

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
3541:1999
(OIML R 111:1994)**

**PESAS DE CLASES
E1, E2, F1, F2, M1, M2, M3**



PRÓLOGO

La presente norma es una adopción del documento **OIML R 111:1994** Weights of Classes E1, E2, F1, F2, M1, M2, M3, y sustituye totalmente a las Normas Venezolanas **COVENIN 2960-92** y **2961-92**; fue considerada de acuerdo a las directrices del Comité Técnico de Normalización **CT14 Metrología** y aprobada por **FONDONORMA** en la reunión del Consejo Superior N° 1999-13 de fecha 14/12/1999.

Participaron en la traducción de esta norma las siguientes entidades:
INSTRUM; UCAB; SANAMET; SENORCA; COTESERCA;
INDUSTRIAS METARMESCA; CVG FERROMINERA; PARMALAT-
INDULAC; CERVECERÍA POLAR; ELECTRÓNICA
INSTRUMENTAL; PDVSA - INTEVEP; M&Q.

NORMA VENEZOLANA
PESAS DE CLASES
 $E_1, E_2, F_1, F_2, M_1, M_2, M_3$

COVENIN
3541:1999
(OIML R 111:1994)

CONTENIDO

TERMINOLOGÍA	1
CAPÍTULO I. GENERALIDADES	2
1 OBJETO	2
2 PRINCIPIOS DE LA PRESENTE NORMA	3
CAPÍTULO II. REQUISITOS METROLÓGICOS	4
3 ERRORES MÁXIMOS PERMISIBLES EN LA VERIFICACIÓN	4
CAPÍTULO III. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	6
4 FORMA	6
5 CONSTRUCCIÓN	6
6 MATERIALES	8
7 DENSIDAD	9
8 CONDICIONES SUPERFICIALES	9
9 AJUSTE	10
10 MARCADO	10
11 PRESENTACIÓN	11
CAPÍTULO IV. CONTROLES METROLÓGICOS	12
12 SOMETIMIENTO A CONTROLES METROLÓGICOS	12
13 MARCADO DE CONTROL	12
ANEXO A. FORMAS Y DIMENSIONES	14
ANEXO B. INCERTIDUMBRE PARA LAS PESAS	18

NORMA VENEZOLANA
PESAS DE CLASES
E₁, E₂, F₁, F₂, M₁, M₂, M₃

TERMINOLOGÍA

NOTA La terminología relativa a la incertidumbre en las mediciones se define en el Anexo B (B.1)

T.1 PESA

Medida material de masa, regulada en relación con sus características físicas y metrológicas: forma, dimensiones, material, calidad de la superficie, valor nominal y error máximo permisible.

T.2 CLASE DE EXACTITUD DE LAS PESAS

Clase de exactitud que cumplen con ciertos requisitos metrológicos previstos para mantener los errores dentro de los límites específicos.

T.3 JUEGO DE PESAS

Serie de pesas, normalmente presentada en una caja, dispuesta para hacer posible cualquier pesaje de todas las cargas entre la masa de la pesa con el valor nominal y la suma de las masas de todas las pesas de la serie, con una progresión en la cual la masa de la pesa con el menor valor nominal constituye el menor peso de la serie.

T.4 MASA CONVENCIONAL

Valor convencional del resultado de pesaje en el aire, de acuerdo con la Recomendación Internacional OIML R 33.

Para un pesaje tomado a 20 °C, la masa convencional es la masa de una pesa de referencia con una densidad de 8 000 kg·m⁻³ que está equilibrada en el aire con densidad de 1,2 kg·m⁻³.

CAPÍTULO I. GENERALIDADES

1 OBJETO

1.1 Esta norma contiene las principales características físicas y requisitos metrológicos de las pesas usadas:

- para la verificación de los instrumentos de pesaje;
- para la verificación de pesas de una exactitud menor;
- con los instrumentos de pesaje.

Los valores nominales de la masa de las pesas a que se refiere esta norma van de 1 mg a 50 kg.

1.2 Esta norma se aplica a las pesas en sus clases de exactitud, así: E_1 , E_2 , F_1 , F_2 , M_1 , M_2 , M_3 .

1.2.1 Pesas usadas para la verificación de instrumentos de pesaje.

Las clases de exactitud de las pesas usadas para la verificación de los instrumentos de pesaje se deben especificar en la norma apropiada relativa a estos instrumentos.

1.2.2 Pesas usadas para la verificación de pesas de una clase de exactitud menor.

E_1 Pesas destinadas a asegurar la trazabilidad (véase la Recomendación Internacional OIML R 33, literal A.3) entre los patrones de masa nacional (con valores derivados del Prototipo Internacional del kilogramo) y pesas de la clase E_2 e inferiores.

Las pesas o juegos de pesas clase E_1 deben ir acompañados siempre de un certificado de calibración (véase el numeral 12.2).

E_2 Pesas destinadas a la verificación inicial de las pesas de la clase F_1 .

Las pesas o juegos de pesas de la clase E_2 deben ir acompañadas siempre de un certificado de calibración; se pueden usar como pesas Clase E_1 si cumplen con los requisitos para rugosidad superficial y susceptibilidad magnética de las pesas Clase E_1 y si su certificado de calibración presenta los datos apropiados (especificados en el numeral 12.2).

F_1 Pesas destinadas a la verificación inicial de las pesas de la clase F_2 .

F_2 Pesas destinadas a la verificación inicial de las pesas de las clases M_1 y posiblemente M_2 .

M_1 Pesas destinadas a la verificación inicial de las pesas de la clase M_2 .

M_2 Pesas destinadas a la verificación inicial de las pesas de la clase M_3 .

1.2.3 Clase de exactitud mínima de las pesas usadas con instrumentos de pesaje.

F_1 , E_2 Pesas destinadas a ser usadas con instrumentos de pesaje con clase de exactitud I.

F_2 Pesas destinadas a ser usadas en transacciones comerciales importantes (por ejemplo: oro y piedras preciosas), con instrumentos de pesaje con clase de exactitud II.

M_1 Pesas destinadas a ser usadas con instrumentos de pesaje con clase de exactitud II.

M_2 Pesas destinadas a ser usadas con instrumentos de pesaje con clase de exactitud III.

M_3 Pesas destinadas a ser usadas con instrumentos de pesaje con clase de exactitud III y IIII.

2 PRINCIPIOS DE LA PRESENTE NORMA

2.1 Las pesas a que se refiere esta norma deben cumplir los requisitos aceptables de la norma OIML R 33, "Conventional Value of the Result of Weighing in Air".¹

2.2 Los valores nominales de la masa de las pesas debe ser igual a 1×10^n kg, ó 2×10^n kg, 5×10^n kg, en donde "n" representa un entero positivo o negativo o cero.

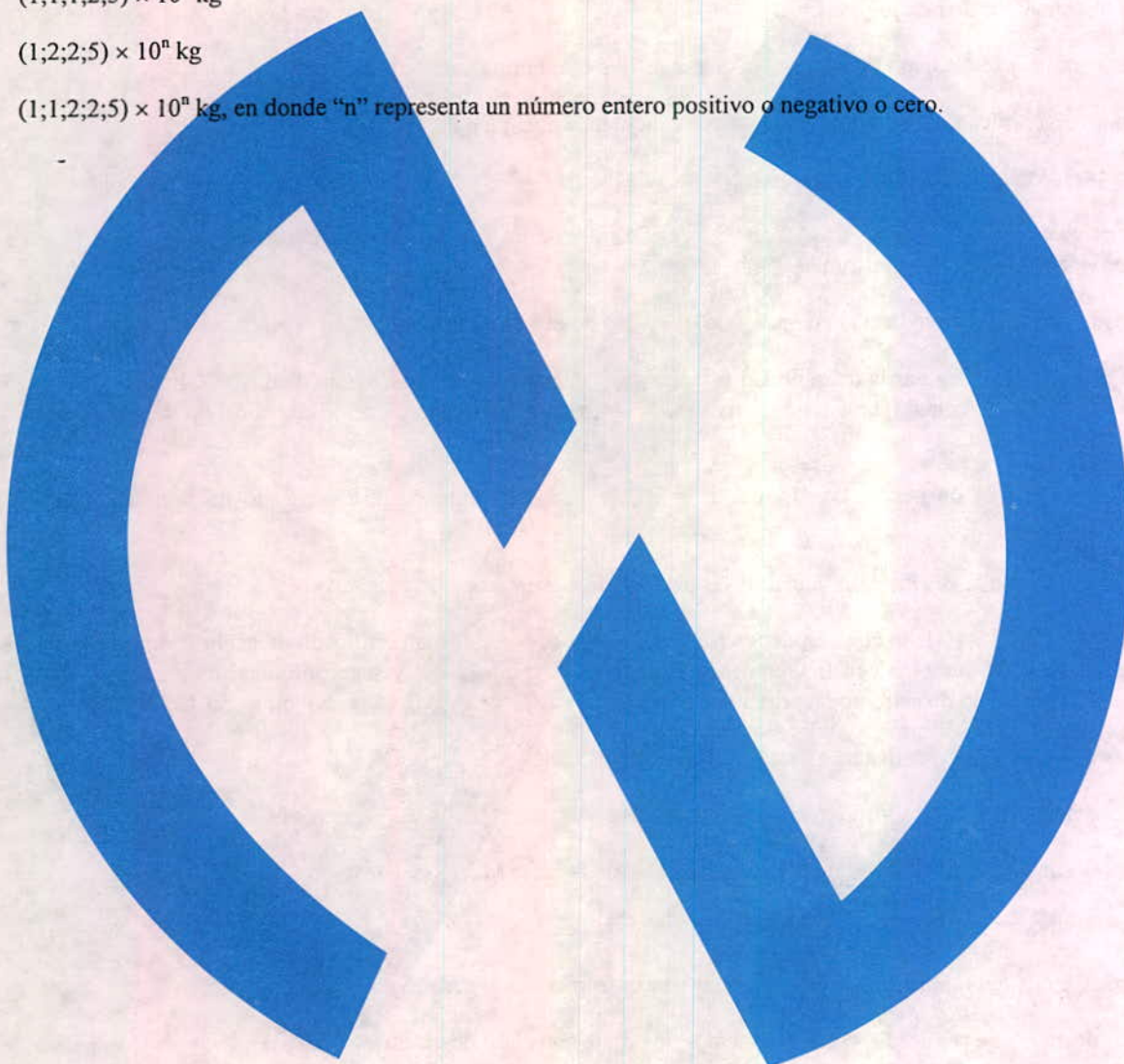
2.3 La secuencia de un juego de pesas debe estar compuesta de uno de los siguientes:

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

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

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

$$(1;1;2;2;5) \times 10^n \text{ kg, en donde "n" representa un número entero positivo o negativo o cero.}$$



¹ Nota.

Las condiciones de referencia aplicables al ajuste de las pesas estándar son:

- densidad de referencia estándar: $8\,000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
- densidad del aire del ambiente: $1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
- equilibrio en el aire a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, sin corrección del empuje del aire.

CAPÍTULO II. REQUISITOS METROLÓGICOS

3 ERRORES MÁXIMOS PERMISIBLES EN LA VERIFICACIÓN

3.1 Los errores máximos permisibles en la verificación inicial y posterior de cada pesa individual se presentan en la Tabla 1. Estos errores máximos permisibles se relacionan con la masa convencional.

Los errores máximos permisibles en el servicio se dejan a discreción del Estado.

3.2 Para cada pesa, la incertidumbre expandida U para $k = 2$ (véase el Anexo B) de la masa convencional debe ser menor o igual a una tercera parte del error máximo permisible presentado en la Tabla 1, excepto para pesas clase E_1 (no hay un requisito específico relacionado con U para pesas de la clase E_1); sin embargo, U debe ser considerablemente menor que el error máximo permisible.

3.3 Para cada pesa, la masa convencional m_c (determinada con una incertidumbre expandida de acuerdo 3.2) no debe disentir por más de la diferencia del máximo error permisible δm menos la incertidumbre expandida, del valor nominal de la pesa, m_o .

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

Para las pesas clase E_1 y E_2 , que siempre van acompañadas de certificados que presentan los datos apropiados (especificados en el numeral 2.2), la desviación con respecto al valor nominal $|m_c - m_o|$ se debe tener en cuenta por el usuario.

Tabla 1.- Errores máximos permisibles

Valor Nominal	$\pm \delta m$ en mg						
	Clase E ₁	Clase E ₂	Clase F ₁	Clase F ₂	Clase M ₁	Clase M ₂	Clase M ₃
50 kg	25	75	250	750	2 500	7 500	25 000
20 kg	10	30	100	300	1 000	3 000	10 000
10 kg	5	15	50	150	500	1 500	5 000
5 kg	2,5	7,5	25	75	250	750	2 500
2 kg	1,0	3,0	10	30	100	300	1 000
1 kg	0,5	1,5	5	15	50	150	500
500 g	0,25	0,75	2,5	7,5	25	75	250
200 g	0,1	0,3	1,0	2,0	10	30	100
100 g	0,05	0,15	0,5	1,5	5	15	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	6	20
5 g	0,015	0,050	0,15	0,5	1,5	5	15
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	0,015	0,05	0,15	0,5	1,5	
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	0,002	0,008	0,025	0,08	0,25		
5 mg	0,003	0,006	0,020	0,06	0,20		
2 mg	0,002	0,006	0,020	0,06	0,20		
1 mg	0,002	0,006	0,020	0,06	0,20		

CAPÍTULO III. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

4 FORMA

4.1 Generalidades

4.1.1 Las pesas deben tener una forma geométrica simple para facilitar su fabricación; no deben tener bordes afilados, con el fin de evitar su deterioro; y tampoco se deben presentar hendiduras pronunciadas, para evitar depósitos (es decir, polvo) en su superficie.

4.1.2 Las pesas de un juego dado deben tener la misma forma excepto para pesas de un gramo o menores.

4.2 Pesas menores o iguales a un gramo

4.2.1 Las pesas menores de un gramo deben ser láminas o alambres poligonales planos, con formas apropiadas que permitan su fácil manejo. Las formas deben ser indicativas del valor nominal de las pesas.

Las pesas de un gramo pueden ser láminas o alambres poligonales planos.

4.2.2 La forma de las pesas no rotuladas con su valor nominal, debe cumplir con lo establecido en la tabla siguiente:

Tabla 2. Forma de las pesas de 1 g o menores

Valores nominales (mg)	Láminas poligonales	Alambres
5 - 50 - 500	Pentágono	Pentágono ó 5 segmentos
2 - 20 - 200	Cuadrado	Cuadrado ó 2 segmentos
1 - 10 - 100 - 1 000	Triángulo	Triángulo ó 1 segmento

4.2.3 Un juego de pesas puede estar compuesto por más de una secuencia de formas, que difieren de una secuencia a otra. Sin embargo, en una serie de secuencias, una secuencia de pesas de diferente forma no se debe insertar entre dos secuencias de pesas que tienen la misma forma.

4.3 Pesas de un gramo y mayores

4.3.1 Una pesa de un gramo puede tener la forma de múltiplos o submúltiplos de pesas de un gramo.

4.3.2 Las pesas de los valores nominales de 1 g a 50 kg pueden tener las dimensiones externas presentadas en el Anexo A.

Estas pesas pueden tener forma cilíndrica o ligeramente cónica. La altura del cuerpo debe ser aproximadamente igual al diámetro medio; debe estar entre $3/4$ y $5/4$ del diámetro.

Estas pesas también pueden estar provistas por un botón de sujeción cuya altura está entre el diámetro medio y la mitad del diámetro del cuerpo.

4.3.3 Además de las formas anteriores (numeral 4.3.2), las pesas de 5 kg a 50 kg pueden tener una forma diferente para su método de manipulación, en lugar del botón de sujeción. Pueden tener dispositivos de manipulación rígidos integrado al cuerpo de la pesa, como ejes, manillas o asa.

4.3.4 Las pesas de clase M_1 , M_2 y M_3 con valores nominales de 5 kg a 50 kg también pueden tener la forma de paralelepípedos rectangulares con bordes redondos y una manija rígida, como se ilustra en el Anexo A.

4.3.5 Los ejemplos típicos de las dimensiones y tolerancias dimensionales para pesas de las clases M_1 , M_2 y M_3 se ilustran en el Anexo A.

5 CONSTRUCCIÓN

5.1 Pesas clase E_1 y E_2

Las pesas clase E_1 y E_2 deben ser sólidas (macizas) y no deben tener cavidades abiertas a la atmósfera. Su construcción debe ser integral, es decir, debe ser una sola pieza de un mismo material.

5.2 Pesas clase F_1 y F_2

Las pesas Clase F_1 y F_2 de 1 g a 50 kg pueden ser de una o más piezas del mismo material. Las pesas clase F_1 y F_2 pueden contener una cavidad de ajuste; sin embargo, el volumen de esta cavidad no debe exceder una quinta parte del volumen total de la pesa, y la cavidad se debe cerrar por medio de un botón de sujeción u otro medio adecuado.

5.3 Pesas clase M_1

5.3.1 Las pesas clase M_1 de 100 g a 50 kg deben tener una cavidad de ajuste. Para pesas clase M_1 de 1 g a 50 g, la cavidad de ajuste es opcional pero se recomienda que las pesas de 1 g a 10 g sean fabricadas sin esta cavidad.

5.3.2 Las pesas clase M_1 de 5 kg a 50 kg con forma de paralelepípedo rectangular pueden tener una cavidad de ajuste construida como se describe en el numeral 5.4.2 o por un medio similar.

La cavidad de ajuste debe ser sellada mediante un tapón roscado (con ranura para atornillar) o un disco (con un agujero central de manipulación) hecho de bronce u otro metal apropiado; su volumen no debe ser superior a una quinta parte del volumen total de la pesa.

Después del ajuste inicial, deben estar vacías aproximadamente dos terceras partes del volumen total de la cavidad de ajuste de las nuevas pesas.

El tapón o disco se debe sellar con un tapón de plomo (o material similar) introduciendo en una muesca circular interna o en los filetes del tubo.

5.3.3 Las pesas clase M_1 de 100 g a 10 kg de tipo cilíndrico deben tener cavidades de ajuste construidas como se describe en el numeral 5.4.3 o un medio similar.

El volumen de la cavidad de ajuste no debe ser superior a una quinta parte del volumen total de la pesa. La cavidad de ajuste se debe sellar mediante un tapón de plomo insertado en una muesca circular interna ubicada en la porción ensanchada del diámetro.

Después del ajuste inicial, deben estar vacías aproximadamente dos terceras partes del volumen total de la cavidad de ajuste de las nuevas pesas.

El tapón o disco se debe sellar con un tapón de plomo (o material similar) introducido en una muesca interna circular.

5.4 Pesas clase M_2 y M_3

5.4.1 Las pesas clase M_2 y M_3 de 100 g a 50 kg deben tener una cavidad de ajuste.

Para pesas clase M_2 , las pesas de 20 g y 50 g la cavidad de ajuste es opcional.

Las pesas clase M_2 , las pesas de 10 g y menos deben ser sólidas y sin cavidad de ajuste.

5.4.2 Las pesas clase M_2 y M_3 de 5 kg a 50 kg con forma de paralelepípedo rectangular deben tener una cavidad de ajuste formada por la parte interior de la manija tubular, o si la manija es sólida, debe tener una cavidad de ajuste fundida dentro de uno de los soportes verticales (montantes) de la pesa, que se abre al lado, arriba o abajo del soporte vertical.

Después del ajuste inicial, deben estar vacías aproximadamente dos terceras partes del volumen total de la cavidad de ajuste de las nuevas pesas.

5.4.2.1 Si la cavidad de ajuste está en la manija del tubo, la cavidad se debe cerrar mediante un tapón roscado (con una ranura para atornillar) o un disco (con un agujero central para manipulación); el tapón o disco deben ser de bronce u otro material metálico apropiado y se debe sellar con un tapón de plomo (o material similar) introducido en una muesca circular interna o en los filetes de tubo.

5.4.2.2 Si la cavidad de ajuste es moldeada dentro del soporte vertical, la cavidad se debe sellar con una plaqueta hecha de acero dulce u otro material apropiado, sellado por un tapón de plomo (o material similar) introducido en una cubierta de sección cónica.

5.4.3 Las pesas cilíndricas clase M_2 y M_3 de 100 g a 10 kg deben tener una cavidad de ajuste perforada en el eje de la pesa, que se abre en la parte superior del botón e incluye un ensanchamiento del diámetro en la entrada.

Después del ajuste inicial, deben estar vacías aproximadamente $2/3$ partes del volumen total de la cavidad de ajuste de las nuevas pesas.

La cavidad se debe cerrar ya sea mediante un tapón roscado (con una muesca para atornillar) o un disco (con un agujero central de manipulación) bronce u otro metal apropiado.

La tapa o disco se debe sellar con un tapón de plomo introducido en una muesca circular interna ubicada en la porción ensanchada del diámetro.

6 MATERIALES

6.1 Generalidades

Las pesas deben ser resistentes a la corrosión. La calidad del material debe ser tal que el cambio en la masa de las pesas sea insignificante en relación con los errores máximos permitidos en su clase de exactitud en condiciones normales de uso y el propósito para el que se destinan.

6.2 Pesas clase E_1 y E_2

El metal o aleación usados para las pesas de clases E_1 y E_2 deben ser prácticamente no magnéticos (la susceptibilidad magnética no debe exceder $k = 0,01$ para las pesas de clase E_1 y $k = 0,03$ para las de clase E_2).

La dureza de este material y su resistencia al desgaste deben ser similares o superiores al acero inoxidable austenítico.

6.3 Pesas clase F_1 y F_2

La dureza y fragilidad de los materiales usados para las pesas de las clases F_1 y F_2 deben ser como mínimo iguales a las del bronce estirado.

El metal o aleación utilizados para las pesas de las clases F_1 y F_2 deben ser prácticamente no magnéticos (la susceptibilidad magnética debe exceder $k = 0,05$).

6.4 Pesas de clase M_1

6.4.1 El material usado para las pesas rectangulares de la clase M_1 de 5 kg a 50 kg debe tener una resistencia a la corrosión como mínimo igual a la del hierro de fundición gris. Su fragilidad no debe exceder a la del hierro fundido.

6.4.2 Las pesas cilíndricas clase M_1 de 10 kg e inferiores deben ser fabricados en bronce u otro material de calidad similar o superior al bronce.

6.4.3 Las pesas clase M_1 de 1 g y menos se deben fabricar en un material lo suficientemente resistente a la corrosión y la oxidación. La superficie no se debe recubrir, excepto la de pesas de 1 g de forma cilíndrica, en cuyo caso se permite un tratamiento superficial.

6.5 Pesas clase M_1 y M_2

6.5.1 El cuerpo de las pesas rectangulares de clase M_2 y M_3 de 5 kg a 50 kg e debe fabricar en hierro de fundición gris u otro material de calidad similar o superior.

6.5.2 Las pesas cilíndricas de clase M_2 y M_3 de 10 kg e inferiores se deben fabricar de un material cuya dureza y resistencia a la corrosión sean como mínimo iguales a la del bronce fundido y que su fragilidad no exceda la del hierro de fundición gris. Sin embargo, éste no se debe usar para pesas con un valor nominal menor de 100 g.

6.6 Pesas de clases M_1 , M_2 y M_3

Las pesas de clases M_1 , M_2 y M_3 deben ser prácticamente no magnéticas.

Las manijas de las pesas rectangulares clase M_1 , M_2 y M_3 se deben fabricar en tubo de acero sin costuras o debe ser de hierro fundido, integral con la pesa del cuerpo.

7 DENSIDAD

7.1 Generalidades

La densidad del material utilizado para las pesas debe ser tal que una desviación del 10 % de la densidad de aire especificada ($1.2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$) no produzca un error que exceda un cuarto del error máximo permisible. Estos límites se dan en la tabla siguiente:

Tabla 3. Límites para densidad, máximo y mínimo
($\rho_{\min}$, $\rho_{\max}$)

Valor Nominal	$\rho_{\min}, \rho_{\max} (10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3})$					
	Clase E_1	Clase E_2	Clase F_1	Clase F_2	Clase M_1	Clase M_2
$\geq 100 \text{ g}$	7,934..8,067	7,81..8,21	7,39..8,73	6,4..10,7	$\geq 4,4$	$\geq 2,3$
50 g	7,92..8,0	7,74..8,28	7,27..8,89	6,0..12,0	$\geq 4,0$	
20 g	7,84..8,17	7,50..8,57	6,6..10,1	4,28..24,0	$\geq 2,6$	
10 g	7,74..8,28	7,27..8,89	6,0..12,0	$\geq 4,0$	$\geq 2,0$	
5 g	7,62..8,42	6,9..9,6	5,3..16,0	$\geq 3,0$		
2 g	7,27..8,89	6,0..12,0	$\geq 4,0$	$\geq 2,0$		
1 g	6,9..9,6	5,3..16,0	$\geq 3,0$			
500 mg	6,3..10,9	$\geq 4,4$	$\geq 2,2$			
200 mg	5,3..16,0	$\geq 3,0$				
100 mg	$\geq 4,4$	$\geq 2,3$				
50 mg	$\geq 3,4$					
20 mg	$\geq 2,3$					

8 CONDICIONES SUPERFICIALES

8.1 En condiciones normales de uso, las cualidades superficiales deben ser tales que cualquier alteración de la masa de las pesas sea insignificante con respecto al error máximo permisible.

8.2 La superficie de las pesas (incluyendo la base y las esquinas) debe ser lisa y los bordes deben ser redondeados. La superficie de las pesas clase E_1 , E_2 , F_1 y F_2 no debe tener apariencia porosa; su aspecto debe ser lustroso al examinarlo visualmente.

8.3 La superficie de las pesas cilíndricas clase M_1 , M_2 y M_3 de 1 g a 10 kg debe ser lisa y su apariencia no debe ser porosa al examinarla visualmente. El acabado de las pesas rectangulares M_1 , M_2 y M_3 de 5 kg, 10 kg, 20 kg, 50 kg debe ser similar al del hierro de fundición gris vaciado en un molde de arena fina. Esto se puede obtener mediante la aplicación de pintura apropiada.

8.4 En caso de duda acerca de la calidad de una pesa, se deben observar los siguientes valores máximos de rugosidad superficial, piso promedio a altura de valle (R_z) (ISO), para determinar la calidad de la superficie de esa pesa:

Tabla 4. Valores máximos de rugosidad

Clase	E_1	E_2	F_1	F_2
$R_z (\mu\text{m})$	0,5	1	2	5

9 AJUSTE

9.1 Pesas clase E_1 y E_2

Las pesas se deben ajustar mediante abrasión, fresado o cualquier método apropiado. Los requisitos superficiales se deben cumplir al final del proceso.

9.2 Pesas clase F_1 y F_2

Las pesas sólidas se deben ajustar por abrasión, fresado o cualquier método apropiado que no altere la superficie. Las pesas con cavidades de ajuste, se deben ajustar con el mismo material del que están fabricados, o de latón, molibdeno o tungsteno.

9.3 Pesas clase M_1 , M_2 y M_3

9.3.1 Las pesas de 100 g a 50 kg se deben ajustar utilizando materiales metálicos densos tales como perdigones de plomo.

9.3.2 Las pesas cilíndricas de 1 g a 50 g sin cavidades se deben ajustar retirando el material o mediante fresado. Si estas pesas tienen cavidades de ajuste, se deben ajustar usando materiales metálicos densos como perdigones de plomo.

9.3.3 Las pesas de alambre y lámina delgada de 1 mg a 1 g se deben ajustar por corte, abrasión o fresado.

9.3.4 El material usado para el ajuste debe ser cualquier material sólido que mantenga su masa y su constitución; no debe cambiar (química ni electrolíticamente) la masa y constitución de la pesa en el cual se encuentra incluido.

10 MARCADO

10.1 Generalidades

Excepto las pesas de las clases E_1 y E_2 , las pesas de un gramo y sus múltiplos se deben marcar para indicar claramente su valor nominal.

Los numerales que indican los valores nominales de la masa de las pesas deben representar:

kilogramos para masas de 1 kg y superior

gramos para masas de 1 g a 500 g

Las pesas por duplicado o triplicado en un juego se deben distinguir claramente por uno o dos asteriscos o puntos en el centro de la superficie, excepto las pesas de alambre, que se deben distinguir por uno o dos ganchos.

Las pesas de lámina o alambre de 1 mg a 1 g no deben llevar ninguna indicación de valor nominal o clase de referencia.

10.2 Pesas clase E_1 y E_2

Las pesas de clase E_1 y E_2 no deben llevar ninguna indicación de valor nominal o referencia a su clase; la clase se debe indicar en la cubierta de la caja (véase el numeral 11.1) de las pesas. La clase se debe indicar como E_1 , E_2 .

Las pesas clase E_2 pueden llevar un punto alejado del centro en la superficie superior, para distinguirlas de las pesas clase E_1 .

10.3 Pesas clase F_1 y F_2

Las pesas de 1 kg a 50 kg deben llevar, mediante grabado, la indicación de su valor nominal expresado de acuerdo con el numeral 10.1 (no seguido por el nombre o símbolo de la unidad).

10.3.1 Las pesas de clase F_1 no deben llevar ninguna referencia de clase.

10.3.2 Las pesas de clase F_2 de 1 g a 50 kg deben llevar su clase de referencia bajo la forma de "F" junto con la indicación de su valor nominal.

10.4 Pesas clase M_1 , M_2 y M_3

10.4.1 Las pesas rectangulares de 5 kg a 50 kg deben indicar el valor nominal de la pesa, seguido del símbolo "kg", en alto o bajo relieve, sobre la superficie superior del cuerpo de la pesa.

10.4.2 Las pesas cilíndricas de 1 g a 10 kg deben indicar el valor nominal de la pesa, seguido del símbolo "g" o "kg", en alto o bajo relieve, sobre la superficie superior del botón.

En pesas cilíndricas de 500 g a 10 kg, la indicación se puede reproducir en la superficie cilíndrica del cuerpo de la pesa.

10.4.3 Las pesas clase M_1 deben llevar el signo M_1 o M , en alto o bajo relieve, junto con la indicación del valor nominal.

10.4.4 Las pesas clase M_2 deben llevar junto con la indicación del valor nominal, el signo M_2 en alto o bajo relieve, o ninguna indicación de la clase.

10.4.5 Las pesas clase M_3 deben llevar el signo M_3 o X , en alto o bajo relieve, junto con la indicación del valor nominal.

10.4.6 Las pesas clase M_2 y M_3 (excepto las pesas de alambre) pueden llevar la marca del fabricante; en tal caso, debe aparecer en alto o bajo relieve en la superficie superior de la porción central de las pesas rectangulares, en la cara superficial del botón de las pesas cilíndricas y en la cara superior del cilindro para pesas cilíndricas clase M_3 con manija.

11 PRESENTACIÓN

11.1 Generalidades

Excepto las pesas de las clases M_2 y M_3 , las pesas se deben presentar de acuerdo con los siguientes requisitos.

La tapa de las cajas que contienen las pesas se debe rotular para indicar su clase en la forma E_1 , E_2 , F_1 , F_2 , M_1 .

Las pesas que pertenecen al mismo juego deben ser de la misma clase de exactitud.

11.2 Pesas clase E_1 , E_2 , F_1 y F_2

Las pesas individuales y juegos de pesas se deben proteger contra el deterioro o daño causados por choque o vibración. Se deben colocar en cajas de madera, plástico o cualquier material adecuado que tenga cavidades individuales.

11.3 Pesas clase M_1

11.3.1 Las pesas cilíndricas de clase M_1 hasta 500 g inclusive (individuales o en juegos) se deben colocar dentro de una caja con cavidades individuales.

11.3.2 Las pesas de alambre y láminas delgadas se deben colocar en cajas con cavidades individuales; la referencia de clase se debe grabar en la tapa de la caja (M_1).

CAPÍTULO IV. CONTROLES METROLÓGICOS

12 SOMETIMIENTO A CONTROLES METROLÓGICOS

En los países en donde las pesas se someten a controles metrológicos del Estado, estos controles pueden comprender uno o más de los siguientes, dependiendo de la legislación nacional:

12.1 Aprobación del patrón

12.1.1 Cada fabricante o representante autorizado puede presentar un modelo de las pesas que pretende fabricar, al Servicio de Metrología Legal, con el fin de que éste determine su cumplimiento con los requisitos estatutarios.

12.1.2 Un modelo aprobado no se debe modificar sin autorización especial.

12.2 Calibración o verificación inicial

Algunas categorías de pesas nuevas se pueden calibrar individualmente o someterse a verificación inicial, dependiendo del uso previsto y de la legislación nacional.

Las pesas calibradas deben ir acompañadas de un certificado que presente al menos la masa convencional de cada pesa, su incertidumbre expandida y el valor del factor de cobertura k .

Las pesas E_1 y E_2 deben ir siempre acompañadas de certificados.

El certificado para las pesas clase E_1 debe mencionar al menos los valores de la masa. El certificado para las pesas clase E_1 debe mencionar al menos los valores de la masa convencional, la incertidumbre expandida y el factor de cobertura k (véase el numeral 3.2 y el Anexo B) y la densidad o volumen para cada pesa.

El certificado para las pesas clase E_2 debe mencionar como mínimo:

- Los valores de masa convencional de cada pesa y la incertidumbre expandida y el factor de cobertura k , o
- La información requerida para los certificados de las pesas clase E_1 (bajo las condiciones del numeral 1.2.2, E_2 , segundo párrafo.

12.3 Recalibración o verificación periódica

Las categorías de pesas sometidas a calibración o verificación inicial también se deben someter a recalibración o verificación periódica, haciendo posible verificar que mantienen sus propiedades metrológicas. Cualquier pesa encontrada defectuosa en el momento de la verificación periódica, se debe descartar o reajustar.

13 MARCADO DE CONTROL

13.1 Generalidades

No se requieren marcas de control en pesas cuando se expide un certificado de calibración.

13.2 Pesas clase E_1 y E_2

Las marcas de control se pueden fijar en la caja.

En relación con las pesas E_1 y E_2 , las autoridades metrológicas (por ejemplo: servicios o laboratorios de calibración) deben expedir un certificado para cada pesa o juego de pesas.

13.3 Pesas clase F_1

Si las pesas se someten a controles metrológicos, las marcas de estos controles se deben fijar en la caja que las contiene.

13.4 Pesas clase F_2 , M_1 , M_2 y M_3

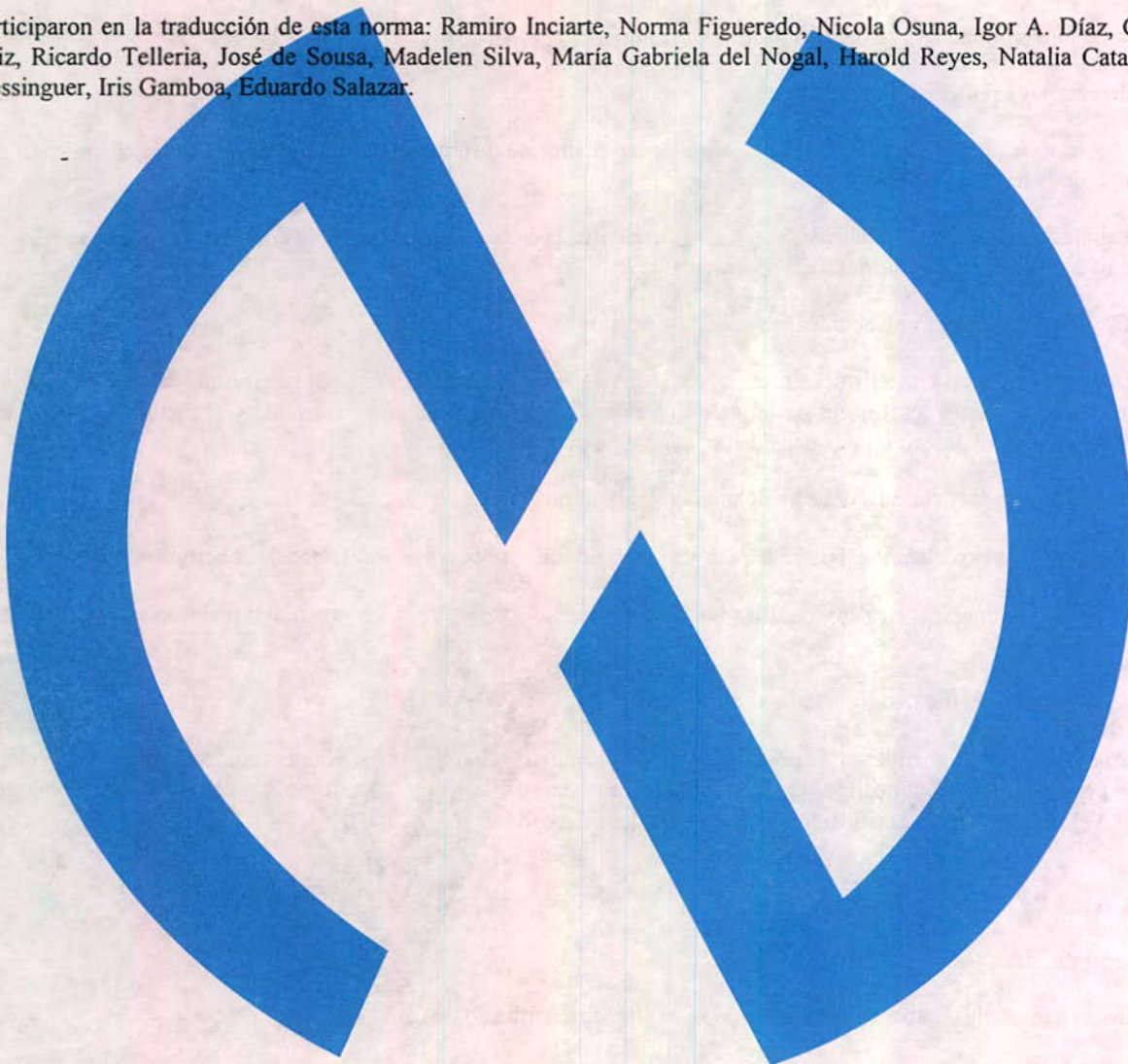
13.4.1 Si las pesas rectangulares M_1 y cilíndricas M_1 y F_2 se someten a controles metrológicos, se deben fijar las marcas de control apropiados al sello de la cavidad de ajuste; para pesas sin cavidad de ajuste, las marcas de control se deben fijar a la caja.

13.4.2 Las marcas de control legal para las pesas M_2 y M_3 se deben fijar al tapón de plomo que sella la cavidad de ajuste; para pesas clase M_2 y M_3 sin cavidad de ajuste, las marcas de control se deben fijar a su base.

BIBLIOGRAFÍA

ORGANISATION INTERNATIONALE DE METROLOGIE LEGALE, Weights of Classes E_1 , E_2 , F_1 , F_2 , M_1 , M_2 , M_3 .
París: OIML, 1994.24 p. (OIML R111).

Participaron en la traducción de esta norma: Ramiro Inciarte, Norma Figueredo, Nicola Osuna, Igor A. Díaz, Carlos H. Ruiz, Ricardo Telleria, José de Sousa, Madelen Silva, María Gabriela del Nogal, Harold Reyes, Natalia Cataño, Isaac Messinguer, Iris Gamboa, Eduardo Salazar.



ANEXO A

FORMAS Y DIMENSIONES

A.1 Tabla de dimensiones (en milímetros)

Valor nominal	Φ	Φ'	Φ''	H	E	R	r	o
1 g	6	5,5	3	Dependiendo del material				
2 g	6	5,5	3		1	0,9	0,5	1
5 g	8	7	4,5		1,4	1,25	0,5	1
10 g	10	9	6		1,6	1,5	0,5	1
20 g	13	11,5	7,5		2	1,8	0,5	1,5
50 g	18	16	10		3	2,5	1	2
20 g	13	11,5	7,5		2	1,8	0,5	1,5
50 g	18	16	10		3	2,5	1	2
20 g	13	11,5	7,5		2	1,8	0,5	1,5
50 g	18	16	10		3	2,5	1	2
100 g	22	20	13		4	3,5	1	2
200 g	28	25	16		4,5	4	1,5	3,2
500 g	38	34	22		6	5,5	1,5	3,2
1 kg	48	43	27		8	7	2	5
2 kg	60	54	36		10	9	2	5
5 kg	80	72	46		13	12	2	10
10 kg	100	90	58		17	15	3	10

Sin cavidad de ajuste

Variante 1

CAVIDADES DE AJUSTE

Variante 2

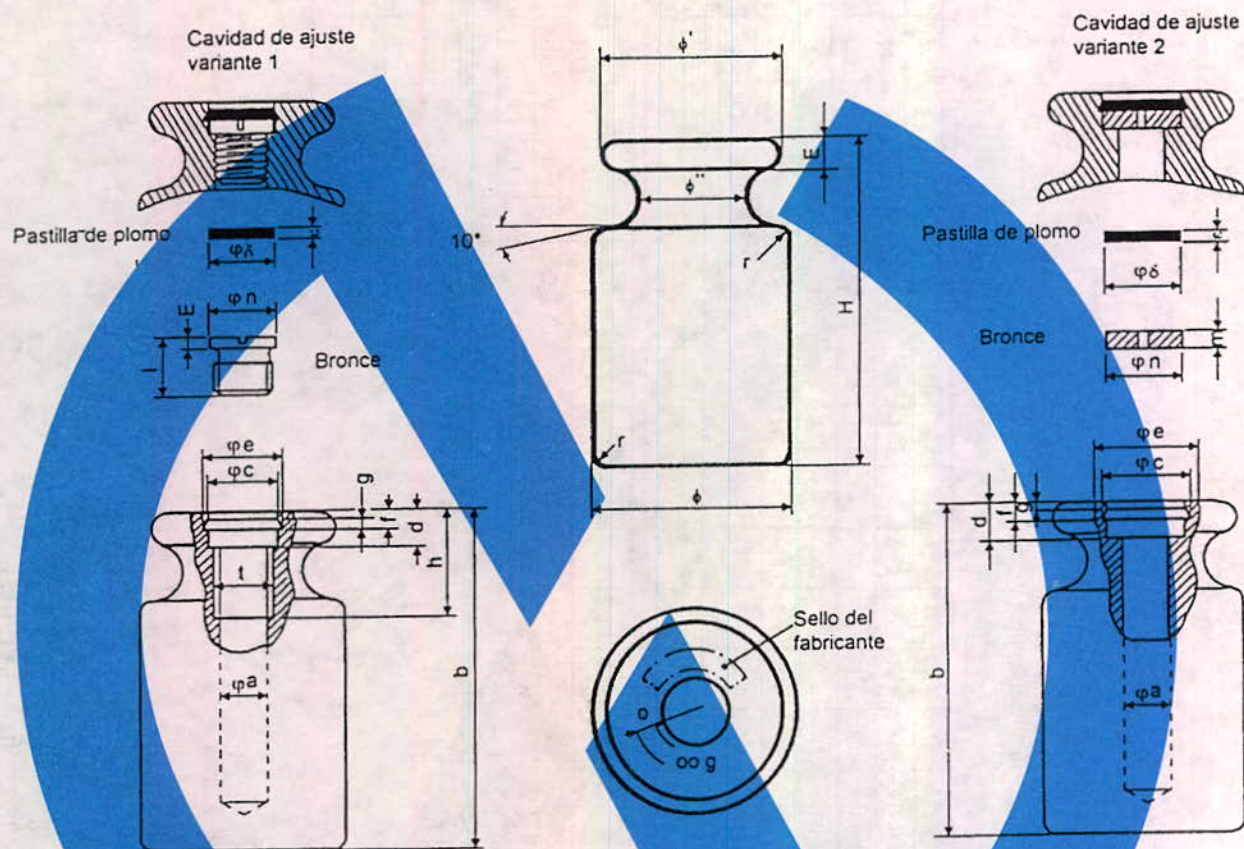
De acuerdo con norma																						
a	b	c	d	e	f	g	h	i	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y
18	5,5	2,5	6,5	1,5	1	9	M4x0,5	5	1	5	5	1	3	18	5,5	2,5	6,5	1,5	1	1	5	
25	7,5	3,5	9	2	1	10	M6x0,5	5	1,5	7	7	1,5	4,5	25	7,5	3,5	9	2	1	1,5	7	
30	7,5	3,5	9	2	1	10	M6x0,5	5	1,5	7	7	1,5	4,5	25	7,5	3,5	9	2	1	1,5	7	
40	10,5	4,5	12	2,5	1,5	15	M8x1	8	2	10	10	2	7	40	10,5	4,5	12	2,5	1,5	2	10	
50	10,5	4,5	12	2,5	1,5	15	M8x1	8	2	10	10	2	7	50	10,5	4,5	12	2,5	1,5	2	10	
65	18,5	7	20	4	2,5	20	M14x1,5	13	3	18	18	3	12	65	18,5	7	20	4	2,5	3	18	
80	18,5	7	20	4	2,5	20	M14x1,5	13	3	18	18	3	12	80	18,5	7	20	4	2,5	3	18	
120	24,5	8	26,5	4	2,5	35	M20x1,5	18	4	24	24	4	18	120	24,5	8	26,5	4	2,5	4	24	
160	24,5	8	26,5	4	2,5	35	M20x1,5	18	4	24	24	4	18	160	24,5	8	26,5	4	2,5	4	24	

De acuerdo con norma

(Roscas según ISO/R 261)

La profundidad b de las cavidades de ajuste solo se da como indicación

A.2. Pesas cilíndricas



A.3 PESAS DE BARRA RECTANGULAR TIPO 1

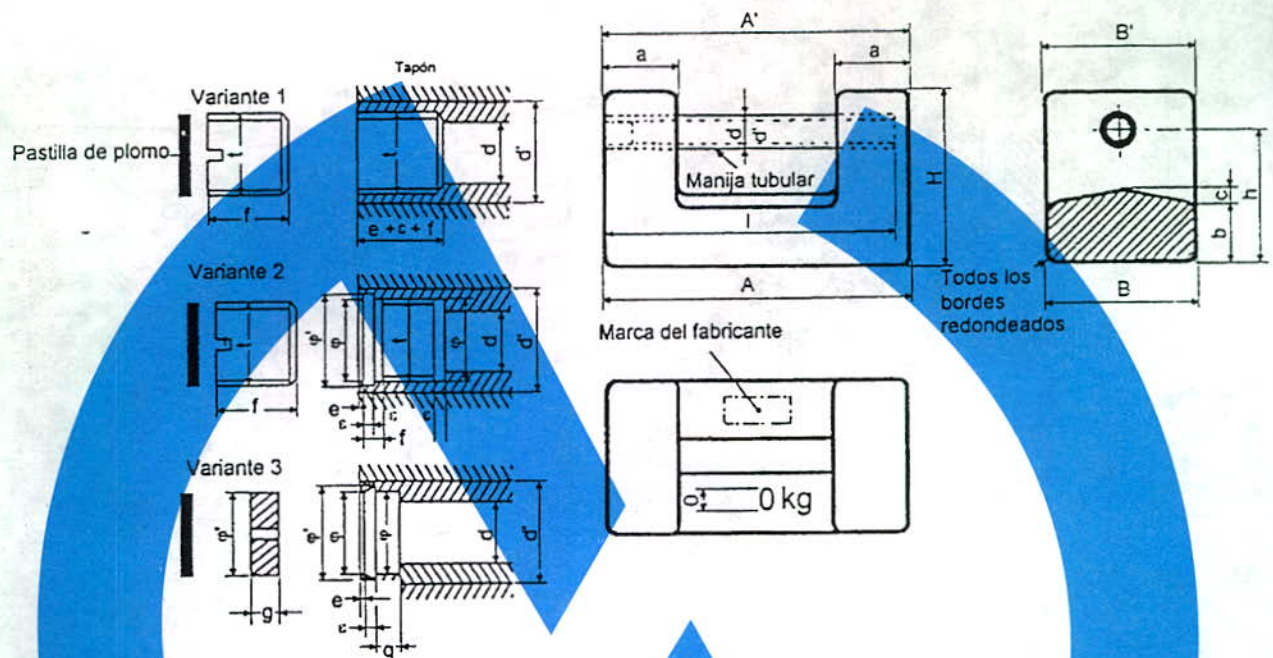


Tabla de dimensiones (milímetros)

Valor nominal	A	A'	B	B'	H	a	b	c	h	d/d'	l	r	o	t	f	e	ε	φ	φ'	φ''	g
5 kg	150	152	75	77	84	36	30	6	66	12/20	145	5	12	M16×1,5	14	1	2	16,5	18	16	5
10 kg	190	193	95	97	109	46	38	8	84	12/20	185	6	16	M16×1,5	14	1	2	16,5	18	16	5
20 kg	230	234	115	117	139	61	52	12	109	24/32	220	8	20	M27×1,5	21	2	3	27,5	30	27	8
50 kg	310	314	155	157	193	83	74	16	152	24/32	300	10	25	M27×1,5	21	2	3	27,5	30	27	8

Dimensiones A y A' así como B y B' pueden ser lo opuesto, o se puede invertir

(rosca acordada por la ISO/R261)

A.4 PESAS DE BARRAS RECTANGULARES

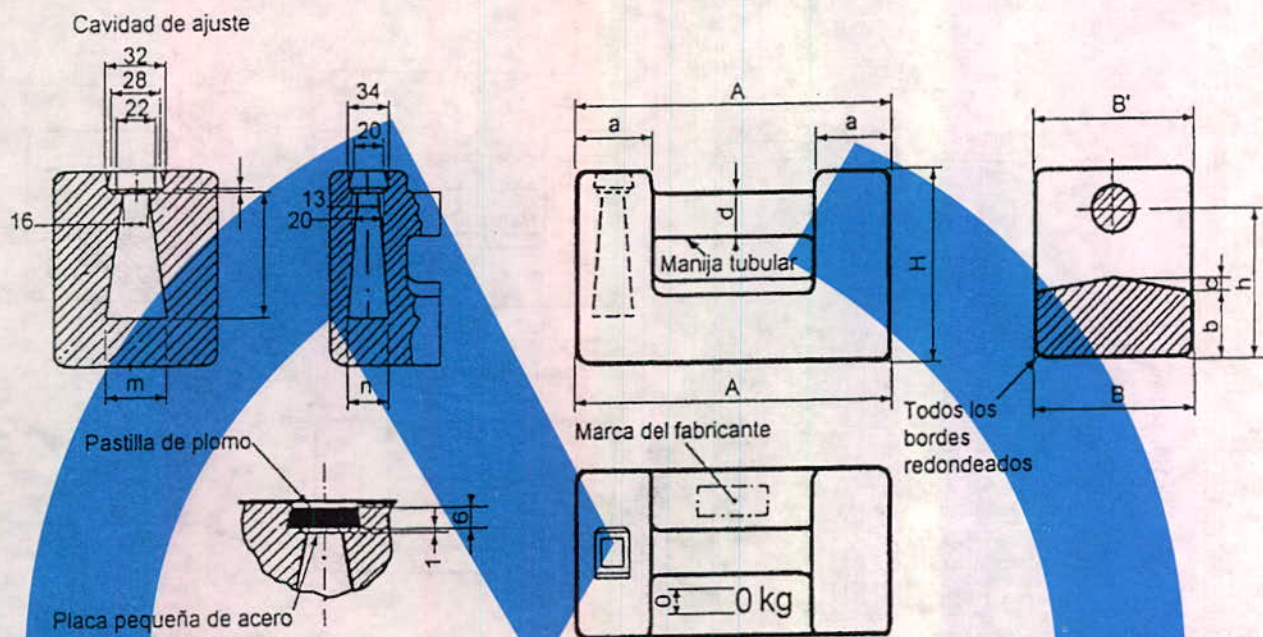


Tabla de dimensiones (milímetros)

Valor nominal	A	A'	B	B'	H	a	b	c	h	d	r	o	m	n	p
5 kg	150	152	75	77	84	36	30	6	66	19	5	12	16	13	55
10 kg	190	193	95	97	109	46	38	8	84	25	6	16	35	25	70
20 kg	230	234	115	117	139	61	52	12	109	29	8	20	50	30	95
50 kg	310	314	155	157	192	83	74	16	152	40	10	25	70	40	148

Las dimensiones A y A' e pueden invertir, al igual fue B y B'.

Las dimensiones m, n, p de las cavidades de ajustes dan sólo como indicación

ANEXO B

INCERTIDUMBRES PARA LAS PESAS

NOTA PRELIMINAR:

Las disposiciones y cálculos de este Anexo no son obligatorios y se deben considerar como una guía. Solamente son obligatorios los siguientes cuatro pasos:

1. El valor de la incertidumbre expandida U debe incluir todos los componentes de incertidumbre que surgen de las normas usadas, de los procesos de pesaje y del empuje del aire.
2. Una declaración de incertidumbre se debe apoyar en los registros mediante una lista completa de los componentes considerados, especificando para cada componente el método usado para obtener su valor numérico.
3. Para componentes de incertidumbre evaluados por métodos estadísticos, se debe establecer la relación entre la incertidumbre indicada y la desviación estándar (valor σ de la media) (se puede usar el factor t de Student).
4. Se debe especificar el método para combinar los diferentes componentes de incertidumbre mencionados en el punto 1, y debe estar basado en la Recomendación o Norma reconocida.

B.1 TERMINOLOGÍA

Nota: La terminología usada en esta Guía se ajusta a la "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", publicada por ISO a nombre de BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML (Primera edición 1993).

B.1.1 Incertidumbre de la medición

Parámetro, asociado con el resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que se podrían atribuir a la magnitud objeto de medición.

Nota: La incertidumbre de la medición comprende, en general, varios componentes que se pueden agrupar en dos categorías, de acuerdo con el método usado para estimar su valor numérico:

- A. Componentes evaluados por métodos estadísticos para una serie de determinaciones repetidas.
- B. Componentes evaluados por otros medios.

B.1.2 Incertidumbre estándar

Incetidumbre del resultado de una medición, expresada como una desviación estándar estimada.

B.1.3 Incertidumbre estándar combinada (u_c)

Incetidumbre estándar del resultado de una medición cuando ese resultado se obtiene de los valores de un número de magnitudes; es igual a la raíz cuadrada positiva de la suma apropiada de las varianzas y covarianzas de esa magnitud. La varianza de una magnitud es el cuadrado de su desviación estándar.

B.1.4 Incertidumbre expandida

La incertidumbre expandida U se obtiene multiplicando la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura k .

$$U = k \times u_c$$

B.1.5 Factor de cobertura k - Nivel de confianza

En la mayoría de los casos, es apropiado usar el factor $k = 2$.

Para distribución normal, el factor $k = 2$ significa que los límites de la incertidumbre expandida se aplican cuando el nivel de confianza es aproximadamente del 95 %.

B.2 INCERTIDUMBRES PARA LAS PESAS

$$u^2_C = u^2_A + u^2_B$$

Con u_A , u_B : incertidumbres estándar de la categoría A y B respectivamente.

B.2.1 Incertidumbres en el proceso del pesaje (categoría A)

B.2.1.1 Pesas de clase F_2 e inferiores

La incertidumbre estándar u_w , que se basa en la suposición de una distribución estadística rectangular, se da por:

$$u_w = \frac{a_w}{\sqrt{3}}$$

En donde a_w es un estimado de una variación máxima, igual, o:

- la mitad del ancho de la variación observada, o
- el intervalo de la escala “d” de la balanza usada,

la mayor de las anteriores.

B.2.1.2 Pesas clase E_1 , E_2 y F_1

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k$$

con $\bar{x}$: promedio de los resultados de n determinaciones de masa x_k

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum (x_k - \bar{x})^2$$

con s : desviación estándar de $\bar{x}$

$$u_A = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Si el número n de datos es menor de 10, u_A se debe multiplicar por el factor t_r , dado en la tabla siguiente:

n	t_r
2	7,0
3	2,3
4	1,7
5	1,4
6	1,3
7	1,3
8	1,2
9	1,2

Los factores t_r se aplican para $k=2$ y se derivan de las distribuciones normal y de estudio (Documento 19 WECC-1990, Anexo B, Tabla 1).

Si se toman series idénticas de mediciones en diferentes días o bajo diferentes circunstancias, y si estas Series se diferencian en mucho más que las incertidumbres de una sola serie, una incertidumbre estándar u_A se debe calcular reemplazando en la ecuación (1) y (2) x_k por las medias de la serie y n por el número de las series. Si u''_A es la incertidumbre estándar de una serie individual, u_A se obtiene por:

B.2.2 Otras incertidumbres (Categoría B)

La incertidumbre u_B de la categoría B normalmente está compuesta de las incertidumbres u_N (pesa de referencia), u_b (empuje del aire), y u_s (sensibilidad de la balanza).

$$u_B^2 = u_N^2 + u_b^2 + u_s^2$$

B.2.2.1 Incertidumbre en el estándar (categoría B)

La incertidumbre estándar u_N asociada con la masa de la pesa de referencia se debe calcular a partir de su certificado de calibración, dividiendo la incertidumbre expandida indicada, U , por el factor de cobertura indicado, k .

$$u_N = \frac{U}{k}$$

En los casos en que se carezca de la incertidumbre expandida indicada asociada con la pesa de referencia, se debe suponer una incertidumbre de acuerdo con la clase de exactitud de la pesa de referencia, como se especifica en el numeral 3.2.

B.2.2.2 Combinaciones de las pesas de referencia

Si se usan combinaciones de las pesas de referencia, se deben tener en cuenta las covarianzas. Sin embargo, en la mayoría de los casos las covarianzas son desconocidas, porque normalmente no se dan en los certificados. En este caso, como las pesas del mismo juego normalmente tienen covarianzas grandes, la incertidumbre estándar combinada u_N se debe calcular como la suma:

$$u_N = \sum u_{Ni}$$

de las incertidumbres estándar u_{Ni} de las pesas de referencia individuales. Entonces, u_N es un estimado superior para la incertidumbre estándar combinada (coeficiente de correlación supuestas: 1).

B.2.2.3 Empuje del aire

No es necesario corregir el empuje del aire y u_b se puede considerar despreciable bajo la siguiente condición:

$$C \leq \frac{1}{3} \frac{U}{m_o}$$

con:

$$C = \frac{(\rho_r - \rho_l)(\rho_a - \rho_o)}{\rho_r \rho_l}$$

ρ_a = densidad del aire

ρ_o = 1,2 kg m⁻³

ρ_r = densidad de la pesa de referencia

ρ_l = densidad de la pesa de ensayo

m_o = valor nominal de la pesa

En todos los demás casos se debe aplicar un factor de corrección del empuje del aire multiplicando m_C (pesa de referencia) con el factor $(1 + C)$. Cuando la densidad del aire durante de la pesa de ensayo es igual a la densidad del aire durante el pesaje de la pesa de referencia (m_r), u_b se calcula entonces de las incertidumbres estándar (teniendo en cuenta el factor de cobertura k (B.1.4, B.1.5)) de la densidad del aire, de la densidad u_{p_a} del material de la pesa de referencia u_{pr} , y de la pesa de ensayo u_{pl} , así:

$$u_b^2 = \left[m_r \frac{\rho_r - \rho_l}{\rho_r \rho_l} u_{ra} \right]^2 + (m_r (\rho_a - \rho_o))^2 \left[\frac{u_{pr}^2}{\rho_r^4} + \frac{u_{pl}^2}{\rho_l^4} \right]$$

B.2.2.4 Sensibilidad de la balanza

La incertidumbre asociada con la sensibilidad de la balanza u_s se debe estimar de un procedimiento de calibración teniendo en cuenta la diferencia de indicación o de deflexión observada entre la pesa de referencia y la pesa de ensayo.

ANEXO C
(Informativo)

**COMPARACIÓN ENTRE LAS CLASES ESTABLECIDAS EN LA RECOMENDACIÓN OIML R 111:1994
Y LA NORMA ASTM E-617-91**

A los efectos de establecer una comparación entre las pesas y sus clasificaciones según la Recomendación Internacional OIML R 111 y la norma ASTM E-617-91 se sugiere tomar en cuenta el error máximo permisible, teniendo como referencia las establecidas por la OIML, de manera que cuando el error máximo permisible de una clase según ASTM para un valor nominal equivalente en OIML sea superior a este, se deben clasificar según la clase OIML inmediata inferior (véase tabla C.1).

Cuando no exista un valor nominal equivalente la clasificación no es aplicable. En un informe o certificado de un laboratorio de calibración puede referirse el error de esta pesa.

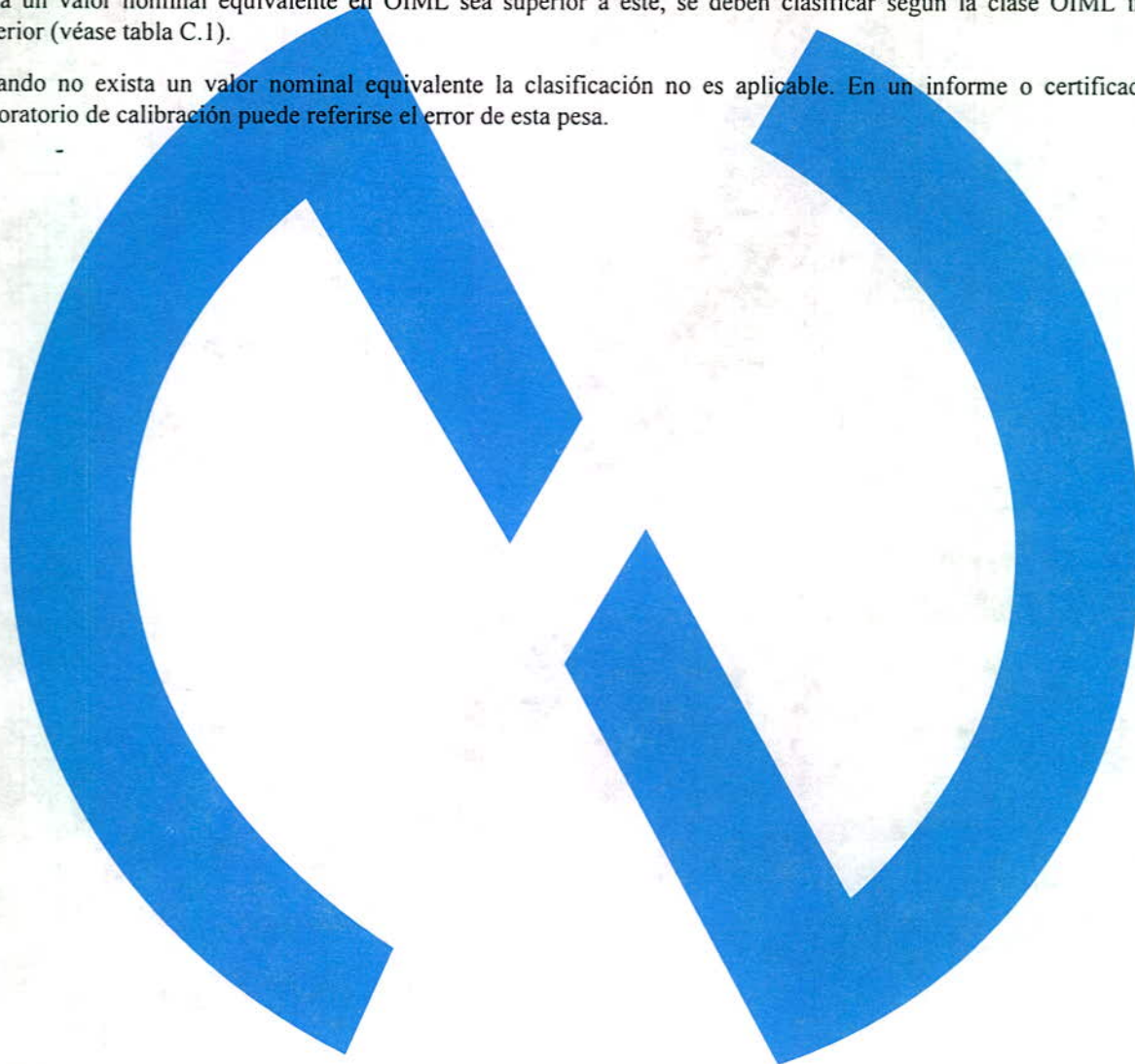


TABLA C.1.- Comparación entre las clases establecidas en la recomendación OIML R 111:1994 y la norma ASTM E-617-91

[illegible]

COVENIN
3541:1999
(OIML R 111:1994)

CATEGORÍA
D

FONDONORMA

Av. Andrés Bello Edif. Torre Fondo Común Pisos 11 y 12

Telf. 575.41.11 Fax: 574.13.12

CARACAS

publicación de:



FONDONORMA

I.C.S: 17.060

ISBN: 980-06-2470-8

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS

Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio.

Descriptores: Pesas, metrología, pesas de precisión, peso.