

ABRASION LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 ½")

MTC E 207 – 2000

Este Modo Operativo está basado en las Normas ASTM C 131, AASHTO T 96 y ASTM C 535, las mismas que se han adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del Usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

1. OBJETIVO

1.1 Se refiere al procedimiento que se debe seguir para realizar el ensayo de desgaste de los agregados gruesos hasta de 37.5 mm (1 ½") por medio de la máquina de Los Ángeles.

1.2 El método se emplea para determinar la resistencia al desgaste de agregados naturales o triturados, empleando la citada máquina con una carga abrasiva.

1.3 Para la abrasión de agregados gruesos. Ver anexo.

2. APARATOS Y MATERIALES

2.1 Balanza, que permita la determinación del peso con aproximación de 1 g.

2.2 Estufa, que pueda mantener una temperatura uniforme de 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F).

2.3 Tamices.

2.4 Máquina de Los Ángeles: la máquina para el ensayo de desgaste de Los Ángeles tendrá las características que se indican en la Figura 1. Consiste en un cilindro hueco, de acero, con una longitud interior de 508 ± 5 mm (20 ± 0.2 ") y un diámetro, también interior, de 711 ± 5 mm (28 ± 0.2 ").

Dicho cilindro lleva sus extremos cerrados y en el centro de cada extremo un eje, que no penetra en su interior, quedando el cilindro montado de modo que pueda girar en posición horizontal alrededor de este eje. El cilindro estará provisto de una abertura, para introducir la muestra que se desea ensayar, y un entrepaño, para conseguir la rotación de la mezcla y de la carga abrasiva. La abertura podrá cerrarse por medio de una tapa con empaquetadura que impida la salida del polvo, fijada por medio de pernos.

La tapa se diseñará de manera tal que se mantenga el contorno cilíndrico interior. El entrepaño se coloca de modo que la carga no caiga sobre la tapa durante el ensayo, ni se ponga en contacto con

ella en ningún momento. El entrepaño será desmontable, de acero, ocupando longitudinalmente toda una generatriz del cilindro y se proyectará radialmente, y hacia el centro de la sección circular del cilindro, en longitud de 89 ± 2 mm ($3,5 \pm 0.1"$). Tendrá un espesor tal que permita montarlo por medio de pernos u otro medio apropiado, de forma que quede instalado de un modo firme y rígido. La distancia del entrepaño a la abertura, medida a lo largo de la circunferencia del cilindro y en el sentido de la rotación, será mayor de 1.27 m (50").

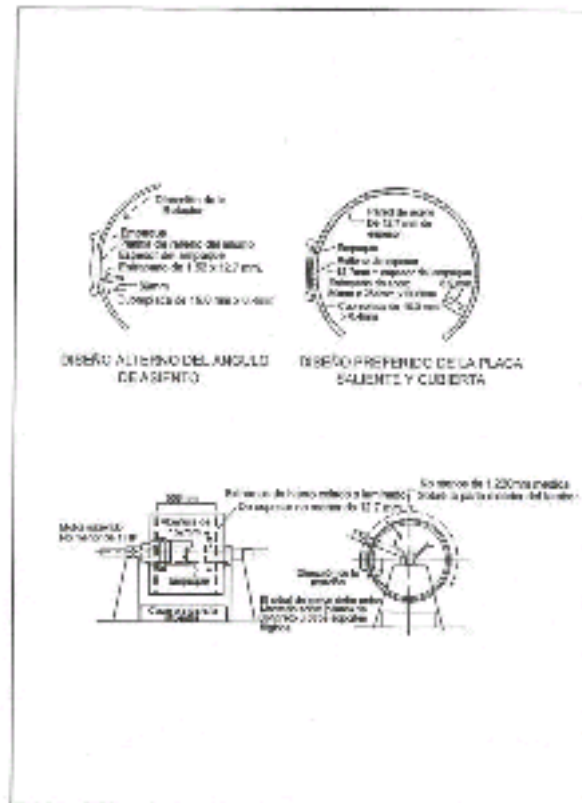


Figura 1. Máquina del ensayo de abrasión Los Angeles

Nota 1. Es preferible el empleo de un entrapaño de acero resistente al desgaste de sección rectangular y montado independientemente de la tapa. No obstante, puede usarse una sección angular montada adecuadamente en la parte interior de la tapa, teniendo en cuenta la dirección de rotación para la que la carga sea recogida por la cara exterior del ángulo.

La superficie del entrepaño de la máquina de Los Ángeles está sometida a un fuerte desgaste y al impacto de las bolas, originándose en ella un relieve a una distancia aproximadamente de 32 mm (1 ¼") desde la unión del entrepaño con la superficie interior del cilindro. Si el entrepaño está echo de una sección angular, no solamente puede formarse este relieve, sino que aquél se puede llegar a doblar longitudinal o transversalmente y con respecto a su correcta disposición, por lo cual debe ser revisado periódicamente. Si se observa alguno de estos defectos, el entrepaño debe ser reparado o reemplazado antes de realizar nuevos ensayos. La influencia de todos estos factores sobre los

resultados del ensayo no es conocida; sin embargo, para uniformar las condiciones de ensayo se recomienda eliminar el relieve formado cuando su altura sea superior a 2 mm (0.1").

La máquina será accionada y contrabalanceada en forma tal, que debe mantener la velocidad periférica básicamente uniforme.

La pérdida de velocidad y el deslizamiento del mecanismo de transmisión son causa frecuente de que los resultados del ensayo no coincidan con los obtenidos en otra máquina de desgaste de Los Ángeles con velocidad periférica constante.

2.5 Carga abrasiva. La carga abrasiva consistirá en esferas de acero o de fundición, de un diámetro entre 46.38 mm (1 13/16") y 47.63 mm (1 7/8") y un peso comprendido entre 390 g y 445 g.

La carga abrasiva dependerá de la granulometría de ensayo, A, B, C o D, según se indica en el numeral 3.2, de acuerdo con la Tabla 1 siguiente:

Tabla 1

Granulometría de ensayo	Número de esferas	Peso Total g
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

3. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

3.1 La muestra consistirá en agregado limpio por lavado y secado en horno a una temperatura constante comprendida entre 105 y 110 °C (221 a 230°F), separada por fracciones de cada tamaño y recombinadas con una de las granulometrías indicadas en la Tabla 2. La granulometría o granulometrías elegidas serán representativas del agregado tal y como va a ser utilizado en la obra. La muestra antes de ensayada deberá ser pesada con aproximación de 1 g.

Tabla 2
Granulometría de la muestra de agregado para ensayo

Pasa tamiz		Retenido en tamiz		Pesos y granulometrías de la muestra para ensayo (g)			
mm	(alt.)	mm	(alt.)	A	B	C	D
37,5	(1 1/2")	-25,0	(1")	1250 ± 25			
25,0	(1")	-19,0	(3/4")	1250 ± 25			
19,0	(3/4")	-12,5	(1/2")	1250 ± 10	2500 ± 10		
12,5	(1/2")	-9,5	(3/8")	1250 ± 10	2500 ± 10		
9,5	(3/8")	-6,3	(1/4")			2500 ± 10	
6,3	(1 1/4")	-4,75	(N° 4)			2500 ± 10	
4,75	(N° 4)	-2,36	(N° 8)				5000 ± 10
TOTALES				5000 ± 10	2500 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

3.2 Cuando se triture la muestra en el laboratorio, se hará constar esto en el informe, debido a la influencia que tiene la forma de las partículas en el resultado del ensayo.

4. PROCEDIMIENTO

4.1 Ejecución del ensayo. La muestra y la carga abrasiva correspondiente, se colocan en la máquina de Los Ángeles, y se hace girar el cilindro a una velocidad comprendida entre 30 y 33 rpm; el número total de vueltas deberá ser 500. La máquina deberá girar de manera uniforme para mantener una velocidad periférica prácticamente constante. Una vez cumplido el número de vueltas prescrito, se descarga el material del cilindro y se procede con una separación preliminar de la muestra ensayada, en el tamiz # 12. La fracción fina que pasa, se tamiza a continuación empleando el tamiz de 1.70 mm (No. 12). El material más grueso que el tamiz de 1.70 mm (No. 12) se lava, se seca en el horno, a una temperatura comprendida entre 105 a 110 °C (221 a 230 °F), hasta peso constante, y se pesa con precisión de 1 g.

4.2 Cuando el agregado esté libre de costras o de polvo, puede eliminarse la exigencia del lavarlo antes y después del ensayo. La eliminación del lavado posterior, rara vez reducirá la pérdida medida, en más del 0.2% del peso de la muestra original.

5. RESULTADOS

5.1 El resultado del ensayo es la diferencia entre el peso original y el peso final de la muestra ensayada, expresado como tanto por ciento del peso original.

5.2 El resultado del ensayo (% desgaste) recibe el nombre de coeficiente de desgaste de Los Ángeles. Calcúlese tal valor así:

$$\% \text{ Desgaste} = 100 (P_1 - P_2) / P_1$$

P1 = Peso muestra seca antes del ensayo.

P2 = Peso muestra seca después del ensayo, previo lavado sobre tamiz de 1.70 mm (No. 12).

6. PRECISIÓN

6.1 Para agregados con tamaño máximo nominal de 19 mm ($\frac{3}{4}$ "), con porcentajes de pérdida entre 10 y 45%, el coeficiente de variación entre resultados de varios laboratorios, es del 4.5%. Entonces, resultados de dos ensayos bien ejecutados, por dos laboratorios diferentes, sobre muestras del mismo agregado grueso, no deberán diferir el uno del otro en más del 12.7% de su promedio.

El coeficiente de variación de operadores individuales, se encontró que es del 2%. Entonces, los resultados de dos ensayos bien ejecutados sobre el mismo agregado grueso, no deberán diferir, el uno del otro, en más del 5.7% de su promedio.

7. REFERENCIAS NORMATIVAS

ASTM	C 131
AASHTO	T 96

ANEXO

RESISTENCIA AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MAYORES DE 19 mm (3 /4") POR MEDIO DE LA MAQUINA DE LOS ANGELES

1. OBJETO

1.1 Esta norma tiene por objeto establecer el método de ensayo para determinar la resistencia al desgaste de agregados gruesos, de tamaños mayores de 19 mm (3 /4"), mediante la máquina de Los Angeles.

2. APARATOS

2.1 Balanzas, que midan el peso con una aproximación de 1 g.

2.2 Horno, que pueda mantener una temperatura uniforme de 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F).

2.3 Tamices.

2.4 Máquina de Los Angeles, la cual debe cumplir con los requisitos establecidos.

2.5 Carga abrasiva. La carga abrasiva estará formada por 12 esferas de fundición o de acero, con un diámetro entre 46.038 mm (1 13 /16") y 47.625 mm (1 7 /8"), y con un peso entre 390 y 445 g cada una. El peso total deberá ser de 5000 ± 25 g.

3. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

3.1 La muestra destinada al ensayo se obtendrá separando mediante tamizado las distintas fracciones del agregado.

3.2 Se lavarán separadamente las fracciones y luego se introducirán en un horno, a una temperatura entre 105 y 110 °C (221 y 230 °F), hasta que su peso sea constante.

3.3 Se elegirá en la Tabla 1 la gradación más parecida al agregado que se va a usar en la obra. Se tomarán los pesos de las fracciones indicadas en dicha tabla, de acuerdo con la granulometría elegida, hasta completar aproximadamente 10000 g de muestra y se mezclarán.

3.4 Cuando se triture la muestra en el laboratorio se hará constar esto en el informe, debido a la influencia que tiene la forma de las partículas en el resultado del ensayo.

Tabla 1

Tamaño del tamiz		Pesos y granulometrías de la muestra para el ensayo (g)		
Pasa	Retiene	E	F	G
75 mm (3")	63 mm (2 1/2")	2500 ± 50		
63 mm (2 1/2")	50 mm (2")	2500 ± 50		
50 mm (2")	37,5 mm (1 1/2")	5000 ± 50		
37,5 mm (1 1/2")	25 mm (1")		5000 ± 50	5000 ± 25
25 mm (1")	19 mm (3/4")		5000 ± 25	5000 ± 25
		10000 ± 100	10000 ± 75	10000 ± 50

4. PROCEDIMIENTO

4.1 Se pesan aproximadamente 10000 g de muestra seca, preparada como se indica en la Tabla 1, con una precisión de 5 g y se colocan junto con la carga abrasiva dentro del cilindro, haciéndolo girar con una velocidad entre 30 y 33 rpm (188 y 208 rad/min), hasta completar 1000 vueltas. La velocidad angular debe ser constante.

4.2 Se descarga el material de la máquina y se hace una separación preliminar de la muestra sobre un tamiz más grueso que el de 1.7 mm (N° 12). Se tamiza la porción más fina conforme a lo establecido en la norma MTC E207. El material más grueso se lava y se seca a temperatura de 105 a 110 °C (221 a 230 °F) hasta peso constante, con aproximación a 5 g.

Si el agregado está libre de costras o de polvo, puede eliminarse la exigencia de lavarlo antes y después del ensayo. La eliminación del lavado posterior rara vez reducirá la pérdida medida en más de 0.2% del peso de la muestra original.

4.3 Se puede obtener una valiosa información sobre la uniformidad de la muestra que se está ensayando, determinando la pérdida después de 200 revoluciones. Al efectuar esta determinación no se debe lavar el material retenido en el tamiz de 1.7 mm (N° 12). La relación de pérdida después de 200 revoluciones a pérdida después de 1000 revoluciones, no debería exceder en más de 0.20 para materiales de dureza uniforme. Cuando se realice esta determinación se procurará evitar toda pérdida de muestra; la muestra total, incluido el polvo producido por el desgaste, se vuelve a introducir en la máquina hasta completar las 1000 revoluciones requeridas para terminar el ensayo.

5. RESULTADOS

La diferencia entre el peso inicial de la muestra seca y el peso del material seco retenido en el tamiz de 1.70 mm (N° 12), expresada como porcentaje del peso inicial, será el desgaste de la muestra.

6. PRECISION

Para agregados con tamaño máximo nominal de 19 mm (3/4"), con porcentajes de pérdida entre 10 y 45%, el coeficiente de variación entre resultados de varios laboratorios, es del 4.5%. Entonces, resultados de dos ensayos bien ejecutados, por dos laboratorios diferentes, sobre muestras del mismo agregado grueso, no deberán diferir el uno del otro en más de 12.7% de su promedio.

El coeficiente de variación de operadores individuales, se encontró que es del 2%. Entonces, los resultados de dos ensayos bien ejecutados sobre el mismo agregado grueso, no deberán diferir, el uno del otro en más del 5.7% de su promedio.

7. CORRESPONDENCIA EN OTRAS NORMAS

ASTM	C 535
------	-------