

NOM-038-SCFI-2000

**NORMA OFICIAL MEXICANA, PESAS DE CLASES DE EXACTITUD E1, E2, F1, F2, M1, M2 Y M3
(ESTA NORMA CANCELA EL PROY-NOM-039-SCFI-1994).**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Economía.

La Secretaría de Economía, por conducto de la Dirección General de Normas, con fundamento en los artículos 34 fracciones XIII y XXX de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; quinto transitorio del Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, de la Ley Federal de Radio y Televisión, de la Ley General que establece las Bases de Coordinación del Sistema Nacional de Seguridad Pública de la Ley de la Policía Federal Preventiva, y de la Ley de Pesca; 1o, 38 fracción II, 39 fracción V, 40 fracción IV, y 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y 23 fracciones I y XV del Reglamento Interior de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, y

CONSIDERANDO

Que es responsabilidad del Gobierno Federal procurar las medidas que sean necesarias para garantizar que los instrumentos de medición que se comercialicen en el territorio nacional sean seguros y exactos, con el propósito de que presten un servicio adecuado conforme a sus cualidades metroológicas, y aseguren la exactitud de las mediciones que se realicen en las transacciones comerciales;

Que con fecha 26 de julio de 1994 el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad al Usuario, Información Comercial y Prácticas de Comercio, aprobó los anteproyectos de normas oficiales mexicanas NOM-038-SCFI-1994, Pesas de clases de exactitud E1, E2, F1, F2, M1, M2 y M3 y NOM-039-SECOFI-1994, Instrumentos de medición - Pesas de clase de exactitud E1, E2, F1, F2 y M1 de 1 mg a 50 kg, con el fin de que fuesen publicados para consulta pública en el **Diario Oficial de la Federación**, lo cual tuvo lugar el día 27 de octubre de 1994;

Que durante el plazo de 90 días naturales, contado a partir de la mencionada publicación, el estudio costo beneficio, a que se refería el entonces vigente artículo 45 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, estuvo a disposición del público para su consulta;

Que dentro del mismo plazo, los interesados presentaron sus comentarios al proyecto de norma, los cuales fueron analizados por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad al Usuario, Información Comercial y Prácticas de Comercio, realizándose las modificaciones procedentes;

Que con fecha 24 de noviembre del año 2000 el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad al Usuario, Información Comercial y Prácticas de Comercio, aprobó el proyecto de NOM de que se trata, a fin de que fuese publicado en forma definitiva, y que en tal virtud el presidente de dicho Comité Consultivo ordenó su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**;

Que la Ley Federal sobre Metrología y Normalización establece que las normas oficiales mexicanas se constituyen como el instrumento idóneo para la prosecución de estos objetivos, se expide la siguiente: NOM-038-SCFI-2000, Pesas de clases de exactitud E1, E2, F1, F2, M1, M2 y M3.

México, D.F., a 26 de enero de 2001.- La Directora General de Normas, **Carmen Quintanilla Madero**.- Rúbrica.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-038-SCFI-2000, PESAS DE CLASES DE EXACTITUD E1,E2, F1, F2, M1, M2 Y M3

INDICE DEL CONTENIDO

1. Objetivo y campo de aplicación
2. Referencias
3. Definiciones
4. Clasificación
5. Alcance de las pesas
6. Características metroológicas
7. Forma
8. Construcción
9. Material
10. Magnetismo
11. Densidad
12. Condiciones de la superficie de las pesas
13. Ajuste
14. Marcado
15. Presentación
16. Marcado de control

17. Métodos de prueba
18. Anexo A figuras y dimensiones
19. Evaluación de la conformidad
20. Vigilancia
21. Bibliografía
22. Concordancia con normas internacionales

PREFACIO

En la elaboración de la presente Norma Oficial Mexicana participaron las siguientes empresas e instituciones:

- ASESORIA INTEGRAL DE BASCULAS, S.A. DE C.V.
- AUTOMATIZACION BASCULAS Y COMPONENTES
- ACCULAB
- BAMMEX, S.A. DE C.V.
- BASCULAS BRAUNKER, S.A. DE C.V.
- BASCULAS ESHER, S.A.
- BASCULAS REVUELTA MAZA, S.A. DE C.V.
- BASCULAS TAPIA, S.A. DE C.V.
- CALTECHNIX DE MEXICO, S.A. DE C.V.
- CARL ZEISS DE MEXICO, S.A. DE C.V.
- CENTRO NACIONAL DE METROLOGIA
- CENTRO DE VALIDACIONES Y CALIBRACION DE MEXICO, S.A. DE C.V.
- COMITE TECNICO DE NORMALIZACION NACIONAL DE METROLOGIA
- EPELSA, S.A. DE C.V.
- FUNDICION CONTESA
- INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
- INDUSTRIAS, B.A., S.A.
- INGENIERIA INDUSTRIAL DE PRECISION CARBARIN, S.A. DE C.V.
- INPROS, S.A. DE C.V.
- INSCO DE MEXICO, S.A. DE C.V.
- LA CASA DE LA BASCULA, S.A. DE C.V.
- MASSTECH, S.A. DE C.V.
- METROLOGIA PROFESIONAL
- METTLER TOLEDO, S.A. DE C.V.
- NACEL, S.A. DE C.V.
- OHAUS DE MEXICO, S.A. DE C.V.
- OKEN-TORINO-REMEX, S.A. DE C.V.
- PROCURADURIA FEDERAL DEL CONSUMIDOR
- QUIMICA HOECHST, S.A. DE C.V.
- SARTORIUS DE MEXICO, S.A. DE C.V.
- SISTEMA MECANICO Y ELECTRONICO DE PESO
- SERVICIO DE BASCULAS
- SQ INDUSTRIAL Y DE SERVICIOS, S.A. DE C.V.
- VIRGINIA DIAZ ROJAS
- VOLUMEX, S.A. DE C.V.

1. Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana establece las características físicas y metrológicas así como los métodos de comparación y pruebas que deben cumplir las pesas, utilizadas en los instrumentos para pesar o para medir masa y que se usan también para la verificación de estos instrumentos y de otras pesas. Los valores nominales de la masa de las pesas son de 1 mg a 5 000 kg.

Esta Norma se aplica a las pesas de clase de exactitud:

- a) E1, E2, F1, F2, M1, M2 y M3
- b) M3. Pesas de 50 kg a 5 000 kg para pruebas de instrumentos para pesar clases III y IIII de alto alcance.

2. Referencias

Para la correcta aplicación de esta Norma Oficial Mexicana se deben aplicar las siguientes normas oficiales mexicanas y normas mexicanas o las que las sustituyan:

- | | |
|-------------------|--|
| NOM-008-SCFI-1993 | Sistema General de Unidades de Medida, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 14 de octubre de 1993. |
| NOM-010-SCFI-1994 | Instrumentos de medición-Instrumentos para pesar de funcionamiento no automático-Requisitos técnicos y metrológicos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 9 de junio de 1999. |

NMX-Z-055-1997:IMNC Metrología-Vocabulario de términos fundamentales y generales. Declaratoria de vigencia publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el día 17 de enero de 1997.

NMX-B-266-1989 Requisitos generales para lámina laminada en caliente y en frío, de acero al carbono y de acero de baja aleación y alta resistencia. Declaratoria de vigencia publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el día 14 de diciembre de 1989.

3. Definiciones

Para efectos de la presente Norma, se deben usar las definiciones establecidas en las normas oficiales mexicanas NOM-008-SCFI y NOM-010-SCFI y en la norma mexicana NMX-Z-055 (ver inciso 2 Referencias) y además las siguientes:

3.1 Juego de pesas

Una serie de pesas presentadas generalmente en un estuche que permite realizar todas las pesadas comprendidas entre la masa de la pesa más pequeña y la suma de todas las pesas, en una progresión donde la masa de la pesa de menor valor nominal constituye el escalón de la serie.

Las pesas se pueden agrupar sin importar su valor nominal siempre que sean de la misma clase de exactitud.

3.2 Masa convencional

Para una pesa llevada a una temperatura de 20 °C la masa convencional es la masa de una pesa de referencia de densidad de 8 000 kg/m³, que se balancea en aire de una densidad de 1,2 kg/m³.

3.3 Pesa

Medida materializada de una masa, regulada en relación a sus características físicas y metrológicas: forma, dimensiones, material, calidad de la superficie, valor nominal y error máximo tolerado, que permite reproducir de una forma constante una masa de valor conocido.

4. Clasificación

Las pesas que cubre la presente Norma se clasifican de acuerdo a lo siguiente:

4.1 E1, E2, F1, F2, M1, M2 y M3

4.2 Pesas clase M3 de 50 kg a 5 000 kg para pruebas de instrumentos para pesar clases III y IIII de alto alcance.

5. Alcance de las pesas

5.1 Clase E1: pesas destinadas a asegurar la trazabilidad, entre los patrones de masa nacionales (con valores derivados del prototipo internacional el kilogramo) y pesas de clase E2 e inferiores:

5.2 Clase E2: pesas destinadas para ser usadas para la calibración de las pesas de clase F1 e inferiores.

5.3 Clase F1: pesas destinadas para ser usadas para la calibración de las pesas de clase F2 e inferiores.

5.4 Clase F2: pesas destinadas para ser usadas para la calibración de las pesas de clases M1 y M2 e inferiores.

5.5 Clase M1: pesas destinadas para ser usadas para la calibración de las pesas de clase M2 e inferiores.

5.6 Clase M2: pesas destinadas a la calibración de las pesas M3.

5.7 Clase M3: pesas destinadas para ser usadas en instrumentos para pesar clases de exactitud III y IIII

5.8 La clase de exactitud de las pesas usadas con los instrumentos para pesar deben ser elegidas en concordancia con los requerimientos de la Norma Oficial Mexicana NOM-010-SCFI (ver 2 Referencias).

NOTA: Las pesas deben contar con certificados o dictámenes o informes de calibración vigentes expedidos por laboratorios de calibración acreditados y aprobados.

6. Características meteorológicas

6.1 Unidades de medida

Las unidades deben ser:

- Para masa, el gramo (g) y kilogramo (kg)
- Para densidad, el kilogramo por metro cúbico (kg/m³)

6.2 Generalidades

6.2.1 Los valores nominales de la masa de las pesas deben ser igual a:

$$1 \times 10n \text{ kg o } 2 \times 10n \text{ kg o } 5 \times 10n \text{ kg}$$

a) Donde: "n" representa un número entero positivo o negativo o cero.

b) Incluye las pesas de valor nominal de 50 kg y que cumplan la expresión de 6.2.1, donde n es un número entero, positivo igual o mayor que 2.

6.2.2 Las pesas cubiertas por esta Norma deben cumplir los requerimientos aplicables relacionados con el valor convencional del resultado de la pesada en el aire.

6.3 Juego de pesas

Un juego de pesas debe estar compuesto por una de las siguientes series:

$$(1;1;2;5) \times 10n \text{ kg}$$

$$(1;1;1;2;5) \times 10n \text{ kg}$$

$$(1;2;2;5) \times 10n \text{ kg}$$

$$(1;1;2;2;5) \times 10n \text{ kg}$$

a) Donde "n" representa un número entero negativo, positivo o cero.

b) Incluye las pesas de valor nominal de 50 kg y que cumplan la expresión de 6.2.1, donde n es un número entero,

positivo igual o mayor que 2.

6.3.1 Independientemente de lo indicado en 6.2 un juego de pesas puede también estar compuesto de múltiples pesas del mismo valor nominal. Por ejemplo: 10 piezas, cada una de 5 x 10n kg.

6.3.2 Pesas de clase M3 iguales o mayores de 50 kg, utilizadas para calibración y/o verificaciones inicial y periódica "clases de exactitud III y IIII.

Las pesas usadas para probar (y ajustar, cuando sea apropiado) instrumentos para pesar de alto alcance de clases de exactitud III y IIII deben tener un valor nominal igual o mayor a 50 kg o de la fórmula $k \times 10 \text{ n kg}$, donde k es generalmente igual a 1, 2, o 5, y n es un número entero igual o mayor que 2.

6.4 Errores máximos tolerados

Los errores máximos tolerados en la calibración para cada pesa individual están dados en la tabla 1. Estos errores máximos tolerados son relativos a la masa convencional.

Tabla 1 Errores máximos tolerados conforme al valor nominal de cada pesa y su clase de exactitud.

Valor Nominal	± δm en mg						
	Clase E1	Clase E2	Clase F1	Clase F2	Clase M1	Clase M2	Clase M3
50 kg	25	80	250	800	2 500	8 000	25000
20 kg	10	30	100	300	1 000	3 000	10 000
10 kg	5,0	16	50	160	500	1 600	5 000
5 kg	2,5	8,0	25	80	250	800	2 500
2 kg	1,0	3,0	10	30	100	300	1 000
1 kg	0,5	1,6	5	16	50	160	500
500 g	0,25	0,8	2,5	8,0	25	80	250
200 g	0,10	0,30	1,0	3,0	10	30	100
100 g	0,05	0,16	0,5	1,6	5	16	50
50 g	0,030	0,10	0,30	1,0	3,0	10	30
20 g	0,025	0,080	0,25	0,8	2,5	8	25
10 g	0,020	0,060	0,20	0,6	2,0	6	20
5 g	0,016	0,050	0,16	0,5	1,6	5	16
2 g	0,012	0,040	0,12	0,4	1,2	4	12
1 g	0,010	0,030	0,10	0,3	1,0	3	10
500 mg	0,008	0,025	0,08	0,25	0,8	2,5	
200 mg	0,006	0,020	0,06	0,20	0,6	2,0	
100 mg	0,005	0,016	0,05	0,16	0,5	1,6	
50 mg	0,004	0,012	0,04	0,12	0,4		
20 mg	0,003	0,010	0,03	0,10	0,3		
10 mg	0,003	0,008	0,025	0,08	0,25		
5 mg	0,003	0,006	0,020	0,06	0,20		
2 mg	0,003	0,006	0,020	0,06	0,20		
1 mg	0,003	0,006	0,020	0,06	0,20		

Tabla 2 Errores máximos tolerados para pesas clase M3 pesas iguales o mayores a 50 kg usadas en pruebas de instrumentos para pesar de alto alcance

Valor nominal kg	± δm en g			
	0,00033 kg/kg	0,00017 kg/kg	0,0001 kg/kg	0,00005 kg/kg
Divisiones de la escala	1 000	3 000	5 000	10 000
Valor nominal				
5 000	1 700,0	850,0	500,0	250,0
2 000	660,0	330,0	200,0	100,0
1 000	330,0	170,0	100,0	50,0
500	170,0	85,0	50,0	25,0
200	66,0	33,0	20,0	10,0
100	33,0	17,0	10,0	5,0
50	17,0	8,5	5,0	2,5

6.4.1 Para cada pesa, la incertidumbre expandida U para $k = 2$ de la masa convencional deberá ser menor o igual

a 1/3 del error máximo tolerado indicado en las tablas 1 y 2.

6.4.2 El error máximo tolerado en las pesas no debe exceder de 1/3 del error máximo tolerado por la carga aplicada a un instrumento bajo prueba.

6.4.3 Los errores máximos tolerados de las pesas deben ser asimismo compatibles con el número de divisiones del instrumento bajo prueba.

6.4.4 Las condiciones de referencia aplicables al ajuste de pesas son como sigue:

- Densidad de referencia 8 000 kg/m³;
- Densidad aire del entorno (medio ambiente) 1,2 kg/m³;
- Equilibrio en el aire a 20 °C; sin correcciones para el empuje del aire.

6.4.5 Para cada pesa, la masa convencional m_c (determinada con una incertidumbre expandida en concordancia con 6.4.1) no debe diferir por más que la diferencia que resulte del error máximo tolerado (δm) menos la incertidumbre expandida, para el valor nominal de la pesa, m_o :

$$m_o - (\delta m - U) \leq m_c \leq m_o + (\delta m - U)$$

Las pesas clase E1 y E2, pueden ser respaldadas con dictámenes y certificados de calibración que proporcionen los datos apropiados, tales como el valor de la masa convencional, la incertidumbre expandida, el valor del factor k (ver 6.4.1), la densidad o el volumen para cada pesa, la desviación del valor nominal [$m_c - m_o$], los cuales deben ser tomados en consideración por el usuario.

7. Forma

7.1 Generalidades

7.1.1 Las pesas deben de tener una forma geométrica simple para facilitar su fabricación; no deben tener esquinas filosas para así prevenir su deterioro; ni poros pronunciados para evitar los depósitos (ej. polvo) en su superficie.

7.1.2 El juego de pesas debe tener la misma forma excepto para pesas de un gramo o menores.

7.2 Pesas de un gramo o menores

7.2.1 Las pesas menores de 1 g deben ser metálicas de lámina de forma poligonal o alambre con formas apropiadas que permitan un manejo fácil. Las formas deben ser distintivas del valor nominal de las pesas.

Las pesas de un miligramo hasta un gramo pueden ser láminas o alambres.

7.2.2 La forma de las pesas no marcadas con su valor nominal debe ser de acuerdo con lo indicado en la tabla 3.

TABLA 3 Forma de las pesas de 1 g y menores

Valor nominal (mg)	Lámina poligonal	Alambres
5 - 50 - 500	Pentágono	Pentágono o cinco segmentos
2 - 20 - 200	Cuadrada	Cuadrado o dos segmentos
1 - 10 - 100 - 1 000	Triangular	Triangular o un segmento

7.2.3 Un juego de pesas puede comprender más de una secuencia de formas, diferentes una de la otra.

7.2.3.1 Pesa de 1 gramo y mayores

Una pesa de 1 g puede tener la forma de pesas de múltiplos del gramo o bien la forma de pesas de submúltiplos del gramo.

7.2.3.2 Las pesas de valor nominal de 1 g a 50 kg pueden tener las dimensiones y forma indicadas en el anexo A.

Estas pesas pueden tener un cuerpo cilíndrico o ligeramente troncocónico. El cuerpo debe tener una altura aproximadamente igual al diámetro medio; la altura debe estar comprendida entre los 3/4 y los 5/4 de este diámetro.

Estas pesas pueden tener un botón o asa de sujeción, cuya altura debe estar comprendida entre el valor del diámetro y la del semidiámetro del cuerpo.

7.2.3.3 Además de las formas mencionadas en 7.2.3.2, las pesas de 5 kg a 50 kg y las pesas de 50 kg a 5 000 kg para pruebas de instrumentos para pesar clases III y IIII de alto alcance pueden tener una forma diferente propia de su sistema para asirla, en lugar del botón o asa y pueden disponer de dispositivos de sujeción incluidas en las pesas, tales como ejes, agarraderas o dispositivos similares.

7.2.3.4 Las pesas clase M1, M2 y M3 de valor nominal de 5 kg a 50 kg y las pesas M3 de 50 kg a 5 000 kg para pruebas de instrumentos para pesar clases III y IIII de alto alcance, pueden tener también forma de un paralelepípedo rectangular u otra figura con ángulos redondeados, con agarradera rígida como se indica en el anexo A.

7.2.3.5 Los ejemplos de los tipos, las dimensiones y tolerancias para las pesas de clases M1, M2 y M3 y las pesas clase M3 de 50 kg a 5 000 kg para pruebas de instrumentos para pesar clases III y IIII de alto alcance, se indican en el anexo A.

8. Construcción

8.1 Pesas de clases E1 y E2

Las pesas de clases E1 y E2 deben ser sólidas y no deben tener ninguna cavidad abierta a la atmósfera.

8.2 Pesas de clases F1 y F2

Las pesas de clases F1 y F2 de 1 g a 50 kg pueden ser de una o más piezas del mismo material. Estas pesas

pueden contener una cavidad de ajuste; sin embargo el volumen de esta cavidad no debe exceder 1/5 del volumen total de la pesa y la cavidad debe estar cerrada.

8.3 Pesas clase M1

8.3.1 Las pesas clase M1 de 100 g a 50 kg deben tener una cavidad de ajuste. En las de 20 g y 50 g esta cavidad es opcional. Es recomendable que las pesas de 1 g a 10 g sean fabricadas sin esta cavidad de ajuste.

8.3.2 Las pesas clase M1 de 5 kg a 50 kg de forma paralelepípeda rectangular pueden tener cavidad de ajuste, construida como está descrito en el subinciso 8.4.2 o por medios similares.

8.3.2.1 La cavidad de ajuste debe estar sellada ya sea por un tapón de rosca o por un disco hecho de bronce o de cualquier otro material metálico apropiado. El volumen no debe ser mayor a 1/5 del volumen total de la pesa.

8.3.2.2 Después del ajuste inicial, aproximadamente 1/2 del volumen total de la cavidad de ajuste de las pesas nuevas puede estar vacía.

8.3.2.3 El tapón o disco puede estar sellado con un tapón de plomo (o material similar) medido dentro de una ranura (o muesca) circular interna.

8.3.3 Las pesas de clase M1 de 100 g a 10 kg de tipo cilíndrico deben tener cavidad de ajuste construida como se describe en el punto 8.4.3 o por medios semejantes.

8.3.3.1 El volumen de la cavidad de ajuste no debe ser mayor a 1/5 del volumen total de la pesa. La cavidad de ajuste puede estar sellada por un tapón de plomo (o material similar), medido dentro de una ranura (o muesca) circular interna.

8.3.3.2 Después del ajuste inicial, aproximadamente 1/2 del volumen total de la cavidad de ajuste de las nuevas pesas puede estar vacía.

8.4 Pesas de clases M2 y M3

8.4.1 Las pesas de 100 g a 50 kg deben tener una cavidad de ajuste.

8.4.1.2 Para las pesas de clase M2 de 20 g y 50 g esta cavidad es opcional.

8.4.1.3 Las pesas clase M2 de 10 g y menores deben ser sólidas sin cavidad de ajuste.

8.4.2 Las pesas M2 y M3 de 5 kg a los 50 kg deben tener una o varias cavidades de ajuste.

8.4.2.1 Después del ajuste inicial, aproximadamente 1/2 del volumen de la cavidad de ajuste de las nuevas pesas puede estar vacía.

8.4.2.2 La cavidad de ajuste puede estar cerrada con un tapón fabricado de bronce o de cualquier otro material metálico apropiado y puede estar sellado con plomo (o de otro material similar) que evite la entrada de materiales externos.

8.4.3 Las pesas cilíndricas clases M2 y M3 que son de 100 g a 10 kg deben tener una cavidad de ajuste perforada en el eje de la pesa, que se abre en la cara superior.

8.4.3.1 Después del ajuste inicial, la mitad aproximadamente del volumen de la cavidad de ajuste de las pesas nuevas puede estar vacía.

8.4.3.2 La cavidad puede estar sellada por un tapón de plomo (o cualquier material metálico) medido dentro de una ranura o muesca circular interna que se encuentra en la porción ensanchada del diámetro.

8.5 Pesas clase M1, M2 y M3 iguales o mayores de 50 kg

8.5.1 Las pesas no deben tener cavidades que provoquen acumulación de polvo o material extraño.

8.5.2 La pesa puede incluir una o más cavidades de ajuste. Estas cavidades deben ser selladas y deben ser a prueba de agua y de aire (ejemplo: por medio de una junta).

8.5.3 Volumen de la cavidad de ajuste.

8.5.3.1 Pesas de 50 kg hasta 200 kg.

El volumen de la cavidad de ajuste debe ser hasta el 2/100 del volumen de la pesa.

8.5.3.2 Pesas de 500 kg hasta 5 000 kg.

El volumen de la cavidad de ajuste debe ser hasta el 1/100 del volumen de la pesa.

8.5.4 Después del ajuste inicial, un volumen de hasta 0,5/100 de la pesa debe permanecer vacío.

9. Material

9.1 Generalidades

Las pesas deben ser resistentes a la corrosión. La calidad del material debe ser tal que el cambio de la masa de la pesa sea despreciable en relación con los errores máximos tolerados en su clase de exactitud, bajo condiciones normales de uso y del propósito para el cual son utilizadas.

9.2 Pesas clases E1 y E2

El metal o aleación usada para estas pesas debe ser prácticamente no magnético (ver 10.1).

9.2.1 La dureza de estos materiales y su resistencia al desgaste debe ser similar o mejor que la del acero inoxidable austenítico.

9.3 Pesas clases F1 y F2

El metal o aleación usados en estas pesas debe ser prácticamente no magnético (ver 10.1).

9.3.1 La dureza y la fragilidad de los materiales utilizados en estas pesas, debe ser por lo menos igual o mejor a la del bronce o latón.

9.4 Pesas clase M1

9.4.1 El material usado para pesas rectangulares clase M1 de 5 kg a 50 kg debe tener una resistencia a la corrosión por lo menos igual o mayor a la del hierro fundido gris y el acero laminado; su fragilidad no debe exceder a la del hierro fundido gris.

9.4.2 Las pesas cilíndricas M1 de 10 kg y menores deben estar fabricadas de bronce o cualquier otro material cuya calidad sea similar o mejor a la del bronce.

9.4.3 Las pesas clase M1 de 1 g y menores deben estar fabricadas de un material lo suficientemente resistente a la corrosión, a los impactos y a la oxidación. La superficie no debe ser cubierta, excepto para las pesas de 1 g.

9.5 Pesas clases M1 M2 y M3

9.5.1 El cuerpo de las pesas rectangulares clases M2 y M3 de 5 kg a 50 kg y las pesas de clase M3 de 50 kg a 5 000 kg para pruebas de instrumentos para pesar clases III y IIII de alto alcance deben estar fabricadas de hierro fundido gris o placa soldada o de cualquier otro material cuya calidad sea similar o mejor que la del hierro fundido gris.

El material de relleno de las pesas de placa soldada no debe ser higroscópico y la pesa y su cavidad de ajuste deben ser herméticas.

9.5.2 Pesas de 50 kg a 5 000 kg para pruebas de instrumentos para pesar clases III y IIII de alto alcance.

En las de valor nominal igual o mayor a 50 kg; el material utilizado debe tener una durabilidad y solidez tal que resista los esfuerzos y los golpes que pueda tener en las condiciones normales de uso.

En el caso de las pesas de placa soldada, debe cumplir con los calibres y espesores mínimos de la lámina, como los especificados en la tabla 4.

Tabla 4 Espesores mínimos de la lámina

Valor nominal (kg)	Espesor mínimo de la lámina (mm)
5	2,65
10	2,65
20	3,03
50	4,76
100	6,35
200	4,76
500	4,76
1 000	6,35
5 000	9,50

Las tolerancias permitidas deben ser las indicadas en la norma mexicana NMX-B-266 (ver 2 referencias).

9.5.3 Las pesas cilíndricas de clase M2 y M3 de 10 kg y menores deben estar fabricadas de material cuya dureza y resistencia a la corrosión sea por lo menos igual a la del bronce fundido y una fragilidad que no exceda la del hierro fundido gris. Sin embargo, este hierro no debe ser usado para pesas con un valor nominal menor a los 100 g.

10. Magnetismo

10.1 Límites para susceptibilidad magnética volumétrica de las pesas

Los valores de susceptibilidad magnética no deben exceder los valores máximos siguientes:

Tabla 5 Valores máximos de susceptibilidad magnética, k (c, de la OIML)

Valor nominal/clase de exactitud	E1	E2	F1	F2
≥ 100 g	0,010	0,020	0,07	0,21
< 100 g	0,025	0,075	0,25	0,75
≤ 1 g	0,120	0,370	1,20	

10.2 Límites para magnetización

Los valores de magnetización no deben exceder de los siguientes valores máximos

Tabla 6 Valores máximos de magnetización permanente M (T)

Clase de exactitud	E1	E2	F1	F2	M1	M2	M3
μ T	3	10	30	100	300	1000	3000

Si los valores de susceptibilidad magnética volumétrica y magnetización permanente son menores que estos límites se puede asumir que los componentes de incertidumbre debido al magnetismo de la pesa son despreciables.

11. Densidad

11.1 Generalidades

La densidad del material usado en las pesas debe ser tal que, una desviación de 10 % con respecto a la densidad del aire (1,2 kg/m³), no produzca un error que exceda 1/4 del error máximo tolerado. Estos límites están dados en la tabla 5.

12. Condiciones de la superficie de las pesas

12.1 Bajo condiciones normales de uso, la calidad de la superficie debe ser tal que cualquier alteración de la masa de las pesas sea despreciable con respecto al error máximo tolerado.

12.2 La superficie de las pesas (incluyendo la base y las esquinas) deben ser lisas y los bordes redondeados. La superficie de las pesas de clases E1, E2, F1 y F2 no debe mostrar porosidades a simple vista.

12.2.1 La superficie de las pesas cilíndricas clases M1, M2 y M3 de 1 g a 10 kg deben ser lisas y no parecer porosas en un examen visual. El acabado de las pesas clases M1, M2 y M3 de 5 kg, 10 kg, 20 kg y 50 kg debe ser similar o más liso a la del hierro fundido gris. Esto puede obtenerse mediante el pintado apropiado.

Tabla 7 Límites mínimos y máximos de densidad (ρ min, ρ max)

VALOR NOMINAL	ρ min, ρ max (103 kg • m-3)					
	CLASE					
	E1	E2	F1	F2	M1	M2
100 g	7,934...8,067	7,81...8,21	7,39...8,73	6,4...10,7	≥ 4,4	≥ 2,3
50 g	7,92...8,08	7,74...8,28	7,27...8,89	6,0...12,0	≥ 4,0	
20 g	7,84...8,17	7,50...8,57	6,6...10,1	4,8...24,0	≥ 2,6	
10 g	7,74...8,28	7,27...8,89	6,0...12,0	≥ 4,0	≥ 2,0	
5 g	7,62...8,42	6,9...9,6	5,3...16,0	≥ 3,0		
2 g	7,27...8,89	6,0...12,0	≥ 4,0	≥ 2,0		
1 g	6,9...9,6	5,3...16,0	≥ 3,0			
500 mg	6,3...10,9	≥ 4,4	≥ 2,2			
200 mg	5,3...16,0	≥ 3,0				
100 mg	≥ 4,4	≥ 2,3				
50 mg	≥ 3,4					
20 mg	≥ 2,3					

12.2.2 En caso de duda acerca de la calidad de la superficie de una pesa, deben observarse los siguientes valores máximos de rugosidad de la superficie (ver Tabla 8), punto promedio pico a valle Rz (ISO) para determinar la calidad de la superficie de dicha pesa.

Tabla 8 Valores máximos de rugosidad de la superficie

Clases	E1	E2	F1	F2
RZ (µm)	0,5	1	2	5

12.2.3 Las pesas clases M1, M2 y M3 de 5 kg, 10 kg, 20 kg y 50 kg deben ser recubiertas con acabado anticorrosivo (excepto las de material inoxidable).

13. Ajuste

13.1 Pesas clases E1 y E2

Estas pesas deben ser ajustadas por abrasión, desbaste o cualquier método apropiado. Los requerimientos de la superficie deben cumplirse al final del proceso.

13.2 Pesas clases F1 y F2

Estas pesas deben ser ajustadas por abrasión, desbaste o cualquier método apropiado que no altere la superficie. Las pesas con cavidad de ajuste deben ser ajustadas con el mismo material del que están fabricadas o con estaño, molibdeno o tungsteno.

13.3 Pesas clases M1, M2 y M3

13.3.1 Las pesas de 1 g a 50 kg sin cavidades deben ser ajustadas removiendo el material o desbastando. Si estas pesas tienen cavidad de ajuste, deben ser ajustadas usando materiales metálicos densos tales como el balín de plomo (munición).

13.3.2 Las pesas de alambre o lámina delgada de 1 mg a 1 g deben ser ajustadas por corte, por abrasión o desbastando.

13.3.3 El material usado para el ajuste debe ser cualquiera que mantenga su masa y constitución y sea sólido; este material no debe cambiar (química o electrolíticamente) la masa ni la constitución de la pesa.

14. Marcado

14.1 Generalidades

Excepto para las pesas de clases E1 y E2, las pesas de 1 g y múltiplos de 1 g deben estar marcadas para indicar

claramente su valor nominal.

- 14.1.1** Los números que indican los valores nominales de la masa de las pesas deben ser representados en:
kilogramos - Para masas de 1 kg y mayores.
gramos - Para masas de 1 g a 500 g.
miligramos - Para masas de 500 mg y menores (en su caso).

14.1.2 Duplicar o triplicar las pesas en un juego de pesas debe ser claramente distinguido por uno o dos asteriscos o puntos en la superficie superior, excepto para pesas de alambre las cuales deben ser distinguidas por uno o dos dobleces.

14.1.3 Las pesas de alambre o lámina delgada de 1 mg a 1 g pueden llevar la indicación del valor nominal o clase de exactitud.

14.2 Pesas clases E1 y E2

Las pesas clases E1 y E2 pueden llevar la indicación de su valor nominal o clase de exactitud; la clase debe estar indicada en la cubierta del estuche de las pesas (ver 15.1).

14.2.1 Las pesas clase E2 pueden llevar un punto fuera del centro en la superficie superior para distinguirlas de las pesas de clase E1.

14.3 Pesas clases F1 y F2

Las pesas de 1 kg a 50 kg deben llevar, ya sea mediante marcado o grabado indeleble la indicación de su valor nominal expresado en concordancia con el punto 14.1 (puede ser seguido por el nombre o símbolo de la unidad).

14.3.1 Las pesas clase F1 no deben llevar ninguna indicación de la clase exactitud.

14.3.2 Las pesas de clase F2 de 1 g a 50 kg pueden llevar la clase de exactitud bajo la forma "F" junto con la indicación de su valor nominal.

14.4 Pesas clases M1, M2 y M3, y pesas de 50 kg a 5 000 kg para pruebas de instrumentos para pesar clases III y IIII de alto alcance.

14.4.1 Las pesas de 5 kg a 50 kg deben indicar mediante marcado o grabado indeleble el valor nominal de la pesa, seguido por el símbolo kg.

14.4.2 Las pesas clase M3 de 50 kg a 5 000 kg deben indicar, mediante grabado o marcado indeleble lo siguiente:

- a) Marca del fabricante.
- b) El valor nominal de la pesa, seguido por el símbolo kg en la superficie superior o laterales del cuerpo de la pesa.
- c) El número máximo de divisiones "n" de los instrumentos para pesar que se pueden calibrar o verificar con ellas.
- d) Identificación con un código controlado.

14.4.3 Las pesas cilíndricas de 1 g a 10 kg deben indicar por lo menos el valor nominal de la pesa seguido por el símbolo g o kg en alto o bajo relieve o grabado, en la parte superior a menos que por falta de espacio no sea posible.

14.4.3.1 En las pesas cilíndricas de 500 g a 10 kg la indicación puede ser reproducida en la superficie cilíndrica del cuerpo de la pesa.

14.4.4 Las pesas de clases M2 y M3 y las indicadas en 4.2 (excepto las pesas de alambre) pueden llevar la marca del fabricante.

14.4.4.1 Las pesas clase M1 deben marcarse en alto o bajo relieve o grabado con el símbolo M1 o M, además de la indicación del valor nominal.

14.4.4.2 Las pesas de clase M2 deben marcarse con su valor nominal y es opcional el grabado del símbolo M2.

14.4.4.3 Las pesas de clase M3 deben llevar el símbolo M3 o la letra X en alto o bajo relieve o grabado, además de su valor nominal.

15. Presentación

15.1 Generalidades

Las pesas deben ser presentadas en concordancia con los requerimientos siguientes excepto las pesas clase M2 y M3.

Las tapas de los estuches deben estar marcadas para indicar su clase, en la forma E1, E2, F1, F2, y M1.

15.1.2 Las pesas que pertenezcan al mismo conjunto deben ser de la misma clase de exactitud.

15.2 Pesas de clases E1, E2, F1, F2

Las pesas individuales y los juegos de pesas deben estar protegidos contra el deterioro o daños debidos a golpes o vibraciones, y deben estar contenidas en estuches de madera, plástico o cualquier otro material apropiado el cual tenga cavidades individuales.

15.3 Las pesas de clase M1 cilíndricas hasta de 500 g individuales o en juegos, deben estar contenidas en un estuche con cavidades individuales.

15.3.1 Las pesas clase M1 de lámina o alambres deben estar contenidas en estuches con cavidades individuales y su clase debe estar indicada en la cubierta del estuche.

16. Marcado de control

16.1 Generalidades

Las marcas de control son requeridas para las pesas respecto de las cuales se ha expedido un informe de calibración, estas marcas pueden ser pegadas en el estuche que contiene a las mismas.

17. Métodos de prueba

17.1 Método de prueba para la comprobación de hermeticidad de las pesas M1, M2 y M3

17.1.1 Instrumentos y equipo

17.1.2 Instrumento para pesar con división mínima igual o menor a 1/5 del error máximo tolerado de la pesa a comprobar establecida en la tabla 2.

- Reloj o cronómetro o cronógrafo.
- Recipiente conteniendo agua.
- Material absorbente para secar las pesas.

NOTA.- Los instrumentos de medición antes mencionados deben contar con dictámenes de calibración vigentes expedidos por un laboratorio de calibración acreditado y, en su caso aprobado.

17.1.3 Procedimiento

Se debe efectuar una revisión visual del acabado de la pesa a fin de comprobar lo especificado en el inciso 12 de esta Norma.

17.1.4 Se determina el valor verdadero de la pesa.

17.1.5 Se sumerge la pesa en el recipiente con agua, por dos horas; se retira la pesa del agua, se seca y se deja ventilar a la temperatura ambiente por quince minutos. Se vuelve a determinar el valor verdadero de la pesa.

17.1.6 Resultado

La diferencia de los valores verdaderos obtenidos no debe exceder al valor del error máximo tolerado de la pesa.

17.2 Prueba de magnetismo

17.2.1 Introducción

Las fuerzas magnéticas pueden afectar los resultados durante un proceso de medición, por lo que se requiere realizar una investigación sistemática de las fuerzas espurias. Estas fuerzas pueden no ser distinguidas de la fuerza gravitacional en la determinación de la masa. Las fuerzas magnéticas pueden surgir de la interacción entre dos pesas así como entre ésta y el comparador de masa que se utiliza en el proceso de medición y de objetos magnéticos de los alrededores. Para determinar la susceptibilidad magnética y magnetización permanente de las pesas se debe aplicar cualquiera de los métodos que se describen a continuación, de acuerdo con su clase de exactitud.

17.2.2 Lista de símbolos

Símbolo	Unidad SI	Definición
A	m^2	Area de la base de la pesa
$B=\mu_0(cH+M)$	T	Inducción magnética en el medio
$B_0=\mu_0H$	T	Inducción magnética del vacío
F_g	N	Fuerza gravitacional
F_Z	N	Fuerza magnética entre el instrumento para pesar y la pesa en dirección vertical o Z
G	m/s^2	Aceleración de la gravedad
H	A/m	Intensidad de campo magnético
M	$A \cdot m^2$	Momento magnético (de los imanes utilizados en el susceptómetro.)
M	A/m	Magnetización por unidad de volumen (se asume igual a $\mu_0 M$ al campo medido en la base de las pesas)
c		Susceptibilidad magnética de volumen (se asume que es escalar)
$c_A = +3,6 \times 10^{-7}$		Susceptibilidad magnética de volumen en el aire
dB/dZ	T/m	Gradiente de inducción magnética en la dirección Z
dH/dZ	A/m^2	Gradiente del campo magnético en la dirección Z
$\mu = 4\pi \times 10^{-7}$	N/A^2	Permeabilidad magnética del vacío
$\mu_r = \mu/\mu_0 = 1 + c$		Permeabilidad magnética relativa

17.2.3 Método de prueba para determinar la magnetización permanente, Gaussmetro.

17.2.3.1 Aparatos

Gaussmetros, tales como sensores de Hall o magnetómetros de indicación de campo magnético (fluxgate magnetometers). Estos instrumentos son calibrados con una incertidumbre igual a los requerimientos de magnetización con una incertidumbre límite que es menor o igual a una tercera parte de su error.

17.2.3.2. Procedimiento de medición

- a) Mida el campo magnético debido a la pesa, utilizando sensores de Hall o magnetómetros de indicación de campo magnético en la superficie de la pesa.
La medición deberá llevarse a cabo en la dirección donde el campo magnético de la tierra y otros campos magnéticos del ambiente sean cercanos a cero.
Alternadamente, la medición puede repetirse con la sonda del Gaussmetro invertida con la finalidad de que esos campos magnéticos del ambiente puedan ser substraídos de los valores medidos.
- b) Estime nDM al doble de la lectura más grande del Gaussmetro.
- c) Las mediciones a la pesa deberán llevarse a cabo tan cerca como sea posible, sin contacto y de acuerdo con las especificaciones de el Gaussmetro. Note que para algunas pesas tal como la magnetómetros de indicación de campo magnético, el sensor está localizado a una distancia del final de la muestra.
- d) Los equipos utilizados y la distancia deberán en todos los casos ser anotados en el informe de prueba.
- e) Esta prueba debe realizarse en diferentes puntos de la pesa (parte superior, inferior y el cuerpo).

17.2.3.3 Incertidumbre.

Este procedimiento nos da una incertidumbre de la magnetización de aproximadamente 10% (incluyendo la incertidumbre de calibración del Gaussmetro).

17.2.4 Método de prueba para la determinación de la susceptibilidad magnética y magnetización permanente utilizando el Susceptómetro.

17.2.4.1 Introducción

Este método puede ser utilizado para determinar la susceptibilidad magnética y la magnetización permanente de las pesas. Tiene un volumen de medición que está limitado en extensión (aprox. 10 cm³) sobre la mesa, cercano a y verticalmente sobre el imán.

Para pesas mayores a 2 kg es, por lo tanto, necesario la medición en varias posiciones a través de la base de la pesa.

Existe un riesgo significativo en este procedimiento, porque puede causar una magnetización de la pesa, si ésta es expuesta a campos magnéticos grandes (>4 kA/m² para aleaciones de acero), por lo tanto se recomienda que las mediciones sean hechas en un principio a una distancia (Z_0) entre el imán y la base de la pesa, esto es aproximadamente 25 mm, y entonces reducir el valor de Z_0 , si el valor de susceptibilidad magnética es tan pequeño que produzca una señal razonable.

17.2.4.2 Aparatos.

- a) Instrumento para pesar;
- b) Puente de material no magnético para colocar las pesas;
- c) Cilindro para colocar los imanes;
- d) Imanes con momentos magnéticos conocidos;

17.2.4.3 Procedimientos de medición

- a) Medición de los siguientes parámetros (Z_0 , R , h), El valor de aceleración de la gravedad, g , debe ser conocida.
Coloque los imanes sobre el cilindro y después coloque el puente.
- b) Ponga a cero la balanza y coloque la pesa sobre este puente. Normalmente se repite tres veces esta operación.
Determine el promedio de las lecturas del instrumento para pesar, Δm_1
La Fuerza, F_1 es determinada como $F_1 = \Delta m_1 \times g$.
- c) Voltee el imán y repita las siguientes operaciones.
Mantenga constante la distancia Z_0
Nuevamente coloque la pesa sobre el puente (repita esto por lo menos tres veces).
Determine el promedio de las lecturas del instrumento para pesar, Δm_2 .
La Fuerza, F_2 es determinada como $F_2 = \Delta m_2 \times g$.

Ver imagen 26fe-01.bmp

Fig. 1 Puente de material no magnético para colocar las pesas

Donde:

H es la altura de la pesa.

Z_1 es la distancia del centro del imán a la parte superior de la pesa.

Z_2 es la distancia del centro del imán a la parte inferior de la pesa.

Cálculos:

Calcular la susceptibilidad magnética, χ , y la magnetización permanente, Mz , de la pesa introduciendo los diferentes parámetros en las siguientes ecuaciones:

Ver imagen 26fe-02.bmp

Ver imagen 26fe-03.bmp

17.2.4.4 Incertidumbre

Los resultados de este procedimiento nos arrojan una incertidumbre en el intervalo de 10% al 20%.

17.2.5 Métodos recomendados para la medición de susceptibilidad magnética y magnetización por clase de exactitud y valor nominal de la pesa.

Magnetización permanente, método del susceptómetro

Valor nominal	Clase de exactitud
> 50 g	E1, E2 y F1
≤ 50 g	E1 y E2

Magnetización permanente, Gaussmetro

Clase de exactitud
E1, E2, F1, F2, M1, M2 y M3

Susceptibilidad,

Valor nominal	Clase E1	Clase E2	Clase F1	Clase F2
50 kg	S MF	S MF MA	S MF MA	MF MA
20 kg				
10 kg				
5 kg				
2 kg				
1 kg				
500 g				
200 g				
100 g				
50 g				
20 g				
10 g				
5 g				
2 g	S	E	E	E
1 g				
500 mg	E			
200 mg				
100 mg				
50 mg				
20 mg				
10 mg				
5 mg				
2 mg				
1 mg				

E Especificación del material

S Método del susceptómetro

MF "Flux-gate" Magnetómetro

AM Método de atracción

17.2.6 Método de prueba para la medición de la susceptibilidad magnética (método de atracción).

17.2.6.1 Introducción.

La magnitud que mide directamente este equipo es la permeabilidad magnética relativa. La susceptibilidad magnética es calculada utilizando la relación entre la permeabilidad magnética relativa y la susceptibilidad magnética.

Este método puede utilizarse en pesas de 20 g y mayores de clase de exactitud entre E1 y E2. Normalmente los instrumentos disponibles para este método puede ser utilizado para determinar la permeabilidad magnética en el intervalo de $1,01 \leq \mu_r \leq 2,5$ ($0,01 \leq \chi \leq 1,5$).

Una desventaja de este método es la disponibilidad de calibración de los instrumentos. También existe un riesgo considerable que este método puede causar una magnetización permanente en la pesa.

17.2.6.2 Aparatos

- a) Imán
- b) Material de referencia de permeabilidad magnética conocida.

Nota: Se debe tener cuidado de que el imán no toque la pesa, debido a que se puede magnetizar por el campo magnético tan grande que genera el imán.

17.2.6.3 Procedimiento de medición

- a) Inserte el material de referencia de permeabilidad magnética conocida en el instrumento.
- b) Coloque el instrumento en la posición donde se desea realizar la medición.
- c) Mueva la pesa ligeramente (sin perder la distancia) hasta que el imán y la pesa se atraigan, evitando que el imán toque la pesa lo que significa que la pesa tiene mayor permeabilidad magnética que el imán.
- d) Repita el paso del inciso C) en toda la pesa.
- e) Para proporcionar trazabilidad a las mediciones, este proceso debe repetirse en una muestra de susceptibilidad conocida (por ejemplo una muestra determinada por el susceptómetro).

Ver imagen 26fe-04.bmp

Fig. 2 Aparato para la prueba por el método de atracción

17.2.6.4 Incertidumbre

La incertidumbre tiene una incertidumbre asociada de la permeabilidad magnética de aproximadamente 0,3% (30% en susceptibilidad) en el intervalo inferior y 8% (4% en susceptibilidad) en el intervalo superior, aunque normalmente puede producir en la práctica incertidumbres grandes.

17.3 Método de prueba para determinar la densidad de las pesas

17.3.1 Principio

Para la determinación de la densidad de las pesas se utiliza la pesada hidrostática, (Principio de Arquímedes), es decir el empuje que sufre un objeto inmerso en un fluido.

17.3.2 Aparatos y equipo

- Balanza electrónica;
- Agua bidestilada;
- Termómetro para determinar la temperatura del agua;
- Equipo para evaluar las condiciones ambientales;
- Sistema para realizar la pesada hidrostática por debajo de la balanza o por encima de ella.

17.3.3 Procedimiento

17.3.3.1 Pesada en el aire

Colocar sobre el platillo la pesa a evaluar (x) y registrar la lectura L, cuando la indicación de la balanza se ha estabilizado.

17.3.3.2 Pesada en el agua

Con el dispositivo (gancho) dentro del agua, colocar la pesa en el dispositivo para pesada dentro del agua, esperar el tiempo de estabilización respectivo y al término de éste se registra la lectura correspondiente.

17.3.3 Cálculos

- Se determina la densidad del aire
- Con el valor de la temperatura del agua se determina la densidad del agua
- Cálculo de la densidad de la pesa:

La densidad para la pesa de prueba (ρ_x), se obtiene por medio de la siguiente expresión, si la lectura se hace por debajo de la balanza:

$$\rho_x = \frac{(L_2 \cdot r) - (L_1 \cdot r_a)}{L_2 - L_1}$$

Si la lectura en agua se hace por encima de la balanza, se utiliza la siguiente expresión:

$$\rho_x = \frac{L_1 (r_a - r)}{L_2} + r$$

Donde en ambas ecuaciones se tiene que:

ρ es la densidad del aire al momento de la calibración

pa es la densidad del agua al momento de la calibración.
 L1 es la lectura de la balanza cuando la pesa está al aire.
 L2 es la lectura de la balanza cuando la pesa está inmersa en el fluido.

17.3.3.4 Incertidumbre

La incertidumbre de la determinación se evalúa considerando los factores respectivos de sensibilidad de acuerdo con la función correspondiente.

17.3.3.5 Resultado

El resultado debe informarse en kilogramos por metro cúbico, conjuntamente con su incertidumbre asociada.

17.4 Calibración de pesas por el método de sustitución doble

17.4.1 Principio

El método de medición por sustitución consiste en comparar la pesa a evaluar con una pesa patrón equivalente, de tal manera que el instrumento de comparación quede sometido a una acción semejante. En él se obtiene el valor convencional de la masa de una pesa.

17.4.2 Aparatos y equipo

- Balanza de clase de exactitud apropiada, con suficiente alcance de medición y sensibilidad para la calibración planeada;
- Pesas patrón calibradas de valores nominales iguales a las de prueba;
- Cronómetro o instrumento semejante;
- Equipo para evaluar las condiciones ambientales.

17.4.3 Procedimiento

- Coloque la(s) pesa(s) patrón ρ , y cuando ha transcurrido el tiempo de estabilidad de los instrumentos de medición, registre la lectura L1.
- Remueva la pesa(s) patrón(es) ρ y reemplácelas con la pesa de prueba X, espere el tiempo de estabilidad respectivo y registre la lectura L2.
- Agregue la pesa de sensibilidad S, a las pesas de la lectura L2, espere el tiempo de estabilidad respectivo y registre la lectura L3.
- Remueva las pesas X y reemplácelas con las pesas patrón ρ , espere el tiempo de estabilidad respectivo y registre la lectura L4.

17.4.4 Cálculos

17.4.4.1 Cálculo de la masa convencional

La masa convencional para la pesa de prueba, se obtiene por medio de la siguiente expresión:

$$m'x = \overline{m'p} + \Delta L \cdot S_b + (Pa - 1,2) (Vx - Vp)$$

donde:

$m'x$ es la masa convencional de la pesa X;

$m'p$ es la masa convencional de la pesa;

m_s masa convencional de la pesa de sensibilidad;

$\overline{\Delta L}$ es el promedio de las lecturas obtenidas en el proceso de calibración;

S_b es el promedio de los valores de la sensibilidad de la balanza;

Pa es la densidad del aire;

Vx y Vp son los valores de los volúmenes de X y el patrón respectivamente.

Los valores de ΔL , $\overline{\Delta L}$, S_b y $\overline{S_b}$ se obtienen de la siguiente forma:

$$\Delta L = \frac{L_2 - L_1 + L_3 - L_4}{2}$$

$$\overline{\Delta L} = \frac{\Delta L_1 + \Delta L_2 + \dots + \Delta L_n}{n}$$

$$S_b = \frac{m'_s}{L_3 - L_2}$$

$$\overline{S_b} = \frac{S_{b1} + S_{b2} + \dots + S_{bn}}{n}$$

donde:

n es el número de ciclos de pesada

m'_s es la masa convencional de la pesa de sensibilidad

17.4.5 Incertidumbre de la medición.

Para obtener el valor de la incertidumbre del modelo utilizado en la calibración de pesas se identifican las incertidumbres tipo A y B, se evalúan los coeficientes de sensibilidad respectivos.

La incertidumbre expandida se obtiene de la incertidumbre estándar combinada multiplicada por un factor de cobertura de $k = 2$.

17.4.6 Resultados

El informe de calibración debe contener el valor de la masa convencional y su incertidumbre asociada, la cual no debe resultar mayor a 1/3 del error máximo tolerado que le corresponda a la clase de la pesa.

17.5 Prueba de rugosidad

17.5.1 Principio del método

Rz Altura de las irregularidades en diez puntos del perfil.

Promedio de los valores absolutos de las alturas de los cinco picos más altos y de las profundidades de los cinco valles más bajos del perfil, dentro de la longitud de muestreo.

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 |y_{pi}| + \sum_{i=1}^5 |y_{vi}|}{5}$$

Ver imagen 26fe-05.bmp

donde:

Y_{pi} es la altura del iésimo punto más alto;

Y_{vi} es la profundidad del iésimo valle más bajo

Valores máximos de rugosidad superficial

Clase	E1	E2
Rz (µm)	0,5	1

El equipo debe cumplir con los siguientes parámetros de medición:

Rz	Longitud de muestreo	Longitud de evaluación
µm	l mm	ln mm
0,5 ≤ Rz ≤ 10	0,8	4

17.5.2 Procedimiento

La evaluación de la rugosidad superficial debe realizarse en toda la pesa (botón, cuerpo y base).

17.5.3 Resultado

La incertidumbre (k=2) debe estar entre 5% y 10% del valor del parámetro.

NOTA: Los instrumentos de medición empleados en los métodos de prueba antes descritos deben contar con dictámenes de calibración vigentes emitidos por laboratorios de calibración acreditados y, en su caso, aprobados.

17 Anexo A

A.1 Figuras y dimensiones

Ver imagen 26fe-06.bmp

Ver imagen 26fe-07.bmp

Ver imagen 26fe-08.bmp

Ver imagen 26fe-09.bmp

Dimensiones en (mm)

Ver imagen 26fe-10.bmp

Ver imagen 26fe-11.bmp

19. Evaluación de la conformidad

La evaluación de la conformidad de las pesas objeto de la presente Norma Oficial Mexicana se llevará a cabo por personas acreditadas y aprobadas en términos de lo dispuesto por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y

su Reglamento.

20. Vigilancia

La vigilancia de la presente Norma Oficial Mexicana, una vez que sea publicada como norma definitiva, estará a cargo de la Secretaría de Economía, por conducto de la Dirección General de Normas y de la Procuraduría Federal del Consumidor, conforme a sus respectivas atribuciones.

21. Bibliografía

Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 1 de julio de 1992.

Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 14 de enero de 1999.

ISO 4288: 1996 Geometrical Product-Specifications-Surface texture: Profile method-Rules and procedures for the assessment of surface texture.

OIML R 111 Weights of classes E1, E2, F1, F2, M1, M2, M3. Edition 1994 (E).

OIML R 33 Conventional value of the results of weighing in air.

OIML R 47 Standard Weights for testing of high capacity weighing machines (edition 1978, versión 1979).

22. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma es equivalente con los siguientes lineamientos internacionales de la Organización Internacional de Metrología Legal (OIML):

OIML R 111 Weights of classes E1, E2, F1, F2, M1, M2, M3. Edition 1994 (E).

OIML R 47 Standard Weights for testing of high capacity weighing machines (edition 1978, versión 1979).

TRANSITORIO

UNICO.- Esta Norma Oficial Mexicana entrará en vigor al día siguiente de la publicación en el **Diario Oficial de la Federación** del aviso por el cual la Secretaría de Economía a través de la Dirección General de Normas, dé a conocer la aprobación del (los) laboratorio(s) acreditado(s) y, en su caso, aprobado(s) para la evaluación de la conformidad de los productos con la misma.

México, D.F., a 26 de enero de 2001.- La Directora General de Normas, **Carmen Quintanilla Madero**.- Rúbrica.

