



Universidad  
Continental

# Tecnología del Concreto

---

**Guías de Laboratorio**

---



## Visión

Ser una de las 10 mejores universidades privadas del Perú al año 2020, reconocidos por nuestra excelencia académica y vocación de servicio, líderes en formación integral, con perspectiva global; promoviendo la competitividad del país.

## Misión

Somos una universidad privada, innovadora y comprometida con el desarrollo del Perú, que se dedica a formar personas competentes, íntegras y emprendedoras, con visión internacional; para que se conviertan en ciudadanos responsables e impulsen el desarrollo de sus comunidades, impartiendo experiencias de aprendizaje vivificantes e inspiradoras; y generando una alta valoración mutua entre todos los grupos de interés.

### Universidad Continental

Material publicado con fines de estudio  
ASUC00870



## **NORMAS BÁSICAS DE LABORATORIO**

El presente Manual de Guías de Laboratorio para tecnología del concreto en la Universidad Continental S.A.C., tiene por finalidad estandarizar el método y procedimientos, para la ejecución de los ensayos de laboratorio, de los materiales que se utilizan en los ensayos programados en el sílabo de la asignatura, con el objeto de asegurar que su difusión y como consecuencia el conocimiento de los estudiantes correspondan a los estándares de calidad propuestos en estas guías, 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 y camisa manga larga.



## ÍNDICE

VISIÓN	2
MISIÓN	2
NORMAS BÁSICAS DE LABORATORIO	3
ÍNDICE	4
<b>Primera unidad</b>	
<b>CEMENTO</b>	
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: Morteros	15
<b>Segunda unidad</b>	
<b>AGREGADOS</b>	
Guía de práctica N°5: Contenido de humedad agregado	18
Guía de práctica N°6: Cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 $\mu$ M (N° 200) por lavado	22
Guía de práctica N°7: Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos	25
Guía de práctica N°8: Absorción de agregado	29
Guía de práctica N° 9: Peso específico agregado	32
Guía de práctica N°10: Peso unitario de agregados	37
<b>Tercera unidad</b>	
<b>CONCRETO FRESCO</b>	
Guía de práctica N° 11: Asentamiento del concreto (SLUMP)	43
Guía de práctica N°12: Peso unitario de producción (Rendimiento) y contenido de aire (Método de presión)	47
<b>Cuarta unidad</b>	
<b>CONCRETO ENDURECIDO</b>	
Guía de práctica N°13: Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (Esclerometría)	52



# Guía de práctica N° 1

## Consistencia normal de pasta

Sección : ..... Docente:

Fecha : ...../...../..... Duración:

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

### 1. Propósito /Objetivo (de la práctica):

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

### 2. Fundamento Teórico

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

### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

#### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Balanza	De precisión de 0.1 gr, 200 gr	1
2	Mezcladora	4.5 lt	1
3	Aguja de vicat		1

#### 3.2. Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Cucharón	Capacidad de 1/4 kg	2
2	taras	Capacidad de 1/2 kg	10
3	pizeta		1

### 4. Indicaciones/instrucciones:

- 2.1 Realizar proporciones de acuerdo al procedimiento
- 2.2 Seguir los procedimientos indicados cuidadosamente.

### 5. Procedimientos:

#### Primero

1. Pesar 650gr  $\pm$  0,1 g de cemento
2. Colocar toda el agua en el recipiente.



3. Agregar el cemento y el agua al recipiente, permite la absorción de agua durante 30 segundos.

### Segundo

4. Encender la mezcladora y mezclar a velocidad 1 durante 15 segundos, dejar reposar 15 segundos, en este tiempo se raspa la pasta que pueda.
5. Encender la mezcladora y mezclar a velocidad 2 durante 30 segundos, dejar reposar 15 segundos, en este tiempo se raspa la pasta que pueda.
6. 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

7. Retirar la pasta adherida en las paredes del recipiente de mezclado (con la mano) y hacer una bola.
8. 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.
9. 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  $10 \pm 1$ mm para que sea considerada una pasta de consistencia normal.

## 2. Resultados

### 6.1 CÁLCULOS

La cantidad de agua requerida para obtener una pasta de consistencia normal debe calcularse como un porcentaje en peso del cemento seco, con aproximación del 0,1% y reportarse con aproximación del 0,5%.

## 3. Conclusiones

- 7.1 La precisión dentro de los resultados de dos ensayos repetidos de consistencia normal debidamente realizados en un laboratorio, deberán coincidir dentro de 0,5%.
- 7.2 El cemento deberá estar con sus propiedades activas.

## 4. Sugerencias y /o recomendaciones

- 8.1 Cumplimiento estricto de los procedimientos establecidos en la presente Guía, priorizando la seguridad de los estudiantes que participen en ellas.

### Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados

- 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](http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/.../index.htm)
- MTC E 605



- ASTM C-187
- NTP 334.006

ANEXO

**LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO**

<b>CURSO:</b>	Tecnología del Concreto	<b>SECCIÓN:</b>	
<b>CATEDRÁTICO:</b>			

**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**

<b>ENSAYO:</b>	<b>CONSISTENCIA DE PASTA</b>			
		<b>SELLO</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>

N° DE GRUPO	INTEGRANTES	CODIGO	FIRMA



## Guía de práctica N° 2

### Tiempo de fragua (Aguja de Vicat)

Sección : ..... Docente:

Fecha : ...../...../..... Duración:

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

#### 1. Propósito /Objetivo (de la práctica):

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

#### 2. Fundamento Teórico

Este ensayo permite determinar el tiempo de fraguado inicial y final del cemento Portland mediante la Vicat.

Los valores establecidos en unidades SI deben ser considerados en el presente método.

#### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

##### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Balanza	De precisión de 0.1 gr, 200 gr	1
2	Mezcladora	4.5 lt	1
3	Aguja de Vicat		1

##### 3.2. Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Cucharón	Capacidad de 1/4 kg	2
2	taras	Capacidad de 1/2 kg	10
3	pizeta		1

##### 3.2. Insumos

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Cemento	Portland	1kg
2	Agua	-	1litro

#### 4. Indicaciones/instrucciones:

4.1 Seguir con el siguiente procedimiento según los tiempos determinados para las lecturas.

4.2 Utilizar los guantes de látex para la manipulación de los materiales e insumos pequeños.



## 5. Procedimientos:

### Primero

1. Pesar 650gr  $\pm$  0,1 g de cemento
2. Colocar toda el agua en el recipiente.
3. Agregar el cemento y el agua al recipiente, permite la absorción de agua durante 30 segundos.

### Segundo

4. Encender la mezcladora y mezclar a velocidad 1 durante 15 segundos, dejar reposar 15 segundos, en este tiempo se raspa la pasta que pueda.
5. Encender la mezcladora y mezclar a velocidad 2 durante 30 segundos, dejar reposar 15 segundos, en este tiempo se raspa la pasta que pueda.
6. 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

7. 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.
8. 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.
9. Se repite el mismo procedimiento después de 15 min, y así tomando intervalos de tiempo hasta que el fraguado haya finalizado.

## 6. Resultados

- 6.1** Los resultados de un mismo operador, con pastas similares no diferirán en más de 34 min. Para el tiempo inicial de fragua, ni más de 56 min para el tiempo final.

## 7. Conclusiones

- 7.1** Durante el fraguado la pasta adquiere resistencia para lo cual se debe reconocer el fraguado del endurecimiento
- 7.2** El ensayo admite visualmente el cambio de estado de la plasticidad en la pasta.

## 8. Sugerencias y /o recomendaciones

- 8.1** Cumplimiento estricto de los procedimientos establecidos en la presente Guía, priorizando la seguridad de los estudiantes que participen en ellas.

### Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados

- 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](http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/.../index.htm)
- MTC E 606
- ASTM C-191
- NTP 334.006



ANEXO

**LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO**

CURSO:  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:

Fecha : ...../...../..... Duración:

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

### 1. Propósito /Objetivo (de la práctica):

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

### 2. 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.

### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

#### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Balanza	De precisión de 0.1 gr, 200 gr	1
2	Mezcladora	4.5 lt	1
3	Mesa de Flujo	Tiene un cono truncado, pisón y una base	1

#### 3.2. Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Cucharon	Capacidad de 1/4 kg	2
2	Taras	Capacidad de 1/2 kg	10
3	Pizeta		1

### 4. Indicaciones/instrucciones:

- 4.1 Seguir con el siguiente procedimiento según las características determinadas.
- 4.2 Utilizar los elementos de protección personal para la manipulación de los objetos.



5. Procedimientos:

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. Resultados

### CALCULOS

La fluidez, es el aumento del diámetro promedio de la base de la muestra, expresado como un porcentaje del diámetro original.

Determinar el diámetro promedio y calcular el porcentaje de fluidez, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ fluidez} = \frac{\text{Diámetro Promedio} - 101,6\text{mm}}{101,6\text{mm}} \times 100$$

## 7. Conclusiones

**7.1** El manejo del equipo de mesa de flujo deberá ser de acuerdo a los tiempos que indica la norma si no fuera el caso se tendría variación de resultados

**7.2** seguir los procedimientos correctos de mezcla y colocación en el equipo.

## 8. Sugerencias y /o recomendaciones

Cumplimiento estricto de los procedimientos establecidos en la presente Guía, priorizando la seguridad de los estudiantes que participen en ellas.

### Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados

- 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](http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/.../index.htm)
- MTC E 616
- ASTM C-230
- AASHTO T 152
- NTP 334.057



LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO

CURSO:   
 CATEDRÁTICO:

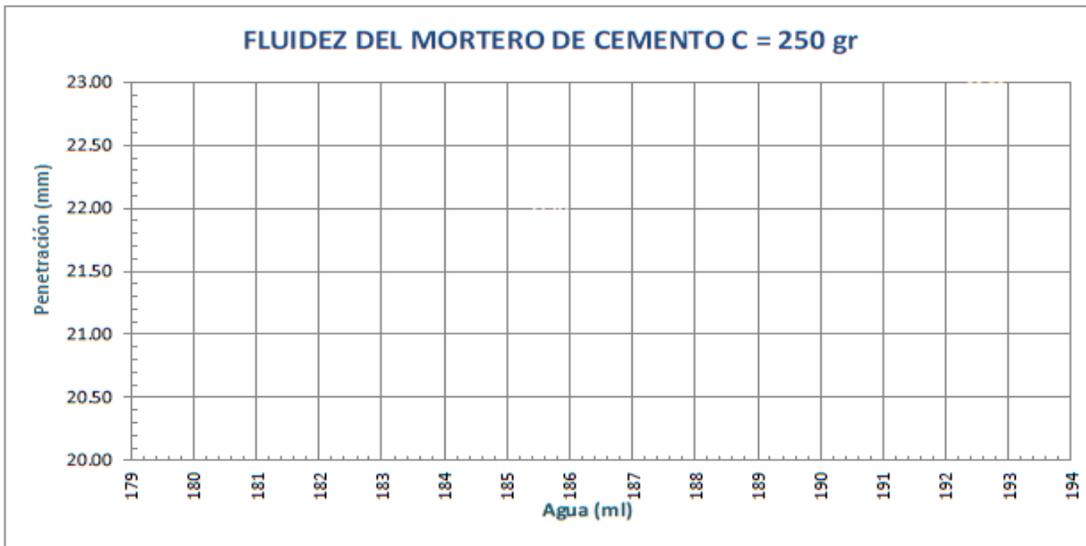
SECCIÓN:

**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									



<b>ENSAYO:</b>	FLUIDEZ DE MORTERO CEMENTO			
		SELLO	FIRMA	FECHA

N° DE GRUPO	INTEGRANTES	CODIGO	FIRMA



# Guía de práctica N° 4

## Morteros

Sección : ..... Docente:

Fecha : ...../...../..... Duración:

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

### 1. Propósito /Objetivo (de la práctica):

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

### 2. 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.

### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

#### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Balanza	De precisión de 0.1 gr, 200 gr	1
2	Mezcladora	4.5 lt	1
3	Mesa de Flujo	Tiene un cono truncado, pisón y una base	1

#### 3.2. Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Cucharon	Capacidad de 1/4 kg	2
2	taras	Capacidad de 1/2 kg	10
3	pizeta		1
4	Probeta	Capacidad de 1000 ml	1

### 4. Indicaciones/instrucciones:

- 4.1 Seguir con el siguiente procedimiento según las características determinadas.
- 4.2 Utilizar los elementos de protección personal para la manipulación de los objetos.



**5. Procedimientos:**

**Primero**

1. Pesar 500gr de cemento, 1375 de arena de Ottawa y agua.
2. 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

3. Para el mezclado se utilizará las proporciones de 500gr de cemento, 1375gr de arena y 179 ml de agua.
4. Agregar el cemento, arena y agua al recipiente, permite la absorción de agua durante 30 segundos.

**Segundo**

5. Encender la mezcladora y mezclar a velocidad 1 durante 15 segundos, dejar reposar 15 segundos, en este tiempo se raspa la pasta que pueda.
6. Encender la mezcladora y mezclar a velocidad 2 durante 30 segundos, dejar reposar 15 segundos, en este tiempo se raspa la pasta que pueda.
7. Encender la mezcladora y mezclar a velocidad 3 durante 60 segundos, dejar reposar 15 segundos, en este tiempo se raspa la pasta que pueda.
8. 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. Resultados**

- 6.1 Las muestras de morteros deberán ser geoméricamente cubicas y separadas para un mejor fraguado.
- 6.2 A partir de las 24 hr se podrá desencofrar y llevar a curado.

**7. Conclusiones**

- 7.1 La temperatura del ambiente donde se efectúa el ensayo se mantendrá entre 20 °C y 27,5 °C y la humedad relativa no será inferior al 50%.
- 7.2 Los materiales secos, la paleta y el recipiente mezclador o cubos, estarán dentro de los rangos indicados.



**8. Sugerencias y /o recomendaciones**

- 1.1 Cumplimiento estricto de los procedimientos establecidos en la presente Guía, priorizando la seguridad de los estudiantes que participen en ellas.
- 1.2 luz entre el contorno de la paleta y el recipiente, especificada en este método, es adecuada para morteros ejecutados con arena normalizada. Cuando se use arena gruesa se debe reajustar la distancia entre el borde de la paleta y el recipiente, para evitar serios desperfectos al equipo.

**9. Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados**

- 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](http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/.../index.htm)
- 
- MTC E 204
- ASTM C-109
- AASHTO T 27
- NTP 334.051



# Guía de práctica N° 5

## Contenido de humedad agregado

Sección : ..... Docente:

Fecha : ...../...../..... Duración:

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

### 1. 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.

### 2. Fundamento Teórico

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

2.1 Las partículas más gruesas 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.

### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

#### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Balanza	De precisión de 0.1 gr	1
2	Horno	T° 110-+ 5°C	1
4	Estufa	eléctrica	1

#### 3.2. Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Taras	0 °C a 100 °C	1
2	Cucharon	Capacidad 1kg	1
3	Franela		1



#### 4. Indicaciones/instrucciones:

##### 4.1 MUESTRA

El muestreo se efectuará de acuerdo con el método MTC E 201, con excepción del tamaño de la muestra.

Deberá disponerse de una muestra representativa del contenido de humedad de la fuente de abastecimiento que está evaluándose con una masa no menor de la cantidad indicada en la Tabla 1, La muestra deberá protegerse contra la pérdida de humedad antes de determinar su masa.

##### 4.2

**TABLA 1**

**Tamaño de la muestra de agregado**

Tamaño máximo nominal de agregado mm (pulgada)	Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal en kg
4,75 (0,187) (Nº4)	0,5
9,5 (3/8)	1,5
12,5 (1/2)	2,0
19,0 (3/4)	3,0
5,0 (1)	4,0
37,5 (2.1/2)	6,0
50,0 (2)	8,0
63,0 (2.1/2)	10,0
75,0 (3)	13,0
90,0 (3.1/2)	16,0
100,0 (4)	25,0
150 (6)	50,0

#### 5. Procedimientos:

##### Agregado Fino

##### Primero

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



### Agregado Grueso

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

#### 6. Resultados

- a. Calcular el contenido de humedad total evaporable de la siguiente manera.

$$P = \frac{100(W - D)}{D}$$

Donde:

P = Contenido total de humedad total evaporable de la muestra en porcentaje  
W = Masa de la muestra húmeda original en gramos

D = Masa de la muestra seca en gramo

- b. El contenido de humedad superficial es igual a la diferencia entre el contenido de humedad total evaporable y la absorción, con todos los valores referidos a la masa de una muestra seca. La absorción puede determinarse de acuerdo con el método MTC E 205 o al método MTC E 206.

#### 7. Conclusiones

**7.1** Este ensayo es necesario para determinar el porcentaje de humedad que contiene una muestra inicial.

**7.2** Es necesario el cumplimiento de llevado de muestra al horno por el tiempo ya determinado por la norma.

#### 8. Sugerencias y /o recomendaciones

**8.1** Cumplimiento estricto de los procedimientos establecidos en la presente Guía, priorizando la seguridad de los estudiantes que participen en ellas.

#### Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados

- 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](http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/.../index.htm)
- MTC E 215
- ASTM C -535
- NTP 339.185



ANEXO

LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO					
CURSO:	Tecnología del Concreto				SECCIÓN:
CATEDRÁTICO:					
<b>ENSAYO: CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO - CONTENIDO DE HUMEDAD</b> (MTC E 108 - 2000; ASTM D 2216)					
<b>DATOS DEL AGREGADO</b>					
PROCEDENCIA:			TIPO:		
<b>4.- CONTENIDO DE HUMEDAD (W %) - TIPO "A"</b>					
N°	DATOS	UND	M- 1	M- 2	M- 3
1	PESO DEL RECIPIENTE	A gr			
2	PESO DE LA TARA + P <sub>MN</sub>	B gr			
3	P <sub>MN</sub>	B - A gr			
4	P <sub>MSH</sub>	C gr			
<b>CALCULO</b>					
5	CONTENIDO DE HUMEDAD	$((B-A)-C)/C$ %			
6	PROMEDIO DE MUESTRAS (W <sub>PROMEDIO</sub> )	%			
<b>4.- CONTENIDO DE HUMEDAD (W %) - TIPO "B"</b>					
N°	DATOS	UND	M- 1	M- 2	M- 3
1	PESO DEL RECIPIENTE	A gr			
2	PESO DE LA TARA + P <sub>MN</sub>	B gr			
3	P <sub>MN</sub>	B - A gr			
4	P <sub>MSH</sub>	C gr			
<b>CALCULO</b>					
5	CONTENIDO DE HUMEDAD	$((B-A)-C)/C$ %			
6	PROMEDIO DE MUESTRAS (W <sub>PROMEDIO</sub> )	%			
<i>P<sub>MN</sub> : Peso de la Muestra Natural.</i> <i>P<sub>MSH</sub> : Peso de la Muestra Seca al Horno.</i> <i>P<sub>SSS</sub> : Peso de la Muestra Saturado Superficialmente Seco.</i>					
<b>ENSAYO:</b>	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 $\mu\text{M}$ (N° 200) por lavado

Sección : ..... Docente:

Fecha : ...../...../..... Duración:

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

#### 1. 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  $\mu\text{m}$  (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  $\mu\text{m}$  (N° 200), tales como: arcillas, agregados muy finos, y materiales solubles en el agua.

#### 2. Fundamento Teórico

El material más fino que el tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (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  $\mu\text{m}$  (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  $\mu\text{m}$  (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  $\mu\text{m}$  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.

#### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

##### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Balanza	De precisión de 0.1 gr	1
2	Tamiz #200 Tamiz #4	Acero inoxidable con refuerzo en la malla.	1
3	Tamiz #4	Acero inoxidable	1
4	Estufa	Eléctrico 110+/- 5 °C	1



**3.2. Materiales**

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Cucharon	Capacidad de 1 kg	2
2	taras	Capacidad de 1/2 kg	5

**4. Indicaciones/instrucciones:**

- 4.1 La muestra de agregado fino y grueso tiene que estar seco a temperatura ambiente.
- 4.2 El material deberá ser separado con la malla #4 para proseguir con el lavado y no dañar la malla #200.

**5. Procedimientos:**

**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  $110 \pm 5$  °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  $110 \pm 5$  °C y determinar el peso con una aproximación de 0,1% del peso original de la muestra.



## 6. Resultados

Calcular la cantidad de material que pasa el tamiz de 75 µm (Nº 200) por lavado con agua, como sigue:

$A = \frac{B - C}{B} \times 100$
Donde
A = Porcentaje del material fino que pasa el tamiz de 75 µm (Nº 200) por lavado.
B = Peso seco de la muestra original, en gramos.
C = Peso seco de la muestra después de lavado, en gramos.

## 7. Conclusiones

7.1 Porcentaje de material fino que pasa el tamiz de 75 µm (Nº 200) por lavado con una aproximación de 0,1%, excepto si el resultado es igual o mayor al 10% en que se reporta el porcentaje con aproximación al número entero.

## 8. Sugerencias y /o recomendaciones

8.1 Cumplimiento estricto de los procedimientos establecidos en la presente Guía, priorizando la seguridad de los estudiantes que participen en ellas.

### Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados

- Manual de Ensayos de Laboratorio EM – 2000. Aprobado mediante R.D. Nº 018-2016-MTC/14 del 03/09/2016 [www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos\\_ferro/manual/.../index.htm](http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/.../index.htm)
- MTC E 204
- ASTM C-136
- NTP 400.012



# Guía de práctica N° 7

## Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos

Sección : .....Docente:

Fecha : ...../...../..... Duración:

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

### 1. 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.

### 2. 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  $\mu\text{m}$  (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  $\mu\text{m}$  (N° 200) por lavado" (MTC E 202).

### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

#### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Balanza	De precisión de 0.1 gr	1
2	Agregado fino 3/8", #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200 tapa y fondo.	Acero inoxidable	1 juego
3	Agregado grueso 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", y fondo	Tamizador eléctrico	1
4	Agitadores Y/o rotap	eléctrico	1



**3.2. Materiales**

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Cucharon	Capacidad de 1 kg	2
2	taras	Capacidad de 1/2 kg	10
3	Estufa	110° ±5 °C	1

**4. Indicaciones/instrucciones:**

- 4.1 La muestra de agregado fino y grueso tiene que estar seco a temperatura ambiente.
- 4.2 El peso del agregado tiene que ser en 2 kg en fino y 5 kg en grueso.

**5. Procedimientos:**

**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. Resultados**

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. Conclusiones**

- 7.1 La aplicación del método de análisis granulométrico por tamizado se puede clasificar los suelos en grava, arena y limo.
- 7.2 El método de análisis granulométrico es fácil de aplicarlo en el laboratorio

**8. Sugerencias y /o recomendaciones**

- 8.1 Cumplimiento estricto de los procedimientos establecidos en la presente Guía, Priorizando la seguridad de los estudiantes que participen en ellas.

**Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados**

- 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](http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/.../index.htm)
- MTC E 204
- ASTM C-136
- NTP 400.012



ANEXO

LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO

CURSO:   
 CATEDRÁTICO:

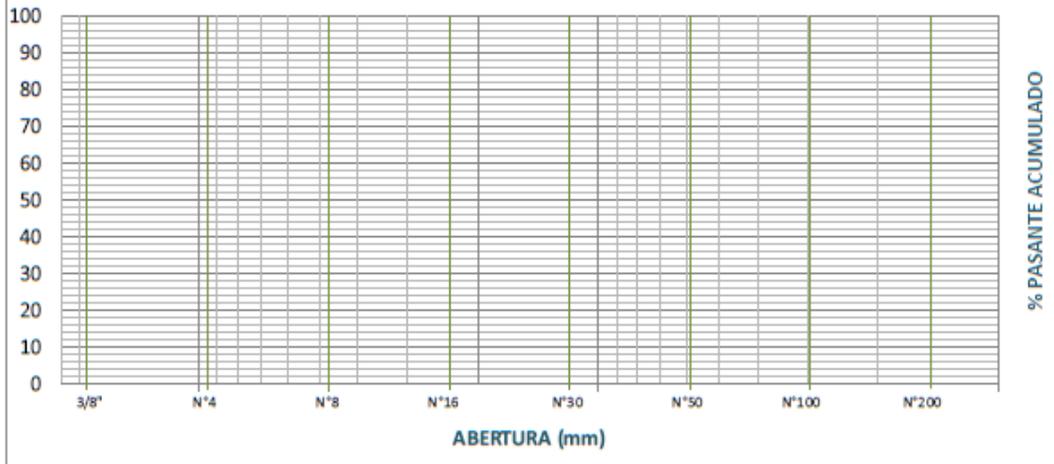
SECCIÓN:

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	DENSIDAD ESPECÍFICA (kg/m <sup>3</sup> )
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 <sup>3</sup> )
1/2"	12.50					P.U.C. (kg/m <sup>3</sup> )
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					
<b>TOTAL</b>						

MUESTRA PROMEDIO



HUSO C								
SUPERIOR								
INFERIOR								



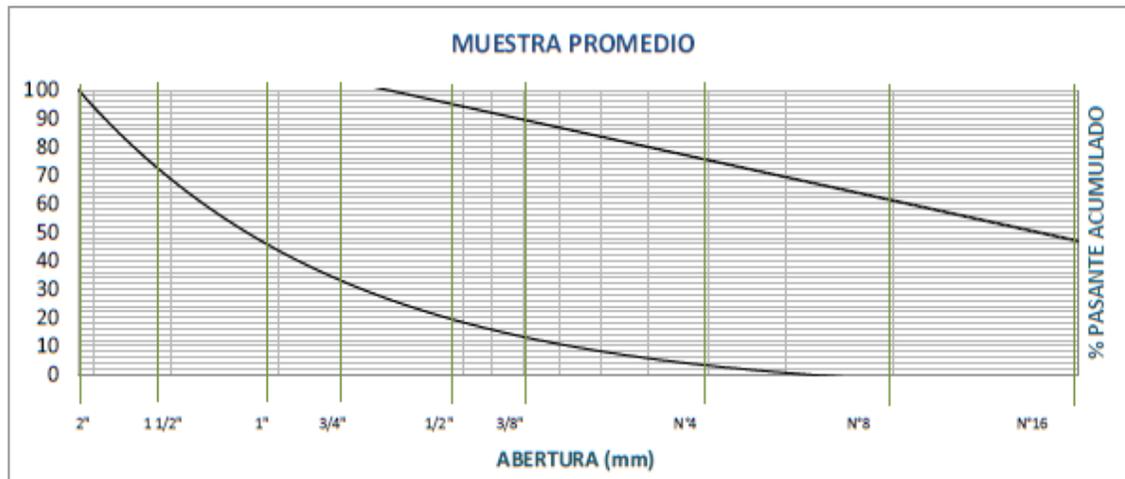
CURSO:   
 CATEDRÁTICO:

SECCIÓN:

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

**DATOS DEL AGREGADO**  **PROCEDENCIA:**

GRANULOMETRÍA			TIPO:		CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
CON	TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	% 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 <sup>3</sup> )
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 <sup>3</sup> )
N°8	2.36					P.U.C. (kg/m <sup>3</sup> )
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.
<b>TOTAL</b>						% DESGASTE (5 Ciclos)



HUSO N°							
ABER. (mm)							
SUPERIOR							
INFERIOR							



# Guía de práctica N° 8

## Absorción de agregado

Sección : .....Docente:

Fecha : ...../...../..... Duración:

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

### 1. Propósito /Objetivo (de la práctica):

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

### 2. Fundamento Teórico

Obtener el peso específico de los agregados fino y grueso

### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

#### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Balanza	De precisión de 0.1 gr	1
2	Horno	T° 110-+ 5°C	1
3	Canastilla metálica circular		1
4	Cono Truncado, pisón		1

#### 3.2. Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Taras	0 °C a 100 °C	1
2	Cucharon	Capacidad 1kg	1
3	Franela		1
4	Probeta	100 ml	3

### 4. Indicaciones/instrucciones:

- 2.1 Verificar que el agregado sea secado superficialmente al aire libre para una mejor homogeneidad.
- 2.2 Seguir el siguiente procedimiento con las cantidades de muestras indicadas.

### 5. Procedimientos:

#### Agregado Fino



**Primero**

1. Se pesa 2 kg de agregado fino y se deja saturar durante 24 hrs.
2. Después de 24 hrs se decanta cuidadosamente el agua evitando la pérdida de finos, luego se extiende la muestra sobre una bandeja.
3. Posteriormente procedemos a extender la muestra sobre una bandeja, comenzando la operación de secado.

**Segundo**

4. Luego pesamos 500 gramos del material.
5. Introducimos el material en una probeta y añadimos 500 cm<sup>3</sup> de agua.
6. Agitamos cuidadosamente la probeta con el agregado y dejamos reposar por unos 15 min.
7. Después del reposo se procede a pesar la muestra + agua + probeta.
8. Luego se extrae el material, asegurándose que no quede nada en el tubo de ensayo.
9. Después de tener el peso, se le introduce al horno con una temperatura de 110±5°C, por 24 hora.

**Agregado Grueso**

10. saturarlo la muestra por 24 horas.
11. 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).
12. Retirar la muestra, colocarlo en un recipiente, llevarlo al horno hasta peso constante y pesar.

**6. Resultados**

Absorción (Ab)

$$A = \frac{500 - W_0}{W_0} \times 100 \quad (4)$$

Donde:

W<sub>0</sub> = Peso en el aire de la muestra secada en el horno, g;

**7. Conclusiones**

- 7.1 Conocer los procedimientos básicos para el muestreo de agregados.
- 7.2 Ejecutar de forma adecuada los procedimientos establecidos en esta Guía propuesta.

**8. Sugerencias y/o recomendaciones**

- 8.1 Cumplimiento estricto de los procedimientos establecidos en la presente Guía, priorizando la seguridad de los estudiantes que participen en ellas.



Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados

- 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](http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/.../index.htm)
- MTC E 108
- ASTM C -128
- AASHTO T 85
- NTP 400.021/400.022

LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO						
CURSO:	Tecnología del Concreto				SECCIÓN:	
CATEDRÁTICO:						
<b>ENSAYO: CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO - ABSORCIÓN</b> (MTC E 205 - 2000; ASTM C 128; AASTHO T 84)						
DATOS DEL AGREGADO						
PROCEDENCIA:					TIPO:	
<b>5.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (Ab %) - TIPO "A"</b>						
N°	DATOS	UND	M- 1	M- 2	M- 3	
1	PESO DEL RECIPIENTE	A gr				
2	PESO DE LA TARA + P <sub>SSS</sub>	B gr				
3	P <sub>SSS</sub>	B - A gr				
4	P <sub>MSH</sub>	C gr				
CALCULO						
5	CONTENIDO DE HUMEDAD	$((B-A)-C)/C$	%			
6	PROMEDIO DE MUESTRAS (Ab <sub>PROMEDIO</sub> )	%				
<b>5.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (Ab %) - TIPO "B"</b>						
N°	DATOS	UND	M- 1	M- 2	M- 3	
1	PESO DEL RECIPIENTE	A gr				
2	PESO DE LA TARA + P <sub>SSS</sub>	B gr				
3	P <sub>SSS</sub>	B - A gr				
4	P <sub>MSH</sub>	C gr				
CALCULO						
5	CONTENIDO DE HUMEDAD	$((B-A)-C)/C$	%			
6	PROMEDIO DE MUESTRAS (Ab <sub>PROMEDIO</sub> )	%				
<i>P<sub>MN</sub> : Peso de la Muestra Natural.</i> <i>P<sub>MSH</sub> : Peso de la Muestra Seca al Horno.</i> <i>P<sub>SSS</sub> : 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 agregado

Sección : .....Docente:

Fecha : ...../...../..... Duración:

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

### 1. 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.

### 2. 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.

### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

#### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Balanza	De precisión de 0.1 gr	1
2	Horno	T° 110-+ 5°C	1
3	Canastilla metálica circular	metálica	1
4	Cono Truncado, pisón	De acero	1

#### 3.2. Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Taras	0 °C a 100 °C	1
2	Cucharón	Capacidad 1kg	1
3	Franela		1
4	Probeta	100 ml	3
5	Dinamómetro	Capacidad de max 2 kg	1



#### 4. Indicaciones/instrucciones:

4.1 Se necesita tener muestra seleccionada para realizar de dicho ensayo

#### 4.2 MUESTRA

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 (N° 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 (N° 4) (tales como tamaños N° 8 y 9 considerados en la Clasificación de la ASTM D 448), usar el tamiz 2,36 mm (N° 8) en vez del tamiz 4,75 mm (N° 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 Nominal mm (pulg)	Peso Mínimo de la Muestra de Ensayo Kg (lb)
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)

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.



## 5. Procedimientos:

### Agregado Fino

#### Primero

1. saturar la muestra un tiempo de 24 hrs.
2. Después de 24 hrs se decanta cuidadosamente el agua evitando la pérdida de finos, luego se extiende la muestra sobre una bandeja.
3. Posteriormente procedemos a extender la muestra sobre una bandeja, comenzando la operación de secado.
4. Una vez que la muestra está seca superficialmente se procede a utilizar el cono truncado con el pisón, llenándolo parcialmente en una sola capa y dándole 25 golpes.

#### Segundo

5. Se continúa haciendo el mismo procedimiento hasta ver el desmoronamiento superficial, alcanzando así su condición de superficie seca.
6. Luego pesamos 500 gramos del material.
7. Introducimos el material en una probeta de 1000 ml y añadimos 500 cm<sup>3</sup> de agua.
8. Agitamos cuidadosamente la probeta con el agregado y dejamos reposar por unos 15 min.

#### Tercero

9. Después del reposo se procede a pesar la muestra + agua + probeta.
10. Luego se extrae el material, asegurándose que no quede nada en el tubo de ensayo.
11. Después de tener el peso, se le introduce al horno con una temperatura de  $110^{\circ}\pm 5^{\circ}\text{C}$ , por 24 horas.

### Agregado Grueso

#### Primero

2. saturar la muestra un tiempo de 24 hrs.
3. Después de 24 hrs se decanta cuidadosamente el agua evitando la pérdida de grueso,
4. Luego se seca el agregado con ayuda de una franela (la superficie de las partículas).

#### Segundo

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



## 5. Resultados

**CALCULOS**

**Peso Específico:**

a) **Peso Específico de masa ( $P_{em}$ )**

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)} \times 100$$

Donde:

$A$  = Peso de la muestra seca en el aire, gramos;  
 $B$  = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos;  
 $C$  = Peso en el agua de la muestra saturada.

b) **Peso específico de masa saturada con superficie seca ( $P_{esss}$ )**

$$P_{esss} = \frac{B}{(B - C)} \times 100$$

c) **Peso específico aparente ( $P_{ea}$ )**

$$P_{ea} = \frac{A}{(A - C)} \times 100$$

**Absorción ( $A_b$ )**

$$A_b (\%) = \frac{(B - A)}{A} \times 100$$

## 13. Conclusiones

- 7.1 Conocer los procedimientos básicos de realización del ensayo.
- 7.2 Ejecutar de forma adecuada los procedimientos establecidos en esta Guía propuesta.

## 14. Sugerencias y /o recomendaciones

- 8.1 Cumplimiento estricto de los procedimientos establecidos en la presente Guía, priorizando la seguridad de los estudiantes que participen en ellas.

### Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados

- 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](http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/.../index.htm)
- MTC E 108
- ASTM D-2216
- AASHTO T 85
- NTP 400.021



LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO

CURSO:  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 <sub>SSS</sub> + TARA	A	gr			
2	P <sub>MSH</sub> + TARA	B	gr			
3	PESO DE LA TARA	C	gr			
4	P <sub>SSS</sub>	A - C	gr			
5	P <sub>MSH</sub>	B - C	gr			
6	VOLÚMEN DESPLAZADO	D	cm <sup>3</sup>			
CÁLCULO						
7	PESO ESPECÍFICO	(B - C)/D	gr/cm <sup>3</sup>			
6	PROMEDIO DE MUESTRAS		kg/m <sup>3</sup>			

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

P<sub>MN</sub> : Peso de la Muestra Natural.  
 P<sub>MSH</sub> : Peso de la Muestra Seca al Horno.  
 P<sub>SSS</sub> : 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. 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.

### 2. Fundamento Teórico

Este ensayo sirve para el diseño de mezcla.

### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

#### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Balanza	30 Kg	1
2	Baldes	(½ pie <sup>3</sup> , 1/3 pie <sup>3</sup> y 1/10 pie <sup>3</sup> )	1
3	Varilla compactadora	acero liso de 60 cm de longitud Ø 5/8", varilla de acero de 30 cm de longitud de Ø 3/8", de diámetro y con punta de bala (punta roma).	2



**3.2. Materiales**

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Cucharon	Capacidad 1kg	1
3	Franela		1
4	Bandejas		5

**4. Indicaciones/instrucciones:**

- 2.1 Obtener la muestra de acuerdo a MTC E 201 y reducir muestra a tamaño de muestra de ensayo por cuarteo.
- 2.3 Seguir los procedimientos indicados cuidadosamente.

**5. Procedimientos:**

**PUS**

**Primero**

- 1. 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

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

**Segundo**

- 3. 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.
- 4. Posteriormente con la varilla se procede a enraizar con mucho cuidado el exceso de arena para que quede a nivel del recipiente.
- 5. Finalmente se procede a pesar el recipiente cilíndrico con el material en la balanza

Segundo

**PUC**



**Primero**

1. 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)

2. TMN	3. RECIPIENTE A USAR (pie <sup>3</sup> )
4. 1"	5. 1/2
6. 3/4"	7. 1/3
8. 1/2"	9. 1/10

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

**Segundo**

5. 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.
6. Seguidamente con una varilla de acero de Ø 5/8" y/o Ø 3/8" procedemos a golpear 25 veces en forma helicoidal.
7. 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.
8. 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.
9. Posteriormente con la varilla se procede a enrazar con mucho cuidado el exceso de material para que quede a nivel del recipiente.

**6. Resultados**

<b>CALCULOS</b>	
Peso unitario.- calcular el peso unitario compactado o suelto, como sigue:	
$M = \frac{(G - T)}{V} \quad (1)$	
$M = (G - T) \times F \quad (2)$	
<b>Donde:</b>	
M =	Peso unitario del agregado en kg/m <sup>3</sup> (lb/pie <sup>3</sup> )
G =	Peso del recipiente de medida más el agregado en kg (lb)
T =	Peso del recipiente de medida en kg (lb)
V =	Volumen del recipiente de medida en m <sup>3</sup> (pie <sup>3</sup> ), y
F =	Factor del recipiente de medida en m <sup>-3</sup> (pie <sup>-3</sup> )



**7. Conclusiones**

- 7.1 Conocer los procedimientos básicos para el ensayo de peso unitario de agregados.
- 7.2 Ejecutar de forma adecuada los procedimientos establecidos en esta Guía propuesta.

**8. Sugerencias y /o recomendaciones**

- 8.1 Cumplimiento estricto de los procedimientos establecidos en la presente Guía, priorizando la seguridad de los estudiantes que participen en ellas.

**Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados**

- 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](http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/.../index.htm)
- MTC E 203
- ASTM C -29
- AASHTO --
- NTP 400.017



ANEXO

**LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO**

CURSO:  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		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 <sup>3</sup>			
CÁLCULO						
5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B-A)/C	kg/m <sup>3</sup>			
6	PROMEDIO DE MUESTRAS (P.U.S.)		kg/m <sup>3</sup>			

1.- PESO UNITARIO SUELTO - 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 <sup>3</sup>			
CÁLCULO						
5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B-A)/C	kg/m <sup>3</sup>			
6	PROMEDIO DE MUESTRAS (P.U.S.)		kg/m <sup>3</sup>			

<b>ENSAYO:</b>	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"						
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 <sup>3</sup>			
CÁLCULO						
5	PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	$(B - A)/C$	kg/m <sup>3</sup>			
6	PROMEDIO DE MUESTRAS (P.U.C.)		kg/m <sup>3</sup>			

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 <sup>3</sup>			
CÁLCULO						
5	PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	$(B - A)/C$	kg/m <sup>3</sup>			
6	PROMEDIO DE MUESTRAS (P.U.C.)		kg/m <sup>3</sup>			

ENSAYO:	AF.PUC			
		SELLO	FIRMA	FECHA

Nº DE GRUPO	INTEGRANTES	CODIGO	FIRMA



# Guía de práctica N° 11

## Asentamiento del concreto (SLUMP)

Sección : .....Docente:

Fecha : ...../...../..... Duración:

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

### 1. Propósito /Objetivo (de la práctica):

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

### 2. 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".

### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

#### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Varilla compactadora	de hierro liso	1
2	Molde	de hierro liso	1

#### 3.2. Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Cucharón	Capacidad de 1/4 kg	2
2	Jarra	1litro	1

### 4. Indicaciones/instrucciones:

La muestra que se utiliza en el ensayo debe ser representativa del concreto. Dicha muestra se debe obtener de acuerdo con la norma MTC 701.

### 5. Procedimientos:

**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  $5 \pm 2$  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.

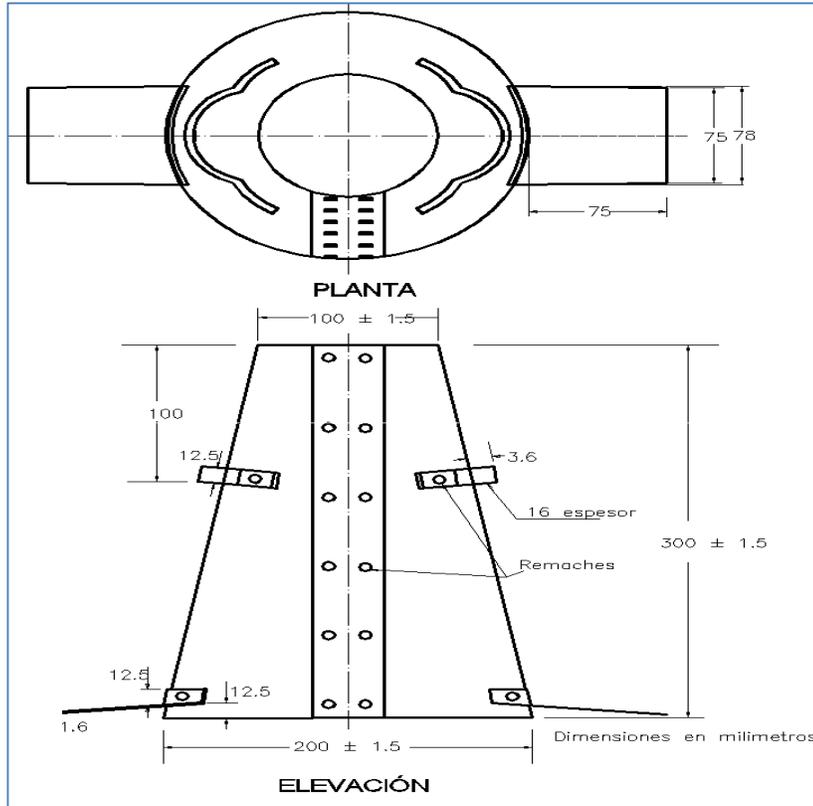
### Tercero

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

6.1 Cada medida se lectura a una aproximación de 1/4 pulg.

## 7. Conclusiones

7.1 Se debe anotar el asentamiento del espécimen con aproximación al medio centímetro.

## 8. Sugerencias y /o recomendaciones

8.1 Cumplimiento estricto de los procedimientos establecidos en la presente Guía,



priorizando la seguridad de los estudiantes que participen en ellas.

### **Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados**

- 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](http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/.../index.htm)
- NTP 339.035 HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland.
- AASHTO: T 119M Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete.



## Guía de práctica N° 12

### Peso unitario de producción (Rendimiento) y contenido de aire (Método de presión)

Sección : .....Docente:

Fecha : ...../...../..... Duración:

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

#### 1. 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.

#### 2. Fundamento Teórico

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

#### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

##### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Balanza	De precisión de 0.1 gr, 100 kg	1
2	Equipo confinador de aire	Balde, tapa con accesorios y manómetro tipo washintong, varilla 5/8" de 30 cm regla enrazadora	1
3	Mesa de Flujo	Tiene un cono truncado, pisón y una base	1

##### 3.2. Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Cucharón	Capacidad de 1/4 kg	2
2	taras	Capacidad de 1/2 kg	10
3	jarra	Capacidad de 1000 ml	1



#### 4. Indicaciones/instrucciones:

2.1 Se obtiene la muestra a partir de la mezcla de concreto fresco de acuerdo con la norma MTC E 701.

2.2 Ubicar en espacio adecuado para la realización del ensayo sin mover el recipiente durante el procedimiento.

#### 5. Procedimientos:

##### 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  $0,014\text{m}^3$  ( $0,5$  pies<sup>3</sup>) o 50 veces cuando se use el medidor de  $0,28\text{m}^3$  ( $1$  pie<sup>3</sup>).

##### 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  $30^\circ$  usando como apoyo el fondo del recipiente; se describen varios círculos completos con el extremo superior y se golpea



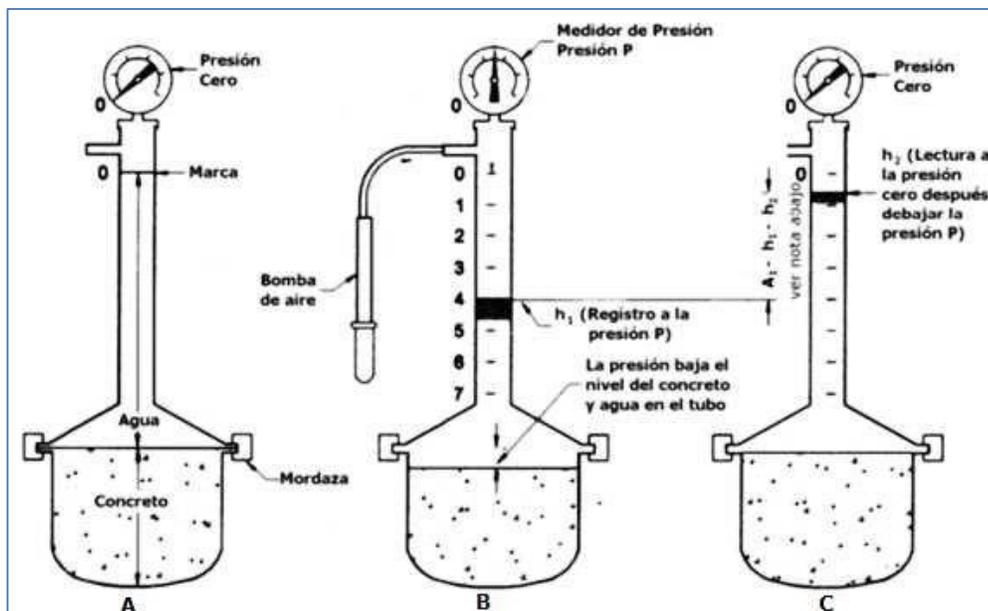
simultáneamente la cubierta para eliminar las burbujas de aire atrapadas en la muestra. Se coloca nuevamente el aparato en posición vertical y se llena de agua hasta la marca cero, mientras se golpean ligeramente los lados del recipiente. Se quita la espuma de la superficie de la columna de agua por 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

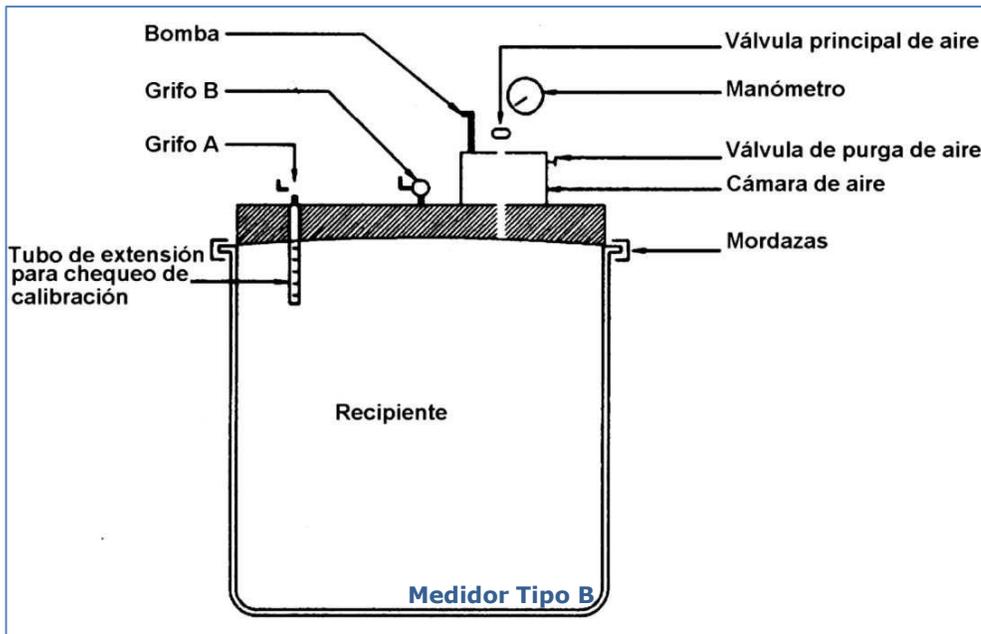
Preparación para el ensayo – Se limpian los bordes del recipiente con el fin de que la junta de la cubierta sea cierre hermético. Se ensambla el aparato. Se cierra la válvula entre la cámara y el recipiente (válvula N° 1) y se abren los dos grifos de la cubierta. Con una pera de caucho, se inyecta agua 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.



Nota:  $A_1 = h_1 - h_2$  cuando el recipiente contiene concreto como se muestra en esta figura;  $G = h_1 - h_2$  (factor de corrección de agregados) cuando contiene solo agregados y agua;  $A_1 - G = A$  (contenido de aire en el concreto).

Medidor Tipo A



6. Resultados

Contenido de aire de la muestra bajo ensayo. Se calcula mediante la siguiente ecuación

$$A_s = A_1 - G$$

Donde:

$A_s$  = contenido de aire de la muestra, en porcentaje.

$A_1$  = contenido aparente de aire de la muestra, en porcentaje (secciones 6.2 y 6.3)

$G$  = factor de corrección del agregado, en porcentaje (sección 6.4)

Contenido de aire de la mezcla completa - Se calcula por la siguiente ecuación:

$$A_e = \frac{100 \cdot A_s \cdot V_c}{100 \cdot V_t - A_s \cdot V_a}$$

Donde:

$A_e$  = contenido de aire de la mezcla completa, en porcentaje.

$V_c$  = volumen absoluto de los componentes de la mezcla, menores de 37,5 mm libres de aire, tal como se terminan a partir de los pesos originales de mezcla en  $m^3$ .

$V_t$  = volumen absoluto de todos los componentes de la mezcla, libres de aire, en  $m^3$ .

$V_a$  = volumen absoluto de los agregados en la mezcla densa, mayores de 37,5 mm tal como se determina a partir de los pesos originales de la mezcla, en  $m^3$ .

Contenido de aire de la fracción de mortero - Se calcula por la siguiente ecuación:

$$A_m = \frac{100 \cdot A_s \cdot V_c}{100 \cdot V_m - A_s \cdot (V_c - V_m)}$$

Donde:

$A_m$  = contenido de aire de la fracción de mortero, en porcentaje.

$V_m$  = volumen absoluto de los componente de la fracción de mortero de la mezcla, libre de aire, en  $m^3$ .



## 7. Conclusiones

- 7.1 Tolerancia – Este ensayo no tiene ninguna tolerancia puesto que la densidad es definida únicamente en términos de esta norma.

## 8. Sugerencias y /o recomendaciones

- 8.1 Cumplimiento estricto de los procedimientos establecidos en la presente Guía, priorizando la seguridad de los estudiantes que participen en ellas.
- 8.2 Determinése la cantidad de agua por peso o volumen con una precisión del 0,1%.  
Calcúlese el contenido de aire correcto R, por medio de la ecuación establecida en el numeral A.8 (c) Déjese salir el aire sobrante del aparato por el grifo B. Bombéese aire dentro de la cámara hasta que la presión alcance la línea de presión inicial marcada en el manómetro. Se cierran ambos grifos y luego se abre la válvula No. 1. El contenido de aire indicado por la aguja del manómetro de presión debe corresponder con la medición efectuada anteriormente. Si dos o más determinaciones muestran la misma diferencia con respecto al valor correcto del contenido de aire, la aguja debe ajustarse al contenido de aire correcto y repetir el ensayo hasta que la lectura del manómetro corresponda al, contenido de aire calibrado dentro de 0,1%. Una vez hecha esta operación, debe comprobarse nuevamente la marca de presión inicial.

### Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados

- 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](http://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.



## Guía de práctica N° 13

### Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido

#### (Esclerometría)

Sección : .....Docente:

Fecha : ...../...../..... Duración:

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

#### 1. 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.

#### 2. 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.

#### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

##### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Martillo de rebote	Consistente en un martillo de acero, con resorte de carga.	1
2	Piedra abrasiva:	Consistente en carburo de silicio	1
3	Yunque de ensayo:	fabricado en acero	1



#### 4. Indicaciones/instrucciones:

Cumplimiento estricto de los procedimientos establecidos en la presente Guía, priorizando la seguridad de los estudiantes que participen en ellas.

Localizar puntos notables.

#### 5. Procedimientos:

##### Primero

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.

#### 6. Resultados

##### 6.1 CALCULOS

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.

#### 7. Conclusiones

7.1 Debe realizarse un número adecuado de puntos, para una mejor verificación de resultado de la resistencia del concreto.

#### 8. Sugerencias y /o recomendaciones

8.1 Cumplimiento estricto de los procedimientos establecidos en la presente Guía, priorizando la seguridad de los estudiantes que participen en ellas.

8.2 Calibrar el equipo antes de usar.

##### Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados

- 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](http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/.../index.htm)
- 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.