

# NORMA TÉCNICA GUATEMALTECA

**COGUANOR**  
NTG 41010 h20

---

**Método de ensayo. Determinación de la resistencia al desgaste, del agregado grueso de tamaño hasta de 37.5 mm (1½ pulg), por abrasión e impacto en la Máquina de Los Ángeles.**

Esta norma es esencialmente equivalente a la norma ASTM C 131-06 en la cual está basada e incluye la designación propia de las normas técnicas guatemaltecas.

**Aprobada 2014-06-20**

---

*Adoptada Consejo Nacional de Normalización:*



**Comisión Guatemalteca de Normas**  
**Ministerio de Economía**

Edificio Centro Nacional de Metrología Referencia  
Calzada Atanasio Tzul 27-32, zona 12  
Teléfonos: (502) 2247-2600  
Fax: (502) 2247-2687  
[www.mineco.gob.gt](http://www.mineco.gob.gt)  
info-coguanor@mail.mineco.gob.gt

## **Prólogo COGUANOR**

La Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) es el Organismo Nacional de Normalización, creada por el Decreto No. 1523 del Congreso de la República del 05 de mayo de 1962. Sus funciones están definidas en el marco de la Ley del Sistema Nacional de la Calidad, Decreto 78-2005 del Congreso de la República.

COGUANOR es una entidad adscrita al Ministerio de Economía, su principal misión es proporcionar soporte técnico a los sectores público y privado por medio de la actividad de normalización.

COGUANOR, preocupada por el desarrollo de la actividad productiva de bienes y servicios en el país, ha armonizado las normas internacionales.

El estudio de esta norma, fue realizado a través del Comité Técnico de Normalización de Concreto (CTN Concreto), con la participación de:

Ing. Emilio Beltranena Matheu  
Coordinador de Comité

Ing. Luis Alvarez Valencia  
Representante ICCG

Ing. Juan Carlos Galindo  
Representante Pisos Casa Blanca

Ing. Víctor Nájera  
Representante SIKA Guatemala

Sr. Manuel de Jesús Sacrab  
Representante Inmobiliaria La Roca, S.A.

Ing. Giovanni Torres  
Representante Inmobiliaria La Roca, S.A.

Arq. Jorge Luis Arévalo  
Representante PRECÓN

Ing. Xiomara Sapón  
Representante ICCG

Arq. Luis Fernando Salazar García  
Representante Centro de Investigaciones de Arquitectura-USAC

Ing. Francisco Javier Quiñónez  
Representante CONCYT

Ing. Max Fernando Schwartz  
Representante DAS Arquitectura Contemporánea

Ing. Oscar Sequeira  
Representante AGCC

Ing. Orlando Quintanilla  
Representante FHA

Ing. Ramiro Callejas  
Representante FHA

Sr. Elder Armando Ramos Yoc  
Representante CII-USAC

Ing. Dilma Yanet Mejicanos Jol  
Representante CII-USAC

Ing. Roberto Chang  
Representante AGIES

Ing. Joaquín Rueda  
Representante Cementos Progreso, S.A.

Ing. José Vásquez  
Representante Mixto Listo

Lic. Rodrigo García  
Representante Mixto Listo

Ing. Marlon Portillo Matta  
Representante Municipalidad de Guatemala

Ing. Leonel Morales  
Representante de CEMEX

Ing. Sergio Quiñónez  
Representante PRECÓN

Ing. Sergio Sevilla  
Representante CIFA

Ing. Gabriel Granados  
Representante PRECSA

## Índice

	<b>Página</b>
<b>1</b> Objeto.....	<b>5</b>
<b>2</b> Documentos citados.....	<b>5</b>
<b>3</b> Terminología.....	<b>6</b>
<b>4</b> Resumen del método de ensayo.....	<b>6</b>
<b>5</b> Significado y uso.....	<b>6</b>
<b>6</b> Equipo.....	<b>6</b>
<b>7</b> Obtención de muestras.....	<b>9</b>
<b>8</b> Preparación de la muestra de ensayo.....	<b>9</b>
<b>9</b> Procedimiento de ensayo.....	<b>10</b>
<b>10</b> Cálculos.....	<b>11</b>
<b>11</b> Informe.....	<b>11</b>
<b>12</b> Precisión y sesgo.....	<b>11</b>
<b>13</b> Descriptores.....	<b>11</b>
<b>Apéndice</b>	
<b>X1.</b> Mantenimiento de la pestaña	<b>12</b>

## 1. OBJETO

**1.1** Este método de ensayo cubre el procedimiento para el ensayo de desgaste de los agregados gruesos de tamaño hasta de 37.5 mm (1½ pulg), usando la máquina de los Ángeles. Véase la Nota 1.

**NOTA 1** – El procedimiento de ensayo para el agregado grueso mayor de 19 mm (¾ pulg), se detalla en la norma NTG 41010 h21 (ASTM C 535).

**1.2** Los valores dados en unidades SI se consideran como el estándar. Los valores dados en unidades libra-pulgada entre paréntesis son solamente para información adicional.

**1.3** Esta norma no pretende señalar todos los problemas de seguridad, si los hubiere, asociados a su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma el establecer las prácticas apropiadas de seguridad y salubridad y determinar la aplicabilidad de limitaciones regulatorias, antes de su uso.

## 2. DOCUMENTOS CITADOS

### 2.1 Norma NTG (ASTM)

(ASTM A6/A6M)	Requisitos generales para barras, placas, perfiles y tablaestacados estructurales de acero laminados en caliente. Especificación.
NTG 41006 (ASTM C 125)	Terminología referente a concreto y agregados para concreto.
NTG 41010 h 1 (ASTM C 136)	Método de ensayo. Análisis granulométrico por tamices de los agregados finos y gruesos.
NTG 41010 h 21 (ASTM C 535)	Método de ensayo. Determinación de la resistencia a desgaste del agregado grueso mayor de 19mm (¾ pulg), por abrasión e impacto en la máquina de los Ángeles.
(ASTM C670)	Práctica para la preparación de enunciados de precisión y sesgo para métodos de ensayo de materiales de construcción.
NTG 41010 h11 (ASTM C702)	Práctica para la reducción de muestras de agregados a tamaño de muestra de ensayo.
NTG 41009 (ASTM D 75)	Práctica para el muestreo de los agregados para concreto.
(ASTM E11)	Tela de alambre tejido y tamices para ensayo.

### 3. TERMINOLOGÍA

**3.1 Definiciones** – Para las definiciones de términos usados en este método de ensayo, véase la terminología de la norma NTG 41006 (ASTM C 125).

### 4. RESUMEN DEL MÉTODO DE ENSAYO

**4.1** Este ensayo en la máquina de Los Ángeles es una medida del desgaste de los agregados minerales de graduaciones estándar, resultante de la combinación de acciones que incluyen abrasión, impacto y trituración en un tambor rotatorio de acero, que contiene un número especificado de esferas de acero; el número de esferas depende de la graduación de la muestra. Cuando el tambor rota, una pestaña recoge la muestra y las esferas de acero, arrastrándolas consigo hasta que ellas caen al lado opuesto del tambor, creando un efecto de impacto y trituración. El contenido es entonces arrastrado dentro del tambor con una acción abrasiva y trituradora hasta que golpea de nuevo la pestaña y el ciclo se repite. Después del número prescrito de revoluciones, el contenido es removido del tambor y la porción de agregado es tamizada para medir el desgaste como pérdida en porcentaje.

### 5. SIGNIFICADO Y USO

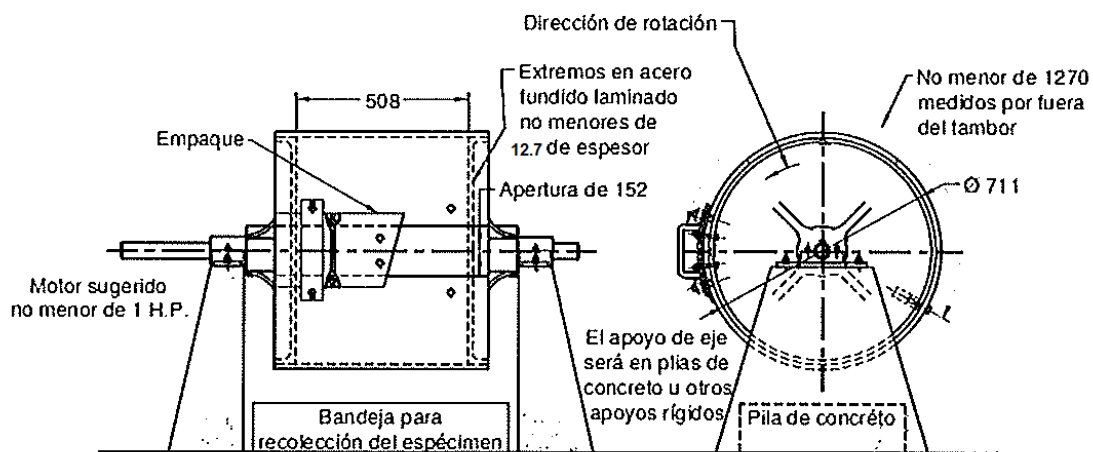
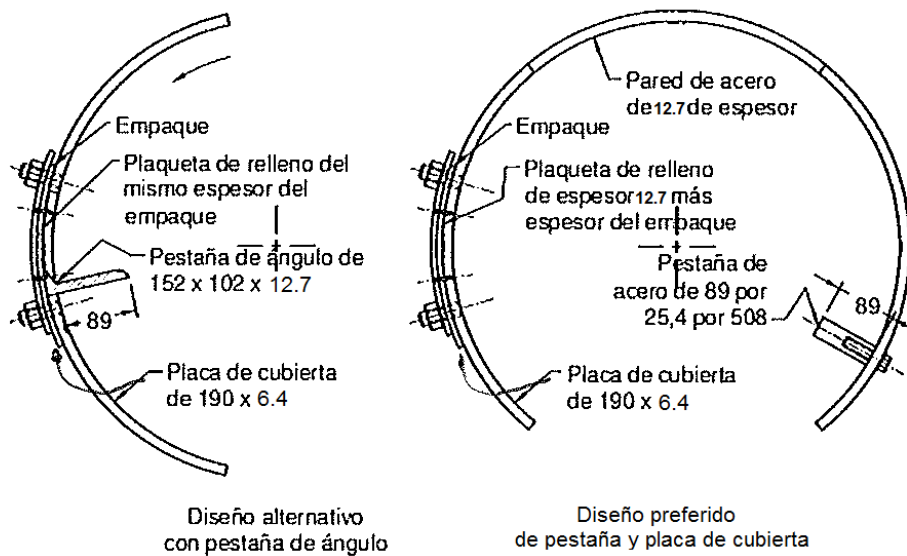
**5.1** Este ensayo en la máquina de los Ángeles ha sido ampliamente usado como un indicador de la calidad relativa o la competencia de varias fuentes de agregados que tienen una composición mineral similar. Los resultados no permiten hacer automáticamente comparaciones válidas entre fuentes de agregados de diferente origen, composición y estructura. Los límites de especificaciones basados en este ensayo deben asignarse con extremo cuidado, considerando los tipos de agregados disponibles y su historial de desempeño en aplicaciones específicas anteriores.

### 6. EQUIPO

**6.1 Máquina de los Ángeles** – Se debe usar la máquina de ensayo de Los Ángeles, con todas sus características esenciales, de acuerdo con el diseño mostrado en la Figura 1. La máquina consiste en un tambor cilíndrico hueco, de acero con paredes de un espesor no menor de 12.4 mm (véase Nota 2) cerrado en ambos extremos, y conformado a las dimensiones mostradas en la Figura 1, teniendo un diámetro interior de  $711 \pm 5$  mm ( $28 \pm 0.2$  pulg) y una longitud interior de  $508 \pm 5$  mm ( $20 \pm 0.2$  pulg). La superficie interior del cilindro debe estar libre de salientes que interrumpan la trayectoria de la muestra y de las esferas de acero, exceptuando la pestaña que se describe más abajo. El cilindro debe estar montado sobre ejes unidos a los extremos del cilindro, pero que no entran en él, y debe estar montado de tal forma que rote con el eje en una posición horizontal dentro de una tolerancia en la pendiente de 1 en 100. El tambor debe tener una abertura para introducción de la muestra de ensayo. Dicha abertura debe estar provista de una placa cubierta que asegure un cierre hermético mediante tornillos que la ajusten en su lugar, para impedir la pérdida de material de ensayo y de polvo. La cubierta debe tener la forma del contorno cilíndrico de la pared interna, excepto en el caso de que por la disposición de una pestaña localizada a modo de evitar que la carga de

muestra de ensayo y esferas de acero no caiga sobre la cubierta o tenga contacto con ella, durante el ensayo. Se debe montar en el interior de la superficie del cilindro una pestaña removible que se extienda la longitud total del cilindro y se proyecte hacia adentro  $89 \pm 2$  mm ( $3.5 \pm 0.1$  pulg), de tal forma que el plano centrado entre las caras planas del tambor, coincida con el plano axial. La pestaña debe ser de un espesor tal que montada con tornillos u otros medios adecuados, sea rígida y firme. La posición de la pestaña (Véase Nota 3) debe ser tal, que ni la muestra de ensayo ni las esferas de acero, golpeen la cubierta, la lámina que la cubre ni sus alrededores y que la distancia de la pestaña a la abertura, medida a lo largo de la circunferencia exterior del cilindro en la dirección de rotación, sea no menor de 1270 mm (50 pulg). La pestaña debe ser inspeccionada periódicamente para verificar que no se haya pandeado en sentido longitudinal ni radial. Si esto ocurriera, la pestaña debe ser reemplazada o reparada antes de hacer más ensayos.

**NOTA 2** – Esta es la mínima tolerancia permitida en placas de acero laminadas en caliente, como se describe en la especificación ASTM A6/A6M.



**Figura 1 - Máquina de Los Ángeles**

**NOTA 3** – Se prefiere el uso de una pestaña de acero resistente al desgaste, de sección rectangular y montada independientemente de la cubierta. Sin embargo también se puede usar un perfil laminado en ángulo como pestaña, montado apropiadamente sobre el interior de la cubierta, previendo que la dirección de rotación sea tal, que la carga de la muestra de ensayo y esferas de acero sea recogida sobre la cara exterior del ángulo.

**6.1.1** La máquina debe ser accionada y contrabalanceada de modo tal que mantenga una velocidad periférica uniforme (Véase Nota 4). Si se usa un perfil en ángulo como pestaña, la dirección de rotación debe ser tal que la carga sea recogida sobre la cara exterior del ángulo.

**NOTA 4** – Un mecanismo impulsor de la máquina, con efecto de retroceso o deslizamiento puede generar resultados que probablemente no sean duplicados por otras Máquinas de Los Ángeles que produzcan una velocidad periférica constante.



**6.2 Tamices** – Deben cumplir con la especificación ASTM E11.

**6.3 Balanza** – Una balanza o una báscula con una exactitud dentro del 0.1% de la carga de ensayo dentro del rango requerido para este ensayo.

**6.4 Carga de esferas de acero** - La carga debe consistir en esferas de acero con diámetro promedio de 46.8 mm ( $1 \frac{27}{32}$  pulg) y con una masa entre 390 g y 445 g, cada una.

**6.4.1** La carga (Véase Nota 5) **dependiendo** de la graduación de la muestra de ensayo como se describe en el numeral 8, se debe usar como sigue:

Graduación	Número de esferas	Masa de la Carga, g
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

**NOTA 5** – Las esferas de acero de diámetro de 46.0 mm ( $1 \frac{13}{16}$  pulg) y 47.6 mm ( $1 \frac{7}{8}$ ), y masas aproximadas de 400g y 440g cada una respectivamente, éstas se consiguen fácilmente. Las esferas de 46.8 mm ( $1 \frac{27}{32}$  pulg) y 420g de masa también pueden ser obtenibles. La carga debe consistir en una mezcla de estos tamaños conforme a las tolerancias dadas en los numerales 6.4 y 6.4.1.

## 7. OBTENCIÓN DE MUESTRAS

**7.1** La muestra para ensayo se obtiene de acuerdo con la práctica NTG 41009 (ASTM D75) y se reduce a una muestra de ensayo adecuada de acuerdo con la práctica NTG 41010 h11 (ASTM C702).

## 8. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA DE ENSAYO

**8.1** La muestra de ensayo debe ser lavada y luego secada al horno a una temperatura entre  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  ( $230 \pm 9^{\circ}\text{F}$ ) hasta obtener una masa constante (Véase numeral 9.1.1) A continuación se separa en fracciones de tamaños individuales que se recombinan a la graduación indicada en el Cuadro 1, que más se acerque al rango de tamaños correspondiente del agregado suministrado para el trabajo. La masa de la muestra, previo a su ensayo, se registra con una aproximación de 1g.

**Curado 1 – Graduaciones de las muestras de ensayo**

Tamaño del tamiz, mm (pulg) (abertura cuadrada)		Masa de los tamaños indicados, g			
		Graduaciones			
Pasa	Retenido	A	B	C	D
37.5 (1½)-----	-----25 (1)	1250±25	---	---	
25.0 (1)-----	-----19.0 (¾)	1250±25	---	---	
19.0 (¾)-----	-----12.5 (½)	1250±10	2500±10	---	
12.5 (½)-----	-----9.5 (⅜)	1250±10	2500±10	---	
9.5 (⅜)-----	-----6.3 (¼)			2500±10	
6.3 (¼)-----	---4.75 (No.4)			2500±10	
4.75 (No.4)----	---2.36 (No.8)				5000±10
	Total:	5000±10	5000±10	5000±10	5000±10

**9. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO**

**9.1** La muestra de ensayo y la carga de esferas de acero se colocan en la Máquina de Los Ángeles y se hace girar el tambor a una velocidad de 30 a 33 rpm, hasta alcanzar las 500 revoluciones (Véase Nota 6). Después del número prescrito de revoluciones, se descarga el material de la máquina y se hace una separación preliminar de la muestra en un tamiz más grueso que el tamiz de 1.70 mm (No.12). Se tamiza la porción fina en un tamiz de 1.70 mm (No. 12), como lo establece la norma NTG 41010 h 1 (ASTM C 136). Se lava el material más grueso que el tamiz de 1.70 mm (No.12) como lo establece la norma NTG 41010 h1 (ASTM C136). Se lava el material más grueso que el tamiz de 1.70mm (No. 12) y se seca al horno a una temperatura entre 110°C ± 5°C (230 ± 9°F), hasta obtener una masa constante (Véase numeral 9.1.1), y se pesa con una aproximación de 1g (Véase Nota 7)

**9.1.1** Si el agregado está esencialmente libre de recubrimientos adherentes y de polvo, el requerimiento de lavado después del ensayo es opcional. Sin embargo debe hacerse el lavado, si se trata de ensayos de referencia.

**NOTA 6** – Se puede obtener información valiosa concerniente a la uniformidad de la muestra bajo ensayo, determinando la pérdida después de 100 revoluciones. Esta pérdida debe ser determinada por tamizado en seco del material en el tamiz de 1.70 mm (No. 12) sin el lavado previo. La relación de pérdida después de 100 revoluciones y a la pérdida después de 500 revoluciones no debe exceder a 0.20 para un material de dureza uniforme. Cuando se hace esta determinación se debe tener cuidado para evitar la pérdida de cualquier parte de la muestra; se devuelve la muestra completa incluyendo el polvo de la fractura a la máquina de ensayo para las 400 revoluciones finales requeridas para completar el ensayo.

**NOTA 7** – La eliminación del lavado después del ensayo rara vez reduce la pérdida medida en más de un 0.2% de la masa original de la muestra de ensayo.

## 10. CÁLCULOS

**10.1** Se calcula la pérdida (diferencia entre la masa original y la masa final de la muestra de ensayo) como un porcentaje de la masa original de la muestra de ensayo. Se reporta este valor como el porcentaje de pérdida (Véase la Nota 8)

**NOTA 8** – El porcentaje de pérdida determinado por este método no guarda una relación consistente con la pérdida en porcentaje para el mismo material cuando se ensaya con el método de ensayo NTG 41010 h21 (ASTM C 535).

## 11. INFORME

**11.1** En el informe se incluye lo siguiente:

**11.1.1** La identificación de la procedencia, tipo y tamaño máximo nominal del agregado.

**11.1.2** La designación de la graduación del agregado usado para el ensayo, de acuerdo con el cuadro 1.

**11.1.3** La pérdida por abrasión e impacto, expresada como porcentaje de la masa original y expresada al más cercano 1%.

## 12. PRECISIÓN Y SESGO

**12.1** Para un agregado grueso de tamaño máximo nominal de 19 mm, con pérdidas porcentuales dentro del rango de 10 a 45% el coeficiente de variación multilaboratorios se ha encontrado ser de 4.5% <sup>(1)</sup> en ensayos realizados en los EEUU, por lo tanto, los resultados de dos ensayos apropiadamente realizados por dos laboratorios diferentes sobre muestras del mismo agregado grueso, no deben diferir uno del otro en más del 12.7% <sup>(1)</sup> (probabilidad del 95%) de su promedio. Se ha encontrado también que el coeficiente de variación para un solo operador es de 2.0% <sup>(1)</sup>, por lo tanto los resultados de dos ensayos realizados apropiadamente por el mismo operador sobre el mismo agregado grueso, no deben diferir uno del otro en más de 5.7% <sup>(1)</sup> (probabilidad del 95 %) de su promedio.

<sup>(1)</sup> Estos números para cada caso, representan respectivamente, los límites (1s%) y (D2s%) descritos en la norma ASTM C 670.

**12.2 Sesgo** – Dado que no hay un material de referencia aceptado apropiado para determinar el sesgo para este procedimiento, no se hace ninguna declaración sobre sesgo.

## 13. DESCRIPTORES

**13.1** Abrasión; agregado (grueso, tamaño hasta de 37.5 mm (1½ pulg); desgaste; impacto; Máquina de Los Ángeles.

**APENDICE**  
**(Información no obligatoria)**

**X1. MANTENIMIENTO DE LA PESTAÑA**

**X1.1** La pestaña de la Máquina de Los Ángeles está sujeta a desgaste e impacto. Con el uso la superficie de la pestaña es golpeada por las esferas y tiende a desarrollar una ondulación del metal paralela y a unos 32 mm (1¼ pulg) de la unión de la pestaña y la superficie interna del tambor. Si la pestaña está hecha con un perfil laminado en ángulo, no solamente podría desarrollarse esta ondulación sino también la propia pestaña podría doblarse longitudinalmente o transversalmente de su posición apropiada.

**X1.2** La pestaña debe ser inspeccionada periódicamente para determinar que no haya doblado longitudinalmente o de su posición radial normal, respecto al tambor. Si se encuentra alguna de estas condiciones, la pestaña debe ser reparada o reemplazada antes de efectuar otros ensayos. La influencia sobre los resultados de ensayo por una ondulación producida por golpes en la pestaña, no es conocida. Sin embargo, para uniformidad de los ensayos es recomendable que la altura de la ondulación no exceda de 2 mm, (0.1 pulg).

-- Última línea --