



SECRETARIA DE COMERCIO

Y

FOMENTO INDUSTRIAL

NORMA MEXICANA

NMX-B-002-1971

**“PIEZAS COLADAS DE FUNDICION GRIS PARA LA INDUSTRIA
AUTOMOTRIZ”**

“AUTOMOTIVE GRAY IRON CASTINGS”

DIRECCION GENERAL DE NORMAS

“PIEZAS COLADAS DE FUNDICION GRIS PARA LA INDUSTRIA
AUTOMOTRIZ”

“AUTOMOTIVE GRAY IRON CASTINGS”

1. GENERALIDADES Y DEFINICIONES

1.1. Generalidades

1.1.1. Alcance.

Esta Norma establece los requisitos que deben cumplir las piezas coladas de fierro gris, usadas en la industria automotriz y conexas.

Esta Norma subordina la composición química a la resistencia a la tensión y dureza, con algunas excepciones para aplicaciones especiales en donde uno o varios elementos deben ser controlados dentro de ciertos límites. Aún cuando esta Norma está basada en la resistencia a la tensión, por acuerdo previo entre fabricante y consumidor, se puede utilizar también una prueba de flexión estática (prueba de carga transversal) como calificación.

2. CLASIFICACION Y ESPECIFICACIONES

2.1. Especificaciones

2.1.1. Maquinabilidad.

Las piezas deben ser maquinadas satisfactoriamente, tan consistente y uniforme como el lote original suministrado para aprobación.

2.1.2 Requisitos Físicos y Composición Química.

2.1.2.1 Los especímenes de prueba que representan a las piezas, deben cumplir con los requisitos de dureza Brinell y resistencia a la tensión indicados en la Tabla I, con la excepción de los que representan tambores y discos de embrague para trabajo pesado así como fierros grises aleados para árboles de levas. También se incluye en esta tabla una lista de los requisitos para la prueba de carga transversal equivalente a la de tensión, obtenidos en barras de prueba largas del Tipo B (barra arbitraria), como se describe en la Norma NMX-B-003 en vigor.

TABLA 1
REQUISITOS MECANICOS (a)

Designación de la aleación	Dureza Brinell	Resistencia a la tensión mínima, kg/mm ²	Carga mínima para la prueba de flexión estática. en kg. (b)	De flexión mínima en mm
2000	187 máx	14	817	3.81
3000	170 a 223	21	998	5.08
3500	187 a 241	25	1089	6.09
4000	202 a 255	28	1179	6.85
4500	217 a 269	32	1270	7.62

a) En la Tabla V del apéndice se sugieren diferentes composiciones químicas para obtener las propiedades indicadas en esta Tabla

b) Estas propiedades se determinan en la barra tipo B (barra en estado bruto de colada de 30.48 mm de diámetro o barra relevada de esfuerzos a una temperatura de 565°C como máximo).

2.1.2.2 Los tambores y discos de embrague para trabajo pesado se consideran en forma separada dentro de esta Norma. Los materiales usados para estas piezas deben cumplir con los requisitos indicados en la Tabla II.

TABLA II

REQUISITOS QUIMICOS, MECANICOS Y DE MICROESTRUCTURA PARA
TAMBORES DE FRENOS Y DISCOS DE EMBRAGUE COLADOS DE FIERRO
GRIS PARA SERVICIO ESPECIAL.

	3000a(a)	4000b(b)	3500c(c)	4000a
Composición química				
Carbono total, por ciento	3.40 mín.	3.40 mín.	3.50 mín.	3.25 mín.
Silicio (según se requiera), por ciento	1.60 a 2.10	1.30 a 1.80	1.30 a 1.80	2.40 máx
Manganeso(según se requiera), por ciento.	0.60 a 0.90	0.60 a 0.90	0.60 a 0.90	0.70-1.0
Azufre, máximo por ciento.	0.12	0.12	0.12	0.15
Fósforo, máximo por ciento	0.15	0.15	0.15	0.12
Cromo, por ciento				0.25-0.40
Aleaciones	según se requiera.	según se requiera	según se requiera	según se requiera.
Requisitos mecánicos (d)				
Dureza Brinell	170 a 229	207 a 255	187 a 241	—
Carga transversal, mínima, en kg.	998	1179	1089	—
Deflexión, mínima, en mm.	5.08	6.85	6.09	—
Resistencia a la tensión, mínima en kg/mm ² .	21	28	25	—
Requisitos de la Microestructura				
Grafito (e).....	Tipo a, tamaño 2 a 4	Tipo A, tamaño 3 a 5		
Matriz	Perlita laminar, con ferrita, sin que ésta exceda del 15 %	Perlita fina laminar, como el principal constituyente, o un 5 % como máximo de ferrita o cementita libres, o ambas.		

a) Tambores de frenos y discos de embrague para servicio moderado donde el agrietamiento por calor es un problema, y en donde se requieren fierros de alto contenido de carbono.

b) Tambores de frenos y discos de embrague para trabajos pesados donde la resistencia a la tensión y al agrietamiento por calor son de vital importancia. Ya que se indica una base de hierro similar para las aleaciones 4000b y 3500c, se presume que las aleaciones serán usadas especialmente al final, para cumplir con los requisitos estructurales y de resistencia necesarios.

- c) Tambores de frenos para trabajos extra pesados donde se requiere resistencia a la tensión y una alta resistencia al agrietamiento por calor.
- d) Estas propiedades se determinan en la barra tipo B (barra en estado bruto de colada de 30.48 mm de diámetro o barra relevada de esfuerzos a una temperatura de 565°C como máxima, durante 1 hora).
- e) El tipo y el tamaño del grafito al que se refiere esta Tabla están de acuerdo con la Norma NMX-B-004 en vigor, para la evaluación de la microestructura del grafito en fierro gris.

2.1.2.3 Los árboles de levas de fierro gris aleado para la industria automotriz, son considerados en forma especial dentro de esta Norma. El material utilizado para estas piezas debe cumplir con los requisitos indicados en la Tabla III.

TABLA III

REQUISITOS QUIMICOS, MECANICOS Y DE MICROESTRUCTURA PARA ARBOLES DE LEVAS COLADOS DE FIERRO GRIS ALEADO.

	4000d	4000e	4000f
COMPOSICION QUIMICA			
Carbono total, porciento	3.10 a 3.40	3.10 a 3.45	3.40 a 3.75
Silicio, porciento	2.10 a 2.40	2.10 a 2.40	2.10 a 2.35
Manganeso, porciento	0.50 a 0.80	0.60 a 0.90	0.60 a 0.90
Fósforo, máximo porciento	0.20	0.20	0.15
Azufre, máximo porciento	0.15	0.20	0.15
Cromo, porciento	0.80 a 1.10	0.85 a 1.20	1.00 a 1.25
Molibdeno, porciento	0.40 a 0.60	0.40 a 0.60	0.50 a 0.70
Níquel, porciento	—	0.40 a 0.60	—
Cobre, porciento	—	0.20 a 0.45	1.40 a 1.70
Requisitos mecánicos			
Dureza Brinell (a)	241 a 312		
Carga transversal mínima, en kg	1179		
Deflexión, mínima, en mm	6.85		
Resistencia a la tensión mínima, en kg/mm ² .	28		
Requisitos de la estructura			
Para asegurar buenas características de resistencia al desgaste, la microestructura debe extenderse a 45° en ambos lados de la línea de centros del árbol de levas y a un mínimo de profundidad de 3.17 mm de la superficie. La estructura debe consistir de carburos primarios (en forma acicular o celular o una mezcla de esos dos tipos) y grafito laminar tipo A y E en tamaños 4 a 7 en un matriz perlítica fina. La cantidad de carburos primarios debe ser especificada por el comprador o por acuerdo entre fabricante y aquél. En la mayoría de los casos, los árboles de levas son tratados para endurecimiento superficial, por medio de flama o inducción en los lóbulos de dichos árboles hasta obtener una matriz martensítica. La profundidad del endurecimiento debe ser determinada por el usuario.			

La dureza de las piezas coladas, debe estar de acuerdo con el mismo intervalo de dureza, especificado para la barra de prueba y debe ser medida en una superficie de sujeción, según lo que se acuerde entre fabricante y consumidor.

b) Ver la práctica recomendada en la Norma Mexicana NMX-B-004 en vigor.

2.1.3. Acabado.

Las piezas deben tener un acabado compatible con una buena práctica de fundición, debiendo además estar tersas y limpias, libres de fallas y defectos mayores. En otros aspectos las piezas deben cumplir con los requisitos especiales acordados entre fabricantes y consumidor.

2.1.4 Muestreo.

2.1.4.1 Barras de prueba.

2.1.4.1.1. Las barras de prueba de las cuales se preparan las probetas, debe colarse separadas de las piezas que representen, del mismo material que las piezas y de acuerdo con las dimensiones indicadas en la Tabla IV. Las barras de prueba deben ser de forma cilíndrica, permitiéndose una tolerancia que no exceda de lo indicado en la Tabla IV.

TABLA IV

DIAMETRO Y LONGITUD DE LAS BARRAS DE PRUEBA

Barras de prueba	Longitud en mm							
	Diámetro de las barras de prueba en mm			Barras cortas (a)		Barras largas (b) (barra arbitraria)		
	Nominal	Mínimo	Máximo	Mínimo (especificado)	Máximo (recomendado)	Nominal	Tolerancia en más y en menos	Tramo en prueba
A	22.35	21.59	23.11	127.0	152.4	381.0	25.4	304.8
B	30.48	28.95	32.00	152.4	228.6	533.4	25.4	457.2
C	50.80	48.26	53.34	177.8	254.0	685.8	25.4	609.6
S (c)	---	---	---	---	---	---	---	--

a) Esta barra puede utilizarse cuando no se especifiquen propiedades transversales. Esta barra debe colarse en moldes de arena horneados (Ver la Norma Mexicana NMX-B-003 en vigor).

b) Esta barra puede utilizarse cuando se especifiquen propiedades transversales (Ver la Norma NMX-B-008 en vigor).

c) Todas las dimensiones para la barra de prueba tipo S, deben fijarse por acuerdo previo entre fabricante y consumidor.

2.1.4.1.2 Las barras deben ser coladas en moldes de arena de sílice y aglutinante apropiados, secados al aire o en estufa. El tamaño del grano de la arena debe ser aproximado al de la arena utilizada para el colado de las piezas que representen. Se

pueden colar más de una barra en un molde sencillo, pero cada una de estas barras debe estar rodeada de una capa de arena que no sea menor a su diámetro. En la Norma NMX-B-008 en vigor, se indica un diseño apropiado para el molde. Las barras de prueba, deben recibir el mismo tratamiento térmico que la pieza que representan.

2.1.4.1.3 En esta Norma se ha incluido barras de prueba en diferentes tamaños, para hacer posible la selección de barras que tengan similar solidificación y rango de enfriamiento que la sección promedio de la pieza.

En los casos en que no se especifique el tamaño de la barra, se debe emplear la barra de prueba tipo B.

2.1.4.2 Probetas.

2.1.4.2.1 Las probetas para determinar la resistencia a la tensión, deben maquinarse concéntricamente al eje de la barra y de acuerdo a las dimensiones mostradas en la figura 2 de la Norma Mexicana NMX-B-008 en vigor. Para barras del tipo A, se deben usar probetas tipo A. Para barras tipo B se deben usar probetas tipo B ó C. Cuando el consumidor no especifique por escrito el tamaño de la probeta a ser maquinada de la barra tipo C, el fabricante puede utilizar la probeta tipo B C.

2.1.4.2.2. Por acuerdo previo ente el consumidor y el fabricante, la probeta se puede obtener de una pieza en un lugar específico. Los resultados de las pruebas de tensión obtenidos en probetas sacadas de las piezas, pueden no concordar con los resultados de las obtenidas de barras de prueba coladas separadamente, en tal caso, se deben establecer los valores por acuerdo previo.

2.1.4.3 Número de pruebas.

El número de pruebas debe ser el indicado en la Norma Mexicana NMX-B-008 en vigor.

2.1.5 Inspección.

2.1.5.1 El inspector representante del consumidor, debe tener libre acceso mientras se procesa el material objeto del contrato, a todas las partes de la fábrica relacionadas con la fabricación del material ordenado, debiendo el fabricante proporcionar al inspector sin cargo alguno, todas las facilidades razonables para satisfacerlo de que el material ordenado, se está suministrando de acuerdo con esta Norma.

2.1.5.2 Se pueden encontrar en las piezas imperfecciones leves que no afecten la utilización de las mismas. Estas imperfecciones en la mayoría de los casos son reparables, aunque dichas reparaciones deben efectuarse sólo en las áreas permitidas y con los métodos aprobados por el consumidor.

2.1.6 Certificados.

Por acuerdo previo y por escrito entre fabricantes y consumidor, se debe efectuar una certificación como base para la aceptación de las piezas. Este certificado debe consistir,

de una copia del reporte de pruebas proporcionado por el fabricantes o de una declaración del mismo acompañada de una copia de los resultados de las pruebas, indicando que el material ha sido muestreado, probado e inspeccionado de acuerdo con esta Norma. Cada certificado debe ser firmado por un agente autorizado del fabricante.

3. METODOS DE PRUEBA.

3.1. Pruebas de tensión.

Las pruebas de tensión deben ser realizadas, siguiendo los métodos indicados en la Norma Mexicana NMX-B-310 en vigor.

3.2. Prueba de flexión estática (prueba de carga transversal).

Cuando sea requerida esta prueba, se debe efectuar en barras largas (barras arbitrarias) (tabla IV) coladas separadas de las piezas, de acuerdo con la Norma Mexicana NMX-B-003 en vigor.

3.3. Prueba de dureza.

La dureza debe determinarse en el centro de la barra de longitud corta o cerca de la fractura de las barras rotas en la prueba de carga transversal. Por acuerdo previo entre fabricante y consumidor, la dureza se pueden determinar en un punto definido de la pieza.

4. APENDICE.

4.1. Observaciones.

4.1.1 Sugerencias de composiciones químicas y usos de las piezas coladas de fundición gris para la industria automotriz.

Los datos que aquí se indican son únicamente a título informativo y no constituyen parte de esta Norma.

4.1.1.2 Composiciones químicas.

Las composiciones químicas típicas de las fundiciones motivo de esta Norma, se indican en la Tabla V. En algunos casos, es necesario el uso de constituyentes de aleación para poder obtener los requisitos específicos solicitados, en cuyo caso la cantidad y el constituyente a emplear, deben ser motivo de acuerdo previo entre fabricante y consumidor.

TABLA V

Designación de	Carbono en	Silicio	Manganeso,	Azufre, máximo	Fósforo, máximo
3500	3.10 3.40	2.20 1.90	0.60 a 0.90	0.15	0.15
4000	3.00 3.30	2.10 1.80	0.60 a 0.90	0.15	0.12
4500	3.00 3.30	2.10 1.80	0.70 a 1.00	0.15	0.10

4.1.1.3 Sugerencias de uso.

La fundición gris de baja resistencia a la tensión (2000 y 3000) es normalmente de alto carbono y se caracteriza por su excelente maquinabilidad, su alto poder de absorción de vibraciones, bajo módulo de elasticidad y una manufactura comparativamente fácil. Cuando se obtiene una alta resistencia, por la reducción del carbono o de la equivalencia del carbono, las piezas son más difíciles de maquinar, tienen menor capacidad de absorción de vibraciones, un alto módulo de elasticidad y pueden ser más difíciles de manufacturar.

4.1.1.3.1 Las diferentes fundiciones grises para la industria automotriz indicadas en esta Norma, pueden ser clasificadas para su uso como sigue:

- a) Aleación 2000 (bajo carbono). Para piezas varias, piezas de fierro suave (piezas en bruto o recocidas) en donde la resistencia a la tensión no es el factor más importante. Los múltiples de escape pueden ser fabricados con estas fundiciones, aleadas o sin alear.
- b) Aleación 2000 (alto carbono). Para monobloques pequeños, cabezas de cilindros, cilindros enfriados por aire, pistones, discos de embrague, cuerpos para bombas de aceite, cajas de transmisión, cajas de velocidades, cajas de embrague y tambores de frenos ligeros.
- c) Aleación 3000a. Para tambores de freno y discos de embrague para servicios moderados, donde es deseable una fundición con alto contenido de carbono, con el objeto de minimizar el agrietamiento por calor.
- d) Aleación 4000b. Para tambores de freno y discos de embrague para trabajo pesado, donde la resistencia a la tensión y al agrietamiento por calor son de vital importancia (Ver Tabla II).
- e) Aleación 3500c. Para usarse exclusivamente en la fabricación de tambores de freno para trabajo extra pesado (Ver Tabla II).
- f) Aleación 3500. Para monobloques de automóviles, cabezas de cilindro, volantes, camisas, pistones, tambores y discos de embrague para trabajo medio.
- g) Aleación 4000. Para monobloques y cabezas de cilindros de camiones y tractores, volantes pesados, cajas de transmisión para tractor, soportes de diferencial y cajas de velocidad de trabajo pesado.
- h) Aleaciones 4500. Para piezas de motores diesel, camisas, cilindros, pistones y partes pesadas en general.
- i) Aleaciones 4000d, 4000e y 4000t. Para árboles de levas para la industria automotriz.

4.1.2 Correlación entre las barras de prueba y las piezas coladas.

La resistencia a la tensión de la fundición gris depende de la velocidad de enfriamiento durante y después de la solidificación, de su composición química, su diseño, naturaleza del molde, la pieza en sí y por otros factores; por la complejidad de estos factores, no se generaliza cuantitativamente la relación entre la resistencia a la tensión de la barra de prueba y la pieza colada de la misma fundición.

Cuando esta relación deba conocerse, debe determinarse por experimentación.

Los diferentes tamaños de barras de prueba, se proporcionan con el objeto de hacer posible la selección de una barra que tenga similares velocidades de enfriamiento y solidificación que la sección media de la pieza. En los casos donde esto no haya sido establecido por experimentación, la Tabla VI puede utilizarse como una guía aproximada en la selección del tamaño adecuado de la barra de prueba. En caso de que el tamaño de la barra no se especifique, debe ser utilizada la barra de prueba tipo B.

TABLA VI

BARRAS DE PRUEBA COLADAS SEPARADAMENTE PARA
 USARSE CUANDO NO HA SIDO ESTABLECIDA CORRELACION
 ESPECIFICA ENTRE LAS BARRAS DE PRUEBA Y LAS PIEZAS FUNDIDAS

Espesor de pared de la sección media de la pieza, en mm	Barra de prueba
Menores de 6.35	S
De 6.35 a 12.70	A
De 12.71 a 25.40	B
De 25.41 a 50.80	C
Mayores de 50.80	S

4.2. Antecedentes.

ASTM-A-159-64T

4.3. Normas NMX a consultar.

NMX-B-003-1970 Norma Mexicana de Método de prueba de flexión estática (prueba de carga transversal).

NMX-B-004-1970 Norma Mexicana de Método de Prueba para la evaluación de la microestructura de grafito en piezas coladas de fundición gris (fierro gris).

NMX-B-008-1970 Norma Mexicana de Calidad para piezas coladas de fundición gris.

NMX-B-310-1970 Norma Mexicana de Métodos de prueba a la tensión para Materiales Metálicos.

"Certifico que la presente Norma es copia fiel de su original que obra en el expediente No. 23 / 300.1/822 del Archivo de esta Dirección General de Normas".

México, D.F., a

EL DIRECTOR GENERAL.

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'R' followed by a 'S' and a horizontal line crossing through the bottom of the 'S'.

DR. ROMAN SERRA CASTAÑOS.

Fecha de aprobación y publicación: Enero 5, 1972