

Recomendación  
Internacional

OIML R 60-2  
Edición 2021 (E)

---

**Regulación metrológica para celdas de carga**

**Parte 2: Controles metrológicos y ensayos de desempeño**

---

Organización Internacional  
de Metrología Legal

Traducida y Revisada para CAFIPEM por Dilva Leunda Tosi

Marzo 2022

*N. de T.: en amarillo se indicaron las diferencias con la versión 2017*



## Contenidos

Prólogo.....	4
1    Controles metrológicos.....	6
1.1    Responsabilidad sobre los controles metrológicos legales.....	6
1.2    Estándares de medida.....	6
2    Evaluación de modelo.....	6
2.1    Alcance.....	6
2.2    Requerimientos de ensayo.....	6
2.3    Selección de muestras modelo para ser evaluadas.....	6
2.4    Selección de celdas de carga pertenecientes a una familia.....	7
2.5    Documentación.....	9
2.6    Evaluaciones.....	10
2.7    Ensayos de desempeño.....	10
2.8    Reglas concernientes a la determinación de errores.....	13
2.9    Variación de los resultados bajo condiciones de referencia.....	14
2.10    Procedimientos de ensayo.....	14
2.11    Secuencia de ensayo.....	33
2.12    Certificado OIML.....	34

## 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. Por lo tanto, no necesariamente representan el punto de vista de la OIML.

Esta publicación – referencia OIML R 60-2:2021- es una edición actualizada (desarrollada por el Comité de Gerenciamiento del Sistema de Certificación) de la OIML R 60-2:2017 (desarrollada por

el Grupo de Proyecto 1, del Comité Técnico de OIML TC9 *Instrumentos para medición de masa y densidad*). Esta edición actualizada consolida la Enmienda (2019-12-23) de la R 60:2017 e incluye otros cambios editoriales y cambios técnicos menores. Fue aprobada para su publicación final, por la Comisión Internacional de Metrología Legal en ocasión de su reunión número 56 en octubre de 2021 y fue sancionada en la Conferencia Internacional de Metrología Legal número 16, en 2021. Reemplaza a la edición previa de R 60 fechada en 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)*

## Parte 2 Controles metrológicos y ensayos de desempeño

### 1 Controles metrológicos

#### 1.1 Responsabilidad sobre los controles metrológicos legales

##### 1.1.1 Exigencia de los controles

Esta Recomendación prescribe requerimientos de desempeño para celdas de carga, utilizadas en dispositivos o sistemas sujetos al control metrológico legal. Tales controles, en el caso de ser exigidos, pueden incluir evaluación de modelo.

#### 1.2 Estándares de medida

La incertidumbre expandida,  $U$  (para un factor de cobertura  $k=2$ ), para la combinación del sistema generador de fuerza y el instrumento de indicación utilizado durante los ensayos en los que se analiza la salida de la celda de carga, debe ser menor a 1/3 del MPE de la celda de carga bajo ensayo [OIML G 1-100 *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*] [7].

*N. de T.: [OIML G 1-100 Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement] [7] = [OIML G 1-100 Guía para la expresión de la incertidumbre en la medición] [7].*

### 2 Evaluación de modelo

#### 2.1 Alcance

Esta sección provee procedimientos de ensayo, para evaluación de modelo de celdas de carga.

En lo posible, los procedimientos de ensayo han sido establecidos para que sea aplicables de la manera más amplia posible, a todas las celdas de carga que forman parte del alcance de la OIML R 60.

Los procedimientos se aplican solamente a los ensayos de celdas de carga. De ninguna manera cubren los ensayos de sistemas completos que incluyan celdas de carga.

#### 2.2 Requerimientos de ensayo

Los procedimientos para la evaluación de modelo de celdas de carga figuran en 2.10 y el Formato del Reporte de Ensayo figura en OIML R 60-3. Normalmente no se considera apropiada la verificación inicial y posterior de las celdas de carga, realizada independientemente del sistema de medición del cual forman parte, si el desempeño del sistema completo se realiza por otros medios.

#### 2.3 Selección de muestras modelo para ser evaluadas

La evaluación de modelo se debe realizar en al menos una muestra, que represente al modelo. La evaluación consistirá en los exámenes y ensayos especificados en 2.10.

En el caso en que el solicitante desee aprobar varias versiones o varios rangos de medición, la autoridad de aplicación decide que versión/es y que rango/s le/s debe/n ser provista/s, para el proceso de evaluación de modelo.

Si una muestra no supera con éxito un ensayo específico, como consecuencia del diseño del modelo, y debe ser modificada, el solicitante debe realizar esa modificación a todas las muestras que se proveyeron para ser ensayadas. Si la modificación se aplicó a todas las variantes de la familia, que tienen el mismo defecto de diseño que generó la modificación, entonces se requiere que todas las otras muestras que se enviaron para ser ensayadas, se ensayen nuevamente. Dependiendo de la modificación, este proceso puede significar la repetición del ensayo específico, o la repetición de todos los ensayos.

Si durante la evaluación, la muestra funciona mal o se rompe, y debe ser reparada para completar el ensayo, el solicitante deberá verificar si esa reparación concierne a un incidente o si la muestra necesitará una modificación en su diseño. En el último caso, la modificación deberá aplicarse a todas las muestras provistas para ensayo y la documentación correspondiente, deberá actualizarse de manera acorde.

Si la autoridad de aplicación tiene razones para creer que una modificación o reparación puede generar diferentes valores en el/los resultado/s de ensayo, en relación a los obtenidos anteriormente a cualquier modificación, estos ensayos deberán repetirse. La razón para la repetición de un ensayo deberá aclararse dentro del alcance del reporte de ensayo.

### **2.3.1 Número de celdas de carga a ensayar**

La selección de las celdas de carga a ensayar se debe realizar de manera tal que se minimice el número de éstas (ver ejemplo práctico en el Anexo D).

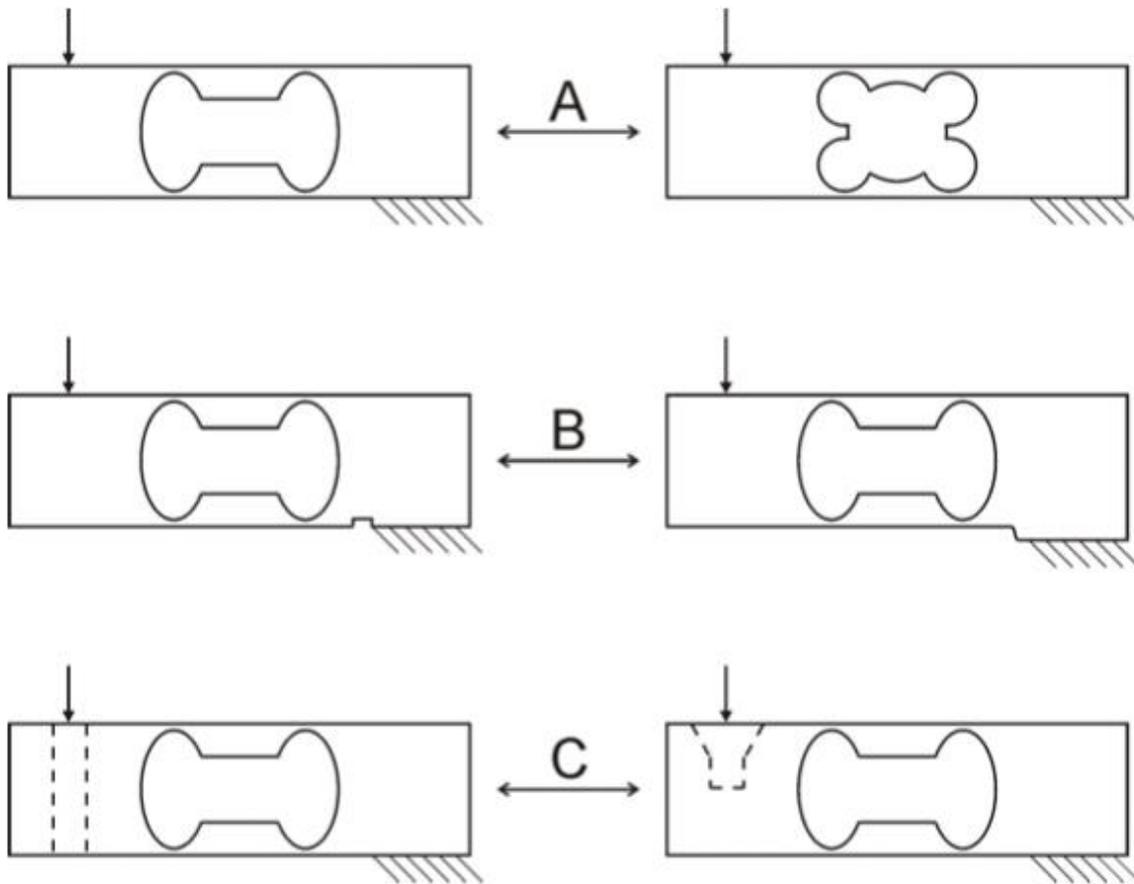
### **2.4 Selección de celdas de carga pertenecientes a una familia**

Con el fin de acelerar el procedimiento de ensayo, el laboratorio de ensayos puede realizar diferentes ensayos en diferentes unidades, de manera simultánea. En este caso, la autoridad emisora, decide que versión o que rango de medición, será sometido a un ensayo específico.

Todos los ensayos de influencia y de exactitud, incluidos los ensayos de estabilidad de la pendiente (span stability) para celdas de carga digitales, se deben realizar en la misma unidad. Los ensayos de perturbaciones en celdas de carga digitales, se pueden realizar (simultáneamente), en no más de dos celdas de carga adicionales.

Cuando se presenta para evaluación de modelo una familia compuesta por uno o más grupos de celdas de carga de diferentes capacidades y características, se deben aplicar las condiciones que siguen.

Cuando se clasifican celdas de carga en base a la forma que poseen, se deben tener en cuenta consideraciones adicionales en relación con los criterios de diseño, tales como las características geométricas de las áreas de la celda de carga creadas durante la fabricación. A continuación, se muestran ejemplos de celdas de carga de galgas extensiométricas, con dimensiones externas idénticas, pero con diferentes geometrías.



- A diferencia en la geometría de las áreas no macizas (es decir perforaciones circulares u ovaladas)  
 B diferencia en la geometría de las áreas de fijación/introducción de la carga (es decir: ranura, base, desplazamiento)  
 C diferencia en la geometría en el interior de la fijación/introducción de la carga (es decir: perforación, rosca, angostamiento)

**Figura 1 Ejemplos de diferentes diseños (en cuanto a su forma) de modelos de celdas de carga de galgas extensiométricas**

#### **2.4.1 Celdas de carga de la misma capacidad que pertenecen a grupos diferentes**

Cuando las celdas de carga de la misma familia y de la misma capacidad, pertenezcan a diferentes grupos, la selección de una celda de carga para ensayar, requerirá una elección entre las características de las mismas. En este caso, se debe elegir la celda de carga que requiera los ensayos más complejos. Esta selección resultará en el ensayo de la celda de carga, con las características metroológicas más exigentes.

#### **2.4.2 Celdas de carga con una capacidad intermedia a las capacidades ensayadas**

Se pueden incluir en el certificado y considerar que cumplen los requerimientos de esta Recomendación, a las celdas de carga de una misma familia con una capacidad intermedia a las

capacidades ensayadas, y a aquellas cuya capacidad sea mayor a la capacidad ensayada, pero en no más de 5 veces la capacidad máxima ensayada. Esto es posible bajo la condición que, con el cambio de capacidad, no haya cambio del principio de medición o del material usado en la construcción de la celda de carga (por ejemplo: de una celda viga que trabaja a la flexión a una celda viga que trabaja al corte, o cambio de material de la celda de acero inoxidable a aluminio).

#### **2.4.3 Celda de carga con la menor capacidad del grupo**

Para cualquier familia, se debe seleccionar para ensayo a la celda de carga del grupo, que posea la menor capacidad y las mejores características metrológicas (las más exigentes). Para cualquier grupo, siempre se debe seleccionar para ensayo, a la celda de carga de menor capacidad del grupo, a menos que esa capacidad esté dentro del rango de las capacidades permitidas de las celdas seleccionadas que tienen mejores características metrológicas de acuerdo con los requerimientos de 2.4.1 y 2.4.2.

#### **2.4.4 Razón entre las capacidades de las celdas de un grupo: capacidad mayor y capacidad más cercana inmediata inferior**

Cuando en un grupo, la razón entre la capacidad de la celda de carga de mayor capacidad, y la capacidad de la de menor capacidad más cercana que ha sido seleccionada para ensayo, es mayor a 5, entonces se debe seleccionar para ensayo otra celda más. La celda de carga seleccionada deberá tener una capacidad entre 5 y 10 veces la de la celda de menor capacidad más cercana, que ya había sido seleccionada. Cuando ninguna capacidad cumpla con este criterio, la celda de carga seleccionada deberá ser aquella que tenga la menor capacidad que exceda 10 veces la celda de carga de menor capacidad más cercana, que había sido seleccionada inicialmente.

#### **2.4.5 Ensayo de humedad**

Si se ha enviado a ensayar más de una celda de carga de una familia, solo una debe ser sometida al ensayo de humedad en el caso de ser aplicable.

#### **2.4.6 Selección de celdas de carga analógicas-activas y celdas de carga digitales**

Para:

- celdas de carga analógicas-activas (R 60-1, 3.1.3.2), con electrónica activa que no difiere entre celdas de carga y familia, y
- para celdas de carga digitales (R 60-1, 3.1.3.3) con un convertor analógico digital adicional, que no difiere entre celdas de carga y familia,

se le deben realizar a la celda, todos los ensayos aplicables, con el mínimo valor de  $\mu V/V_{\min}$  de entrada para el convertor analógico digital (mismo principio de la OIML R 76 [2], Anexo C, Tabla 12).

A pesar de este requerimiento, se deben observar los criterios de 2.4.1 a 2.4.5 para la inclusión de una celda de carga en una familia y para la selección de las muestras para ensayo.

### **2.5 Documentación**

La documentación presentada para el proceso de evaluación de modelo debe incluir:

- a) una descripción de su principio general de medición,
- b) planos mecánicos (incluyendo documentos sobre la transmisión o transmisiones de la carga según el Anexo E),
- c) diagramas eléctricos/electrónicos,

- d) requisitos de instalación (físicos y eléctricos) si es que corresponde,
- e) instrucciones de operación que deben ser provistas al usuario, si es que corresponde,
- f) documentos u otras evidencias que sostengan y demuestren la convicción del fabricante de que el diseño y las características de la celda de carga, cumplirán con los requisitos de esta Recomendación, y
- g) documentación relativa al software, si es que es apropiado.

Si el laboratorio de ensayo lo considera necesario, puede requerir documentación más detallada: ya sea para estudiar la calidad del instrumento, y/o para definir completamente el modelo aprobado.

Si el fabricante no define una manera específica de transmitir la carga, será responsabilidad del laboratorio de ensayo, decidir qué tipo de transmisión de carga utilizar para los ensayos (ver también el Anexo E).

## **2.6 Evaluaciones**

Las evaluaciones y ensayos realizados a celdas de carga, tienen como objetivo verificar su conformidad con los requisitos de la R 60-1.

La celda de carga debe ser sometida a una inspección visual para obtener una evaluación general de su diseño y construcción y también debe estudiarse la documentación.

Se deben examinar en particular, los siguientes aspectos:

- a) clases de precisión y sus símbolos (R 60-1, 5.1.1 y 6.2.4.1),
- b) número máximo de divisiones de verificación de la celda de carga (R 60-1, 5.1.2 y 6.2.4.5),
- c) rangos de medición de la celda de carga (R 60-1, 3.5.2),
- d) distribución de errores (R 60-1, 5.3.2 y 3.7.2),
- e) construcción de celdas de carga (R 60-1, 3.3),
- f) software (R 60-1, 6.1) (si es aplicable),
- g) inscripciones y presentación de la información de la celda de carga (R 60-1, 6.2), e
- h) instrucciones/recomendaciones de instalación.

## **2.7 Ensayos de desempeño**

### **2.7.1 Propósito**

Los siguientes procedimientos de ensayo para la determinación cuantitativa de las características del desempeño de la celda de carga, se establecen para asegurar una evaluación de modelo uniforme.

### **2.7.2 Equipamiento de ensayo**

El equipamiento básico para los ensayos de evaluación de modelo consiste en un sistema generador de fuerza y un instrumento indicador apropiado, que mida la salida de la celda de carga (ver 1.2).

### **2.7.3 Consideraciones generales para las condiciones ambientales y de ensayo**

#### **2.7.3.1 Condiciones ambientales**

Los ensayos se deben llevar a cabo en condiciones ambientales estables. La temperatura ambiente se considera estable, cuando la diferencia entre las temperaturas extremas observadas durante el ensayo, no exceden un quinto del rango de temperatura de la celda de carga bajo ensayo, sin ser mayor a 2 °C.

Las condiciones que involucran fuentes de alimentación, campos electromagnéticos y campos de radiofrecuencia deben ser medidas/controladas, cuando la celda de carga está siendo evaluada en relación con los efectos de estas influencias, y también deben ser consideradas cuando existe una posibilidad de que este tipo de condiciones, generen efectos en otros ensayos.

#### **2.7.3.2 Aceleración de la gravedad**

Los estándares de masa utilizados para generar la fuerza aplicada durante el ensayo, deben ser corregidos, si fuera necesario, de acuerdo al lugar en donde se realiza el ensayo, y el valor de la constante de gravedad,  $g$ , correspondiente al lugar del ensayo, debe ser registrado con los resultados del ensayo. El valor de los estándares de masa utilizados para generar la fuerza, deberá ser trazable al estándar nacional o internacional de masa apropiado.

#### **2.7.3.3 Condiciones de carga**

Se debe prestar especial atención a las condiciones de carga, para prevenir la introducción de errores no inherentes a la celda de carga. Se deberán considerar factores tales como la rugosidad de la superficie, planitud, corrosión, rayaduras, excentricidad etc...Las condiciones de carga estarán de acuerdo con las especificaciones del fabricante de la celda de carga. Las cargas deberán ser aplicadas y retiradas sin choque, en la dirección del eje sensible de la celda de carga.

Al no ser el objetivo de este ensayo, el medir la influencia en el desempeño metrológico del montaje/desmontaje de la celda de carga en/del sistema generador de fuerza, la instalación de la celda de carga en el sistema generador de fuerza debe realizarse con especial cuidado. Adicionalmente la instalación se debe realizar considerando el uso previsto de la celda de carga y la transmisión de carga. El efecto en el desempeño metrológico, causado por el montaje/desmontaje de la celda de carga en el /del sistema generador de fuerza, debe ser despreciable con el objetivo de establecer la magnitud del parámetro de ensayo.

En lo posible, la celda de carga no debe desmontarse del sistema generador de fuerza, durante el período que dure el ensayo.

#### **2.7.3.4 Límites del rango de medición**

Teniendo en cuenta la capacidad del sistema generador de fuerza, la carga mínima,  $D_{\min}$ , debe ser lo más próxima posible pero no menor, a la carga muerta mínima,  $E_{\min}$ , y no debe ser mayor que un valor igual al 10 % de  $E_{\max}$ . La carga máxima,  $D_{\max}$ , no debe ser menor que el 90% de  $E_{\max}$  ni ser mayor que  $E_{\max}$  (ver R 60-1, Figura 3).

#### **2.7.3.5 Estándares de referencia**

Todos los estándares e instrumentos de medición utilizados para los ensayos, deben ser trazables a los patrones nacionales o internacionales.

#### **2.7.3.6 Período de estabilización**

Se debe disponer de un período de estabilización para la celda de carga bajo ensayo y para el instrumento indicador, tal como recomiendan los fabricantes del equipamiento utilizado.

#### **2.7.3.7 Condiciones de temperatura**

Es importante dejar transcurrir el tiempo suficiente, para que la celda de carga se estabilice en temperatura. Se debe prestar atención particular a este requerimiento, en el caso de celdas de carga de gran tamaño. El sistema de carga debe tener un diseño tal, que no introduzca gradientes de temperatura significativos, en el interior de la celda de carga. La celda de carga y sus medios de conexión (cables, tuberías, etc.) que son integrales o contiguos, deben estar a la misma temperatura de ensayo. El instrumento indicador debe mantenerse a temperatura ambiente. El efecto de la temperatura en medios conectores auxiliares, debe considerarse al determinar los resultados.

#### **2.7.3.8 Efectos de la presión barométrica**

Se deben considerar los cambios en la presión barométrica, cuando éstos puedan afectar de manera significativa la salida de la celda de carga.

#### **2.7.3.9 Efectos de la humedad**

Cuando una celda de carga está marcada con el símbolo CH, o no está marcada con un símbolo de humedad, debe ser sometida al ensayo de humedad, como se especifica en 2.10.5.

Cuando una celda de carga está marcada con el símbolo SH, debe ser sometida al ensayo de humedad como se especifica en 2.10.6. Las celdas de carga marcadas con el símbolo NH no deben ser sometidas a ensayos de humedad como se describe en 2.10.5 y 2.10.6.

#### **2.7.3.10 Verificación del instrumento indicador**

Algunos instrumentos indicadores están provistos con medios adecuados, para realizar su autoverificación. Cuando tienen estas características, deben utilizarse de manera frecuente para asegurar que el instrumento indicador está dentro de la exactitud que requiere el ensayo que se está realizando. Se deben realizar verificaciones periódicas del estado de calibración de instrumento indicador.

#### **2.7.3.11 Otras condiciones**

Deberán tomarse en cuenta durante el/los ensayo/s, otras condiciones especificadas por el fabricante tales como: tensión de entrada/salida, sensibilidad eléctrica, impedancia de entrada del indicador, etc.

#### **2.7.3.12 Formato de fecha y hora**

Todas las indicaciones de hora y fecha deberán ser registradas, de tal manera que los datos puedan posteriormente ser presentados en los reportes de ensayo, en unidades absolutas, no relativas, de hora local y fecha. Los datos deberán ser registrados en el formato de ISO 8601 [3].

*Data elements and interchange formats-Information interchange-Representation of dates and times [9].* (Representación de fechas y horas) formato de ccyy-mm-dd.

*Nota:* “cc” puede ser omitido en los casos donde no hay confusión posible acerca del siglo.

*N. de T.: Data elements and interchange formats-Information interchange-Representation of dates and times [9]= Elementos de datos y formatos de intercambio-Intercambio de información-Representación de fechas y horas[9].*

## 2.8 Reglas concernientes a la determinación de errores

### 2.8.1 Condiciones

Los límites de error que se muestran en la Tabla 4 de OIML R 60-1, deben aplicarse a todos los rangos de medición de la celda de carga, cumpliendo con las siguientes condiciones:

$$n \leq n_{LC}$$

$$v \geq v_{\min}$$

### 2.8.2 Límites de error

Los límites de error que se muestran en la Tabla 4 de OIML R 60-1, deben referirse a los límites de error definidos en R 60-1, 2.2 y R 60-1, 5.3.2 que están referenciados a la línea recta que pasa por la salida de carga mínima, y la salida de la celda de carga para una carga del 75% del rango de medición en carga ascendente a 20 °C. Ésto se basa en el ensayo inicial de carga a 20 °C. Ver OIML R 60-3 *Test report format for type evaluation*.

*N.de T: OIML R 60-3 Test report format for type evaluation = OIML R 60-3 Formato del reporte de ensayo para evaluación de modelo.*

### 2.8.3 Lecturas iniciales

Durante la realización de los ensayos, la lectura inicial se debe tomar dentro de un intervalo de tiempo posterior al inicio de la carga o descarga, según corresponda, como se especifica en la Tabla 1.

**Tabla 1: Tiempos combinados de carga y estabilización que deben transcurrir antes de la lectura**

Variación de la carga		Tiempo permitido para carga y estabilización (segundos)		
Mayor que (kg)	Hasta e incluyendo	Clases C&D	Clase B	Clase A
0	10	10	15	20
10	100	20	30	40
100	1.000	30	45	60
1.000	10.000	40	60	80
10.000	100.000	50	75	100
100.000		60	90	120

#### 2.8.3.1 Tiempos de carga/descarga

Los tiempos de carga o descarga deben tener valores aproximados a la mitad del tiempo especificado en la Tabla 1. El tiempo restante deberá ser utilizado para la estabilización. Los ensayos se deben realizar bajo condiciones constantes. El tiempo de carga o descarga y el tiempo de estabilización deben ser registrados en el reporte de ensayo en valores absolutos (no en valores relativos).

### **2.8.3.2 Observancia de los tiempos de carga/descarga**

Cuando no se puedan cumplir, los tiempos especificados para carga o descarga, se debe consultar al solicitante de la evaluación y se debe aplicar lo que sigue:

- a) En el caso del ensayo de retorno a cero, el tiempo se puede incrementar desde un valor de 100 % a un valor límite de 150 % del tiempo especificado, siempre que la variación permitida del resultado se reduzca proporcionalmente desde un 100 % a un 50 % de la diferencia permitida, entre la lectura inicial de la salida que corresponde a la carga mínima al descargar, y la lectura antes de cargar.

Por ejemplo:

(1) Para un cambio en la carga de un valor de 10 kg en celdas de carga de clases C&D, el tiempo de carga (o de descarga) (aproximadamente 5 s) se incrementa a 7,5 s (150 % de 5 s), MPE se reduce a 50 %, o

(2) Para un cambio en la carga de un valor de 1500 kg en celdas de carga de clases C&D, el tiempo de carga (o de descarga) (aproximadamente 20 s) se incrementa a 25 s (125 % de 20 s), MPE se reduce a 75 %.

- b) en todos los casos, los tiempos reales deberán ser asentados en el Reporte de Ensayo.

## **2.9 Variación de los resultados bajo condiciones de referencia**

### **2.9.1 Fluencia (Creep)**

Se debe aplicar una carga igual a  $D_{m\acute{a}x}$  como se especifica en 2.10.2.1 – 2.10.2.7, y tomar en ese momento una lectura inicial. La variación entre la lectura inicial y las lecturas subsiguientes de la carga  $D_{m\acute{a}x}$ , tomadas como se especifica en 2.10.2.8, debe cumplir con los límites especificados en R 60-1, 5.5.1.

### **2.9.2 Retorno a cero (DR)**

La diferencia entre una lectura inicial de una carga igual a  $D_{m\acute{i}n}$  (como se especifica en 2.10.3.1-2.10.3.6) y la lectura siguiente también con carga igual a  $D_{m\acute{i}n}$  (tomada luego de la aplicación de una carga igual a  $D_{m\acute{a}x}$  como se especifica en 2.10.3.7 –2.10.3.10) no debe exceder el valor especificado en R 60-1, 5.5.2.

## **2.10 Procedimientos de ensayo**

Cada uno de los ensayos descritos más abajo se presenta como un ensayo individual independiente. Sin embargo, para que la realización de los ensayos de la celda de carga sea eficiente, es aceptable que los ensayos de carga creciente y decreciente, de fluencia, de repetibilidad, y el ensayo de retorno a cero se puedan realizar de manera concurrente, a la temperatura de ensayo dada, antes de cambiar a la siguiente temperatura de ensayo (ver 2.11, Figuras 2 y 3). Los ensayos de presión barométrica y humedad se realizan individualmente luego de que se hayan realizado los ensayos recién mencionados.

### **2.10.1 Determinación del error de medición, error de repetibilidad y efecto de la temperatura en la salida para carga muerta mínima.**

Este ensayo se realiza para verificar cumplimiento con los requisitos de R 60-1, 5.3, 5.4, y R 60-1, 5.6.1.3.

#### **2.10.1.1 Comprobación de las condiciones de ensayo**

Referirse a las condiciones de ensayo en 2.7.3, para asegurarse que estas condiciones han sido consideradas apropiadamente, previamente a la realización de los ensayos que siguen.

#### **2.10.1.2 Montaje de la celda de carga**

Montar la celda de carga en el sistema generador de fuerza, cargar con la carga mínima de prueba,  $D_{\min}$ , y estabilizar a 20 °C ( $\pm 2$  °C).

#### **2.10.1.3 Precarga de la celda de carga**

Precargar la celda de carga aplicando la carga máxima de prueba o ensayo,  $D_{\max}$ , tres veces, volviendo a la carga mínima de prueba o ensayo,  $D_{\min}$ , después de cada aplicación de carga. Esperar 5 minutos antes de continuar con otros ensayos.

#### **2.10.1.4 Comprobación del instrumento indicador**

Verificar el instrumento indicador de acuerdo con 2.7.3.10.

#### **2.10.1.5 Monitoreo de la celda de carga**

Monitorear el valor de la salida para la carga de ensayo mínima, hasta que la misma sea estable.

#### **2.10.1.6 Registro de la indicación**

Registrar la indicación del instrumento indicador para la carga mínima de ensayo  $D_{\min}$ .

#### **2.10.1.7 Puntos de carga de prueba (o ensayo)**

Todos los puntos de carga de prueba (o ensayo), en una secuencia de carga y descarga deberán estar espaciados por intervalos de tiempo aproximadamente iguales. Las lecturas deberán tomarse en intervalos de tiempo lo más cercanos posibles, a aquellos especificados en la Tabla 1 in 2.8.3. Estos intervalos de tiempo (de carga o descarga y de estabilización para cada punto de carga) deberán registrarse.

#### **2.10.1.8 Aplicación de cargas**

Aplicar cargas crecientes hasta la carga máxima de ensayo,  $D_{\max}$ . Deberá haber al menos cinco puntos crecientes de carga, que deberán incluir valores iguales o aproximados a aquellos para los cuales cambia el MPE, como se indica en la Tabla 4 en R 60-1, 5.3.2.

#### **2.10.1.9 Registro de indicaciones**

Registrar las indicaciones del instrumento indicador en intervalos de tiempo lo más cercanos posible, a aquellos especificados en la Tabla 1 de 2.8.3. Estos intervalos de tiempo (de carga o descarga y de estabilización para cada punto de carga) deberán registrarse.

#### **2.10.1.10 Retiro paso a paso de las cargas de prueba**

Retirar las cargas de prueba hasta que la carga sea la carga mínima de ensayo  $D_{\min}$ , utilizando los mismos puntos de carga que se describen en 2.10.1.8.

#### **2.10.1.11 Registro de indicaciones**

Registrar las indicaciones del instrumento indicador en intervalos de tiempo lo más cercanos posible, a aquellos especificados en la Tabla 1 de 2.8.3. Estos intervalos de tiempo (de carga o descarga y de estabilización para cada punto de carga) deberán registrarse.

#### **2.10.1.12 Repetición de procedimientos para diferentes clases de precisión**

Repetir las operaciones descritas de 2.10.1.7 a 2.10.1.11, cuatro veces más para las clases de precisión A y B, o dos veces más para las clases de precisión C y D.

#### **2.10.1.13 Repetición de procedimientos para diferentes temperaturas**

Repetir las operaciones descritas de 2.10.1.3 a 2.10.1.12, primero a la temperatura más alta, luego a la menor temperatura de acuerdo con R 60-1, 5.6.1; luego realizar las operaciones de 2.10.1.3 a 2.10.1.12 a 20 °C ( $\pm 2$  °C).

#### **2.10.1.14 Determinación de la magnitud del error de medición**

La magnitud del error de medición, deberá determinarse en base al promedio de los resultados de los ensayos realizados a cada nivel de temperatura y comparados con los errores de medición máximos permitidos en R 60-1, 5.3.2 (ver Tabla 4 en OIML R 60-1).

#### **2.10.1.15 Determinación del error de repetibilidad**

El error de repetibilidad se puede determinar, y comparar con los límites especificados en R 60-1, 5.4 a partir de los datos resultantes.

#### **2.10.1.16 Determinación del efecto de temperatura sobre la salida correspondiente a la carga muerta mínima**

El efecto de temperatura sobre la salida correspondiente a la carga muerta mínima se puede determinar, y comparar con los límites especificados en R 60-1, 5.6.1.3 a partir de los datos resultantes.

### **2.10.2 Determinación del error de fluencia (creep)**

Este ensayo se realiza para verificar el cumplimiento de los requisitos de R 60-1, 5.5.1.

#### **2.10.2.1 Comprobación de las condiciones de ensayo**

Referirse a las condiciones de ensayo en 2.7.3, para asegurarse que estas condiciones han sido consideradas apropiadamente, previamente a la realización de los ensayos que siguen.

#### **2.10.2.2 Montaje de la celda de carga**

Montar la celda de carga en el sistema generador de fuerza, cargar con la carga mínima de ensayo,  $D_{\min}$ , y estabilizar a 20 °C ( $\pm 2$  °C).

#### **2.10.2.3 Precarga de la celda de carga**

Precargar la celda de carga aplicando la carga máxima de prueba o ensayo,  $D_{\max}$ , tres veces, volviendo a la carga mínima de prueba o ensayo,  $D_{\min}$ , después de cada aplicación de carga. Esperar una hora.

#### **2.10.2.4 Instrumento indicador**

Verificar el instrumento indicador de acuerdo con 2.7.3.10.

#### **2.10.2.5 Monitoreo de la celda de carga**

Monitorear el valor de la salida para la carga de ensayo mínima, hasta que la misma sea estable.

#### **2.10.2.6 Registro de la indicación**

Registrar la indicación del instrumento indicador para la carga mínima de ensayo  $D_{\min}$ .

#### **2.10.2.7 Aplicación de carga**

Aplicar una carga constante máxima de ensayo,  $D_{\max}$  (de un valor entre 90 % y 100 % de  $E_{\max}$ ).

#### **2.10.2.8 Registro de indicaciones**

Registrar la indicación inicial del instrumento indicado en los intervalos de tiempo especificados en la Tabla 1 en 2.8.3. Continuar registrando las indicaciones periódicamente a partir de entonces, en los intervalos de tiempo previstos y durante un período de 30 minutos, asegurándose de tomar una lectura a los 20 minutos.

#### **2.10.2.9 Repetición de procedimientos para diferentes temperaturas**

Repetir las operaciones descritas de 2.10.2.3 a 2.10.2.8, primero a la mayor temperatura y luego a la menor temperatura, según R 60-1, 5.6.1.

#### **2.10.2.10 Determinación del error de fluencia (creep)**

Con los datos resultantes y teniendo en cuenta el efecto de los cambios en la presión barométrica según 2.7.3.8, es posible determinar la magnitud del error debido a la fluencia y compararla con la variación permitida especificada en R 60-1, 5.5.1.

#### **2.10.3 Determinación del retorno a cero (DR)**

Este ensayo se realiza para verificar el cumplimiento de los requisitos de R 60-1, 5.5.2.

##### **2.10.3.1 Comprobación de las condiciones de ensayo**

Referirse a las condiciones de ensayo en 2.7.3, para asegurarse que estas condiciones han sido consideradas apropiadamente, previamente a la realización de los ensayos que siguen.

##### **2.10.3.2 Montaje de la celda de carga**

Montar la celda de carga en el sistema generador de fuerza, cargar con la carga mínima de ensayo,  $D_{\min}$ , y estabilizar a 20 °C ( $\pm 2$  °C).

##### **2.10.3.3 Precarga de la celda de carga**

Precargar la celda de carga aplicando la carga máxima de prueba o ensayo,  $D_{\max}$ , tres veces, volviendo a la carga mínima de prueba o ensayo,  $D_{\min}$ , después de cada aplicación de carga. Esperar una hora antes de continuar con otros ensayos.

##### **2.10.3.4 Comprobación del instrumento indicador**

Verificar el instrumento indicador de acuerdo con 2.7.3.10.

##### **2.10.3.5 Monitoreo de la celda de carga**

Monitorear el valor de la salida para la carga de ensayo mínima, hasta que la misma sea estable.

#### **2.10.3.6 Registro de indicación**

Registrar la indicación del instrumento indicador para la carga mínima de ensayo,  $D_{\text{mín}}$ .

#### **2.10.3.7 Aplicación de carga**

Aplicar una carga constante máxima de ensayo,  $D_{\text{máx}}$  (de un valor entre 90 % y 100 % de  $E_{\text{máx}}$ ).

#### **2.10.3.8 Registro de indicaciones**

Registrar la indicación inicial del instrumento indicador en intervalos de tiempo tan próximos como sea posible a aquellos especificados en la Tabla 1 en 2.8.3.

Estos intervalos de tiempo (de carga o descarga y de estabilización para cada punto de carga) deberán registrarse. Registrar el momento en el cual se aplica la carga y mantenerla durante un período de 30 minutos.

#### **2.10.3.9 Registro de datos**

Registrar el momento de inicio de la descarga y de retorno a la carga mínima de ensayo,  $D_{\text{mín}}$ .

#### **2.10. 3.10 Registro de indicación**

Registrar la indicación del instrumento indicador en intervalos de tiempo lo más cercanos posible, a aquellos especificados en la Tabla 1 de 2.8.3. Estos intervalos de tiempo (de carga o descarga y de estabilización para cada punto de carga) deberán registrarse.

#### **2.10.3.11 Repetición de procedimientos para diferentes temperaturas**

Repetir las operaciones descritas de 2.10.3.3 a 2.10.3.10, primero a la mayor temperatura y luego a la menor temperatura, según R 60-1, 5.6.1.

#### **2.10.3.12 Determinación del retorno a cero (DR)**

Con los datos resultantes, la magnitud del retorno a cero (DR), se puede determinar y comparar con la variación permitida y especificada en 2.9.2.

#### **2.10.4 Determinación de los efectos de la presión barométrica (presión atmosférica)**

Este ensayo se realiza para verificar el cumplimiento con los requisitos de R 60-1, 5.6.2.

Este ensayo se debe realizar a menos que exista una argumentación suficiente a través del diseño, que muestre que el desempeño de la celda de carga, no se ve afectado por los cambios en la presión barométrica. En el caso en que no se realice el ensayo, la justificación de la no realización debe quedar registrada en el reporte de ensayo.

##### **2.10.4.1 Comprobación de las condiciones de ensayo**

Referirse a las condiciones de ensayo en 2.7.3, para asegurarse que estas condiciones han sido consideradas apropiadamente, previamente a la realización de los ensayos que siguen.

##### **2.10.4.2 Montaje de la celda de carga**

Colocar la celda descargada y a temperatura ambiente, en la cámara de presión a presión atmosférica.

##### **2.10.4.3 Comprobación del instrumento indicador**

Verificar el instrumento indicador de acuerdo con 2.7.3.10.

#### **2.10.4.4 Monitoreo de la celda de carga**

Monitoree el valor de la salida, hasta que la misma sea estable.

#### **2.10.4.5 Registro de indicación**

Registrar la indicación del instrumento indicador.

#### **2.10.4.6 Cambio en la presión barométrica**

Aumentar la presión barométrica en un valor de por lo menos 1 kPa más que la presión atmosférica y registrar la indicación del instrumento indicador.

#### **2.10.4.7 Determinar el error por presión barométrica**

Con los datos resultantes, se puede determinar la influencia de la presión barométrica y compararla con los límites especificados en R 60-1, 5.6.2.

#### **2.10.5 Determinación de los efectos de la humedad en celdas de carga marcadas CH y en celdas no marcadas**

Este ensayo se realiza para verificar el cumplimiento con los requisitos de R 60-1, 5.6.3.1.

##### **2.10.5.1 Comprobación de las condiciones de ensayo**

Referirse a las condiciones de ensayo en 2.7.3, para asegurarse que estas condiciones han sido consideradas apropiadamente, previamente a la realización de los ensayos que siguen.

##### **2.10.5.2 Montaje de la celda de carga**

Montar la celda de carga en el sistema generador de fuerza, cargar con la carga mínima de ensayo,  $D_{\min}$ , y estabilizar a 20 °C ( $\pm 2$  °C).

##### **2.10.5.3 Precarga de la celda de carga**

Precargar la celda de carga aplicando la carga máxima de prueba o ensayo,  $D_{\max}$ , tres veces, volviendo a la carga mínima de prueba o ensayo,  $D_{\min}$ , después de cada aplicación de carga. Esperar cinco minutos antes de continuar con otros ensayos.

##### **2.10.5.4 Comprobación del instrumento indicador**

Verificar el instrumento indicador de acuerdo con 2.7.3.10.

##### **2.10.5.5 Monitoreo de la celda de carga**

Monitorear el valor de la salida para la carga de ensayo mínima, hasta que la misma sea estable.

##### **2.10.5.6 Registro de indicación**

Registrar la indicación del instrumento indicador para la carga mínima de ensayo,  $D_{\min}$

##### **2.10.5.7 Aplicación de carga**

Aplicar una carga máxima de ensayo,  $D_{\max}$ .

##### **2.10.5.8 Registro de indicaciones**

Registrar la indicación inicial del instrumento indicador en intervalos de tiempo tan próximos como sea posible a aquellos especificados en la Tabla 1 en 2.8.3.

Estos intervalos de tiempo (de carga o descarga y de estabilización para cada punto de carga) deberán registrarse.

#### **2.10.5.9 Remoción de la carga**

Remover la carga de ensayo que la carga sea la carga mínima de ensayo,  $D_{\min}$ .

#### **2.10.5.10 Registro de indicación**

Registrar la indicación del instrumento indicador en intervalos de tiempo tan próximos como sea posible a aquellos especificados en la Tabla 1 en 2.8.3.

Estos intervalos de tiempo (de carga o descarga y de estabilización para cada punto de carga) deberán registrarse.

#### **2.10.5.11 Repetición de procedimientos para diferentes clases de precisión**

Repetir las operaciones descritas de 2.10.5.7 a 2.10.5.10, cuatro veces más para las clases de precisión A y B, o dos veces más para las clases de precisión C y D.

#### **2.10.5.12 Realización de ensayo cíclico de calor húmedo (CH)**

Este ensayo se realiza para verificar cumplimiento con las especificaciones de R 60-1, 5.6.3.1 bajo condiciones de humedad elevada combinada con cambios cíclicos de temperatura.

Estándares aplicables:

**IEC 60068-2-30 [10]:** *Environmental testing – Part 2: Tests*

*Test Db and guidance: Damp heat cyclic (12 + 12-hour) cycle*

**IEC 60068-3-4 [11]:** *Environmental testing - Part 2: Tests. Guidance for damp heat tests*

*N. de T.:*

- *IEC 60068-2-30 [10]: Environmental testing – Part 2: Tests = IEC 60068-2-30 [10]: Ensayos ambientales-Parte 2: Ensayos*
- *Test Db and guidance: Damp heat cyclic (12 + 12-hour) cycle = Ensayo Db y guía: calor húmedo cíclico, ciclo de (12 + 12-horas)*
- *IEC 60068-3-4 [11]: Environmental testing - Part 2: Tests. Guidance for damp heat tests = IEC 60068-3-4 [11]: Ensayos ambientales-Parte 2: Ensayos. Guía para ensayos de calor húmedo*

Métodos de ensayo	Exposición a calor húmedo con variación cíclica de la temperatura.
Condiciones de ensayo	La humedad relativa está entre 80 % y 96 % y la temperatura varía desde 25 °C a 40 °C, de acuerdo con el ciclo especificado.
Precondiciones relativas a la celda de carga	Se ubica la celda de carga en la cámara y con la conexión de salida afuera de la cámara y apagada. Utilizar variante 2 de IEC 60068-2-30 Ed. 3.0 (2005-08) al hacer descender la temperatura.
Mediciones iniciales	Realizarlas de acuerdo con 2.10.5.1 – 2.10.5.11
Resumen de los procedimientos de ensayo	<p>Este ensayo consiste en exponer la celda de carga a 12 ciclos de temperatura, de 24 horas de duración cada uno.</p> <p>Es esperable que ocurra condensación en la celda de carga, durante el aumento de temperatura.</p> <p>El ciclo de 24 horas comprende:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar la temperatura en un plazo de 3 horas,</li> <li>• Mantener la temperatura en el valor superior hasta 12 horas desde el comienzo del ciclo,</li> <li>• Disminuir la temperatura hasta su valor inferior en un plazo de 3 a 6 horas; la disminución (tasa de disminución) durante la primera hora y media, debe ser tal que el valor inferior de temperatura se alcance en un plazo de 3 horas,</li> <li>• Mantener la temperatura en su valor inferior hasta que se complete el período de 24 horas.</li> </ul> <p>Los períodos de estabilización anterior y de recuperación posterior, a la exposición cíclica, deben ser tales que la temperatura de todas las partes de la celda de carga esté dentro de los 3 °C de su valor final. Las condiciones de recuperación y las mediciones finales serán acordes a 2.10.5.1– 2.10.5.15.</p>

#### 2.10.5.13 Retiro de la celda de carga de la cámara

Retirar la celda de carga de la cámara de humedad, con cuidado retirar la humedad de su superficie, y mantenerla en condiciones de presión atmosférica estándar durante el tiempo suficiente para que alcance la estabilidad en temperatura (1 ó 2 horas normalmente).

#### 2.10.5.14 Repetición de los procedimientos de ensayo

Repetir 2.10.5.1 a 2.10.5.11 asegurándose que la carga mínima de ensayo  $D_{\min}$ , y que la carga máxima de ensayo  $D_{\max}$ , son las mismas que las que se utilizaron previamente.

#### 2.10.5.15 Determinación de la magnitud de las variaciones inducidas por la humedad

La diferencia entre el promedio de las lecturas de la salida correspondiente a la carga mínima y de la salida correspondiente a la carga máxima, atribuida a cambios cíclicos en la humedad, tal como se determina utilizando los procedimientos de ensayo en 2.10.5, no debe exceder los límites especificados en R 60-1, 5.6.3.1.

La diferencia entre el promedio de las lecturas correspondientes a la carga máxima,  $D_{\text{máx}}$ , atribuida a los cambios cíclicos de la humedad y determinada utilizando los procedimientos de ensayo de 2.10.5, no debe exceder los límites especificados en R 60-1, 5.6.3.1.

#### **2.10.6 Determinación de los efectos de la humedad para celdas de carga marcadas SH**

Este ensayo se aplica para verificar cumplimiento con los requisitos de R 60-1, 5.6.3.2.

##### **2.10.6.1 Comprobación de las condiciones de ensayo**

Referirse a las condiciones de ensayo en 2.7.3, para asegurarse que estas condiciones han sido consideradas apropiadamente, previamente a la realización de los ensayos que siguen.

##### **2.10.6.2 Montaje de la celda de carga**

Montar la celda de carga en el sistema generador de fuerza, cargar con la carga mínima de ensayo,  $D_{\text{mín}}$ , y estabilizar a 20 °C ( $\pm 2$  °C).

##### **2.10.6.3 Precarga de la celda de carga**

Precargar la celda de carga aplicando la carga máxima de prueba o ensayo,  $D_{\text{máx}}$ , tres veces, volviendo a la carga mínima de prueba o ensayo,  $D_{\text{mín}}$ , después de cada aplicación de carga. Esperar cinco minutos antes de continuar con otros ensayos.

##### **2.10.6.4 Comprobación del instrumento indicador**

Verificar el instrumento indicador de acuerdo con 2.7.3.10.

##### **2.10.6.5 Monitoreo de la celda de carga**

Monitorear el valor de la salida para la carga de ensayo mínima, hasta que la misma sea estable.

##### **2.10.6.6 Registro de indicación**

Registrar la indicación del instrumento indicador para la carga mínima de ensayo,  $D_{\text{mín}}$ .

##### **2.10.6.7 Puntos de carga de prueba (o ensayo)**

Todos los puntos de carga de prueba (o ensayo), en una secuencia de carga y descarga deberán estar espaciados por intervalos de tiempo aproximadamente iguales. Las lecturas deberán tomarse en intervalos de tiempo lo más cercanos posibles, a aquellos especificados en la Tabla 1 in 2.8.3. Estos intervalos de tiempo (de carga o descarga y de estabilización para cada punto de carga) deberán registrarse.

##### **2.10.6.8 Aplicación de cargas**

Aplicar cargas crecientes hasta la carga máxima de ensayo,  $D_{\text{máx}}$ . Debe haber al menos cinco puntos de carga creciente, que deben incluir cargas que se aproximen a los valores mayores en los escalones aplicables de los errores de medición máximos permitidos, como se indica en la Tabla 4 en R 60-1, 5.3.2.

*N. de T.: escalones aplicables de los errores de medición máximos permitidos = puntos de cambio de MPE*

##### **2.10.6.9 Registro de indicaciones**

Registrar las indicaciones del instrumento indicador en intervalos de tiempo tan próximos como sea posible a aquellos especificados en la Tabla 1 en 2.8.3.

Estos intervalos de tiempo (de carga o descarga y de estabilización para cada punto de carga) deberán registrarse.

#### 2.10.6.10 Reducción de la carga

Reducir la carga de ensayo hasta la carga mínima de ensayo,  $D_{\min}$ , utilizando los mismos puntos de carga descritos en 2.10.6.8.

#### 2.10.6.11 Ensayo de calor húmedo en régimen permanente

Este ensayo se realiza para verificar el cumplimiento con los requisitos de R 60-1, 5.6.1 ó R 60-1, 5.6.3 bajo condiciones de alta humedad y temperatura constante.

Estándares aplicables:

- 1- IEC 60068-2-78: *Environmental testing – Part 2: Tests. Test Ca: Damp heat, steady state, Environmental testing - Part 2: Tests. Test Cb: Damp heat, steady state, primarily for equipment.* [12]
- 2- IEC 60068-3-4: *Environmental testing – Part 2: Tests. Guidance for damp heat tests.* [11]

*N. de T.:*

1= IEC 60068-2-78: *Ensayos ambientales-Parte 2: Ensayos. Ensayo Ca: Calor húmedo, régimen permanente, Ensayos ambientales-Parte 2: Ensayos. Ensayo Cb: Calor húmedo, régimen permanente, sobre todo para equipamiento.* [12]

2= IEC 60068-3-4: *Ensayos ambientales-Parte 2: Ensayos. Guía para ensayos de calor húmedo.* [11]

Métodos de ensayo	Exposición a calor húmedo en régimen permanente.
Condiciones de ensayo	La humedad relativa es de 85 %.
Precondiciones relativas a la celda de carga	Se ubica la celda de carga en la cámara y con la conexión de salida afuera de la cámara y encendida.
Mediciones iniciales	Realizarlas de acuerdo con 2.10.5.1 – 2.10.5.11
Resumen de los procedimientos de ensayo	<p>Este ensayo consiste en exponer a la celda de carga a una temperatura constante y a una humedad relativa constante. La celda de carga se debe ensayar como se especifica de 2.10.6.1 a 2.10.6.10:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) A una temperatura de referencia (20 °C o el valor medio del rango de temperatura si 20 °C está fuera de ese rango) y una humedad relativa de 50 %;</li> <li>b) A la mayor temperatura del rango especificado en R 60-1, 5.6.1 para la celda de carga y una humedad relativa de 85 %, después de 48 horas de la estabilización de la temperatura y de la humedad, y</li> <li>c) A la temperatura de referencia y a una humedad relativa del 50 %.</li> </ol> <p>La celda de carga debe manipularse de manera tal, que no se condense agua en su superficie.</p>

**2.10.6.12 Registro de indicaciones**

Registrar las indicaciones del instrumento indicador en intervalos de tiempo tan próximos como sea posible a aquellos especificados en la Tabla 1 en 2.8.3.

Estos intervalos de tiempo (de carga o descarga y de estabilización para cada punto de carga) deberán registrarse.

**2.10.6.13 Determinación de la magnitud de las variaciones inducidas por la humedad**

A partir de los datos resultantes se puede determinar la magnitud de las variaciones inducidas por la humedad y luego compararlas con los límites especificados en R 60-1, 5.6.3.2.

**2.10.7 Ensayos adicionales para celdas de carga analógicas-activas (perturbaciones)**

Estos ensayos se aplican para verificar cumplimiento de los requisitos de R 60-1, 5.7.2.5, y R 60-1, 5.7.2.6.

**2.10.7.1 Ensayos de desempeño y estabilidad**

Una celda de carga analógica-activa debe superar los ensayos de desempeño y estabilidad de acuerdo con los apartados 2.10.7.2 a 2.10.7.11 para los ensayos indicados en R 60-1, Tabla 5.

**2.10.7.2 Evaluación del error para celdas de carga digitales**

Para celdas de carga que poseen una división de salida digital mayor a 0,20 v, se deben utilizar los puntos de cambio en la evaluación de errores, antes del redondeo y de la manera que sigue. Se registra el valor de la salida digital,  $I$ , para una carga dada,  $L$ . Se agregan de manera sucesiva, cargas adicionales de por ejemplo 0,1 v, hasta que la salida de la celda de carga se incremente de manera no ambigua en una división de salida digital ( $I + v$ ). La cantidad adicional de carga,  $\Delta L$ , agregada a la celda de carga da el valor de salida digital antes del redondeo,  $P$ , a partir de la siguiente fórmula:

$$P = I + 1/2 v - \Delta L$$

En donde:

$I$  = indicación o valor de salida digital,

$v$  = división de verificación de la celda de carga, y

$\Delta L$  = Carga adicional agregada a la celda de carga.

El error,  $E$ , antes del redondeo es:

$$E = P - L = I + 1/2 v - \Delta L - L$$

Y el error corregido,  $E_c$ , antes del redondeo es:

$$E_c = E - E_0 \leq MPE$$

En donde  $E_0$  es el error calculado para la carga mínima de ensayo,  $D_{\min}$ .

**2.10.7.3 Tiempo de calentamiento (puesta en régimen)**

Resumen de los procedimientos de ensayo:

Estabilizar la celda de carga a 20 °C ( $\pm 2$  °C) y desconectarla de la alimentación eléctrica (cualquiera sea), por un período de al menos 8 horas antes del ensayo.

Montar la celda de carga en el sistema generador de fuerza.

Precargar la celda de carga mediante la aplicación de una carga máxima de ensayo,  $D_{\text{máx}}$ , luego, descargar hasta la carga mínima de ensayo  $D_{\text{mín}}$ . Realizar este proceso tres veces.

Dejar en reposo a la celda de carga durante 5 minutos. Conectar la celda de carga a la alimentación y encender.

Registrar los datos:

Tan pronto como se obtenga un resultado de medición, registrar el valor de la salida para la carga mínima de ensayo y la carga máxima de ensayo aplicada,  $D_{\text{máx}}$ .

Carga y descarga:

La salida para la carga máxima de ensayo se debe determinar en intervalos de tiempo lo más próximos posibles a aquellos especificados en la Tabla 1 en 2.8.3 y deben registrarse. La descarga se debe realizar hasta el valor mínimo de la carga de ensayo,  $D_{\text{mín}}$ .

Estas mediciones se deben repetir luego de transcurridos 5, 15 y 30 minutos.

Para celdas de carga de clase A, se deben observar los requerimientos del manual de operación, en lo relativo al tiempo posterior a la conexión a la fuente de alimentación.

#### 2.10.7.4 Variaciones de tensión de alimentación

Este ensayo se realiza para verificar el cumplimiento con los requisitos de R 60-1, 5.7.2.2, R 60-1, 5.7.2.3, y R 60-1, 5.7.2.4 en condiciones de variaciones de tensión de alimentación de la celda de carga.

Estándares aplicables:

Para celdas de carga conectadas a la red eléctrica de AC (corriente alterna): IEC/TR3 61000-2-1 [13], IEC 61000-4-1 (set-up) [14]

Para celdas de carga conectadas a la red de alimentación de DC (corriente continua): IEC 61000-4-29 [15], IEC 61000-4-1 (set-up) [14]

*N. de T.: (set-up) = (configuración)*

Métodos de ensayo	Someter a la celda de carga a variaciones en la tensión de alimentación.
Condiciones de ensayo	De acuerdo con 2.7.3.1. Condiciones ambientales.
Precondiciones relativas a la celda de carga	Estabilizar la celda de carga en condiciones ambientales constantes.
Nivel de ensayo	Variaciones de la tensión de alimentación de la red: Límite superior de tensión ( $V + 10\%$ ); Límite inferior de tensión ( $V - 15\%$ ) Variaciones de la tensión de alimentación de la batería: - Límite superior de tensión (no corresponde); - Límite inferior de tensión: (especificado por el fabricante, por debajo de $V$ ) El valor de tensión ( $V$ ) es el valor especificado por el fabricante. Si se especifica un rango de referencia de tensión de alimentación ( $V_{\text{mín}}$ , $V_{\text{máx}}$ ), entonces el ensayo se debe realizar a una tensión superior a $V_{\text{máx}}$ y un límite de tensión menor a $V_{\text{mín}}$ .

Resumen de los procedimientos de ensayo	Este ensayo consiste en someter a la celda de carga a variaciones en la tensión de alimentación. Se realiza un ensayo de carga de acuerdo con los apartados 2.10.1.1 a 2.10.1.12 a 20°C (± 2 °C), con la celda de carga energizada con la tensión de referencia. Los ensayos se repiten con la celda energizada con la tensión de alimentación límite superior y con la tensión de alimentación límite inferior.
-----------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### 2.10.7.5 Reducciones de corta duración, de la tensión de alimentación (ver R 60-1, 5.7.2.5 Perturbaciones)

Este ensayo se realiza para verificar el cumplimiento con los requisitos de R 60-1, 5.7.2.2, R 60-1, 5.7.2.3, y R 60-1, 5.7.2.4 bajo condiciones de reducciones de corta duración de la tensión de alimentación.

Estándares aplicables:

Para celdas de carga conectadas a la red de alimentación de CC: IEC 61000-4-29 [15]; IEC 61000-4-1 [14]

Para celdas de carga conectadas a la red eléctrica de DC (corriente continua): IEC 61000-4-11 [16]; IEC 61000-6-1 [17]; IEC 61000-6-2 [18]

Métodos de ensayo	Someter a la celda de carga a reducciones específicas, de corta duración, de la tensión de alimentación.		
Condiciones de ensayo	De acuerdo con 2.7.3.1. Condiciones ambientales.		
Precondiciones relativas a la celda de carga	Estabilizar la celda de carga en condiciones ambientales constantes.		
Nivel de ensayo	Ensayo	Reducción a:	Duración/número de ciclos
	Ensayo a	0 %	0,5
	Ensayo b	0 %	1
	Ensayo c	40 %	10
	Ensayo d	70 %	25
	Ensayo e	80 %	250
	Interrupción corta	0 %	250
Resumen de los procedimientos de ensayo	Se debe usar un generador de ensayo, capaz de reducir la amplitud de uno o más de un medio ciclo (en los cruces con cero), de la tensión de alimentación de corriente alterna. El generador debe ajustarse antes de conectarse a la celda de carga. Las reducciones de la tensión de alimentación, deberán repetirse diez veces, en intervalos de al menos 10 segundos.		

### 2.10.7.6 Ráfagas de tensión (Bursts- transitorios) - (Ver 60-1, 5.7.2.5 Perturbaciones)

Este ensayo se realiza para verificar el cumplimiento con los requisitos de R 60-1, 5.7.2.5, en condiciones donde ráfagas de tensión se superponen con la tensión de alimentación.

Estándares aplicables:

IEC 61000-4-4 [19]: No. 8 (Test procedure), No. 7 (Test set-up), No. 6 (Test instrumentation), No. 5 (Test severity).

*N.de T: Test procedure= Procedimiento de ensayo, Test set-up= Configuración del ensayo, Test instrumentation= Instrumentación del ensayo, Test severity= Severidad del ensayo.*

Métodos de ensayo	Introducir transitorios en las líneas de alimentación
Condiciones de ensayo	De acuerdo con 2.7.3.1. Condiciones ambientales.
Precondiciones relativas a la celda de carga	Estabilizar la celda de carga en condiciones ambientales constantes.
Nivel de ensayo	Nivel 3 de acuerdo con el estándar referenciado: IEC 61000-4-4 No.5 Tensión de ensayo de salida de circuito abierto para: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Líneas de alimentación: 2 kV;</li> <li>• Señales de E/S, datos, y líneas de control: 1 kV</li> </ul>
Carga de ensayo	El ensayo se debe realizar solo con una pequeña carga de ensayo (10 v).
Resumen de los procedimientos de ensayo	Este ensayo consiste en someter a la celda de carga a ráfagas especificadas de picos de tensión. Se debe utilizar un generador de picos de tensión (ráfaga o burst), tal como se define en el estándar correspondiente [IEC 61000-4-4 Ed 3.0 (2012-04)]. Las características del generador se deben verificar antes de conectar el IBE. El ensayo se debe aplicar separadamente a: <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Líneas de alimentación</li> <li>b) circuitos de E/S y líneas de comunicación si las hubiera.</li> </ol>

#### **2.10.7.7 Ondas de choque (tensión transitoria aperiódica) (Ver R 60-1, 5.7.2.5 Perturbaciones)**

Este ensayo se realiza para verificar el cumplimiento con los requisitos de R 60-1, 5.7.2.5, en condiciones donde ondas eléctricas de choque se superponen con la tensión de alimentación, con las líneas de E/S y los puertos de comunicación.

Estándares aplicables:

IEC 61000-4-5 [20]

Métodos de ensayo	Exponer la/s celda/s de carga/s a ondas eléctricas de choque en las líneas de alimentación, o en las líneas de señal, datos y de control.
Condiciones de ensayo	De acuerdo con 2.7.3.1. Condiciones ambientales.
Precondiciones relativas a la celda de carga	Estabilizar la celda de carga en condiciones ambientales constantes.
Nivel de ensayo	Nivel 3 Amplitud (valor pico) Líneas de alimentación: 1 kV (línea a línea), y 2 kV (línea a tierra)
Carga de ensayo	El ensayo se debe realizar con una pequeña carga de ensayo (10 v).
Resumen de los procedimientos de ensayo	<p>Este ensayo se aplica solamente a aquellos casos en que, en base a situaciones típicas de instalación, puede ser previsible que exista riesgo de influencias significantes de ondas de choque. Es especialmente relevante en casos de instalaciones en el exterior y/o interior, conectadas a líneas de señal de gran longitud (líneas de más de 10 m de longitud o aquellas líneas instaladas parcial o completamente en el exterior de edificios, sin importar su longitud). Este ensayo se debe realizar, a menos que haya una justificación relacionada con detalles específicos del uso e instalación previstos, que lo torne innecesario.</p> <p>La justificación para no realizar este ensayo se debe registrar en el reporte de ensayo.</p> <p>El ensayo es aplicable a las líneas de alimentación, líneas de comunicación (internet, módem de acceso telefónico, etc.), y otras líneas de control: datos o señal mencionadas más arriba (líneas de sensores de temperatura, de sensores de flujo de gas o líquido, etc.).</p> <p>El ensayo consiste en exponer a la celda de carga a ondas de choque, para las cuales están definidos en el estándar referenciado, los siguientes parámetros: tiempo de incremento del valor de la onda, amplitud del pulso, valores pico de la salida de la tensión/corriente para cargas de alta/baja impedancia e intervalo de tiempo mínimo entre dos pulsos sucesivos. Las características del generador deben ser ajustadas antes de conectar la celda de carga.</p> <p>Para líneas de alimentación de corriente alterna, se deben aplicar por lo menos tres ondas de choque positivas y tres negativas de manera sincrónica con la alimentación de corriente alterna (AC) en ángulos de 0°, 90°, 180° and 270°. Para cualquier otro tipo de alimentación, se deben aplicar al menos tres ondas de choque positivas y tres negativas.</p>
Notas	<p>Se deben aplicar tanto la polaridad positiva como la negativa de las ondas de choque.</p> <p>La duración del ensayo no debe ser menor a un minuto para cada amplitud y polaridad.</p>

	La red de inyección de la fuente de la alimentación debe poseer filtros de bloqueo, para prevenir que la energía de la onda de choque se disipe en la red eléctrica.
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### 2.10.7.8 Descargas electrostáticas (ver R 60-1, 5.7.2.5 Perturbaciones)

Este ensayo se realiza para verificar el cumplimiento con los requisitos de R 60-1, 5.7.2.5 en el caso de exposición directa a descargas electrostáticas o descargas del mismo tipo, en la cercanía de la celda de carga.

Estándares aplicables:

IEC 61000-4-2 [21]: No. 6 (test generator), No. 7 (set-up), No. 8 (test procedure).

*N.de T: Test generator= Generador de ensayo, set-up= configuración, Test procedure = Procedimiento de ensayo*

Método de ensayo	Exposición a descargas electrostáticas ESD.
Condiciones de ensayo	De acuerdo con 2.7.3.1. Condiciones ambientales.
Precondiciones relativas a la celda de carga	Estabilizar la celda de carga en condiciones ambientales constantes.
Resumen de los procedimientos de ensayo	<p>El ensayo comprende la exposición de la celda de carga a descargas electrostáticas.</p> <p>Se debe utilizar un generador de descargas electrostáticas acorde a lo definido en el estándar correspondiente; la configuración del ensayo debe cumplir con las dimensiones, materiales utilizados y condiciones que se especifican también en el estándar correspondiente.</p> <p>Antes de comenzar los ensayos, se debe verificar el desempeño del generador.</p> <p>Se deben aplicar al menos 10 descargas por cada lugar seleccionado para realizarlas. El intervalo de tiempo entre descargas sucesivas, debe ser de al menos 10 segundos.</p> <p>Si fuera apropiado, este ensayo incluirá el método de tintas penetrantes.</p> <p>Para descargas directas se debe usar la descarga al aire cuando no se pueda aplicar el método de descarga por contacto.</p> <p>Se prefiere el método de ensayo de descargas por contacto. La descarga al aire es mucho menos definida y reproducible y por lo tanto debe ser usada solo cuando la descarga por contacto no se pueda aplicar.</p> <p>Aplicación directa:</p> <p>En el modo de descarga por contacto que se realiza sobre superficies conductoras, el electrodo debe estar en contacto con el IBE antes de la activación de la descarga. En este caso la chispa de la descarga se produce en el relé de vacío de la punta de descarga por contacto.</p> <p>En el caso de superficies aisladas, solo se puede aplicar el modo de descarga al aire. Se aproxima el electrodo cargado a la celda de carga, hasta que se produzca una chispa de descarga.</p> <p>Aplicación indirecta:</p> <p>Las descargas se aplican en el modo por contacto solo en planos de acoplamiento montados en la vecindad de la celda de carga.</p>

	Para celdas de carga no equipadas con terminal de descarga a tierra, la celda de carga debe ser descargada completamente entre descargas.
Severidad del ensayo	Nivel 3 (de acuerdo con IEC 61000-4-2 (2008-12) Ed 2.0 Edición consolidada, No. 5). Tensión de corriente continua (DC) de hasta 6kV (incluido) para descargas por contacto y de 8 kV para descargas al aire.
Carga de ensayo	El ensayo se debe realizar con una pequeña carga de ensayo (10 v).

### 2.10.7.9 Exposición a campos electromagnéticos radiados de radiofrecuencia (ver R 60-1, 5.7.2.5 Perturbaciones)

Este ensayo se realiza para verificar el cumplimiento con los requisitos de R 60-1, 5.7.2.5 en el caso de exposición a campos electromagnéticos.

Estándar aplicable:

IEC 61000-4-3 [22]: No. 6 (test generator), No. 7 (test set-up), No. 8 (test procedure)

*N.de T: Test generator= Generador de ensayo, Test set-up= Configuración de Ensayo, Test procedure = Procedimiento de ensayo*

Método de ensayo	Exposición a campos electromagnéticos específicos
Condiciones de ensayo	De acuerdo con 2.7.3.1. Condiciones ambientales.
Precondiciones relativas a la celda de carga	Estabilizar la celda de carga en condiciones ambientales constantes.
Resumen de los procedimientos de ensayo	<p>La celda de carga se expone a campos electromagnéticos cuya intensidad y uniformidad se especifican en el estándar correspondiente.</p> <p>El nivel de intensidad del campo especificado se refiere al campo generado por la onda portadora no modulada.</p> <p>La celda de carga debe exponerse al campo de onda modulada. El barrido de frecuencia se debe hacer solo pausando el ensayo, para ajustar el nivel de señal de radiofrecuencia o para alternar si es necesario entre generadores de radio frecuencia, amplificadores y antenas.</p> <p>Cuando se barre el rango de frecuencia de manera incremental, el tamaño del incremento de cada paso del barrido no debe exceder el 1 % del valor de frecuencia inmediato anterior.</p> <p>El tiempo de exposición a la portadora modulada en amplitud para cada frecuencia, no debe ser menor que el tiempo necesario para actuar sobre la celda y que esta responda, y también no debe ser en ningún caso menor a 0,5 s.</p> <p>Se pueden generar campos electromagnéticos adecuados en equipos de diferentes tipos y configuración; el uso de estos campos está limitado a las dimensiones de la celda de carga y al rango de frecuencia del equipo.</p>
Carga de ensayo	El ensayo se debe realizar con una pequeña carga de ensayo (10 v).
Severidad del ensayo	<p>Nivel 3:</p> <p>Rango de frecuencia: 80 MHz* a 3.000 MHz;</p> <p>Intensidad del campo: 10 V/m;</p> <p>Modulación: 80 % AM, 1 kHz onda sinusoidal.</p>
Notas	* Para celdas de carga con líneas de alimentación o puertos de E/S, el rango de frecuencia utilizado en ensayos convencionales debe ser de 80 MHz a 3.000 MHz. El límite inferior de frecuencia de campo electromagnético es de 26 MHz para celdas de carga sin líneas de alimentación o sin puertos de

	E/S, y para las cuales no se aplica el ensayo de campos electromagnéticos conducidos (2.10.7.10).
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------

#### 2.10.7.10 Exposición a corrientes conducidas (modo común) generadas por campos electromagnéticos de radiofrecuencia (ver R 60-1, 5.7.2.5 Perturbaciones)

Este ensayo se realiza para verificar el cumplimiento con los requisitos de R 60-1, 5.7.2.5 en el caso de exposición a campos electromagnéticos.

Estándar aplicable:

IEC 61000-4-6 [23]

Método de ensayo	Exposición de celdas de carga a perturbaciones inducidas por campos de radiofrecuencia radiados.
Condiciones de ensayo	De acuerdo con 2.7.3.1. Condiciones ambientales.
Precondiciones relativas a la celda de carga	Estabilizar la celda de carga en condiciones ambientales constantes.
Resumen de los procedimientos de ensayo	Una corriente generada por un campo electromagnético de radiofrecuencia, que simule la influencia de campos electromagnéticos, se debe acoplar o inyectar en los puertos de alimentación y de E/S de la celda de carga, utilizando dispositivos de acoplamiento/desacoplamiento tal como se define en el estándar referenciado. Las características del equipamiento de ensayo, que consta de un generador de radiofrecuencia, dispositivos de acoplamiento/desacoplamiento, atenuadores, etc. se deben verificar antes de conectar la celda de carga.
Carga de ensayo	El ensayo se debe realizar con una pequeña carga de ensayo (10 v).
Índice de los niveles de ensayo	Nivel 3 (de acuerdo con el estándar correspondiente) Rango de frecuencia: 0.15 MHz–80 MHz Amplitud de radiofrecuencia (50 Ω): 10 V(emf) Modulación: 80 % AM, 1 kHz onda sinusoidal.
Notas	Este ensayo no es aplicable para celdas de carga sin líneas de alimentación o sin otro puerto de entrada.

#### 2.10.7.11 Estabilidad de la pendiente (span stability) (ver R 60-1, 5.7.2.6) (no es aplicable a celdas de cargas clase A)

Resumen del procedimiento de ensayo:

El ensayo consiste en observar las variaciones de la salida de la celda de carga, bajo condiciones razonablemente constantes ( $\pm 2$  °C) (por ejemplo: en el ambiente normal de un laboratorio) en varias etapas: antes, durante y luego de que la celda de carga haya sido sometida a ensayos de desempeño. Los ensayos de desempeño deben incluir (como mínimo) al ensayo de temperatura. El ensayo de calor húmedo debe ser realizado en los casos en que sea aplicable, pero debe efectuarse luego de los ensayos de estabilidad de la pendiente, si la realización de este ensayo (calor húmedo) durante el ensayo de estabilidad de la pendiente, significara un aumento del riesgo de que resulten comprometidos los principios especificados en 2.7.3.3. Ésto puede ser un gran inconveniente al realizar ensayos en celdas de carga de gran capacidad.

La celda de carga deberá desconectarse de la fuente de alimentación eléctrica, o de la alimentación a baterías, según sea el caso, dos veces al menos durante 8 horas mientras se esté ensayando. El número de desconexiones podría incrementarse si así lo especifica el fabricante o a criterio de la

autoridad de aprobación, si el fabricante no lo explicitó. Si el fabricante lo especifica, el número de desconexiones se puede incrementar, o también según lo disponga la autoridad de aprobación, en la ausencia de cualquier consideración.

Para la realización de este ensayo, se deben considerar las instrucciones de operación del fabricante. La celda de carga deberá estabilizarse luego de ser encendida, en condiciones ambientales lo suficientemente constantes, por lo menos durante 5 horas. Si se ha llevado a cabo algún ensayo de temperatura o humedad la estabilización deberá realizarse durante al menos 16 horas.

Duración del ensayo:

Para ensayos de temperatura y humedad: 28 días o el período necesario para que se puedan realizar los ensayos de desempeño (el menor entre los dos períodos).

Se puede incrementar la duración del ensayo a 40 días, solo para las celdas marcadas CH.

Tiempo entre mediciones:

Entre ½ día (12 horas) y 10 días (240 horas), para celdas de carga marcadas SH, y 14 días para celdas marcadas CH, con una distribución uniforme de las mediciones en la duración total del ensayo.

Cargas de ensayo:

Una carga mínima de ensayo,  $D_{\min}$ ; la misma carga de ensayo debe usarse durante todo el ensayo

Una carga máxima de ensayo,  $D_{\max}$ ; la misma carga de ensayo debe usarse durante todo el ensayo

Número de mediciones: al menos 8.

Secuencia del ensayo:

Usar a lo largo de la prueba el mismo equipo de ensayo y las mismas cargas de ensayo.

Estabilizar todos los factores en condiciones ambientales lo suficientemente constantes.

Cada grupo de mediciones deberá consistir en lo siguiente:

- a) precargar la celda de carga aplicando la carga máxima de ensayo,  $D_{\max}$ , tres veces, volviendo a la carga mínima de ensayo,  $D_{\min}$ , después de cada aplicación de carga;
- b) estabilizar la celda de carga en la carga mínima de ensayo,  $D_{\min}$ ;
- c) leer la salida correspondiente a la carga mínima de ensayo,  $D_{\min}$  y aplicar la carga máxima de ensayo,  $D_{\max}$ . Leer la salida de la carga máxima de ensayo en intervalos de tiempo tan próximos como sea posible a aquellos especificados en la Tabla 1 en 2.8.3, y volver a la carga mínima de ensayo,  $D_{\min}$ . Repetir ésto 4 veces más para precisión clase B, o dos veces más para clases de precisión C y D;
- d) determinar el resultado de la medición de la pendiente (span), que es la diferencia entre el valor promedio de las salidas correspondientes a la carga máxima de ensayo y el valor promedio de las salidas correspondientes a la carga de mínima de ensayo. Comparar los resultados subsiguientes con el resultado inicial de la medición de la pendiente y determinar el error.

Registrar los siguientes datos:

- a) fecha y hora (absoluta, no relativa),
- b) temperatura,
- c) presión barométrica,
- d) humedad relativa,

- e) valores de las cargas de ensayo;
- f) salida de las celdas de carga,
- g) errores.

Aplicar todas las correcciones necesarias, resultantes de las variaciones de temperatura, presión, etc. entre las diferentes mediciones.

Permitir la recuperación completa de la celda de carga entre ensayos.

Cuando la diferencia entre los resultados indique una tendencia de más de la mitad de la variación permitida especificada más arriba, el ensayo debe continuar hasta que la tendencia se estabilice o se revierta, o hasta que el error exceda la variación máxima permitida.

## 2.11 Secuencia de ensayo

### 2.11.1 Secuencia de ensayo para cada temperatura de ensayo

En la Figura 2 se muestra la secuencia de ensayo recomendada para cada temperatura de ensayo, cuando todos los ensayos se realizan en el mismo sistema generador de fuerza.

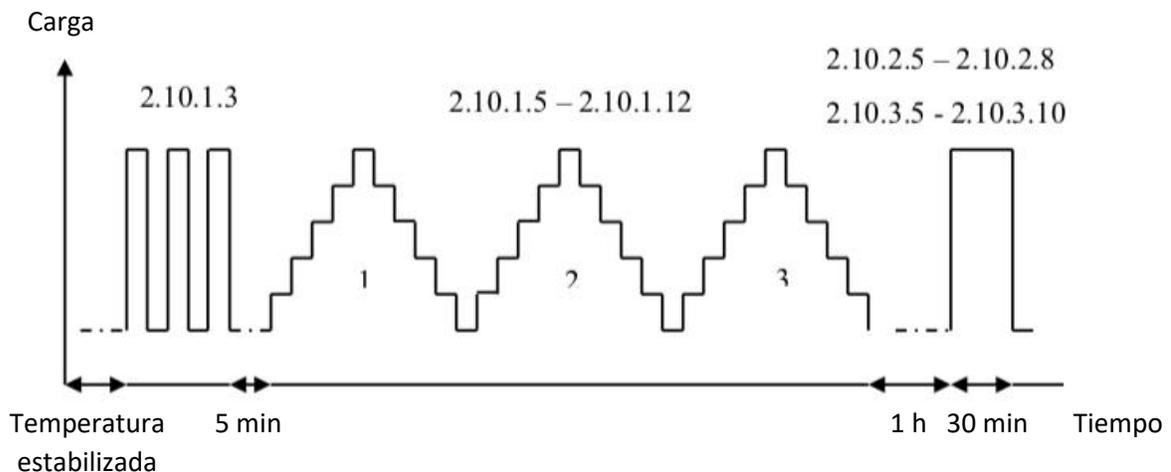


Figura 2 Secuencia de ensayo recomendada para cada temperatura de ensayo cuando los ensayos se realizan en el mismo sistema generador de fuerza.

### 2.11.2 Secuencia de ensayo para el retorno a cero

En la Figura 3 se muestra la secuencia de ensayo recomendada para cada temperatura de ensayo, para los ensayos de retorno a cero (DR) y de creep, cuando se realizan en un sistema generador de fuerza diferente al utilizado para los ensayos de carga.

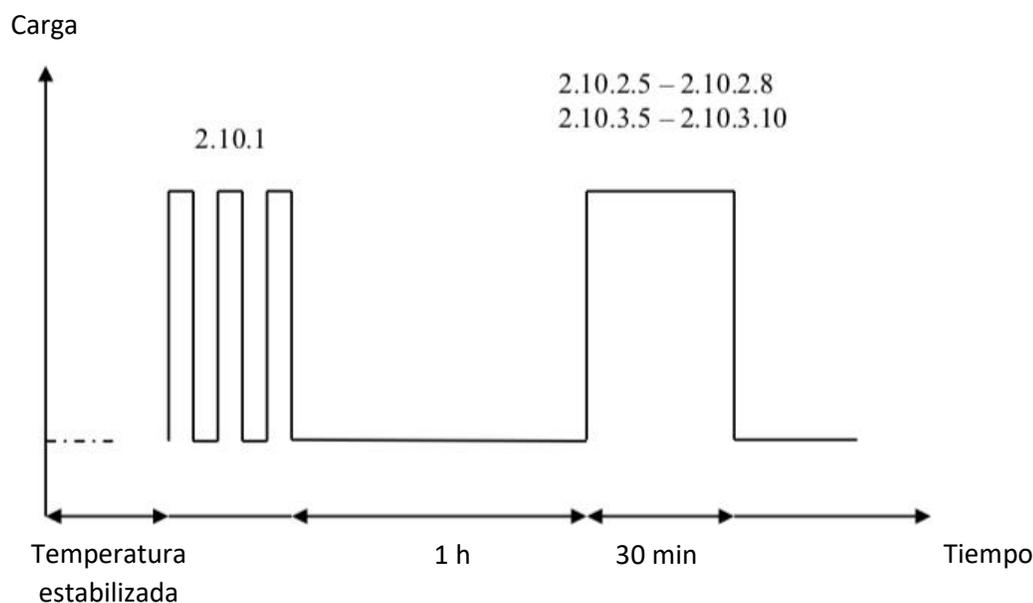


Figura 3 Secuencia de ensayo recomendada para cada temperatura de ensayo, para los ensayos de retorno a cero (DR) y de fluencia (creep) cuando los ensayos se realizan en una máquina de ensayo diferente a la usada para los ensayos de carga

## 2.12 Certificado OIML

### 2.12.1 Preparación del certificado

El certificado OIML debe prepararse de acuerdo con las reglas contenidas en OIML B 18 *Framework for the OIML Certification System (OIML-CS)* [6] y *OIML-CS Procedural Document PD-05*. La plantilla del certificado (que puede descargarse de la sección “Documentación” de la sección OIML-CS del sitio de OIML) debe suplementarse con la información como se especifica en el Anexo B. Adicionalmente, el Anexo C provee un ejemplo de la información suplementaria que se puede incluir en el Certificado OIML y que está incluida en esta Recomendación para complementar la plantilla.

*N. de T.:*

- *Framework for the OIML Certification System (OIML-CS) = Marco para el Sistema de Certificación de OIML (OIML-CS).*
- *OIML-CS Procedural Document = Documento procedimental OIML-CS*

### 2.12.2 Referencia de valores en el certificado

Independientemente del resultado de la evaluación de cualquiera de las celdas de carga en una familia de celdas, el certificado emitido no debe proporcionar características o valores que no hayan sido solicitados por el fabricante (que son los que el fabricante tiene la intención de garantizar, por ejemplo: las características y valores relevantes que declara en su hoja de datos).