

§ 149. Orden de 6 de julio de 1988, por la que se aprueba la norma metrológica de células de carga (BOE núm. 169, de 15 de julio de 1988)

El avance tecnológico experimentado en el campo de pesaje en las dos últimas décadas ha venido motivado, en gran parte, por la aparición de la célula de carga como elemento fundamental en este sector; en la actualidad, la célula de carga está presente en todos los sistemas electrónicos de pesaje, habiéndose constatado un notable incremento en el rendimiento y fiabilidad de los equipos, así como la posibilidad de ampliación de su campo de aplicación.

Ello hace necesario que, desde el punto de vista metrológico, se establezcan los requisitos que estos elementos deben satisfacer para poder ser utilizados como componentes en los sistemas, equipos e instrumentos de medida relacionados con el pesaje. La presente norma fija la terminología a utilizar, las prescripciones técnicas y metrológicas de las células de carga y los ensayos a realizar en los controles metrológicos correspondientes a la aprobación de modelo y a la verificación primitiva.

En su virtud, de acuerdo con lo establecido en la Directiva Comunitaria 71/316/CEE, modificada por la 83/575/CEE, y en la 80/181/CEE, teniendo en cuenta la recomendación internacional número 60 de la Organización Internacional de Metrología Legal (OIML), ha tenido a bien disponer:

Primero

SE aprueba la Norma Metrológica de Células de Carga, cuyo texto figura como anexo de la presente orden.

Segundo

La presente orden entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

ANEXO

Norma Metrológica de Células de Carga

La presente norma metrológica prescribe las principales características metrológicas y procedimientos de verificación de las células de carga empleadas para la medida estática de la masa. Tiene por objeto proporcionar a las autoridades y fabricantes medios uniformes para la determina-

ción de las características metrológicas de las células de carga utilizadas en instrumentos de medida sometidos a controles metrológicos.

Los instrumentos asociados a la células de carga y que proporcionen una indicación de la masa son objeto de normativas diferentes.

CAPÍTULO I

Terminología

El vocabulario que se incluye a continuación define con claridad los términos más corrientes utilizados en el campo de las células de carga.

1. Célula de carga.—Transductor de fuerza que después de haber tenido en cuenta los efectos de aceleración de la gravedad y del empuje del aire en el lugar de utilización mide una masa, convirtiendo la magnitud medida (masa) en una señal eléctrica (señal de salida) proporcional al valor de la magnitud medida.

2. Magnitud de entrada de la célula de carga.—Es la magnitud a medir que se aplica a la célula de carga.

3. Señal de salida de la célula de carga (S).—Magnitud medible en la que una célula de carga convierte la magnitud medida (masa).

4. Exactitud.—Concordancia entre el resultado de una medición y el valor (convencionalmente) verdadero de la magnitud medida.

5. Clase de precisión.—Conjunto de células de carga sometidas a las mismas condiciones de exactitud.

6. Escalón de la célula de carga.—Divisiones en que está dividido el campo de medida de la célula de carga para fijar su clase de precisión.

7. Escalón de verificación de la célula de carga (v).—Valor verdadero del escalón de la célula de carga, expresado en unidades de masa, y utilizado para la verificación de las células de carga.

8. Escalón mínimo de verificación de la célula de carga (V_{\min}).—Valor de la división mínima (V_{\min}) en que se puede dividir el campo de medida de la célula de carga y para la cual la célula de carga conserva sus características metrológicas.

9. Número de escalones (n).—Número de divisiones utilizadas para la evaluación y utilización de la célula de carga.

10. Número máximo de escalones (n_{\max}).— Valor máximo del número de escalones de verificación de la célula de carga para la cual se conservan las características metrológicas.

11. Carga (L).—Masa aplicada a la célula de carga.

12. Carga mínima (L_{\min}).— Valor más pequeño de la magnitud (masa) que puede aplicarse a una célula de carga sin exceder del error máximo permitido. Constituye el límite inferior del campo de medida.

13. Carga nominal (L_n).— Valor mayor de la magnitud (masa) que puede aplicarse a una célula de carga sin exceder del error máximo permitido. Constituye el límite superior del campo de medida.

14. Carga máxima de trabajo ($l_{t\max}$).— Valor mayor de la magnitud (masa) que puede aplicarse a una célula de carga siendo susceptible de superar los errores máximos permitidos. Constituye el límite superior del campo máximo de medida.

15. Carga mínima de trabajo ($L_{t\min}$).— Valor más pequeño de la magnitud (masa) que puede aplicarse a una célula de carga siendo susceptible de superar los errores máximos permitidos. Constituye el límite inferior del campo máximo de medida.

16. Carga límite (Lim).—Carga máxima que puede aplicarse sin que queden afectadas de forma permanente las características funcionales de la célula de carga. Constituye el límite superior del campo máximo de carga.

17. Carga de rotura (L_R).— Valor de la magnitud de entrada (masa) susceptible de provocar la rotura mecánica de la célula de carga.

18. Carga límite transversal (Lim_t).—Carga perpendicular al sentido de medida de la célula de carga, y referida a la carga nominal, para cuyo valor no se presentan alteraciones mecánicas y eléctricas irreversibles en la célula de carga.

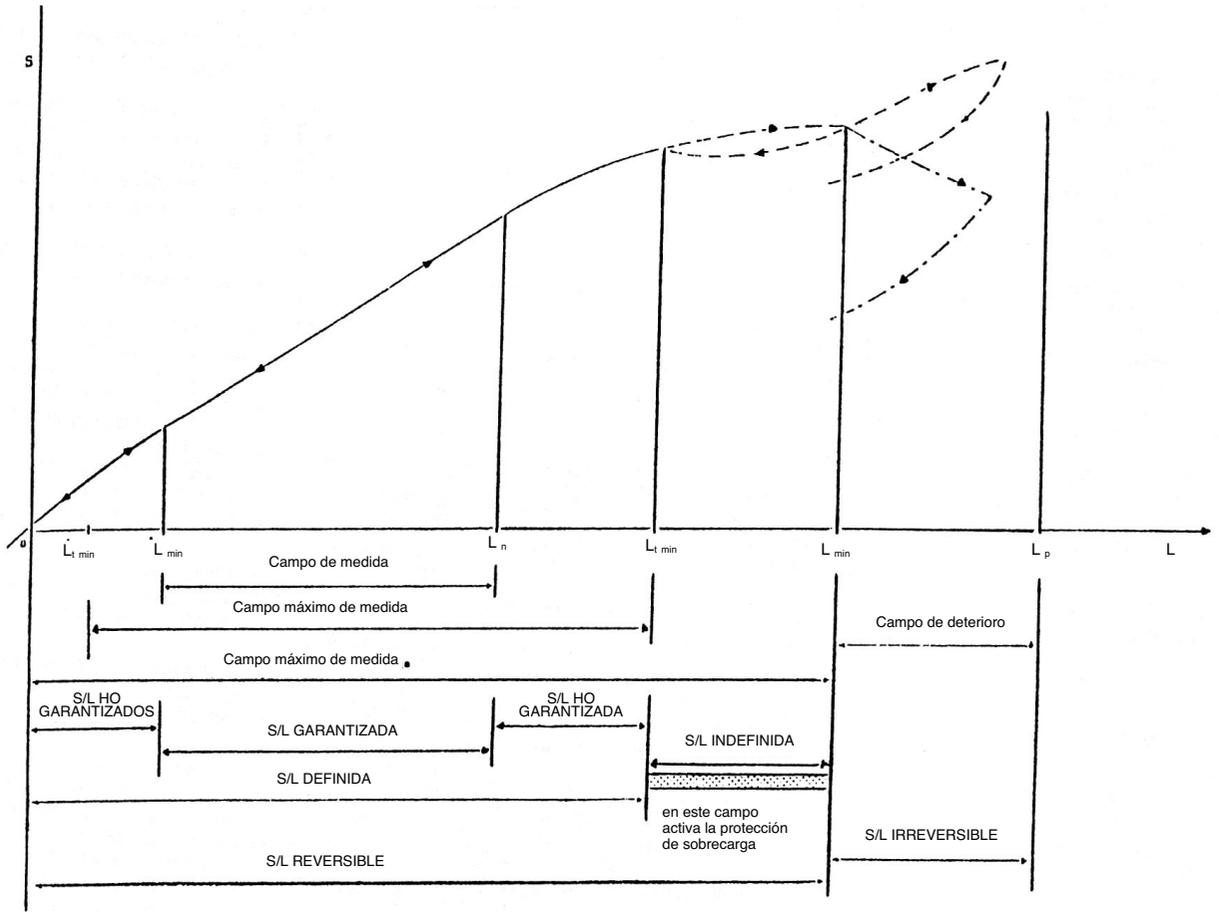
19. Campo de medida.—Zona de carga comprendida entre la carga mínima (L_{\min}) y la carga nominal (L_n), dentro de la cual se garantiza que no se superan los errores máximos permitidos.

20. Campo máximo de medida.—Zona de carga comprendida entre la carga mínima de trabajo ($L_{t\min}$) y la carga máxima de trabajo ($L_{t\max}$), en la que existe una relación definida y reversible entre la carga aplicada y la señal de salida. Dentro de la misma pueden ser superados los errores máximos permitidos.

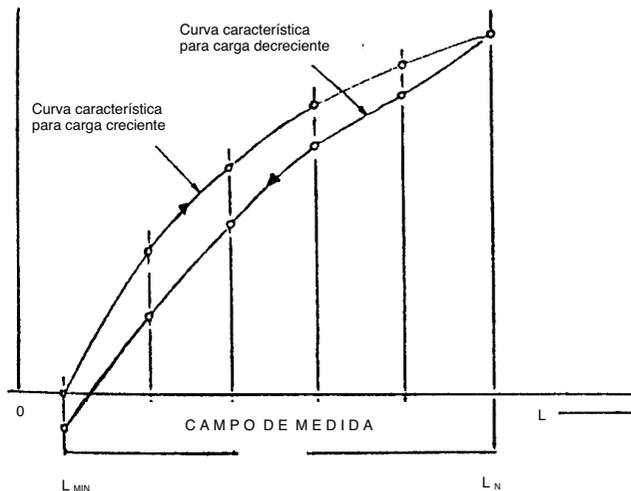
21. Campo máximo de carga.—Zona de carga comprendida entre cero y la carga límite (Lim), en la que no se manifiesta ningún proceso mecánico y eléctrico irreversible en la célula de carga y en la que por encima de la carga máxima de trabajo no existe ninguna relación definida entre la carga aplicada y la señal de salida.

22. Campo de deterioro.—Zona de carga comprendida entre la carga límite (Lim) y la carga de rotura (L_R) y dentro de la cual son posible alteraciones mecánicas y eléctricas irreversibles de la célula de carga.

Estos conceptos quedan reflejados en el gráfico siguiente:



23. Curva característica.—Representación de la relación entre la señal de salida (S) y la carga aplicada (L). La curva característica viene dada como una curva de forma continua que une los puntos de medida obtenidos a intervalos de tiempo constante y prefijados, al cargar y descargar continua o discretamente la célula de carga. Debe distinguirse entre curva característica para cargas crecientes y curva característica para cargas decrecientes.



24. Sensibilidad nominal.—Relación entre la señal de salida (S) a carga nominal (L_n) y la tensión de alimentación de la célula de carga.

25. Sensibilidad efectiva.—Valor de sensibilidad medido en una determinada célula.

26. Tolerancia de sensibilidad.—Desviación permitida entre la sensibilidad efectiva y la sensibilidad nominal de una célula de carga.

27. Margen de sensibilidad.—Margen dentro del cual se permiten desviaciones de la sensibilidad de la célula de carga.

28. Error de linealidad.—Desviación máxima de la curva característica de la célula de carga, para cargas crecientes, con relación a una línea recta (recta teórica). Se expresa en porcentaje de la señal de salida a carga nominal.

29. Error de histéresis.—Desviación máxima obtenida entre las indicaciones de la señal de salida de una célula de carga para una misma carga aplicada de dos modos diferentes: Carga creciente a partir de 0 y carga decreciente a partir de la carga nominal. Se expresa en porcentaje de la señal de salida a carga nominal.

30. Error combinado (linealidad, histéresis).—Desviación máxima entre una línea recta (recta teórica) y la curva característica obtenida para cargas crecientes y decrecientes. Se expresa en porcentaje de la señal de salida a carga nominal.

31. Estabilidad.—Aptitud de una célula de carga para conservar constantes sus características metrológicas.

32. Desequilibrio inicial.—Expresa la señal de salida para una carga nula.

33. Deriva.—Variación de la señal de salida manteniendo constante la carga y las condiciones ambientales durante un tiempo indefinido.

34. Deriva de cero.—Variaciones de desequilibrio inicial para un tiempo indefinido en ausencia de carga y sin causa térmica.

35. Error de repetibilidad.—Desviación máxima entre las indicaciones de la señal de salida (S) de la célula de carga obtenida por aplicaciones sucesivas de la misma carga en idénticas condiciones de carga y ambientales. Se expresa en porcentaje de la señal de salida a carga nominal.

36. Movilidad.—Aptitud de una célula de carga para responder a pequeñas variaciones del valor de la magnitud medida.

37. Error de fluencia («creep»).—Variación de la señal de salida de la célula de carga que se produce a lo largo del tiempo, en presencia de una carga constante manteniendo las condiciones ambientales y otras variables constantes.

38. Retorno de la señal de salida para la carga mínima.—Diferencia entre los valores de la señal de salida para la carga mínima de la célula de carga medida antes y después de la aplicación de una carga.

39. Deformación máxima.—Desplazamiento máximo del punto de aplicación de carga, aplicada en la dirección del eje primario para el campo de utilización.

40. Rigidez.—Cociente entre la variación de la carga aplicada y la deformación correspondiente del soporte elástico, medida según la dirección del eje primario.

41. Resistencia de entrada.—Resistencia eléctrica medida entre los terminales de entrada, estando los terminales de salida en circuito abierto.

42. Resistencia de salida.—Resistencia eléctrica medida entre los terminales de salida, estando los terminales de entrada en circuito abierto.

43. Resistencia de aislamiento.—Resistencia eléctrica entre el circuito interno y un punto de masa de la célula. Debe referenciarse a las condiciones ambientales.

44. Tensión de alimentación de referencia (U_R).—Tensión de alimentación a la que se refieren los datos técnicos de la célula de carga.

45. Intensidad de alimentación de referencia (I_R).—Intensidad de alimentación a la que se refieren los datos técnicos de la célula de carga.

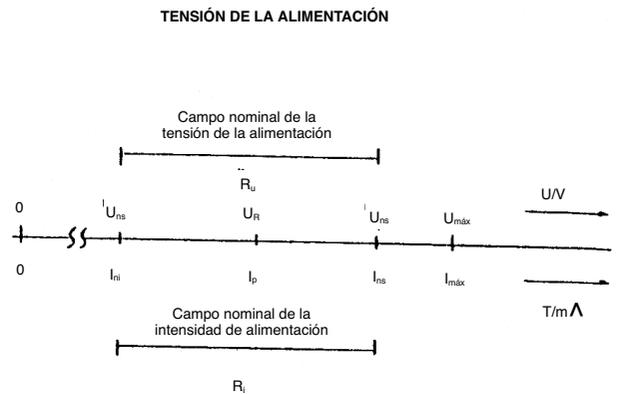
46. Campo nominal de la tensión de alimentación (B_U).—Campo de la tensión de alimentación en el que puede utilizarse normalmente la célula

de carga y para el que tienen validez sus datos técnicos y especificaciones sobre errores.

47. Campo nominal de la intensidad de alimentación (BI).—Campo de intensidad de alimentación en el que puede utilizarse normalmente la célula de carga y para el que tienen validez sus datos técnicos y especificaciones sobre errores.

48. Tensión de alimentación máxima (U_{\max}).—Tensión máxima de alimentación para la cual, en régimen continuo de funcionamiento, no se producen alteraciones permanentes de las características metrológicas de la célula de carga. Sin embargo, en el funcionamiento de la célula de carga sometida a la tensión de la alimentación máxima, los errores pueden sufrir alteraciones apreciables.

49. Intensidad de alimentación máxima (I_{\max}).—Intensidad máxima de alimentación para la cual, en régimen continuo de funcionamiento, no se producen alteraciones permanentes de las características metrológicas de la célula de carga. Sin embargo, en el funcionamiento de la célula de carga sometida a la intensidad de alimentación máxima, los errores pueden sufrir alteraciones apreciables.



50. Condiciones ambientales.—Conjunto de las variables características del medio ambiente que pueden influir en la señal de salida (S) de la célula de carga y que deben ser consideradas en su verificación.

51. Temperatura de referencia (T_R).—Temperatura ambiente a la que se refieren los datos técnicos de la célula de carga.

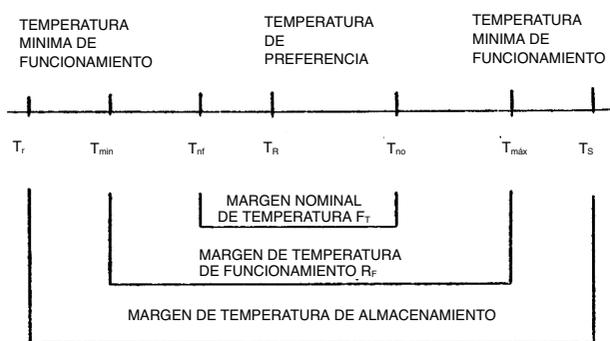
52. Margen nominal de temperatura (B_T).—Margen de temperatura ambiente para el cual puede utilizarse la célula de carga y para el que tienen validez sus datos técnicos y especificaciones sobre errores.

53. Temperatura máxima de funcionamiento (T_{\max}).—Temperatura ambiente máxima a la que

puede funcionar la célula de carga sin alteraciones permanentes de sus características metrológicas aunque pueden ampliarse sus límites de error.

54. Temperatura mínima de funcionamiento (T_{\min}).—Temperatura ambiente mínima a la que puede funcionar la célula de carga sin alteraciones permanentes de sus características metrológicas aunque pueden ampliarse sus límites de error.

55. Margen de temperatura de almacenamiento (B_A).—Margen de temperatura ambiente en el que se pueden almacenar las células de carga sin solicitaciones mecánicas ni eléctricas y sin que se produzcan alteraciones permanentes de sus características metrológicas.



56. Error de temperatura.—Variación de una característica técnica de la célula de carga a causa de variaciones de la temperatura ambiente.

57. Coeficiente de temperatura de la señal de cero.—Variación de la señal de salida (S) en ausencia de carga, debida a las variaciones de temperatura.

Se expresa en porcentaje de la señal de salida a carga nominal para una variación de 10 K.

La velocidad de variación de la temperatura para la determinación de los coeficientes de temperatura no debe ser superior a 5 K/h.

58. coeficiente de temperatura de sensibilidad.—Variación de la señal de salida (S) para carga nominal, debida a las variaciones de temperatura.

Se expresa en porcentaje de la señal de salida a carga nominal para una variación de 10 K.

La velocidad de variación de la temperatura para la determinación de los coeficientes de temperatura no debe ser superior a 5 K/h.

59. Coeficiente de temperatura de la resistencia de entrada.—Variación relativa de la resistencia de entrada de una célula de carga debida a una variación de temperatura. Se expresa en relación a la resistencia de entrada a temperatura de referencia y para una variación de temperatura de 10 K.

60. Coeficiente de temperatura de la resistencia de salida.—Variación relativa de la resis-

tencia de salida de una célula de carga debida a una variación de temperatura. Se expresa en relación a la resistencia de salida a temperatura de referencia y para una variación de 10 K.

61. Eje primario.—Eje según el cual deben ser aplicadas las cargas.

CAPÍTULO II

Prescripciones técnicas y metrológicas

1. Unidad de medida.—La unidad de medida de masa es el kilogramo.

2. Construcción de la célula de carga.—El soporte elástico de la célula de carga se fabricará, en general, de acero, cobre-berilio u otros materiales diferentes que cumplan con las prescripciones metrológicas de este documento.

3. Clasificación de las células de carga

3.1. Las células de carga se clasifican, según sus cualidades técnicas globales y al objeto de facilitar su aplicación en diversos sistemas de medida, en cuatro clases de precisión, cuyas designaciones son:

- Clase A
- Clase B
- Clase C
- Clase D

No obstante, debe tenerse en cuenta que las cualidades técnicas efectivas de una célula de carga cualquiera pueden resultar mejoradas por efecto de una compensación interna del sistema de medida en el que está inmersa dicha célula de carga. Por tanto, no debe exigirse a priori que una célula de carga pertenezca a la misma clase de precisión que el sistema de medida en el que se utilice.

3.2. Las células de carga se clasifican, a su vez, dentro de cada clase de precisión determinada, según el modelo de aplicación, en:

- Tracción
- Compresión
- Flexión
- Universal

Una célula de carga puede comportar diferentes clasificaciones para diversos modos de aplicación de la carga. Estos modos de aplicación de la carga deben especificarse, para las células de carga de alcance múltiple, cada alcance debe estar clasificado separadamente.

3.3. El número máximo de escalones (n_{\max}) de una célula de carga en el que se puede dividir el campo de medida de la célula de carga empleada

en un sistema de medida debe respetar los límites fijados en el cuadro siguiente:

	Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
Límite inferior.	50.000	5.000	500	100
Límite superior	sin límite	100.000	10.000	1.000

3.4. El escalón de verificación mínimo de la célula de carga (V_{min}) debe especificarse.

3.5. La clasificación completa de una célula de carga debe incluir los siguientes datos:

1. Clase de precisión.
2. Número máximo de escalones.
3. Modo de aplicación de las cargas.
4. Límites especiales de la temperatura de funcionamiento, si fuere necesario.

3.5.1. La clase de precisión se indicará como sigue:

Las células de clase A estarán marcadas con la letra A.

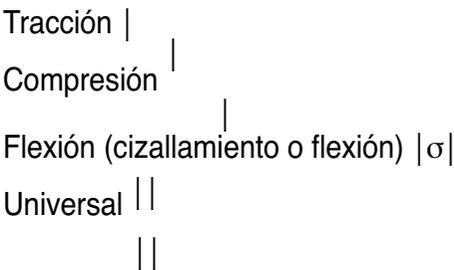
Las células de clase B estarán marcadas con la letra B.

Las células de clase C estarán marcadas con la letra C.

Las células de clase D estarán marcadas con la letra D.

3.5.2. El número máximo de escalones al que se aplica la clasificación debe figurar expresado en unidades de millar.

3.5.3. El modo de aplicación de la carga debe indicarse como sigue:



3.5.4. Los límites especiales de temperatura de funcionamiento, que se especifican en el punto 8.1.2, deben indicarse cuando la célula de carga no pueda funcionar en los límites de error fijados en el punto 4, en todo el margen de temperatura especificado en el punto 8.1.1. En este caso, los límites de temperatura vendrán indicados en grados Celsius (°C).

3.6. Al objeto de facilitar la identificación de una célula de carga, debe utilizarse una clasificación normalizable.

Ejemplo:

Símbolo de clasificación	Significado
C3 5/35	clase C, 3.000 escalones, compresión, + 5 a + 35 °C

3.7. Como complemento de lo dispuesto en los puntos 3.5.1 a 3.5.4, aquellas células de carga que tengan clasificaciones completas para diferentes modos de utilización deberán recurrir a la clasificación múltiple, es decir, llevar información independiente por cada clasificación.

4. Errores máximos permitidos.

4.1. En los ensayos de una célula de carga es necesario considerar conjuntamente varios errores, ya que es posible tener errores débiles de linealidad y de histéresis y errores débiles de temperatura. Por todo ello, no se considera adecuado fijar límites de errores individuales para determinadas características (linealidad, histéresis, etc.), sino introducir como factor de limitación la envolvente del error total permitido para una célula de carga. La utilización del concepto «envolvente de error» permite equilibrar las contribuciones individuales al error total de medida, consiguiendo así el resultado final pretendido.

4.2. Los errores máximos permitidos para las células de carga, en cada clase de precisión, cuando la indicación de la señal de salida de la célula haya sido puesta a cero para la carga mínima, están ligados al número máximo de escalones fijado para dicha célula de carga y al escalón de verificación (v) de la misma.

Estos errores figuran en el cuadro siguiente:

Errores en aprobación de modelo y verificación primitiva	Carga			
	Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
0,35 v	0—50000 v	0—5000 v	0—500 v	0—50v
0,7 v	50000 v— 200000 v	5000 v— 20000 v	500 v— 2000 v	50 v— 200 v
1,05 v	200000 v	20000 v— 100000 v Máximo	2000 v— 10000 v Máximo	200 v— 1000 v Máximo

4.3. Los errores máximos permitidos para una célula de carga pueden ser positivos o negativos.

4.4. Los errores anteriormente indicados incluyen los errores de linealidad, de histéresis, así como los debidos a los efectos de la temperatura sobre la sensibilidad para ciertos valores de la temperatura que se especifican más adelante. Los otros errores, no incluidos en los límites citados anteriormente, tienen un tratamiento independiente.

Los límites son válidos para cargas crecientes y decrecientes.

Los errores permitidos en servicio son el doble de los valores que figuran en el cuadro anterior.

4.5. Estos errores permitidos son de aplicación a todos los campos de una célula de carga, con las condiciones siguientes:

$$n_{\text{real}} \leq n_{\text{max}}$$

$$V \geq V_{\text{min}}$$

Los errores permitidos indicados anteriormente deben relacionarse con la envolvente del error y que se refiere a la línea recta definida por el punto cero y por el punto correspondiente a la señal de salida de la célula de carga, para una carga correspondiente al 75 por 100 del alcance real, a 20 °C, para cargas crecientes.

5. Variación permitida de los resultados.

La primera lectura debe hacerse transcurrido el lapso de tiempo con relación al inicio de la aplicación o supresión de la carga (según los casos), que se especifica en el siguiente cuadro:

Carga		Tiempo
Superior a	Inferior o igual a	
0 Kg	10 Kg	10 segundos
10 Kg	100 Kg	15 segundos
100 Kg	1.000 Kg	20 segundos
1.000 Kg	10.000 Kg	30 segundos
10.000 Kg	100.000 Kg	50 segundos
100.000 Kg	—	60 segundos

El tiempo de carga o descarga, según los casos, debe ser, aproximadamente, la mitad del tiempo especificado. El resto de dicho tiempo debe emplearse en la estabilización. El ensayo debe efectuarse en condiciones constantes.

5.1. El error de fluencia («Creep»).

Para una carga constante del 90 al 100 por 100 de carga nominal, aplicada a la célula de carga, la diferencia entre la primera lectura y cualquier otra obtenida durante las cuatro horas siguientes no debe exceder, 1,5 veces el valor absoluto del error máximo permitido para esa carga.

5.2. Retorno de la señal de salida para la carga mínima.

La diferencia entre la primera lectura después de descargar hasta la carga mínima y la lectura antes de la aplicación durante treinta minutos de una carga de 90-100 por 100 de la carga nominal, no debe exceder de la mitad del escalón de verificación de la célula de carga.

6. Patrones.

La incertidumbre de medida combinada del sistema generador de carga y del instrumento utilizado para obtener la señal de salida de la célula de carga sometida a ensayo debe ser inferior a 0,3 veces el error máximo permitido para la célula de carga sometida a ensayo.

7. Error de repetibilidad.

La diferencia máxima entre los resultados obtenidos por cinco aplicaciones de una carga idéntica para las clases A y B y tres aplicaciones de

una carga idéntica para las clases C y D no debe ser mayor que el valor absoluto del error máximo permitido para la carga en cuestión.

8. Factores de influencia.

8.1. Temperatura.

8.1.1. Límites de temperatura.

Haciendo abstracción de los efectos de temperatura sobre la señal de salida en la carga mínima, la célula de carga debe funcionar dentro de los límites de error permitidos, indicados en el punto 4, en los márgenes de temperatura siguientes (salvo indicación contraria):

Clase A y B: + 10 °C a + 30 °C.

Clase C y D: - 10 °C a + 40 °C.

8.1.2. Límites especiales.

Las células de carga para las que se especifiquen límites especiales de temperatura de funcionamiento deben satisfacer en esos márgenes las condiciones definidas en los puntos 4, 5 y 6.

Estos márgenes deben ser, al menos, iguales a:

5 K para las células de carga de Clase A.

15 K para las células de carga de Clase B.

30 K para las células de carga de Clases C y D.

8.1.3. Efectos de la temperatura sobre la señal de salida para la carga mínima.

La señal de salida para la carga mínima de la célula de carga en todos los márgenes de temperatura indicados en los puntos 8.1.1 ó 8.1.2 no debe variar más de 0,7 veces el escalón mínimo de verificación de la célula de carga (V_{min}) para cualquier variación de la temperatura ambiente de:

2 K para las células de carga de Clase A.

5 K para las células de carga de Clases B, C y D.

La señal de salida para la carga mínima debe ser tomada después de que la célula de carga se haya estabilizado térmicamente a la temperatura ambiente.

8.2. Presión barométrica.

La señal de salida para la carga mínima de la célula de carga no debe variar más de un escalón mínimo de verificación de la célula de carga, para una variación en la presión barométrica de 1 kilopascal en el intervalo de 95 a 105 kilopascales.

9. Indicaciones características.

9.1. Las células de carga deben llevar ordenadas las indicaciones fundamentales siguientes:

Identificación del fabricante.

Identificación del importador, si procede.

Número de fabricación y año.

Marca y modelo.

Clase de precisión, número máximo de escalones, sentido de aplicación de la carga, límites especiales de temperatura de funcionamiento, si fuese necesario, en la forma especificada en 3.6 y 3.7.

Carga nominal en forma: L_n ...

Sensibilidad nominal en forma: ...mv/v.

Tiempo mínimo de calentamiento, si procede.

Valor de simetría (opcional).

Signo de aprobación de modelo.

Código de conexión (opcional).

9.2. Presentación de las indicaciones características.

Las indicaciones características deben ser indelebles y tener un tamaño, una forma y una claridad que permita una lectura fácil en las condiciones normales de utilización.

Deben agruparse en una o varias placas características, fijadas a la célula de carga.

Para ciertos modelos, debido a sus dimensiones, las indicaciones características y ubicación de las mismas se precisarán en el momento de la aprobación de modelo.

10. Información adicional.

La información que se relaciona a continuación debe acompañarse a cada célula de carga en forma de hoja de características técnicas. Esta hoja no es sustitutiva de la placa de características, que estará adherida a cada célula de carga y cuyos valores se dan en el punto 9.1.

Nombre y dirección del fabricante.

Nombre del importador o distribuidor, si procede.

Marca y modelo.

Número de serie y año de fabricación.

Clase de precisión, número máximo de escalones, sentido de aplicación de la carga, límites especiales de temperatura de funcionamiento, si fuese necesario, en la forma especificada en 3.6 y 3.7.

Carga mínima (L_{min}).

Carga nominal (L_n).

Carga límite (L_{im}).

Escalón mínimo de verificación (V_{min}).

Sensibilidad efectiva.

Error combinado (efectivo).

Error de repetibilidad (efectivo).

Error de fluencia (treinta minutos y cuatro horas).

Coeficiente de temperatura de cero.

Coeficiente de temperatura de sensibilidad.

Deformación máxima.

Desequilibrio inicial (acotado superiormente).

Error para cargas no centradas (porcentaje L_n), si procede.

Características eléctricas de alimentación.

Características eléctricas de entrada y salida.

Resistencia de aislamiento (más 50 V de prueba).

Naturaleza de los materiales.

Estanquidad.

Rigidez dieléctrica mínima.

Simetría.

Código de conexión.

Número de aprobación de modelo.

Otras condiciones que deban observarse para obtener los resultados especificados.

CAPÍTULO III

Aprobación de modelo

1. Las células de carga se someterán al control metrológico de aprobación de modelo que realiza el Centro Español de Metrología.

Para ello, el solicitante deberá presentar en el Centro Español de Metrología, para su estudio y ensayo, entre 2 y 10 unidades de la célula de carga cuya aprobación se solicita.

2. Los ensayos a que se someten las células de carga utilizadas para la medición de masas, sirven para la determinación cuantitativa de las características técnicas de las células de carga y tienen por objeto uniformizar el ensayo de modelos. No se incluyen los ensayos de los sistemas completos que incluyen células de carga.

3. Condiciones de ensayo:

El equipo de base para el ensayo de modelo se compone de un sistema generador de fuerza y de un instrumento lineal apropiado para medir la señal de salida de la célula de carga.

Antes de que las células de carga vayan a ser ensayadas de manera adecuada, conviene tener en consideración las condiciones ambientales y de experimentación en las que vayan a ser realizados dichos ensayos. Frecuentemente, detalles de este tipo que no han sido tomados suficientemente en consideración originan discrepancias importantes. Conviene, por tanto, que se tengan plenamente en cuenta los factores siguientes, en cualquier programa de ensayo de modelo.

3.1. Aceleración de la gravedad.—La aceleración de la gravedad presenta variaciones, en la superficie de la tierra, que llegan hasta un 0,55 por 100. Deben introducirse por tanto correcciones de la gravedad siempre que se utilicen masas patrones para la generación de cargas. El valor de «g» en el lugar de ensayo debe figurar en los resultados del ensayo.

3.2. Condiciones ambientales.—Los ensayos deben efectuarse en condiciones ambientales estables, en lo que concierne a la temperatura ambiente, se considera como estable cuando la diferencia entre las dos temperaturas extremas

obtenidas durante el ensayo no exceda de un quinto del margen de temperatura de la célula de carga considerada, sin sobrepasar en ningún caso 5° C.

3.3. Condiciones de carga.—Conviene prestar particular atención a las condiciones de carga, a fin de no introducir errores no inherentes a la célula de carga. Deben tenerse en cuenta factores como la rugosidad de la superficie, plenitud, corrosión, rayaduras, excentricidad, etc. Las condiciones de carga deben estar de acuerdo con las especificaciones del fabricante de la célula de carga. Las cargas deben ser aplicadas o retiradas, según el eje primario y sin provocar choque sobre la célula de carga.

3.4. Patrones de referencia.—Deben efectuarse calibraciones periódicas de los patrones.

3.5. Período de estabilización.—Debe prevverse un período de estabilización para la célula de carga sometida a ensayo y para el instrumento de lectura de la señal de salida, teniendo en cuenta las recomendaciones de los fabricantes del equipo utilizado.

3.6. Condiciones de temperatura.—Es importante conceder un tiempo suficiente para que se realice la estabilización de temperatura de la célula de carga. Debe prestarse atención particular a esta exigencia en el caso de célula de carga de grandes dimensiones. El sistema de carga debe estar concebido de forma que no introduzca gradientes térmicos importantes en el exterior de la célula de carga. La célula de carga y sus conexiones (cables, tubos, etc.) integrados, deben encontrarse a la misma temperatura del ensayo. El instrumento indicador debe mantenerse a la temperatura ambiente. El efecto de la temperatura sobre las conexiones auxiliares debe tomarse en consideración, para la determinación de los resultados.

3.7. Efectos de la presión barométrica.—Si las variaciones de la presión barométrica son susceptibles de afectar de manera importante a la señal de salida para la carga mínima, deben tenerse en cuenta estas variaciones.

3.8. Estabilidad.—Conviene utilizar un instrumento indicador y un sistema de carga que aseguren una estabilidad suficiente para permitir las lecturas dentro de los límites establecidos (punto 6, capítulo II).

3.9. Verificación de los instrumentos.—Algunos instrumentos indicadores están provistos de un medio apropiado para autoverificarse. En este caso, conviene utilizar frecuentemente tales medios de autoverificación para asegurar que el instrumento indicador satisface la precisión exigida por el ensayo efectuado. Se debe proceder, igualmente, a calibraciones periódicas de dicho instrumento indicador.

3.10. Otras condiciones.—Deben tenerse en cuenta durante el ensayo otras condiciones especificadas por el constructor, tales como tensión de alimentación, sensibilidad eléctrica, etc.

4. Ensayos a realizar.

Los ensayos previstos, a los cuales se van a someter los modelos presentados para su aprobación, se realizarán tomando como base las recomendaciones internacionales de la Organización Internacional de Metrología Legal (OIML) y demás normas aplicables y son los siguientes:

4.1. Ensayo carga-descarga.

Ensayo de repetibilidad.

Efecto de la temperatura sobre la señal de salida para la carga mínima.

Los resultados obtenidos deberán estar de acuerdo con lo establecido en los puntos 4, 7 y 8.1.3 del capítulo II.

4.2. Fluencia o Creep.—Los resultados obtenidos deberán ajustarse a lo dispuesto en el punto 5.1 del capítulo II.

4.3. Retorno de la señal de salida para la carga mínima.—Las variaciones ocurridas deberán adaptarse a lo dispuesto en el punto 5.2 del capítulo II.

4.4. Presión barométrica.—A partir de los resultados obtenidos, puede determinarse el valor de la influencia de la presión barométrica y compararse con los límites permitidos especificados en el capítulo II, punto 8.2.

4.5. Excentricidad.—Los resultados obtenidos deberán estar de acuerdo con el punto 4, del capítulo II.

La diferencia entre dos resultados obtenidos para una misma carga modificando el punto de aplicación, no puede exceder del valor absoluto del error máximo permitido para la carga considerada.

4.6. Otros ensayos en presencia de factores de influencia.—Las células de carga deben satisfacer lo dispuesto en el capítulo II, punto 4, cuando se encuentran bajo el efecto de factores de influencia tales como:

Climáticos:

Temperatura estática.

Variaciones cíclicas de la temperatura.

Variaciones cíclicas de calor húmedo.

Choques térmicos.

Gradientes térmicos.

Niebla salina.

Estanquidad.

Mecánicos:

Sobrecargas.

Vibraciones.

Esfuerzos parásitos.

Fatigas.

Eléctricos:

Encendido.

Variaciones de la alimentación eléctrica.

Compatibilidades electromagnéticas.

Otros factores:

Los ensayos de estanquidad y niebla salina sólo se realizarán para los tipos de célula de carga que así lo requieran, en virtud del uso a que están destinadas.

CAPÍTULO IV

Verificación primitiva

Las células de carga están sometidas al control metrológico de verificación primitiva que se realizará por el Centro Español de Metrología, bien en sus instalaciones o bien en los laboratorios habilitados al efecto.

Este control tiene por objeto comprobar que la célula de carga es conforme con el modelo aprobado, que respeta la normativa específica y mantiene las características metrológicas.

1. CONDICIONES DE ENSAYO

Deben cumplirse todas las condiciones detalladas en el punto 3 del capítulo III.

2. ENSAYOS A REALIZAR

Los ensayos previstos a los cuales se van a someter las células de carga, son los siguientes:

2.1. Ensayos carga-descarga.

Ensayos de repetibilidad.

Los resultados obtenidos deberán estar de acuerdo con lo establecido en los puntos 4 y 7 del capítulo II.

2.2. Retorno de la señal de salida para la carga mínima.—Las variaciones producidas deberán adaptarse a lo dispuesto en el punto 5.2 del capítulo II.

2.3. Excentricidad (células de carga que lo requieran).—Los resultados obtenidos deberán estar de acuerdo con el punto 4 del capítulo II; además se ha de cumplir que la diferencia entre dos resultados obtenidos para una misma carga modificando el punto de aplicación, no puede exceder del valor absoluto de error máximo permitido para la carga considerada.

2.4. Sobrecarga.—Los resultados obtenidos deberán cumplir el punto 4 del capítulo II. Las diferencias entre los valores obtenidos antes y después de la sobrecarga deben ser menores o iguales a los máximos errores permitidos a la carga considerada.

2.5. Ensayo de encendido.

2.6. Estanquidad.

2.7. Ensayo de fluencia (creep) hasta 20.000 kilogramos.—Los resultados obtenidos deberán estar de acuerdo con el punto 5.1 del capítulo II.

2.8. Retorno de la señal de salida para la carga mínima en los límites de temperatura contemplados en la presente Norma.

2.9. Ensayo de temperaturas estáticas.

2.10. Presión barométrica (células de carga sensibles a las variaciones barométricas).

2.11. Variación de la alimentación eléctrica.

2.12. Otros ensayos.—Los ensayos 2.7 y 2.11, se realizarán de acuerdo con un plan de muestreo estadístico que fijará el Centro Español de Metrología.

3. MARCAS DE VERIFICACIÓN

Las células de carga deben tener una zona libre que permita la colocación de las marcas de verificación primitiva.

Este emplazamiento debe ser tal que:

La pieza sobre la que se encuentre no pueda quitarse del instrumento sin dañar las marcas.

Permita una colocación fácil de las marcas sin alterar las cualidades metrológicas de la célula de carga.

Sean visibles.

Las marcas de verificación no queden ilegibles por deterioro o engrase.