con sus respectivos Elementos de Protección Personal (EPP's), que consta con lo siguiente: protector para la cabeza, protectores auditivos, lentes de seguridad, respirador para micro partículas, 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.

Los autores



Índice

VISIÓN	2
MISIÓN	2
PRESENTACIÓN	3
ÍNDICE	4
Primera unidad	
CEMENTO	
GUÍA DE PRÁCTICA N°1: CONSISTENCIA NORMAL DE PASTA	5
GUÍA DE PRÁCTICA N°2: TIEMPO DE FRAGUA (AGUJA DE VICAT)	8
GUÍA DE PRÁCTICA N°3: FLUIDEZ DE MORTERO	11
GUÍA DE PRÁCTICA N°4: COMPRESIÓN DE MORTEROS	14
Segunda unidad	
AGREGADOS	
GUÍA DE PRÁCTICA N°5: CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO	16
GUÍA DE PRÁCTICA N°6: CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ DE 75 μ M (N° 200) POR LAVADO	19
GUÍA DE PRÁCTICA N°7: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS	21
GUÍA DE PRÁCTICA N°8: ABSORCIÓN DE AGREGADO	25
GUÍA DE PRÁCTICA N°9: PESO ESPECÍFICO DE AGREGADOS	28
GUÍA DE PRÁCTICA N°10: PESO UNITARIO DE AGREGADOS	32
Tercera unidad	
CONCRETO FRESCO	
GUÍA DE PRÁCTICA N°11: TEMPERATURA DEL CONCRETO	37
GUÍA DE PRÁCTICA N°12: ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)	38
GUÍA DE PRÁCTICA N°13: PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN (RENDIMIENTO) Y CONTENIDO DE AIRE (MÉTODO DE PRESIÓN)	41
Cuarta unidad	
CONCRETO ENDURECIDO	
GUÍA DE PRÁCTICA N°14: ROTURA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS	44
GUÍA DE PRÁCTICA N°15: MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA)	47
Referencias bibliográficas	49



Primera unidad

Guía de práctica N° 1:

CONSISTENCIA NORMAL DE PASTA

Sección : Docente: Escribir el nombre del docente

Fecha :/...../..... Duración: Indica. Tiempo

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

1. Normativa

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

2. Propósito /Objetivo (de la práctica):

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

3. Fundamento Teórico

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

4. Equipos e instrumentos

- Balanza de 600 g, con una aproximación 0.01 g.
- Probetas graduadas de 200 a 250 ml.
- Aparato Vicat.
- Batidora de pasta normalizada de 4.5 lt.
- Espátula y Agua destilada.
- Cucharón capacidad 1/4 kg.
- Taras capacidad 1/2 kg.
- Una pizeta

5. Procedimiento:

Primero

- a) Pesar 650gr $\pm 0,1$ 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 150mm. 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 mm para que sea considerada una pasta de consistencia normal.

6. 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

Formula:

$$\%Consistencia Normal = \frac{P Agua}{P Cemento} \times 100\%$$

Donde:

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

P cemento [g]: 650



7. Anexos:

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						

T° Agua vs Penetración

T° Pasta vs Penetración

CONSISTENCIA DE LA PASTA C = 500 gr

ENSAYO:	CONSISTENCIA DE PASTA			
		SELLO	FIRMA	FECHA

N° DE GRUPO	INTEGRANTES	CODIGO	FIRMA



Guía de práctica N° 2:

TIEMPO DE FRAGUA (AGUJA DE VICAT)

Sección : Docente: Escribir el nombre del docente

Fecha :/...../.... Duración: Indica. Tiempo

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

1. Normativa

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

2. Propósito /Objetivo (de la práctica):

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

3. 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 SI deben ser considerados en el presente método

4. Equipos e instrumentos

- Aparato de Vicat y el extremo mostrar una aguja recta de diámetro 1.00 ± 5 mm.
- Balanza de 600 g, con una aproximación de 0.5 g.
- Probeta graduada de 200 a 250 ml de capacidad y agua destilada.
- Placa plana no absorbente de forma cuadrada.
- Espátula.
- Molde tronco-cónico.
- Recipiente de mezclado.
- Cucharón capacidad 1/4 kg.
- Taras capacidad 1/2 kg.
- Una pizeta

5. Procedimiento:

Primero

- a) Pesar $650 \text{ gr} \pm 0,1$ 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) 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 mm 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 min, y así tomando intervalos de tiempo hasta que el fraguado haya finalizado.

6. Cálculos:

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

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

Donde:

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

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

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.



7. Anexos:

LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO							
CURSO:	Tecnología del Concreto					SECCIÓN:	
CATEDRÁTICO:							
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 N° 3:

FLUIDEZ DE MORTERO

Sección : Docente: Escribir el nombre del docente

Fecha :/...../..... Duración: Indica. Tiempo

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

1. Normativa

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

2. Propósito /Objetivo (de la práctica):

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

3. 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.

4. Equipos e instrumentos

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

5. Procedimiento:

Primero

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

MALLA	PESO	RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO
16	0.0	0%	0%
30	27.5	2%	2%
50	990.0	72%	74%
100	357.5	26%	100%
TOTAL	1375	100%	

PROPORCION A UTILIZAR = 687,5 grs	
30	13,5 grs
50	495 grs
100	179 grs



4. Para el mezclado se utilizará las proporciones de 250gr de cemento, 687.5gr de arena y 179 ml 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.

6. Cálculos:

Flujo de una mezcla de cemento hidráulico:

$$\%Flujo = \frac{D_{promedio} - D_{inicial}}{D_{inicial}} * 100\%$$

Donde:

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

D. Promedio : Es el promedio de 4 lecturas del diámetro realizadas con el vernier, expresado en la misma unidad que *D. Inicial*.

D. Inicial : Diámetro mayor del molde tronco-cónico. (10.16 cm).



7. Anexos:

LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO

CURSO: SECCIÓN:

CATEDRÁTICO:

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									

FLUIDEZ DEL MORTERO DE CEMENTO C = 250 gr

ENSAYO:	FLUIDEZ DE MORTERO CEMENTO			
		SELLO	FIRMA	FECHA

N° DE GRUPO	INTEGRANTES	CODIGO	FIRMA

Guía de práctica N° 4:



COMPRESIÓN DE MORTEROS

Sección : Docente: Escribir el nombre del docente

Fecha :/...../..... Duración: Indica. Tiempo

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

1. Normativa

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

2. Propósito /Objetivo (de la práctica):

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

3. 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.

4. Equipos e instrumentos

- Balanza de 5 kg, con precisión de 0.1 g.
- Probeta con capacidad de 250 a 500 ml.
- Moldes cúbicos de 50 mm 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.

5. Procedimiento:

Primero

- a) Pesar 500gr de cemento, 1375 de arena de Ottawa y agua.
- b) Para la calibración de arena e otawa tenemos el siguiente cuadro:

MALLA	PESO	RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO
16	0.0	0%	0%
30	27.5	2%	2%
50	990.0	72%	74%
100	357.5	26%	100%
TOTAL	1375	100%	

PROPORCION A UTILIZAR = 687,5 grs	
30	13,5 grs
50	495 grs
100	179 grs

- c) Para el mezclado se utilizará las proporciones de 500gr de cemento, 1375gr de arena y 179 ml de



agua.

- d) Agregar el cemento, arena y agua al recipiente, permite la absorción de agua durante 30 segundos.

Segundo

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

6. Cálculos:

Formula 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

Guía de práctica N° 5:

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO

Sección : Docente: Escribir el nombre del docente

Fecha :/...../..... Duración: Indica. Tiempo

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

1. Normativa

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

2. Propósito /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.

3. Fundamento Teórico

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

2.1 Las partículas más grandes de agregado grueso, especialmente aquellas superiores a 50mm 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.

2.2 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.

4. Equipos e instrumentos

- Balanzas de 30 Kg y 5Kg, con aproximación de 0.1 y 0.01g.
- Horno eléctrico capaz de mantener una temperatura de $110 \pm 5^\circ \text{C}$.
- Recipientes para contener a una muestra.

5. 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 gr de agregado fino.
- Llevar al horno durante 24 hrs, 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 gr de agregado grueso.
- Llevar al horno durante 24 hrs, pasado el tiempo sacar la muestra del horno y pesar nuevamente.

6. Cálculos:

Para determinar el contenido de humedad:

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

Donde:

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

Pmuestra humeda: es el peso de la muestra en g.

Pmuestra seca: es el peso de la muestra seca en g.



7. Anexos:

LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO					
CURSO:	Tecnología del Concreto				SECCIÓN:
CATEDRÁTICO:					
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})	%			
<i>P_{MN} : Peso de la Muestra Natural.</i> <i>P_{MSH} : Peso de la Muestra Seca al Horno.</i> <i>P_{SSS} : Peso de la Muestra Saturado Superficialmente Seco.</i>					
ENSAYO:	AF. CONTENIDO DE HUMEDAD	SELLO	FIRMA	FECHA	
N° DE GRUPO	INTEGRANTES	CODIGO	FIRMA		



Guía de práctica N° 6:

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ DE 75 μ M (N° 200) POR LAVADO

Sección : Docente: Escribir el nombre del docente
Fecha :/...../..... Duración: Indica. Tiempo

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

1. Normativa

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

2. Propósito /Objetivo (de la práctica):

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

3. Fundamento Teórico

El material más fino que el tamiz de 75 μ m (N° 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 μ m (N° 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 μ m (N° 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 μ m 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.

4. Equipos e instrumentos

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



5. Procedimiento:

Primero

Selecciónese 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 ± 5 °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° 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.

6. Cálculos:

Cálculo del material pasante de la malla #200:

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

Donde:

$\% \#200$: Material pasante la malla #200 en %.

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

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



Guía de práctica N° 7:

ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

Sección : Docente: Escribir el nombre del docente

Fecha :/...../..... Duración: Indica. Tiempo

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

1. Normativa

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

2. Propósito /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.

3. 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° 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° 200) por lavado" (MTC E 202).

4. Equipos e instrumentos

- Balanza de 5.0 kg con aproximación de 0.1 g.
- Tamices estandarizados.
- Agitador mecánico para agregado fino.



- Agitador mecánico para agregado grueso.
- Brocha, cepillo metálico y bandejas.
- Horno capaz de mantener una temperatura de $110 \pm 5^\circ \text{C}$.

5. Procedimiento:

Primero

Selecciónese 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 min período adecuado.

Segundo

Una vez concluido el tamizado, se procede a pesar los pesos retenidos en cada malla y el fondo,
se realiza otros 2 ensayo 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.

6. 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.

Calcúlese 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.



7. Anexos:

LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO																															
CURSO:		Tecnología del Concreto				SECCIÓN:																									
CATEDRÁTICO:																															
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	DENSIDAD ESPECÍFICA (kg/m ³)																									
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																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">HUSO C</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">SUPERIOR</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">INFERIOR</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>								HUSO C								SUPERIOR								INFERIOR							
HUSO C																															
SUPERIOR																															
INFERIOR																															



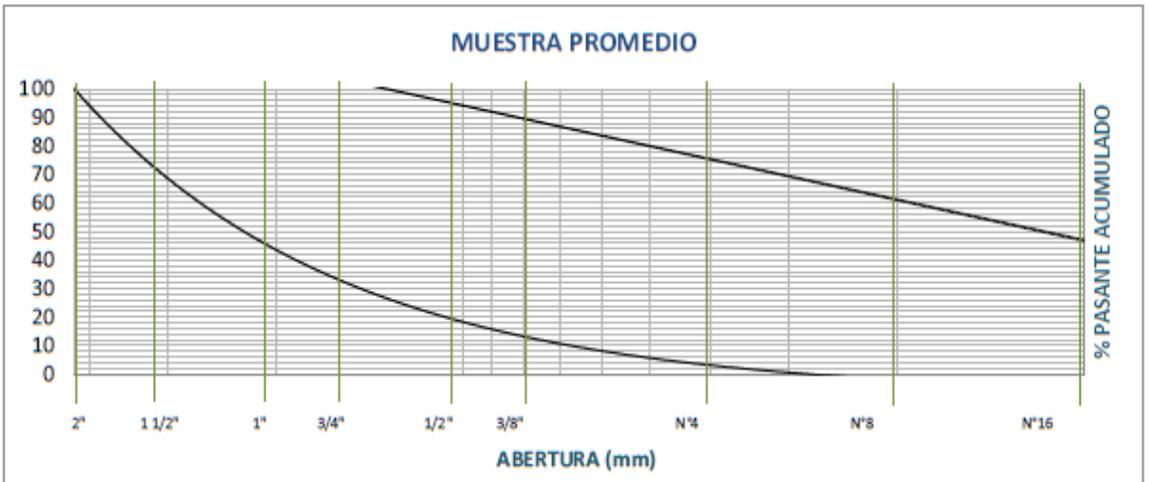
CURSO:
 CATEDRÁTICO:

SECCIÓN:

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

DATOS DEL AGREGADO PROCEDENCIA:

GRANULOMETRÍA			TIPO:		CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
TAMIZ		PE SO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% ACUMULADO		MÓDULO DE FINEZA (%)
NÚMERO	ABER. (mm)			RETENIDO	PASANTE	TAMAÑO MÁXIMO
2"	50.00					TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO
1 1/2"	37.50					DIÁMETRO NOMINAL MÁXIMO
1"	25.00					DENSIDAD ESPECÍFICA (kg/m ³)
3/4"	19.00					% HUMEDAD
1/2"	12.50					% ABSORCIÓN
3/8"	9.50					% ABRASIÓN (500 Rev.)
N°4	4.75					P.U.S. (kg/m ³)
N°8	2.36					P.U.C. (kg/m ³)
N°16	1.18					FORMA
N°30	0.59					TEXTURA
N°50	0.30					TIPO DE ROCA
N°100	0.15					% MATERIAL < N° 200
N°200	0.07					% PARTÍCULAS LIGERAS
> N°200	0.00					% ARCILLA Y PART. DESM.
TOTAL						% DESGASTE (5 Ciclos)



HUSO N°							
ABER. (mm)							
SUPERIOR							
INFERIOR							



Guía de práctica N° 8:

ABSORCIÓN DE AGREGADOS

Sección : Docente: Escribir el nombre del docente

Fecha :/...../..... Duración: Indica. Tiempo

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

1. Normativa

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

2. Propósito /Objetivo (de la práctica):

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

3. Fundamento Teórico

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

4. Equipos e instrumentos

- Balanza de 3000g con aproximación de 0.1 g.
- Picnómetro de 500ml
- Molde Tronco-cónico y apisonador.
- Bandeja plana no adsorbente.
- Horno eléctrico capaz de mantener una temperatura de $110 \pm 5^\circ \text{C}$.

5. Procedimiento:

Agregado Fino

Primero

- a) Se pesa 2 kg de agregado fino y se deja saturar durante 24 hrs.
- b) Después de 24 hrs 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.

Segundo

- d) Luego pesamos 500 gramos del material.
- e) Introducimos el material en una probeta y añadimos 500 cm³ de agua.
- f) Agitamos cuidadosamente la probeta con el agregado y dejamos reposar por unos 15 min.
- 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°±5°C, por 24 hora.

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.

6. Cálculos:

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

Donde:

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

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



7. Anexos:

LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO						
CURSO:	Tecnología del Concreto			SECCIÓN:		
CATEDRÁTICO:						
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})	%				
<i>P_{MN} : Peso de la Muestra Natural.</i> <i>P_{MSH} : Peso de la Muestra Seca al Horno.</i> <i>P_{SSS} : Peso de la Muestra Saturado Superficialmente Seco.</i>						
ENSAYO:	AF.ABSORCION					
		SELLO	FIRMA	FECHA		
N° DE GRUPO	INTEGRANTES	CODIGO	FIRMA			



Guía de práctica N° 9:

PESO ESPECÍFICO DE AGREGADOS

Sección : Docente: Escribir el nombre del docente

Fecha :/...../..... Duración: Indica. Tiempo

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

1. Normativa

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

2. Propósito /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.

3. 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.

4. Equipos e instrumentos

- Balanza de 3000g con aproximación de 0.1 g.
- Picnómetro de 500ml
- Molde Tronco-cónico y apisonador.
- Bandeja plana no adsorbente.
- Horno eléctrico capaz de mantener una temperatura de $110 \pm 5^\circ \text{C}$.

5. 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 mm (Nº 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 mm (Nº 4) (tales como tamaños Nº 8 y 9 considerados en la Clasificación de la ASTM D 448), usar el tamiz 2,36 mm (Nº 8) en vez del tamiz 4,75 mm (Nº 4). Alternativamente, separar el material más fino que el tamiz 4,75 mm y ensayarlo de acuerdo al Modo Operativo E 205.

El peso mínimo de la muestra de ensayo que será usado se presenta en la Tabla.

TABLA

Peso mínimo de la muestra de ensayo

Tamaño Máximo	Peso Mínimo de la Muestra de Ensayo
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 1/2)	5 (11)
50,0 (2)	8 (18)
63,0 (2 1/2)	12 (26)
75,0 (3)	18 (40)
90,0 (3 1/2)	25 (55)
100,0 (4)	40 (88)
112,0 (4 1/2)	50 (110)
125,0 (5)	75 (165)
150,0 (6)	125 (276)

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

- saturar la muestra un tiempo de 24 hrs.
- Después de 24 hrs se decanta cuidadosamente el agua evitando la pérdida de finos, luego se extiende la muestra sobre una bandeja.
- 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 ml y añadimos 500 cm³ de agua.
h) Agitamos cuidadosamente la probeta con el agregado y dejamos reposar por unos 15 min.

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±5°C, por 24 horas.

Agregado Grueso

Primero

- a) saturar la muestra un tiempo de 24 hrs.
b) Después de 24 hrs se decanta cuidadosamente el agua evitando la perdida de 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.

6. Cálculos:

Para determinar el Peso Específico del agregado:

$$PE = \frac{P_{Seco}}{V_{muestra}}$$

Dónde:

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

V_{volumen}: Volumen de la muestra, en cm³.



7. Anexos:

LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO						
CURSO:	Tecnología del Concreto				SECCIÓN:	
CATEDRÁTICO:						
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			



Guía de práctica N° 10:

PESO UNITARIO DE AGREGADOS

Sección : Docente: Escribir el nombre del docente

Fecha :/...../..... Duración: Indica. Tiempo

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

1. Normativa

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

2. Propósito /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", ¾", ½") según los parámetros establecidos para desarrollar un diseño de mezcla adecuado.

3. Fundamento Teórico

Es la cantidad de agregado o material que entra en 1m³ incluyendo sus vacíos, en estado suelto o compactado y con diferentes pesos. Se expresa en Kg/m³ y para fines de diseño de mezcla, el peso unitario debe estar en condición seca.

4. Equipos e instrumentos

- Balanza de 30 Kg con una aproximación 0.1 g.
- Varilla compactadora lisa de punta semiesférica, con diámetro de 5/8" y longitud aproximada de 600 mm.
- 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.

5. Procedimiento:

PUS



Primero

- a) Tomar una muestra representativa de por lo menos 2 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)

TMN	RECIPIENTE A USAR
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 2 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)

MN	RECIPIENTE A USAR
1''	1/2
3/4''	1/3
a)	b) 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 $\varnothing 5/8''$ y/o $\varnothing 3/8''$ 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
- g) procede al compactado del mismo con 25 golpes en forma helicoidal.
- h) Posteriormente con la varilla se procede a enrazar con mucho cuidado el exceso de material para que quede a nivel del recipiente.

6. Cálculos:

Para determinar el PUS:

$$PUS = \frac{P_{\text{seco suelto}}}{V_{\text{molde}}}$$

Donde:

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

VMolde: Volumen del recipiente usado, en m³.

Para determinar el PUC:

$$PUC = \frac{P_{\text{seco compactado}}}{V_{\text{molde}}}$$

Donde:

Pseco compactado: Peso seco del agregado compactado, en kg.

VMolde: Volumen del recipiente usado, en m³.



7. Anexos:

LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO						
CURSO:	Tecnología del Concreto					SECCIÓN:
CATEDRÁTICO:						
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"						
N°	DATOS	A	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"						
N°	DATOS	A	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
N° 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"						
N°	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"						
N°	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

N° DE GRUPO	INTEGRANTES	CODIGO	FIRMA

Tercera unidad

Guía de práctica N° 11:

TEMPERATURA DEL CONCRETO FRESCO

1. Normativa

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

2. Propósito /Objetivo (de la práctica):

Determinar la temperatura de mezclas de concreto hidráulico recién mezclado.

3. 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 el 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.

4. Equipos e instrumentos

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

Medidor de Temperatura.

5. Procedimiento:

Colocar el concreto en un recipiente e introducir la sonda del termómetro a una profundidad de 75mm, 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 01 y 02: Uso de diversos termómetros en la mezcla para medición de temperatura



Guía de práctica N° 12:

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)

Sección :	Docente: Escribir el nombre del docente
Fecha :/...../.....	Duración: Indica. Tiempo

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

1. Normativa

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

2. Propósito /Objetivo (de la práctica):

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

3. Fundamento Teórico

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

4. Equipos e instrumentos

- Molde o Cono de Abrams bajo especificaciones ASTM C143.
- Varilla apisonadora (Diámetro=5/8", 600 mm de longitud y puntas semi esféricas).
- Dispositivo de medición.
- Cucharón.

5. 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 mm; dos tercios del volumen corresponden a una altura de 155 mm.

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.

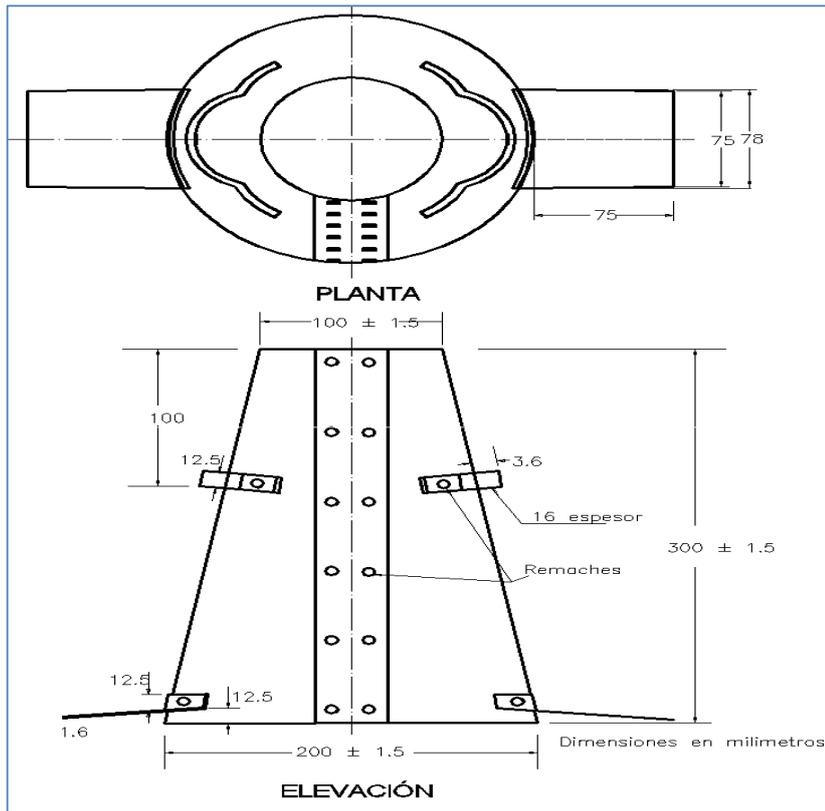
La operación completa, desde que se comienza a llenar el molde hasta que se retira, se debe hacer sin interrupción en un tiempo máximo de 2 minutos 30 segundos.

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.



Molde para determinar el asentamiento

6. Resultados:

Consistencia del concreto hidraulico	Rango
Consistencia Seca	1" - 2"
Consistencia Plastica	3" - 4"
Consistencia Fluida	>6"



Guía de práctica N° 13:

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE (MÉTODO DE PRESIÓN)

Sección :	Docente: Escribir el nombre del docente
Fecha :/...../.....	Duración: Indica. Tiempo

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

1. Normativa

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

2. Propósito /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.

3. Fundamento Teórico

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

4. Equipos e instrumentos

- Balanza de 30 kg, con aproximación de 0.1 g.
- Varilla apisonadora (Diámetro: 5/8", 600 mm de longitud y puntas esféricas).
- Recipiente de medida.
- Placa de enrasado.
- Maso con cabeza de hule de 600±200 g.
- Cucharón

5. 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 0,014m³ (0,5 pies³) o 50 veces cuando se use el medidor de 0,28m³ (1 pie³).

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 mm (1/8 pulg) 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

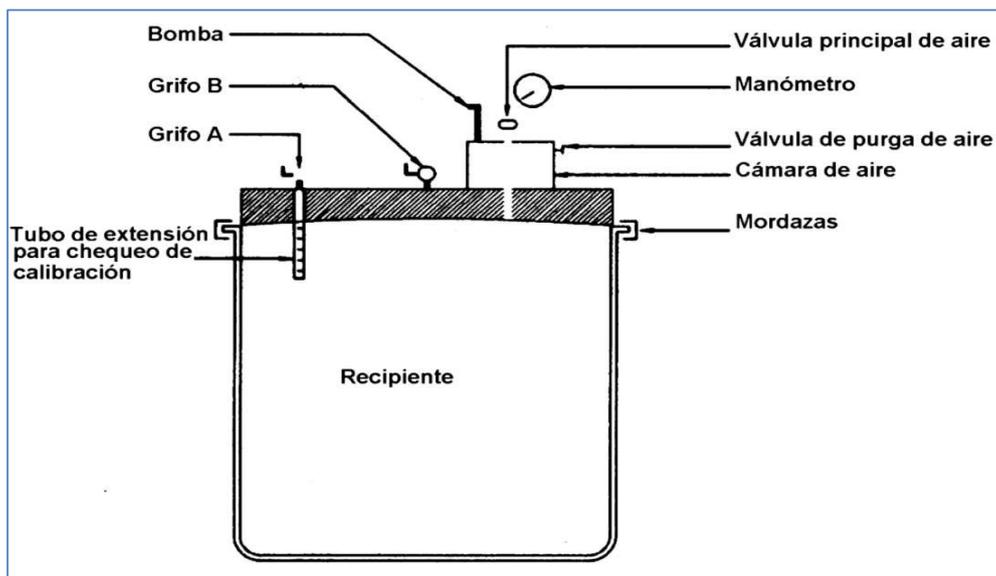
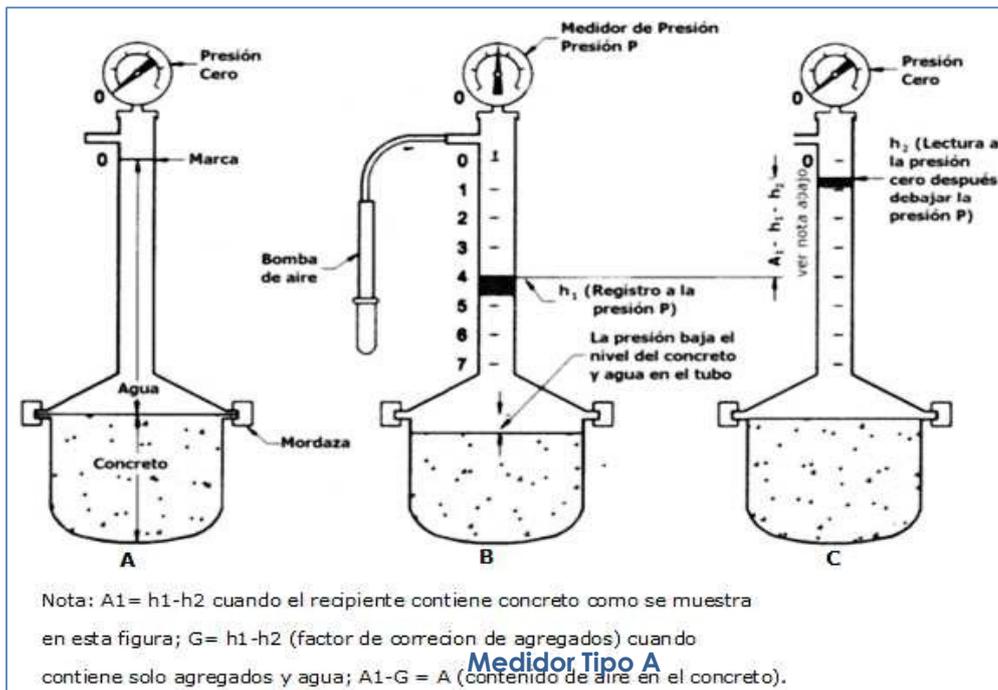
Medidor Tipo A

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° 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 N° 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 N° 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.



6. Cálculos:

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

Donde:

- Densidad: Es la densidad del concreto fresco, en kg/m^3 .
 $P_{\text{molde}+\text{concreto}}$: Es el peso del molde lleno de concreto, en kg.
 P_{molde} : Es el peso del molde, en kg.
 V_{molde} : Es el volumen del molde, en m^3 .



Cuarta unidad

Guía de práctica N° 14:

ROTURA DE PROBETAS CILÍNDRICAS

Sección :	Docente: Escribir el nombre del docente
Fecha :/...../.....	Duración: Indica. Tiempo

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

1. Normativa

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

2. Propósito /Objetivo (de la práctica):

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

3. Fundamento Teórico

Los moldes para los especímenes o los elementos de cierre en contacto con el concreto, serán de acero, hierro 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 x 300mm (6"x12") ó 100x200mm (4"x8"), 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.

Con el fin de 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 2 horas antes y preferiblemente 1 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./cm², 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 0.25mm, 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 1mm en tres lugares espaciados alrededor de la circunferencia.

4. Equipos e instrumentos

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

5. Procedimiento:

- Tomar las medidas de diámetro y altura de los especímenes de concreto (probetas).
- Verificar los extremos planos de los especímenes de compresión, observando que los planos se encuentren desnivelados dentro de 0.050 mm de tolerancia y si supera la tolerancia los planos deben ser esmerilados para cumplir con la tolerancia.
- 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 mm 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

- Colocar los discos de retención junto con los neoprenos.
- Colocar la probeta y centrar en el pedestal de la máquina de compresión.
- 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 siguientes ejemplos:

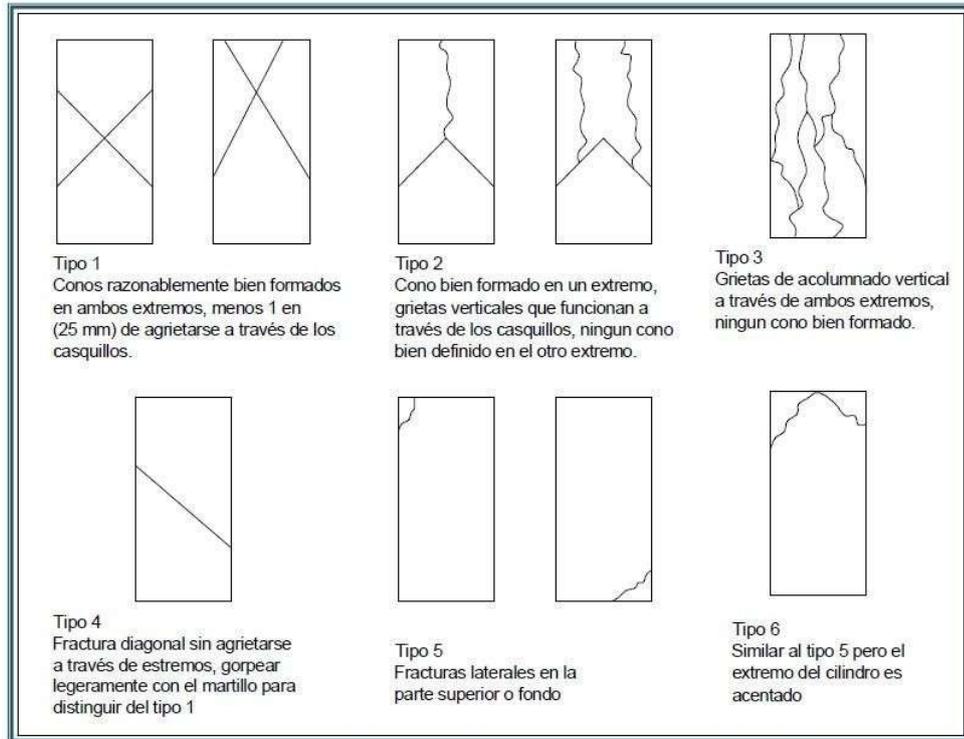


Figura: Tipos de falla en cilindros de concreto

6. 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 kg.

A: Es el área del espécimen, en cm².



Guía de práctica N° 15:

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NUMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRIA)

Sección :	Docente: Escribir el nombre del docente
Fecha :/...../.....	Duración: Indica. Tiempo

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

1. Normativa

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

2. Propósito /Objetivo (de la práctica):

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

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

4. 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.

5. 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 mm (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: Esclerómetro

6. Resultados:

Descartar las lecturas que difieran del promedio de las 10 lecturas por más de 6 unidades y determinar el promedio de las lecturas restantes. Si más de dos lecturas difieren de este promedio por 6 unidades, desechar todas las lecturas y determinar los números del rebote en 10 nuevas ubicaciones dentro del área de ensayo.

Referencias bibliográficas

- Manual de Ensayos de Laboratorio EM – 2000. Aprobado mediante R.D. N° 018-2016-MTC/14 del 03/09/2016.
www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/.../index.htm
- Manual de Ensayos de Laboratorio EM – 2000. Aprobado mediante R.D. N° 018-2016-MTC/14 del 03/09/2016.
www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/.../index.htm
- NTP 339.046 HORMIGON (CONCRETO), Método de ensayo gravimétrico para determinar el peso por metro cúbico, rendimiento y contenido de aire del hormigón.
- ASTM C 138 Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete.
- AASHTO T 121 Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete.
- ASTM C 805:1997: Standard Test Method for rebound number of hardened concrete.
- NTP 339.181:2001: HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido esclerómetro.