

RECOMENDACIÓN  
INTERNACIONAL

**OIML R 60**  
**Anexos**

Edición 2021 (E)

---

Regulación metrológica para celdas de carga

Anexos

Réglementation métrologique des cellules de pesée

Annexes

---



ORGANISATION INTERNATIONALE  
DE MÉTROLOGIE LÉGALE

---

INTERNATIONAL ORGANIZATION  
OF LEGAL METROLOGY

Traducida para CAFIPEM por Dilva Leunda Tosi  
Marzo 2022



## Contenidos

Prólogo	.....	4
Anexo A	Definiciones de otras publicaciones internacionales aplicables.....	5
Anexo B	Certificado OIML para celdas de carga – Contenido del certificado.....	7
Anexo C	Certificado OIML para celdas de carga.....	9
Anexo D	Selección de celda/s para ensayo- un ejemplo práctico.....	13
Anexo E	Transmisión de carga a la celda de carga.....	20
Anexo F	Bibliografía.....	24

## Prólogo

La Organización Internacional de Metrología Legal (OIML) es una organización mundial, e intergubernamental, cuyo objetivo primario es armonizar las regulaciones y los controles metrológicos, de sus Estados Miembros, aplicados por los servicios metrológicos nacionales u organizaciones relacionadas. Las categorías principales de las publicaciones de OIML son:

- **Recomendaciones Internacionales (OIML R):** son regulaciones modelo, que establecen las características metrológicas requeridas por ciertos instrumentos de medición y, que especifican métodos y equipamiento para verificar su conformidad. Los Estados Miembro de OIML implementarán estas Recomendaciones, en la mayor medida posible;
- **Documentos Internacionales (OIML D):** son documentos de naturaleza informativa, que pretenden armonizar y mejorar el trabajo en el campo de la metrología legal;
- **Guías Internacionales (OIML G):** que también son documentos de naturaleza informativa, como los anteriores, que pretenden dar directrices para la aplicación de ciertos requerimientos de la metrología legal; y
- **Publicaciones Básicas Internacionales (OIML B):** definen las reglas operativas de los varios sistemas y estructuras de OIML.

Los Proyectos de Recomendaciones, Documentos y Guías, son desarrollados por Comisiones Técnicas o Subcomisiones, que incluyen representantes de los Estados Miembros. Algunas instituciones internacionales y regionales también participan de una consulta base. Se han establecido acuerdos cooperativos entre OIML y ciertas instituciones, tales como ISO y la IEC, con el objetivo de evitar requisitos contradictorios. Consecuentemente, los fabricantes y usuarios de instrumentos de medida, laboratorios de ensayo, etc... pueden aplicar de manera simultánea las publicaciones OIML y las de otras instituciones.

Las Recomendaciones Internacionales, los Documentos, las Guías y las Publicaciones Básicas se publican en inglés (E) y se traducen al francés (F), y están sujetas a revisiones periódicas.

Adicionalmente la OIML publica o participa en las publicaciones de **Vocabularios (OIML V)** y periódicamente comisiona a expertos en metrología legal para escribir **Reportes de Expertos (OIML E)**. Los Reportes de Expertos tienen como objetivo proporcionar información y asesoramiento, y están escritos solamente desde el punto de vista de su autor, sin la participación de una Comisión o de una Subcomisión Técnica, ni de la Comisión Internacional de Metrología Legal (CIML). Por lo tanto, no necesariamente representan el punto de vista de la OIML.

Esta publicación – Anexos a OIML R 60:2021– es una edición actualizada (desarrollada por el Comité de Gerenciamiento del Sistema de Certificación de la OIML (OIML Certification System Management Committee) de los Anexos de la R 60:2017 (desarrollada por el Grupo de Proyecto 1, del Comité Técnico de la OIML TC 9 *Instrumentos para medición de masa y densidad*). Esta edición actualizada consolida la Enmienda (2019-12-23) a R 60:2017 e incluye algunos cambios editoriales y técnicos menores. Fue aprobada para su publicación final, por la Comisión Internacional de Metrología Legal en octubre de 2021 en ocasión de su reunión número 56 y fue sancionada por la 16 Conferencia Internacional de Metrología Legal en el 2021. Reemplaza a la edición previa de R 60 fechada 2017.

Las Publicaciones OIML se pueden descargar de la página web de la OIML con formato de archivos PDF. Información adicional sobre Publicaciones de OIML se pueden solicitar a la Jefatura de la Organización.

*Bureau International de Métrologie Légale*

*11, rue Turgot - 75009 Paris - France*

*Téléphone: 33 (0)1 48 78 12 82*

*Fax: 33 (0)1 42 82 17 27*

*E-mail: [biml@oiml.org](mailto:biml@oiml.org)*

*Internet: [www.oiml.org](http://www.oiml.org)*

## **Anexo A** **(Mandatorio)**

### **Definiciones de otras publicaciones internacionales aplicables**

#### **A.1 Definiciones de OIML D 11 [4]**

##### **A.1.1 instrumento de medición electrónico (OIML D 11, 3.1)**

instrumento destinado a medir una cantidad eléctrica o no eléctrica, utilizando medios electrónicos y/o equipados con dispositivos electrónicos

##### **A.1.2 módulo (OIML D11, 3.2)**

dispositivo que realiza una función o funciones específicas, siendo fabricado y construido (habitualmente) de manera tal que puede ser evaluado individualmente de acuerdo con los requerimientos de funcionamiento metrológico y técnico prescritos.

##### **A.1.3 dispositivo (OIML D 11, 3.3)**

instrumento identificable o parte de un instrumento o de una familia de instrumentos que realiza una función o funciones específicas.

##### **A.1.4 funcionalidad de verificación (OIML D11, 3.19)**

funcionalidad que posee un instrumento de medición y que le permite detectar y actuar sobre fallas significativas.

##### **A.1.5 funcionalidad de verificación automática (OIML D 11, 3.19.1)**

funcionalidad de verificación que opera sin la intervención de un operador.

##### **A.1.6 funcionalidad de verificación automática permanente (tipo P) (OIML D 11, 3.19.1.1)**

funcionalidad de verificación automática que opera en cada ciclo de medición.

##### **A.1.7 funcionalidad de verificación automática intermitente (tipo I) (OIML D 11, 3.19.1.2)**

funcionalidad de verificación automática que opera entre ciertos intervalos de tiempo o cuando han transcurrido un número fijo de ciclos de medición.

##### **A.1.8 funcionalidad de verificación no automática (tipo N) (OIML D 11, 3.19.2)**

funcionalidad de verificación que requiere la intervención de un operador.

##### **A.1.9 funcionalidad de protección de la durabilidad (OIML D 11, 3.20)**

funcionalidad incorporada en un instrumento de medición que permite detectar errores de durabilidad significativos y actuar sobre ellos.

### **A.1.10**

#### **ensayo (OIML D 11, 3.21)**

serie de operaciones destinadas a verificar el cumplimiento del equipamiento bajo ensayo (IBE) con los requerimientos específicos.

### **A.1.11**

#### **procedimiento de ensayo (OIML D 11, 3.21.1)**

Descripción detallada de las operaciones de ensayo.

### **A.1.12**

#### **ensayo de funcionamiento (OIML D 11, 3.21.4)**

ensayo destinado a verificar si el IBE es capaz de cumplir las funciones para las cuales fue diseñado.

### **A.1.13**

#### **alimentación de red (OIML D 11, 3.22)**

fuerza externa primaria de potencia eléctrica para alimentar un instrumento, incluyendo todos los subconjuntos. (Ejemplos: redes de alimentación públicas o locales (CA o CC) o generador externo).

### **A.1.14**

#### **convertidor de tensión (dispositivo de alimentación) (OIML D 11, 3.23)**

subconjunto que convierte el voltaje de la alimentación de red a un voltaje adecuado para otros subconjuntos.

### **A.1.15**

#### **batería auxiliar (OIML D 11, 3.25)**

batería que está:

- montada en, o conectada a un instrumento que puede ser energizado también por la alimentación de red y que también
- es capaz de alimentar al instrumento completo por un período razonable de tiempo

### **A.1.16**

#### **batería de respaldo (OIML D 11, 3.26)**

batería que está destinada a mantener la alimentación para funciones específicas de un instrumento, en ausencia de la alimentación primaria que incluye tanto la alimentación de red como la batería auxiliar.

*Ejemplo:* Preservar los datos almacenados

## **A.2 Definiciones de OIML R 76 [1]**

### **A.2.1**

#### **módulo de pesaje (OIML R 76-1, T.2.2.7)**

parte del instrumento de pesar que comprende todos los dispositivos mecánicos y electrónicos (es decir, receptor de carga, dispositivo transmisor de carga, celda de carga y dispositivo de procesamiento de datos analógicos o dispositivo de procesamiento de datos digitales) pero que no tiene los medios para visualizar el resultado del pesaje. Opcionalmente, puede tener dispositivos para procesar además los datos (digitales) y operar el instrumento.

**Anexo B**  
**(Mandatorio)**  
**Certificado OIML para celdas de carga -**  
**Contenido del certificado**

La plantilla del certificado OIML que puede ser descargada de la sección “Documentación” del Sistema de Certificación OIML-CS (Certification System (OIML-CS)) que es parte del sitio web de la OIML, deberá estar suplementada con la siguiente información adicional:

<i>Designación del modelo</i>				
Capacidad máxima, $E_{\text{máx}}$				
Clase de precisión				
Número máximo de divisiones de verificación de la celda de carga, $n_{LC}$				
División de verificación mínima de la celda de carga, $v_{\text{mín}}$				
Factor de distribución, $p_{LC}$				

Se pueden incluir en este certificado o si es necesario en páginas adicionales, características adicionales e identificación, como las que se indican en R 60-1, 3.4.2 y 5.1.5 y según corresponda. Se utiliza el formato que sigue abajo.

<i>Designación del modelo</i>				
(Características adicionales según R 60-1, 3.4.2 y 5.1.5)				

Condiciones especiales:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## B.1 Contenidos de páginas adicionales al certificado (Informativo)

Nombre y tipo de la celda de carga:.....

## B.2 Datos técnicos

Los datos técnicos esenciales para los certificados OIML se listan en el certificado (a pedido del fabricante). Alternativamente, en el caso de espacio limitado en el certificado, se puede proveer la información siguiente en páginas adicionales al certificado:

Tabla B.1 – Datos técnicos

Designación de modelo	Designación	Ejemplo				Unidades
Clasificación		C4				
Marcados adicionales		–				
Número máximo de divisiones de verificación de la celda de carga	$n_{LC}$	4 000				
Capacidad máxima	$E_{m\acute{a}x}$	30 000				kg
Carga muerta mínima, relativa	$E_{m\acute{i}n} / E_{m\acute{a}x}$	0				%
División de verificación mínima relativa, de una celda de carga (Y)	$Y = (E_{m\acute{a}x} - E_{m\acute{i}n}) / v_{m\acute{i}n}$	24 000				
Retorno a cero relativo (Z)	$Z = (E_{m\acute{a}x} - E_{m\acute{i}n}) / (2 \times DR)$	7 500				
Salida nominal*		2.5				mV/V*
Voltaje máximo de excitación		30				V
Impedancia de entrada (para celdas de cargas a galgas extensiométricas)	$R_{LC}$	4 000				$\Omega$
Rango de temperatura		– 10/+ 40				°C
Carga segura límite, relativa	$E_{l\acute{i}m} / E_{m\acute{a}x}$	150				%
Longitud del cable		3				m
Características adicionales según R 60-1, 3.4.2 y 5.1.5**		–				

\* Nota: para celdas de carga con salida digital, esto se refiere al número de cuentas para  $E_{m\acute{a}x}$

\*\* Nota: para celdas de carga con salida digital, esto no se requiere



## Anexo C (Informativo) Certificado OIML para celdas de carga

Este Anexo se provee como un ejemplo de la información suplementaria que puede incluirse en el certificado OIML y que está destinada a complementar la información que se muestra en el Anexo B.

### C.1 Historial del certificado

Versión del certificado	Fecha	Cambios esenciales
Rev. 0	DD MM YYYY	Primer certificado emitido

### C.2 Datos técnicos

Las características metrológicas de las celdas de carga tipo xxx se listan en la Tabla C2. Los datos técnicos adicionales se listan en la hoja de datos del fabricante (ver la sección “6 Hoja de datos y dimensiones” en este anexo).

Tabla C2 – Datos esenciales

Clase de precisión			C
Número máximo de divisiones de verificación de la celda de carga	$n_{LC}$		3000
Salida nominal		mV/V	2
Capacidad máxima	$E_{m\acute{a}x}$	kg	150 / 200 / 250 / 300 / 500 / 750
División mínima de verificación de la celda de carga	$v_{m\acute{i}n} = (E_{m\acute{a}x} - E_{m\acute{i}n}) / Y$	kg	$E_{m\acute{a}x} / 15000$
Retorno a cero	$DR = 1/2 (E_{m\acute{a}x} - E_{m\acute{i}n}) / Z$	kg	$1/2 (E_{m\acute{a}x} - E_{m\acute{i}n}) / 5000$

Carga muerta: xxx %  $E_{m\acute{a}x}$ ; Carga segura: xxx %  $E_{m\acute{a}x}$ ; Impedancia de entrada: xxx  $\Omega$

### C.3 Ensayos

La determinación del error de medición, la estabilidad de la salida para la carga muerta, la repetibilidad y el creep en el rango de temperatura de  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , así como los ensayos de los efectos de la presión barométrica y la determinación de los efectos de calor húmedo en régimen permanente, se realizaron de acuerdo con OIML R 60 como se muestra en la Tabla C3, en la celda de carga denominada en el reporte de ensayo con la referencia Número xxx, fechado xxx.

Tabla C3 – Ensayos realizados

Ensayo	R 60	Muestras ensayadas	Resultados
Ensayo de temperatura y repetibilidad a (20 / 40 / -10 / 20 °C)	R 60-1, 5.3.2; 5.4; R 60-2, 2.10.1	150 kg	+
Efecto de temperatura sobre la salida correspondiente a la carga muerta mínima a (20 / 40 / -10 / 20 °C)	R 60-1, 5.6.1.3; R 60-2, 2.10.1.16	150 kg	+
Ensayo de Creep a (20 / 40 / -10 / 20 °C)	R 60-1, 5.5.1; R 60-2, 2.10.2	150 kg	+
Retorno a cero a (20 / 40 / -10 / 20 °C)	R 60-1, 5.5.2; R 60-2, 2.10.3	150 kg	+
Efectos de la presión barométrica a temperatura ambiente	R 60-1, 5.6.2; R 60-2, 2.10.4	150 kg	+
Ensayo de calor húmedo, estático, celda marcada SH	R 60-1, 5.6.3.2; R 60-2, 2.10.6	150 kg	+

#### C.4 Descripción de la celda de carga

##### Ejemplo

Las celdas de carga (LC) de las series xxx son celdas doble viga (apoyada-apoyada). Están fabricadas en aluminio y las galgas extensiométricas están herméticamente selladas. En la hoja de datos se indican otras características esenciales (ver la sección “6 Hoja de datos y dimensiones” en este anexo).

[Incluir una foto/diagrama de la celda de carga]

Figura 1 – Celda de carga tipo xxx

La designación completa del modelo está indicada, como se especifica en el ejemplo, en la placa identificatoria

[Incluir una foto/diagrama de la placa identificatoria]

Figura 2 – Placa identificatoria

## C.5 Documentación

Ejemplo

- Reporte de ensayo Nro. xxx; C3;  $Y = xxx$ ;  $Z = xxx$ ;  $E_{\text{máx}} = xxx$  kg; SN: xxx
- Hoja de datos Nro. Xxx
- Plano Nro. Xxx

## C.6 Más información

El proceso de fabricación, material y sellado (es decir, protección contra el medio ambiente) de las celdas de carga producidas, estará de acuerdo con las muestras ensayadas; los cambios esenciales deberán ser identificados y comunicados a la autoridad de aplicación y son admisibles solamente con el permiso de la autoridad de aplicación, en base al impacto que generen en el proceso de certificación.

Se incluirá información adecuada para describir el diseño de patente.

Los errores típicos relacionados con la linealidad, histéresis y el coeficiente de temperatura tal como se indican en la hoja de datos, señalan posibles errores simples de una muestra, sin embargo, el error integral de cada modelo está determinado por el error máximo permitido de acuerdo con OIML R 60-1, 5.3.2.

Los datos técnicos, las dimensiones de la celda de carga y el principio de transmisión de carga figuran en la sección 7 de este Anexo, “Hoja de datos y dimensiones” y se deben cumplir.

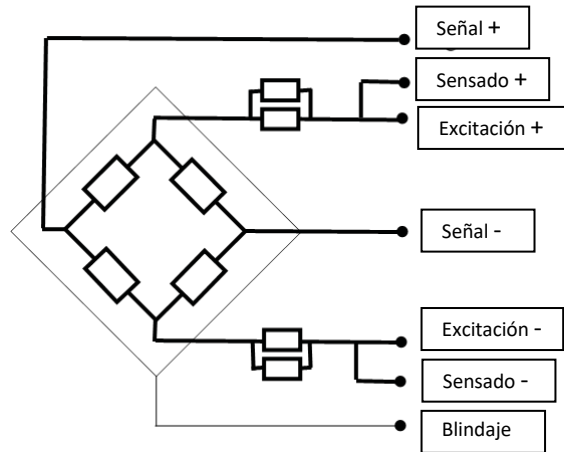
## C.7 Hoja de datos y dimensiones

Especificaciones de la familia de la celda de carga

Clase de precisión de acuerdo con OIML R 60			C
Salida nominal		mV/V	$2.0 \pm 0.2$
Capacidad máxima	$E_{\text{máx}}$	kg	150 / 200 / 250 / 300 / 500 / 750
Nro. máx. de divisiones de verificación de la celda de carga	$n_{LC}$		3000
División mín de verificación de la celda de carga	$v_{\text{mín}}$	kg	$E_{\text{máx}} / 15000$
Retorno a cero (MDLOR)	DR	kg	$\frac{1}{2} \cdot E_{\text{máx}} / 5000$
Carga muerta mínima		$\% \cdot E_{\text{máx}}$	0
Carga segura límite		$\% \cdot E_{\text{máx}}$	150
Carga de rotura		$\% \cdot E_{\text{máx}}$	300
Voltaje de excitación, recomendado	$U_{\text{EXE}}$	V	10 – 12 CC
Voltaje de excitación, máximo		V	15 DC
Resistencia de entrada	$R_{LC}$	$\Omega$	$404 \pm 10$
Resistencia de salida	$R_{\text{out}}$	$\Omega$	$350 \pm 3$
Resistencia de la aislación	$R_{\text{ISO}}$	M $\Omega$	$\geq 2000$
Rango de temperatura compensado	T	$^{\circ}\text{C}$	- 10 ... + 40
Material de la celda de carga			Aluminio
Longitud del cable	L	m	2
Recubrimiento			Goma siliconada

### C.8 Cableado

La celda de carga se provee con un cable blindado de 4 ó 6 hilos. La longitud del cable se indica en el documento que se acompaña. El blindaje se conectará o no a la celda de carga, de acuerdo con las preferencias del cliente.



### C.9 Conexiones

Conexiones	4-cables	6- cables
Excitación +	rojo	rojo
Excitación -	negro	negro
Señal +	verde	verde
Señal -	blanco	blanco
Sensado +	--	azul
Sensado -	--	amarillo
Blindaje	morado	morado
Longitud del cable	2 m	

### C.10 Dimensiones

[Incluir una foto/diagrama de las dimensiones de la celda de carga]

## Anexo D (Informativo)

### Selección de la/s celda/s de carga para ensayo- un ejemplo práctico

**D.1** Este anexo describe un ejemplo práctico que muestra el procedimiento completo para la selección de muestras a ensayar, que sean representativas de una familia de celdas de carga.

**D.2** Considerar una familia que consiste en tres grupos de celdas de carga, que difieren en la clase, en el número máximo de intervalos de verificación:  $n_{LC}$ , y en las capacidades máximas:  $E_{m\acute{a}x}$ . Las capacidades máximas:  $E_{m\acute{a}x}$  se solapan entre los grupos de acuerdo con el siguiente ejemplo:

Grupo 1: Clase C,  $n_{LC} = 6\ 000$ ,  $Y = 18\ 000$ ,  $Z = 6\ 000$   
 $E_{m\acute{a}x}$ : 50 kg, 100 kg, 300 kg y 500 kg

Grupo 2: Clase C,  $n_{LC} = 3\ 000$ ,  $Y = 12\ 000$ ,  $Z = 4\ 000$   
 $E_{m\acute{a}x}$ : 100 kg, 300 kg, 500 kg, 5 000 kg, 10 t, 30 t y 50 t

Grupo 3: Clase B,  $n_{LC} = 10\ 000$ ,  $Y = 25\ 000$ ,  $Z = 10\ 000$   
 $E_{m\acute{a}x}$ : 500 kg, 1 000 kg y 4 000 kg

**D.2.1** Resumir y clasificar las celdas de carga en relación con  $E_{m\acute{a}x}$  y a la clase de precisi3n como sigue:

Clase $n_{LC}$ Grupo	Y	<--- menor $E_{m\acute{a}x}$ , kg ---> mayor									
		$v_{m\acute{m}n}$ , kg									
C3 3 000 2	12 000		100	300	500			5 000	10 000	30 000	50 000
	4 000		0.0083	0.025	0.042			0.42	0.83	2.5	4.17
C6 6 000 1	18 000	50	100	300	500						
	6 000	0.0028	0.0055	0.0167	0.028						
B10 10 000 3	25 000				500	1 000	4 000				
	10 000				0.020	0.040	0.16				

**D.2.2** Identificar de acuerdo con R 60-2, 2.4, las celdas de carga de menor capacidad en cada grupo a ensayar:

Clase $n_{LC}$ Grupo	Y	<--- menor $E_{m\acute{a}x}$ , kg ---> mayor									
		$v_{m\acute{m}n}$ , kg									
C3 3 000 2	12 000		100	300	500			5 000	10 000	30 000	50 000
	4 000		0.0083	0.025	0.042			0.42	0.83	2.5	4.17
C6 6 000 1	18 000	50	100	300	500						
	6 000	0.0028	0.0055	0.0167	0.028						
B10 10 000 3	25 000				500	1 000	4 000				
	10 000				0.020	0.040	0.16				

En este ejemplo seleccionar e identificar:

**C6 - 50 kg** (se requiere ensayo de evaluación completo)

**B10 - 500 kg** (se requiere ensayo de evaluación completo)

Aunque la celda de carga C3 - 100 kg es la de menor capacidad en su grupo, su capacidad está comprendida dentro del rango de las otras celdas de carga seleccionadas, que tienen mejores características metrológicas. Por lo tanto, no se la selecciona para ensayo.

**D.2.3** Comenzar con el grupo que tiene las mejores características metrológicas (en este ejemplo, B10) y de acuerdo con R 60-2, 2.4.2 seleccionar la que tenga una capacidad inmediata superior, entre 5 y 10 veces la capacidad de la celda de carga de menor capacidad más cercana que ya se seleccionó. Cuando ninguna capacidad cumpla con este criterio, la celda de carga seleccionada deberá ser la que tenga la capacidad más pequeña que exceda 10 veces la de la menor capacidad más cercana que ya ha sido seleccionada. Continuar con este proceso hasta que se hayan considerado todas las capacidades de las celdas de cargas en el grupo.

Clase <i>n<sub>LC</sub></i> Grupo	Y  Z	<--- menor $E_{m\acute{a}x}$ , kg ---> mayor									
		$v_{m\acute{m}n}$ , kg									
C3 3 000 2	12 000  4 000		100	300	500			5 000	10 000	30 000	50 000
			0.0083	0.025	0.042			0.42	0.83	2.5	4.17
C6 6 000 1	18 000  6 000	50	100	300	500						
		0.0028	0.0055	0.0167	0.028						
B10 10 000 3	25 000  10 000				500	1 000	4 000				
					0.020	0.040	0.16				

En este ejemplo, seleccionar e identificar:

**B10-4000 kg** (se requiere ensayo de evaluación completo)

**D.2.4** Continuar con el grupo que tenga las siguientes mejores características (en este ejemplo, C6) y de acuerdo con R 60-2, 2.4.2 seleccionar la que tenga una capacidad inmediata superior, entre 5 y 10 veces la capacidad de la celda de carga de menor capacidad más cercana que ya se seleccionó. Cuando ninguna capacidad cumpla con este criterio, la celda de carga seleccionada deberá ser la que tenga la capacidad más pequeña que exceda 10 veces la de la menor capacidad más cercana que ya ha sido seleccionada. Continuar con este proceso hasta que se hayan considerado todas las capacidades de las celdas de cargas en el grupo.

Clase	Y	<--- menor $E_{m\acute{a}x}$ , kg ---> mayor										
		$v_{m\acute{m}n}$ , kg										
$m_{LC}$	Z											
Grupo												
C3	12 000		100	300	500				5 000	10 000	30 000	50 000
3 000												
2	4 000		0.0083	0.025	0.042				0.42	0.83	2.5	4.17
C6	18 000	50	100	300	500							
6 000												
1	6 000	0.0028	0.0055	0.0167	0.028							
B10	25 000				500	1 000	4 000					
10 000												
3	10 000				0.020	0.040	0.16					

En este ejemplo, **no hay cambio** en las celdas de carga seleccionadas. Las capacidades de las celdas de carga C6 - 300 kg y C6 - 500 kg exceden la capacidad de la celda de carga C6 - 50 kg, en más de 5 veces pero no en más de 10 veces. Sin embargo, ya ha sido seleccionada una celda de carga de 500 kg de mejores características metrológicas (del grupo B10). Por lo tanto, en orden de minimizar el número de celdas de carga a ensayar, según R 60-2, 2.3.1 no se selecciona ninguna celda.

**D.2.5** Nuevamente y repitiendo este proceso hasta que todos los grupos hayan sido considerados, continuar con el grupo con las mejores siguientes características (en este ejemplo, C3) y de acuerdo con R 60-2, 2.4.4, seleccionar la que tenga una capacidad inmediata superior, entre 5 y 10 veces la capacidad de la celda de carga de menor capacidad más cercana que ya se seleccionó. Cuando ninguna capacidad cumpla con este criterio, la celda de carga seleccionada deberá ser la que tenga la capacidad más pequeña que exceda 10 veces la de la menor capacidad más cercana que ya ha sido seleccionada. Continuar con este proceso hasta que se hayan considerado todas las capacidades de las celdas de cargas en el grupo y en todos los grupos.



Clase	Y	<--- menor $E_{m\acute{a}x}$ , kg ---> mayor										
		$v_{m\acute{i}n}$ , kg										
$n_{LC}$	Z											
Grupo												
C3	12 000		100	300	500				5 000	10 000	30 000	50 000
3 000												
2	4 000		0.0083	0.025	0.042				0.42	0.83	2.5	4.17
C6	18 000	50	100	300	500							
6 000												
1	6 000	0.0028	0.0055	0.0167	0.028							
B10	25 000				500	1 000	4 000					
10 000												
3	10 000				0.020	0.040	0.16					

En este ejemplo seleccionar e identificar:

**C3 - 30 000 kg** (se requiere ensayo de evaluación completo). Procediendo desde la menor a la mayor capacidad, la única capacidad de celda de carga que es mayor que 5 veces la capacidad de una celda de carga ya seleccionada pero menor que 10 veces esa capacidad es la celda de carga C3 - 30 000 kg. Ya que la capacidad de la celda de carga C3 - 50 000 kg, no excede en 5 veces la capacidad de la menor más próxima ya seleccionada, que es la C3 - 30 000 kg, de acuerdo con R 60-2, 2.4.3 se supone que cumple con los requerimientos de esta Recomendación.

**D.2.6** Luego de completar los pasos D.2.2 a D.2.5 y de identificar las celdas de carga, comparar las de la misma capacidad de diferentes grupos. Identificar las celdas de carga con la clase precisión más alta y el mayor  $n_{LC}$  en cada grupo (ver la porción sombreada en la tabla de más abajo). Para aquellas celdas de carga de la misma capacidad pero de diferentes grupos, identificar solo a la de clase precisión más alta, el mayor  $n_{LC}$  y la menor  $v_{m\acute{i}n}$ .

Clase	Y	<--- menor $E_{m\acute{a}x}$ , kg ---> mayor									
		$v_{m\acute{i}n}$ , kg									
$n_{LC}$	Z										
Grupo											
C3	12 000		100	300	500			5 000	10 000	30 000	50 000
3 000											
2	4 000		0.0083	0.025	0.042			0.42	0.83	2.5	4.17
C6	18 000	50	100	300	500						
6 000											
1	6 000	0.0028	0.0055	0.0167	0.028						
B10	25 000				500	1 000	4 000				
10 000											
3	10 000				0.020	0.040	0.16				

Inspeccionar los valores de  $v_{m\acute{i}n}$ , Y, y Z para todas las celdas de carga de la misma capacidad.

Si alguna celda de carga de la misma capacidad tiene un  $v_{m\acute{i}n}$  menor o un Y mayor, que el de la celda de carga identificada, aquella celda de carga (o celdas de carga) es también susceptible de ensayo de evaluación parcial, específicamente la realización de: ensayos adicionales del efecto de la temperatura sobre la carga muerta mínima  $E_{m\acute{i}n}$  y del efecto de la presión barométrica.

Si alguna celda de carga de la misma capacidad tiene un Z mayor que el de la celda de carga seleccionada, aquella celda de carga (o celdas de carga) es también susceptible de ensayo de evaluación parcial, específicamente la realización de ensayos adicionales de creep y DR.

*N. de T.: en el original en inglés dice Y en lugar de Z (ver arriba remarcado en amarillo).*

En este ejemplo, las celdas de carga identificadas arriba también tienen las mejores características de menor  $v_{m\acute{i}n}$  mayor Y y mayor Z. Este suele ser el caso, pero no siempre.

**D.2.7** Si es aplicable, seleccionar la celda de carga para el ensayo de humedad de acuerdo con R 60-2, 2.4.5, que será la celda de carga con las características más severas, por ejemplo: con el mayor valor de  $n_{LC}$  y el menor valor de  $v_{m\acute{i}n}$ .

En este ejemplo, la celda de carga con el mayor valor de  $n_{LC}$  o el menor valor de  $v_{m\acute{i}n}$  es la misma, por lo tanto seleccionar:

**B10 - 500 kg** (requiere ensayo de humedad)

*Nota:* Las otras celdas de carga B10 poseen también las mismas calificaciones y son factibles de ser elegidas. Se eligió la de 500 kg porque ser la más pequeña entre las B10 en cuanto a capacidad. Aunque la celda de carga C6 - 50 kg tiene la menor  $v_{m\acute{i}n}$  igual a 0.0028, las celdas de carga B10 tiene el mayor  $n_{LC}$ , la mayor clase de precisión y las mayores Y y Z.

**D.2.8** Si es aplicable, seleccionar la celda de carga para ensayos adicionales para celdas de carga digitales, de acuerdo con R 60-2, 2.4.6, que será la celda de carga con las características más severas, por ejemplo: con el mayor valor de  $n_{LC}$  y el menor valor de  $v_{m\acute{i}n}$ .

**D.2.9** Resumiendo, las celdas de carga seleccionadas para ensayo son:

<i>Resumen</i>	<i>Celdas seleccionadas</i>
Celdas de carga que requieren ensayo de evaluación completo	C6 - 50 kg B10 - 500 kg B10 - 4 000 kg C3 - 30 000 kg
Celdas de carga que requieren ensayo de evaluación parcial	Ninguna
Celda de carga a ser sometida a ensayo de humedad	B10 - 500 kg
Celdas de carga digitales a ser sometidas a ensayos adicionales	Ninguna

En este ejemplo, ninguna celda de la familia está equipada con electrónica.

## Anexo E (Informativo) Transmisión de carga a la celda de carga

Este Anexo se toma de la Guía para Celdas de Carga WELMEC 2.4 (Issue. 2, publicado en agosto, 2001) (Cooperación europea en metrología legal). Con el permiso de WELMEC, se incorpora la parte que sigue de esta guía, para proveer directivas para los evaluadores de celdas de carga en los exámenes de funcionamiento de las mismas. Reconociendo el rol crítico que juegan los receptores de celda de carga y los dispositivos de transmisión de carga en las mediciones precisas, este Anexo está destinado a proveer información con relación al efecto de la transmisión de carga y recomendaciones para el diseño del ensayo y el procedimiento. El anexo es informativo y en la práctica no debe ser considerado como requerido.

Para algunos modelos de celdas de carga, el tipo de transmisión de la carga a la celda de carga tiene influencia en las mediciones y por lo tanto en los resultados de los ensayos.





En este Anexo se listan los dispositivos estándares de transmisión de carga.

El fabricante debe definir si la celda de carga trabaja con todos los dispositivos de transmisión de carga estándares para el modelo en cuestión de celda de carga o con dispositivos seleccionados de transmisión de carga estándares o con un dispositivo de transmisión de carga específico.

Esta información puede ser tenida en cuenta en los ensayos de celda de carga y puede estar indicada en el certificado.

### Dispositivos estándares de transmisión de carga

Las Tablas 1 y 2 identifican diferentes tipos de celdas de carga (LCs), (compresión, tracción...) y dispositivos de montaje típicos y apropiados para las celdas de carga. Los símbolos de abajo clasifican la movilidad entre un punto de contacto en la celda de carga y su contraparte en el receptor de carga o base de montaje.

Símbolo	Descripción
	Posibilidad de movimiento perpendicular al eje de carga Nota: permite la dilatación por temperatura
	Posibilidad de movimiento perpendicular al eje de carga, con limitación lateral (efecto spring-back) Nota: permite la dilatación por temperatura, también usado para atenuación de golpe lateral
	Posible inclinación Nota: permite la inclinación de la celda o la deformación del receptor de carga, no es posible el movimiento perpendicular al eje de carga
	Indica efecto de autocentrado del conjunto de montaje completo de una celda de carga

Observaciones sobre los dispositivos estándares de transmisión de carga ejemplificados en las Tablas 1 y 2: Todas las combinaciones de celda de carga y dispositivo de transmisión mostradas en las Tablas 1 y 2, se pueden utilizar de una manera completamente inversa.

El dispositivo de transmisión de carga es independiente del encapsulado o del alojamiento, que se muestran en estos ejemplos.

*N.de T.: LCs: celdas de carga, LC: celda de carga*

- (a) LCs de compresión (Tabla E1, parte superior)
  - Las transmisiones de carga 1 a 8 se presentan para LCs modelo botella, pero son también posibles para celdas tipo S o anillo.
  - 6a muestra una construcción tipo péndulo conformada como una unidad completa.
  - 6b y 6c muestran transmisiones de perno de carga (pin de carga) del tipo péndulo externo, combinadas con celdas de carga tipo anillo.
  - Los cojinetes para todas las celdas de carga de compresión se pueden instalar o debajo o encima de la LC.
- (b) LCs de tracción (Tabla E1, parte inferior)
  - Las transmisiones de carga 1 y 2 se presentan para LCs modelo botella. Alternativamente, ambas transmisiones de carga se pueden utilizar para LCs tipo S.
- (c) LCs viga en voladizo (Tabla E2, parte superior)
  - Los dibujos presentan LCs viga de doble flexión y corte, así como alojamientos plásticos o construcciones encapsuladas; todas estas construcciones pueden combinarse con cualquiera de las transmisiones 1 a 10.
  - Se debe respetar la dirección de carga, que define el fabricante.
- (d) LCs de punto simple (Tabla E2, parte media)
  - Las transmisiones de carga 1 a 10 para las LCs viga, se pueden aplicar a todas las LCs de punto simple.
  - Se debe respetar la dirección de carga, que define el fabricante.
- (e) LCs doble viga (viga apoyada- apoyada) (Tabla E2, parte inferior)
  - La tabla muestra ejemplos de construcciones comunes. Las variaciones son posibles si las construcciones permiten suficiente flexibilidad horizontal entre ambos externos.
  - Se debe respetar la dirección de carga, que define el fabricante.

Las celdas de carga del tipo viga de flexión simple, han sido exentas de la aceptación general, porque desplazamientos muy pequeños del “punto transductor de fuerza” pueden generar cambios en el span y en la linealidad.

Tabla El -Dibujos esquemáticos para celdas de carga de compresión y de tracción

Construcción de la celda de carga y del dispositivo de transmisión de carga			
Principios de construcción básicos para compresión (com) o tracción (tr)	<p>Tipo botella (com, tr)</p>	<p>Tipo S (com, tr)</p>	<p>Tipo anillo (com)</p> <p>Necesita una placa base rígida</p>
<p><b>Celda de carga de compresión</b>                      Las transmisiones de carga mostradas para el tipo botella son también posibles para el tipo S y para el tipo anillo</p>			
<p>① Medio péndulo</p>	<p>② Cojinete de bolas múltiples</p>	<p>③ Soporte de bolas</p>	<p>④ Superficies de baja fricción</p> <p>Por ejemplo, PTFE</p>
<p>⑤ Baja tasa de elasticidad horizontal, por ejemplo: elastómero</p>	<p>⑥ Péndulo (kit)</p>	<p>⑥a Construcción de péndulo original</p>	<p>⑥b ⑥c Aplicaciones de péndulo tipo anillo</p>
<p>⑦ Tracción modificada - junta de 1 solo lado</p>	<p>⑧ Tracción modificada - juntas de los dos lados</p>		
<p><b>Celda de carga de tracción</b>                      Mostrada para tipo botella, también adecuada para tipo S</p>			
<p>① Junta de 1 solo lado</p>	<p>② Juntas de los dos lados</p>	<p>Elementos adicionales para las juntas de las celdas de tracción en todas sus construcciones: gancho, cuerda de alambre, cintas flexibles</p>	

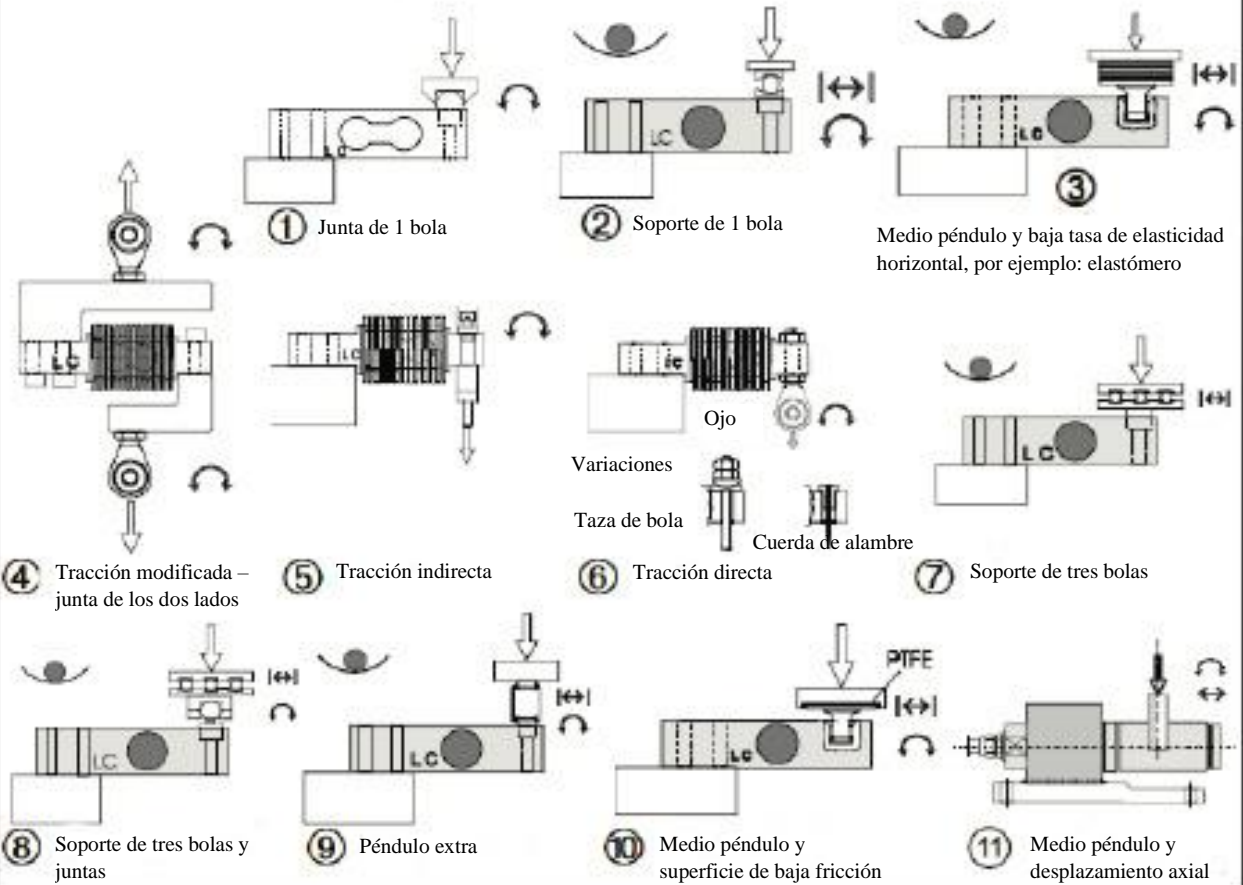
Tabla E2- Dibujos esquemáticos para celdas de carga viga

**Construcción de la celda de carga y del dispositivo de transmisión de carga**

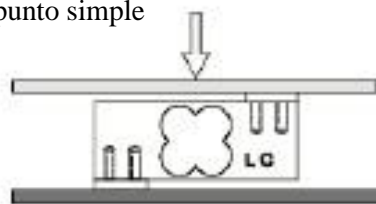
El dispositivo de transmisión de carga es independiente del encapsulador, del alojamiento y del montaje del extremo fijo que se muestra abajo.

**Celda de carga viga en voladizo**

Celda de carga viga de doble flexión y corte



**Celda de carga de punto simple**

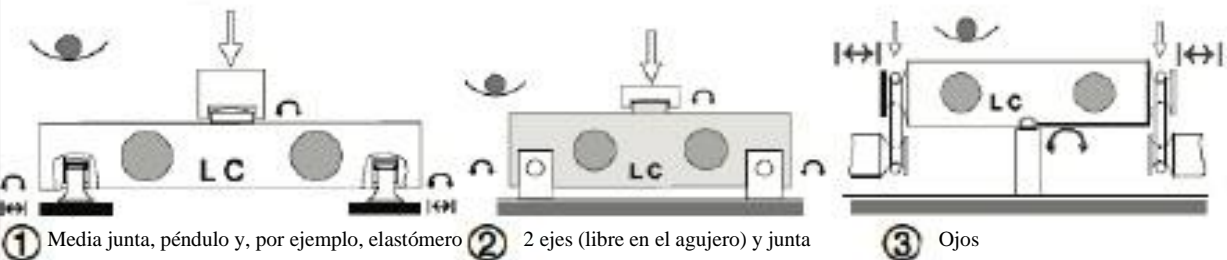


La celda de carga de punto simple no tiene grado de libertad para desplazamiento horizontal o inclinación. Si se usa más de una celda de carga de este tipo en un receptor de carga, son necesarios elementos de desacople.

Se pueden aplicar las transmisiones de carga de 1 a 10 que se usan en las celdas viga.

Las dimensiones máximas de las plataformas pueden ser mencionadas en el TC o el TAC.

**Celda de carga doble viga (viga apoyada-apoyada)**



Las construcciones con sujeción fija en los dos extremos necesitan que el soporte posea una elasticidad tal que permita desplazamiento e inclinación mínima

## Anexo F Bibliografía

- [1] OIML R 76:2006 *Non-automatic weighing instruments*
- [2] OIML V 2-200:2012 *International Vocabulary of Metrology - Basic and General Concepts and Associated Terms (VIM)*
- [3] OIML V 2:2013 *International Vocabulary of Terms in Legal Metrology (VIML)*
- [4] OIML D 9:2004 *Principles of metrological supervision*
- [5] OIML D 11:2008 *General requirements for electronic measuring instruments*
- [6] OIML B 18:2018 *Framework for the OIML Certification System (OIML-CS)*
- [7] OIML G 1-100:2008 *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML*
- [8] OIML D 31:2008 *General requirements for software controlled measuring instruments*
- [9] ISO 8601:2004 *Data elements and interchange formats - Information interchange - Representation of dates and times*
- [10] IEC Publication 60068-2-30:2005 *Environmental testing - Part 2-30: Tests - Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)*
- [11] IEC Publication 60068-3-4:2001 *Environmental testing - Part 3-4: Supporting documentation and guidance - Damp heat tests*
- [12] IEC Publication 60068-2-78:2012 RLV *Environmental testing - Part 2-78: Tests - Test Cab: Damp heat, steady state*
- [13] IEC Publication 61000-2-1:1990 *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2: Environment - Section 1: Description of the environment - Electromagnetic environment for low-frequency conducted disturbances and signalling in public power supply systems*
- [14] IEC Publication 61000-4-1, 2006-10
- [15] IEC Publication 61000-4-29, 2000-08
- [16] IEC Publication 61000-4-11, 2004-03
- [17] IEC Publication 61000-6-1, 2005-03
- [18] IEC Publication 61000-6-2, 2005-01
- [19] IEC Publication 61000-4-4:2012 RLV *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-4: Testing and measurement techniques - Electrical fast transient/burst immunity test*
- [20] IEC Publication 61000-4-5:2014 + AMD:2017 CSV *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-5: Testing and measurement techniques - Surge immunity test*
- [21] IEC Publication 61000-4-2:2008 *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-2: Testing and measurement techniques - Electrostatic discharge immunity test*
- [22] IEC Publication 61000-4-3, 2010-04
- [23] IEC Publication 61000-4-6:2013 *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-6: Testing and measurement techniques - Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*
- [24] OIML R 50:2014 *Continuous totalizing automatic weighing instruments (belt weighers)*
- [25] OIML R 51:2006 *Automatic catchweighing instruments*
- [26] OIML R 61:2017 *Automatic gravimetric filling instruments*
- [27] OIML R 106 *Automatic rail-weighbridges*



- [28] OIML R 107:2007 *Discontinuous totalizing automatic weighing instruments (totalizing hopper weighers)*
- [29] OIML-CS Procedural Document PD-05 (Edition 2) *Processing an OIML Type Evaluation Report and OIML Certificate*