

*ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO DE LA
ADAPTACIÓN DEL LABORATORIO DE LUMINARIAS
ACREDITADO PARA LA NORMA EN60598-1:2009 A
LA NUEVA EDICIÓN DEL AÑO 2015 PRESENTANDO
LAS NUEVAS FUENTES DE ILUMINACIÓN*

TRABAJO FINAL DE GRADO
Grado en Ingeniería Eléctrica

Alumna: M^a Victoria Moreno Santos
Director: Antonio Fayos Álvarez
Codirector: Juan José González Tarrago
(Jefe del laboratorio de luminarias de AIDIMME)

ÍNDICE:

Cuso 2015/2016

1. OBJETIVO DEL PROYECTO	2
2. ¿QUÉ ES UNA LUMINARIA?	4
3. TIPOS DE LUMINARIAS	5
4. CLASIFICACIÓN DE LAS LUMINARIAS DEPENDIENDO DE SU PROTECCIÓN CONTRA LOS CHOQUES ELÉCTRICOS	7
5. CLASIFICACIÓN DE LA LUMINARIA DEPENDIENDO DE SU GRADO DE PROTECCIÓN FRENTE LA PENETRACIÓN DE CUERPOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS	9
6. MARCADO	10
7. CONSTRUCCIÓN DE LA LUMINARIA	16
7.1. Pasos de cables:	16
7.2. Bornes y conexiones a la red de alimentación:	17
7.3. Revestimientos y manguitos aislantes	19
7.4. Aislamiento doble y reforzado	20
7.5. Tornillos y conexiones (mecánicas) y prensaestopas	21
7.6. Resistencia mecánica	24
7.7. Suspensiones, fijaciones y dispositivos de regulación	27
7.8. Riesgos fotobiológicos	30
7.9. Luminaria con fuentes de luz no reemplazables	31
7.10. Luminarias con fuentes de luz no reemplazables por el usuario	32
8. ENSAYOS DE LAS LUMINARIAS	33
8.1. Protección contra los choques eléctricos	33
8.2. Resistencia a la penetración de cuerpos sólidos, líquidos y humedad	37
8.3. Resistencia de aislamiento	44
8.4. Rigidez dieléctrica	47
8.5. Corriente de contacto	51
8.8. Ensayo de endurancia	63
8.9. Ensayo de calentamiento	65
9. ESTUDIO ECONÓMICO	75

ESTE PROYECTO HA SIDO REALIZADO EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO METAL-MECÁNICO, MUEBLE, MADERA, EMBALAJES Y AFINES (AIDIMME), EN EL LABORATORIO DE LUMINARIAS DE DICHO INSTITUTO TECNOLÓGICO CON EL JEFE DEL LABORATORIO JUAN JOSÉ GONZÁLEZ TARRAGO COMO CODIRECTOR DEL PROYECTO.

LAS IMÁGENES QUE APARECEN EN ESTE DOCUMENTO SON CEDIDAS POR PARTE DE AIDIMME, AL IGUAL QUE LAS TARIFAS.

1. OBJETIVO DEL PROYECTO

El principal objetivo de este documento es la adecuación del laboratorio de luminarias de AIDIMME a las nuevas fuentes de iluminación LED.

En este documento se pone de manifiesto los cambios que se han realizado en los ensayos de luminarias, comparando la norma EN60598-1:2009 con la modificación de la norma EN60598-1:2015, en la que encontramos como principal novedad las luminarias LED. Los principales cambios en el laboratorio tienen que ver con este tipo nuevo de luminarias, adecuando los ensayos a los requisitos de esta.

En este mismo documento se encuentran fragmentos de la norma, así como todos los ensayos a los que se someten las luminarias para poder comercializarlas según el mercado CE 2014/35/UE, que da paso a la norma actual de luminarias EN60598-1:2015, todo ello bajo la directiva de Baja Tensión, aspecto muy importante, ya que depende de estos ensayos la seguridad del entorno que rodea a la luminaria y de las propias personas.

Se estudiará también el coste que tienen actualmente los ensayos que se describen, donde se recogerá la tarifa que tiene cada una de las pruebas a las que son sometidas las luminarias y finalmente se hará un pequeño estudio del coste que tendría un ensayo completo para una luminaria.

2. ¿QUÉ ES UNA LUMINARIA?

Antes de comenzar con la materia que rige este documento, es importante saber cuál es el producto que se va a estudiar, es por ello que es necesario definir qué es una luminaria.

Una luminaria es un aparato de alumbrado que reparte, filtra o transforma la luz emitida por una o por varias lámparas y que compone todos los dispositivos necesarios para el soporte, la fijación y la protección de las lámparas, y en caso necesario, los circuitos auxiliares en combinación con los medios de conexión con la red de alimentación.

LED (Light-emitting diode)

Las luminarias Led, presentan una electrónica muy avanzada y novedosa en el campo de las luminarias, es por ello, que los ensayos que se realizaban han sufrido algunas transformaciones para adaptarlas a las nuevas fuentes de iluminación.

Presentan un tamaño reducido, baja emisión de calor, reducen residuos en las líneas eléctricas, alto nivel de duración, presentan un material resistente y no les afecta el encendido intermitente.

A demás, los Led tienen un tiempo de encendido muy corto, menor a 1 milisegundo. También es una fuente de iluminación que presentan una gran variedad de colores

3. TIPOS DE LUMINARIAS

-Luminaria ordinaria:

Luminaria que asegura la protección contra los contactos accidentales con las partes activas, pero sin protección especial contra la penetración del polvo, cuerpos sólidos o humedad.

-Luminaria para uso general:

Luminaria que no está concebida para un uso especial. Por ejemplo, los modelos utilizados en condiciones severas, en las aplicaciones fotográficas y en las piscinas.

-Luminaria regulable:

Luminaria en que la parte principal se puede orientar o desplazar por medio de articulaciones, dispositivos de elevación y descenso, tubos telescópicos o dispositivos similares. Puede ser fija o portátil

-Luminaria básica:

Mínimo número de piezas armadas de una luminaria, que puede satisfacer por medio de articulaciones, dispositivos de elevación de las Partes 2 de la Norma IEC 60598.

-Luminaria compuesta:

Luminaria que comprende una luminaria básica, combinada con una o varias partes que pueden ser reemplazadas, o utilizadas en una combinación diferente con otras partes e intercambiadas ya sea a mano, ya sea con la ayuda de herramientas.

-Luminaria fija:

Toda luminaria que no pueda ser desplazada fácilmente de un sitio a otro, ya sea porque la fijación está realizada de forma que la luminaria no puede trasladarse si no es con la ayuda de una herramienta, ya sea porque está destinada a utilizarse en un lugar difícilmente accesible.

(En general están concebidas para una conexión permanente a la red de alimentación, aunque la conexión puede hacerse por medio de una clavija o un dispositivo similar)

-Luminaria portátil:

Luminaria que, en uso normal, puede desplazarse fácilmente de un lugar a otro, permaneciendo conectada a la red de alimentación.

-Luminaria empotrada:

Luminaria prevista por su fabricante para estar totalmente o en su mayor parte empotrada en la superficie de apoyo.

4. CLASIFICACIÓN DE LAS LUMINARIAS DEPENDIENDO DE SU PROTECCIÓN CONTRA LOS CHOQUES ELÉCTRICOS

-Luminaria de clase 0 (Se aplica solamente a luminarias ordinarias):

La protección recae sobre el aislamiento principal.

No se ha previsto ninguna disposición para la conexión de las partes conductoras accesibles, si las hay, a un conductor de protección que forme parte del cableado fijo de la instalación, descansando la protección en caso de defecto del aislamiento principal, sobre el medio circundante.

-Luminaria de clase I:

La protección no recae exclusivamente sobre el aislamiento principal, sino que tienen una medida de seguridad suplementaria bajo la forma de medios de conexión de las partes conductoras accesibles, a un conductor de protección puesto a tierra, formando parte del cableado fijo de la instalación, de tal manera que las partes conductoras accesibles no puedan llegar a ser peligrosas en caso de defecto del aislamiento principal.



-Luminaria de clase II:

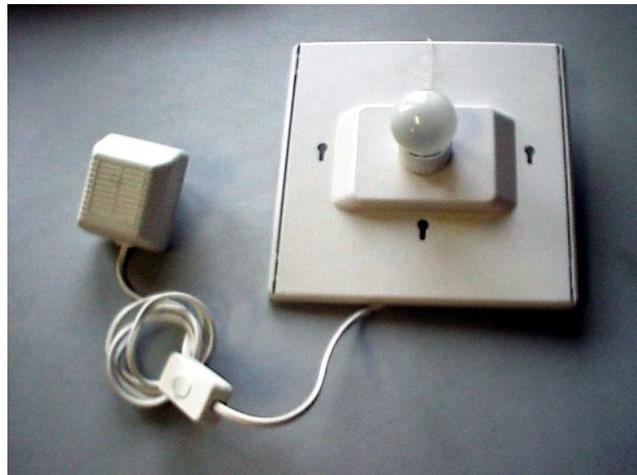
La protección no recae únicamente sobre el aislamiento principal, sino que comprende medidas de seguridad suplementarias, tales como el doble aislamiento o el aislamiento reforzado y en las que no existen medios de puesta a tierra de protección o dependencia de las condiciones de la instalación.



-Luminaria de clase III:

La protección recae en la alimentación con MBTS y en la que no se generan tensiones superiores a la muy baja tensión de seguridad.

Una luminaria de clase III no debe llevar borne de puesta a tierra de protección.



5. CLASIFICACIÓN DE LA LUMINARIA DEPENDIENDO DE SU GRADO DE PROTECCIÓN FRENTE LA PENETRACIÓN DE CUERPOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS

-Primera cifra: Protección de las personas contra los contactos o aproximaciones con las partes bajo tensión y piezas en movimiento, protección del equipo contra la penetración de cuerpos sólidos extraños, polvo y la humedad:

IP0X: Luminaria NO protegida.

IP1X: Luminaria protegida contra la penetración de cuerpos sólidos mayores 50 mm.

IP2X: Luminaria protegida contra la penetración de cuerpos sólidos mayores 12 mm con longitud máxima 80mm.

IP3X: Luminaria protegida contra la penetración de cuerpos sólidos mayores de 2,5mm.

IP4X: Luminaria protegida contra la penetración de cuerpos sólidos mayores de 1mm.

IP5X: Luminaria protegida contra la penetración de polvo.

IP6X: Estanca al polvo.

-Segunda cifra: Protección del equipo bajo envoltente contra los efectos perjudiciales debido a la penetración de agua:

IPX1: Luminaria protegida contra caídas de agua verticales.

IPX2: Luminaria protegida caída de agua a 15º.

IPX3: Luminaria protegida contra lluvia.

IPX4: Luminaria protegida contra salpicaduras.

IPX5: Luminaria protegida contra chorros.

IPX6: Luminaria protegida contra mar gruesa.

IPX7: Luminaria estanca a la inmersión.

IPX8: Luminaria estanca a la inmersión bajo presión.

6. MARCADO

El marcado es uno de los aspectos más importantes que presentan las luminarias, pues en él se recogen todos los datos necesarios para el manejo de la misma, es decir, en el marcado se indica el tipo de luminaria, su correcta colocación, la clase de luminaria según su protección, etc. En definitiva el marcado muestra los datos necesarios que se deben saber en la colocación de la luminaria para su correcto funcionamiento.

Un marcado es correcto cuando cumple lo siguiente:

El marcado debe ser visible durante la instalación de la luminaria, al reemplazar la lámpara y después de la instalación.

En el marcado se debe especificar, el símbolo de puesta a tierra indicándose en el balasto de la luminaria, también se debe especificar si la luminaria es de Clase I o de Clase II. La altura de las letras y símbolos de marcado es de 5 mm, en el caso de que se indique el tipo de clase (mencionada anteriormente), se puede reducir la altura a 3mm.

Las letras y cifras que se indican en el marcado tienen que ser como mínimo de 2 mm.

Para las luminarias combinadas, cada parte puede ir marcada con la referencia tipo y la potencia asignada. La potencia del conjunto completo vendrá en el catálogo que ofrece el fabricante o en una documentación similar.

En los dispositivos electromagnéticos se indicará la corriente máxima asignada de la conexión eléctrica, si el dispositivo puede usarse con varios tipos de luminarias.

Marca de origen

Tensión(es) asignada(s) en voltios, en las lámparas de filamento de wolframio, se indicará la tensión si esta no es de 250 V.

Las luminarias de Clase III también incluirán la tensión asignada en el marcado, así como se indicarán en los transformadores o convertidores, que además de la tensión asignada, también se indicará la corriente de la fuente de luz.

Temperatura ambiente asignada máxima si esta no es de 25 °C.

Símbolo de las luminarias de Clase II, se indicará en el exterior de las luminarias portátiles.

Este símbolo no se indicará en las semi-luminarias.

Símbolo de las luminarias de Clase III

Marcado de las cifras IP en las distintas partes de las luminarias (si fuera aplicable):

Si se aplican diferentes grados de IP en las partes de la luminaria, el grado más bajo debe indicarse en la etiqueta, el grado más alto se indicará en la parte concerniente.

En luminarias fijas, si se utilizan diferentes grados de IP para el mayor grado de protección.

Las luminarias empotradas con diferente IP, los diferentes tipos de IP deben ser visibles en la instalación y debe ser obvio a que parte pertenecen. Si el grado es IP20 o inferior que se especifica como ordinario no debe incluirse.

Número del modelo del fabricante o modelo tipo

Potencia asignada o indicación en la hoja característica del tipo o tipos de lámparas para las que la luminaria está diseñada. Si la potencia no es suficiente, debe indicarse qué tipo de lámparas o lámpara.

Si se trata de lámparas de filamento de wolframio, se incluirán la potencia máxima asignada y el número de lámparas. Si se trata de más de una lámpara:

“n x MAX W”, siendo n el número de lámparas.

El símbolo correspondiente para las luminarias no indicadas para el montaje directo sobre superficies inflamables (si es aplicable), vendrá indicada en la luminaria o en las instrucciones del fabricante, el tamaño mínimo del símbolo será de 25 mm por cada lado.

Información concerniente para las lámparas especiales si fueran necesarios. En lámparas de vapor de sodio de alta presión si poseen dispositivo interior de incendio o arrancador exterior, si la Norma IEC 60662 indica que la lámpara lleve el mismo símbolo.

Símbolo de las luminarias de forma idéntica a las lámparas de haz de luz frío, porque el empleo de una de una lámpara dicróica “haz frío” compromete la seguridad.

Marca en los bornes para diferenciar las fases, neutro y tierra, por seguridad y para tener un funcionamiento satisfactorio (excepto en conexiones tipo Z)

Símbolo que indique la distancia mínima de los objetos iluminados, el borne de tierra tendrá el símbolo que se especifica en la Norma IEC 60417.

En Clase II se marcan con la letra “E” los bornes de continuidad y los bornes de terminación de un conductor de tierra.

Para conexiones de muy baja tensión de seguridad (MBT), en corriente continua se marcará el terminal positivo como rojo y el negativo como negro. Los bornes fijos se indicarán con el signo “+”, si fuese aplicable, y con el signo “-“ para la conexión negativa.

Si los cables no tienen clavija, deben aportar unas instrucciones con la información necesaria para una conexión segura, por ejemplo, una diferente codificación de colores en el conductor, no puede crear una situación peligrosa, útil o mantenimiento.

Símbolo, con la distancia mínima de empleo a los objetos iluminados, debido a que esto puede provocar un calentamiento en los objetos.

Para determinar si la distancia mínima es correcta, se hará un ensayo de temperatura. La distancia mínima se mide sobre el eje óptico de la luminaria.

El símbolo de la distancia mínima y su explicación deben aparecer en la luminaria o en las instrucciones de la misma.

Símbolo, si procede, sobre luminarias para condiciones severas de empleo.

Símbolo, si procede, sobre luminarias diseñadas para utilizar lámparas con reflector plateado en la cúpula. En este tipo de marcado no entran los casquetes separados.

Las luminarias provistas con una pantalla de protección, en ella se indicará el símbolo correspondiente o el siguiente texto: "Sustituir cualquier pantalla de protección con fisuras".

Número máximo de luminarias que pueden ser interconectadas a la corriente máxima total que puede obtenerse por medio de acopladores previstos para una conexión en bucle a red de alimentación. Para luminarias fijas, esta información puede darse, opcionalmente, en las instrucciones de instalación.

Un símbolo de peligro o una nota para las luminarias con arrancadores, previstas para utilizar lámparas de descarga de alta tensión con dos extremos y luminarias con lámparas tubulares de doble casquillo Fa8, si la tensión medida según la siguiente figura, sobrepasa los 34 V.

Un símbolo de advertencia de acuerdo con la Norma IEC 60417-5036 (2002-10), que deberá ser visible durante el recambio de la lámpara. Este símbolo debe ser explicado en las instrucciones del fabricante o en la propia luminaria, o bien, una nota de advertencia, cerca del soporte del cebador reemplazable o del elemento interruptor reemplazable, si existe: "Atención, quitar el dispositivo reemplazable, antes de cambiar la lámpara. Después del cambio de la lámpara, volver a colocar en su sitio el dispositivo reemplazable".

Símbolo para luminarias diseñadas para la utilización únicamente de lámparas halógenas de wolframio autoprotegidas o lámparas de halogenuros metálicos autoprotegidos.

Cuando sea necesario, necesitan identificarse los medios de ajuste, cuando éstos no son obvios.

El símbolo correspondiente para luminarias no adecuadas para cubrirse con material aislante térmico.

Símbolo, si es aplicable, para luminarias con fusibles internos reemplazables.

Símbolo de peligro “No mirar fijamente a la fuente de luz en funcionamiento” para luminarias portátiles y de mano que hayan sido clasificadas como que tienen una iluminancia límite Ethr de acuerdo con el Informe Técnico IEC/TR 62778. El símbolo debería situarse para que se pueda ver sin mirar a la fuente de luz en funcionamiento. Es aplicable cuando Ethr alcanza una instancia mayor a 200 mm de la luminaria.

“La luminaria debería colocarse de forma que no se espera una mirada prolongada a la luminaria a una distancia más cercana a x m”.

Cuando se requiera para la protección contra los choques eléctricos, las cubiertas fijas de las fuentes de luz no reemplazables por el usuario deben marcarse con el símbolo de “precaución, riesgo de choque eléctrico” dado en la Norma IEC 60417-6042 (2011-11). La altura mínima del símbolo debe ser de 15 mm.

Información adicional

Luminarias compuestas, la temperatura ambiente admisible, la clase de protección o protección contra la penetración contra el polvo, cuerpos sólidos y humedad de una parte anexa, si no es al menos igual a la de la luminaria básica.

Frecuencia nominal en hercios.

Temperatura de funcionamiento:

Temperatura máxima asignada para el funcionamiento de arrollamiento t_w , en grados Celsius.

Temperatura máxima asignada para el funcionamiento de condensadores t_c , en grados Celsius.

Temperatura sometida al aislamiento de los cables de alimentación y cables de conexión en el interior de la luminaria, en condiciones más desfavorables de su funcionamiento normal si la temperatura sobrepasa 90 °C, se utilizará el siguiente símbolo. (FIGURA 1).

Requisitos a observar durante la instalación.

Luminaria adecuada sólo para instalarse en superficies no combustibles, si no se utiliza el símbolo, se debe fijar en la luminaria o incluir en las instrucciones del fabricante, una nota de advertencia en la que diga que la luminaria no se debe instalar bajo ninguna circunstancia en una superficie inflamable.

Esquema de cableado, excepto si la luminaria es adecuada para montaje directo.

Condiciones especiales para las que es adecuada la luminaria, incluido el balasto.

Luminaria equipada con lámparas de halogenuros metálicos, deben incluir la siguiente nota: “La luminaria sólo debe ser utilizada completa con su pantalla de protección”.

El fabricante debe suministrar información relativa a las limitaciones de utilidad de las semi-luminarias, en particular cuando puede ocurrir sobrecalentamiento.

El fabricante tiene la obligación de informar sobre el factor de potencia y la corriente de alimentación.

Para realizar conexiones correctas de cargas resistivas e inductivas, la corriente asignada de la carga inductiva debe indicarse entre paréntesis; esta indicación debe seguir inmediatamente a la corriente asignada de la carga resistiva. El marcado puede ser como el siguiente:

3(1) A 250 V o 3(1) / 250 o 3(1)/250

Este marcado está en acuerdo con la Norma IEC 61058-1. Los valores asignados de la corriente no se aplican a los circuitos en general pero sí a los valores de la luminaria en su conjunto.

Marcado que deberá observarse en el reemplazamiento de las lámparas y ser visible desde el exterior de la luminaria, o detrás de la tapa que tenga que quitarse en el reemplazamiento de la lámpara y con la lámpara quitada.



Marcado que deberá observarse durante la instalación de la luminaria y ser visible desde el exterior de esta, o detrás de una cubierta o parte que tenga que retirarse para su instalación.



Marcado que deberá observarse después de la instalación de la luminaria y ser visible, tanto cuando la luminaria está montada o instalada con las lámparas en posición, como en uso normal.



La conformidad se verifica por inspección y por la realización del siguiente ensayo:

La estabilidad del marcado deberá verificarse intentando borrarlo, frotando durante 15 seg con un trapo empapado en agua y después de secado, frotando durante 15 seg con un trapo empapado en disolvente y efectuando un examen después de haber procedido a los ensayos que se especifican.

Después del ensayo, el marcado deberá ser legible, las etiquetas de marcado no deberán ser fácilmente despegables y no deberán presentar ondulaciones.

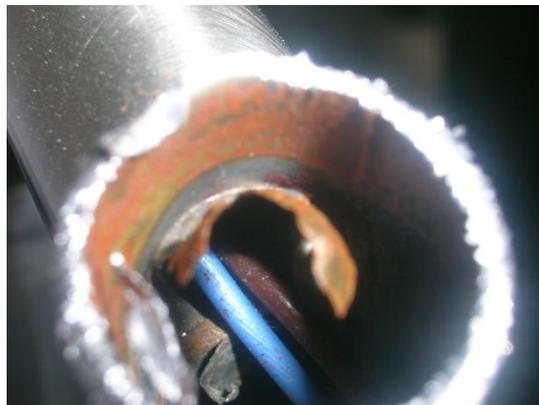
7. CONSTRUCCIÓN DE LA LUMINARIA

La construcción de la luminaria es uno de los elementos fundamentales, pues es de este mismo, del que depende que la luminaria sea adecuada para su uso y pueda obtener el certificado para su venta y posterior consumo, es por ello que a la hora de construir la luminaria hay que tener en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos que se destacan a continuación:

7.1. Pasos de cables:

Los pasos de cables tienen un papel fundamental en la luminaria, pues de ellos depende que la luminaria tenga un buen funcionamiento y que no se produzcan anomalías o pérdida de aislamiento en los cables de la misma, es por ello que hay que asegurarse que los pasos de cables sean lisos y que no queden rebabas, asperezas... en las aristas, pues esto lo que puede producir es que se dañe el cable de la luminaria y que termine cortándose. También hay que tener especial cuidado en los tornillos con puntas para que estos no pasen por los pases de cables.

Todas las luminarias son examinadas exhaustivamente para que cumpla esta condición y no se produzcan abrasiones en los cables porque no estén bien terminados los pasos de cables. Para ello se pondrán a prueba los pasos de cables, moviendo a su alrededor el cable y observando si este finalmente resulta dañado. Hay en ocasiones que es muy evidente a la vista que estos pasos de cables no cumplen, pues se pueden observar rebabas o malos acabados, que simplemente observándolos o pasando el dedo se notan las asperezas que pueden producir el daño en el cable, de ser así, esto se le notifica al fabricante para que lo modifique pues esta prueba la luminaria no la pasaría.



7.2. Bornes y conexiones a la red de alimentación:

Los bornes y conexiones a la red son una parte peligrosa, pues si no se realiza bien la conexión y se queda algún hilo fuera o un tornillo se suelta, se convierten en partes activas y por tanto, susceptibles de ser tocadas. Por tanto, los bornes de conexión a red deben estar protegidos y colocados para que si sucede esto, las partes activas no puedan ser tocadas accidentalmente, al igual que las partes activas que se tocan con el dedo de ensayo normalizado, no se tenga ningún riesgo.

Los bornes que se utilizan en los cables de alimentación, deben permitir la conexión con tuercas, tornillos u algún dispositivo de la misma eficacia.

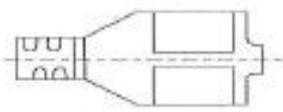
Para comprobar que esto es eficaz se realiza el siguiente ensayo:

Se quita una longitud de aislamiento de 8 mm y se separa un hilo conductor, doblándolo hacia la parte aislante pero sin que este se desgarre el aislante, haciendo movimiento hacia todos los lados del aislante, el resto del conductor se introduce y se aprieta. Los hilos del conductor no deben tocar ninguna parte metálica accesible o que este unida a una parte metálica accesible, al igual que ningún hilo del conductor que está unido a un borne de tierra debe tocar una parte activa.

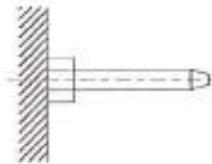
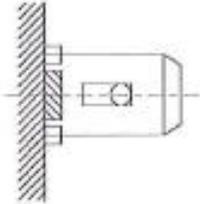
Algunos de los métodos que se utilizan para que no se suelten los hilos son:

- Utilizando bornes con un dispositivo antitracción, esto lo que hace es que se quede sujeto el cable y no se pueda mover y por tanto, no se pueden soltar los hilos.
- Bornes sin tornillos de tipo resorte
- Conductor anclado a la lengüeta antes de soldarlo.
- Los hilos del conductor en ocasiones se trenzan para que no se puedan separar.
- Fijación de los hilos con cinta aislante, manguito o dispositivo similar.
- Introducir el conductor en un agujero de un circuito impreso, se dobla y se suelda, siendo el diámetro del agujero ligeramente superior al del conductor.
- Enrollar el conductor alrededor del borne de una manera segura por medio de una herramienta especial.
- Recalcar el conductor al borne por medio de una herramienta especial.

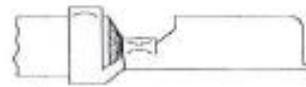
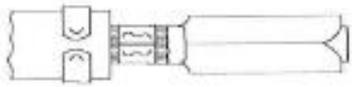
Estas conexiones se muestran a continuación en la siguiente imagen.



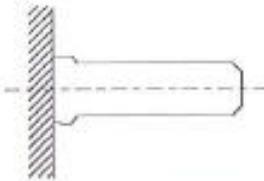
Conexión de lengüeta, toma hembra



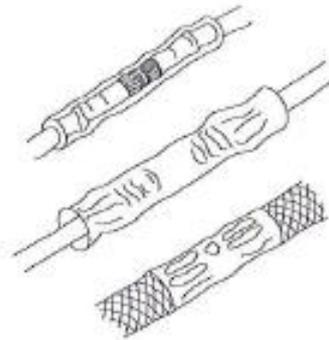
Conexión de lengüeta



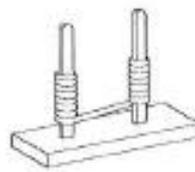
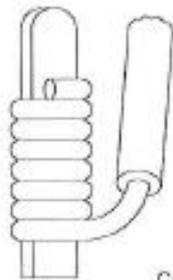
Conexión de espiga, toma hembra



Conexión de espiga



Conexiones recalcadas

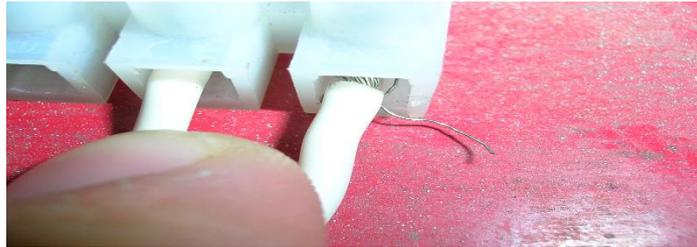


Conexiones por enrollamiento del hilo

Los bornes y conexiones no deben tener hilos fuera o tornillos sueltos, para ello se pueden utilizar cajas en la conexión, para que no quede ningún hilo fuera.

Hay que prestar especial atención a estas conexiones, pues de quedar un hilo fuera, este pasa a ser una parte activa y por tanto, una parte peligrosa de la luminaria.

A continuación se muestra una imagen:



En la imagen anterior se puede observar como al hacer la conexión, uno de los hilos se ha quedado fuera, para solventar este problema, se puede colocar una caja y así, si esto ocurre, no será peligroso.

7.3. Revestimientos y manguitos aislantes

Los revestimientos y los manguitos aislantes deben estar diseñados para que al montar los interruptores, portalámparas, bornes y elementos análogos estos sean fiables y no se muevan o dejen huecos entre medias. Estos elementos deben presentar una resistencia eléctrica y térmica adecuada para que puedan soportar los esfuerzos a los que van a ser sometidos.

Para ello se les realiza una inspección por ensayo manual y por el ensayo de rigidez dieléctrica que se explica en este mismo documento.

El manguito debe superar una temperatura que sobrepase en 20 °C la temperatura que presenta el conductor, o bien se le realiza el siguiente ensayo:

- *Tres muestras de ensayo del manguito, aproximadamente de 15 cm de longitud, se someten al ensayo de humedad y seguidamente a los ensayos de resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica (estos ensayos se explican en este mismo documento). Un conductor apropiado de cobre no aislado, o una varilla metálica, se hace pasar a través de las muestras, y la parte exterior se recubre con una hoja metálica, de forma que no se pueda producir contorneamiento alguno en las extremidades de las muestras.*

Se efectúa entonces la medida del ensayo de resistencia de aislamiento y de rigidez dieléctrica entre el conductor de cobre/varilla metálica y la hoja exterior metálica.

- *Después de haber quitado los conductores de cobre/varillas metálicas y las hojas metálicas, las muestras se colocan en una estufa durante 240 h, a una temperatura de $T+20$ °C, siendo T la temperatura medida en el conductor.*
- *Se deja que las muestras se enfrien hasta alcanzar la temperatura ambiente, y se preparan como se indica al inicio del ensayo.*

Una vez que se ha realizado el ensayo se pasará a tomar las medidas de la resistencia de aislamiento y la rigidez dieléctrica entre el conductor/varilla metálica de cobre y la hoja exterior metálica.

7.4. Aislamiento doble y reforzado

Este aislamiento está presente en las luminarias de Clase II, donde se debe evitar el contacto que se pueda producir entre las superficies de montaje y las partes que solo tienen aislamiento principal, así como el contacto entre las partes metálicas accesibles y el aislamiento principal.

El diseño de la luminaria debe ser tal que no debilite el grado de protección contra los choques eléctricos y se debe evitar una conexión de condensadores entre partes activas y el cuerpo de la envolvente metálica, a no ser que se traten de condensadores de supresión de interferencias, los cuales deben cumplir con los requisitos de la Norma IEC 60384-14 y su conexión debe estar de acuerdo con el apartado 8.6 de la Norma IEC 60065:2001.

En la construcción de la luminaria, nunca deben coincidir ranuras de una anchura superior a 0,3 mm del aislamiento suplementario con una del aislamiento principal, ni una ranura en el aislamiento reforzado dar acceso directo a partes activas. Si hay ranuras de una anchura superior a 0,3 mm en los aislamientos doble o reforzado, debe evitarse que estén en contacto con las partes activas y que no puedan tocarse con el punzón cónico de ensayo de la sonda nº 13. Para verificar la conformidad hay que asegurar el grado de protección que se requiere con los choques eléctricos.

Para que las partes que sirven como aislamiento suplementario o reforzado sean correctas no deben ser sustituidas de forma incorrecta o estar fijadas para que no puedan ser retiradas sin que sean dañadas.

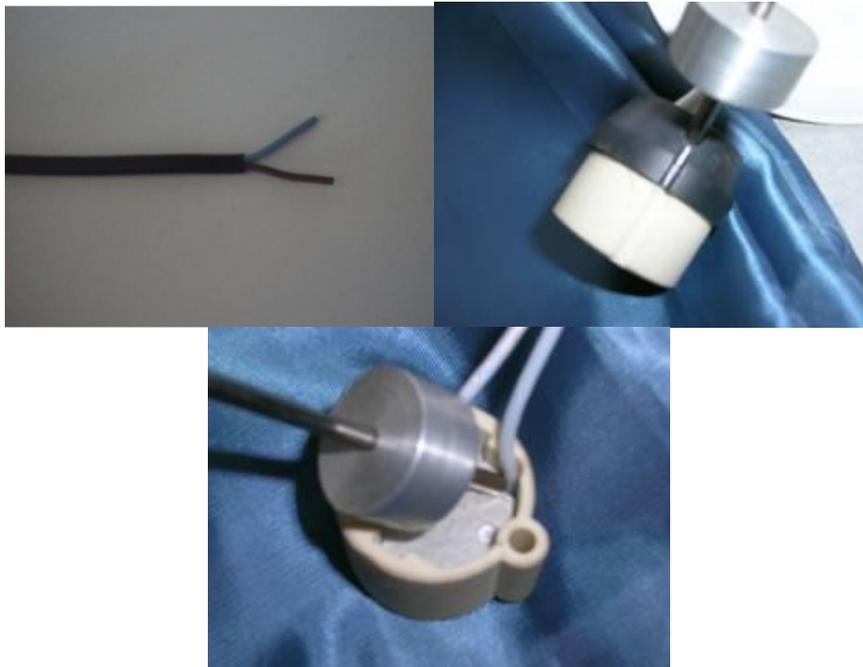
Los manguitos que son utilizados como aislamiento suplementario sobre el cableado interior, están bien fijados cuando la única manera de quitarlos es rompiéndolo o cortándolo, también puede estar sujeto en ambos extremos, se considera que es correcta su posición si se puede mover a lo largo del conductor, pero tiene topes, es decir, si solo se puede mover en un espacio delimitado en el conductor.

Sólo cuando se deben desarmar el portalámparas para poder quitar un tubo de material aislante provisto de un resalte y usado como manguito interior de una conexión con el portalámparas, se considera que el aislamiento suplementario es correcto.

Todos estos aislamientos se estudian en el laboratorio y se estima si cumplen o no cumplen con los requisitos que se han nombrado anteriormente.

Cuando se tienen dispositivos de impedancia de protección, las partes accesibles que están separadas por aislamiento doble o reforzado, pueden puentearse con resistencias o condensadores Y2. Si la tensión de trabajo no supera la tensión del condensador, se puede puentear con un sol condensador Y1.

Ejemplos de aislamiento doble y reforzado:



7.5. Tornillos y conexiones (mecánicas) y prensaestopas

Los tornillos y conexiones y prensaestopas deben ser adecuados para resistir los esfuerzos mecánicos que se pueden producir, ya que un fallo de estos se puede hacer peligrosa la luminaria, por tanto los tornillos no pueden ser de un material blando o que se pueda deformar.

Los tornillos se examinan al igual que las tuercas, apretándolas y aflojándolas un mínimo de cinco veces. Si se trata de tornillos aislantes, al aflojarse se debe hacer totalmente, mientras se realiza esto, no se pueden producir daños que puedan comprometer a la fijación. Una vez se finaliza el ensayo, se debe poder introducir el tornillo y la tuerca sin ningún problema, como estaba previsto antes de la realización del mismo.

El par de torsión que se aplica para apretar y aflojar los tornillos y las tuercas son los que se muestran a continuación, para poder realizar el ensayo, se puede utilizar una herramienta apropiado.

Tabla 1.

Diámetro nominal exterior de la rosca del tornillo mm	Par de torsión Nm		
	1	2	3
Hasta 2,8 inclusive	0,20	0,40	0,40
Más de 2,8 hasta 3,0 inclusive	0,25	0,50	0,50
Más de 3,0 hasta 3,2 inclusive	0,30	0,60	0,50
Más de 3,2 hasta 3,6 inclusive	0,40	0,80	0,60
Más de 3,6 hasta 4,1 inclusive	0,70	1,20	0,60
Más de 4,1 hasta 4,7 inclusive	0,80	1,80	0,90
Más de 4,7 hasta 5,3 inclusive	0,80	2,00	1,00
Más de 5,3 hasta 6,0 inclusive	-	2,50	1,25
Más de 6,0 hasta 8,0 inclusive	-	8,00	4,00
Más de 8,0 hasta 10,0 inclusive	-	17,00	8,50
Más de 10,0 hasta 12,0 inclusive	-	29,00	14,50
Más de 12,0 hasta 14,0 inclusive	-	48,00	24,00
Más de 14,0 hasta 16,0 inclusive	-	114,00	57,00

Donde:

- Columna 1: tornillos metálicos sin cabeza

- Columna 2: otros tornillos metálicos y tuercas, así como a tornillos aislantes con cabeza hexagonal, cabeza cilíndrica con una cavidad para la llave Allen, cabeza con ranura en forma de cruz cuya longitud es mayor a 1,5 veces el diámetro total de la rosca
- Columna 3: otros tornillos de material aislante.

Las uniones bien sean atornilladas o fijas, no pueden adquirir holgura bajo el ensayo de torsión, fatiga de flexión, vibración, etc, que se puedan dar en su uso normal.

Para realizar el ensayo, se aflojan las conexiones con un par de torsión:

- 2,5 Nm para los pasos de rosca inferiores a M 10 o diámetros correspondientes.
- 5,0 Nm para los pasos de roscas superiores a M 10 o diámetros correspondientes.

Cuando se trata de portalámparas que son sometidos a una rotación, el par de torsión se aplicará durante un minuto según:

- 4,0 Nm para portalámparas E40
- 2,0 Nm para portalámparas E26, E27 y B22
- 1,2 Nm para portalámparas E14 y B15
- 0,5 Nm para portalámparas E10, E14 y B15 tipo vela

Los prensaestopos roscados se aprietan con la ayuda de una llave adecuada, aplicando durante un minuto:

Tabla 2.

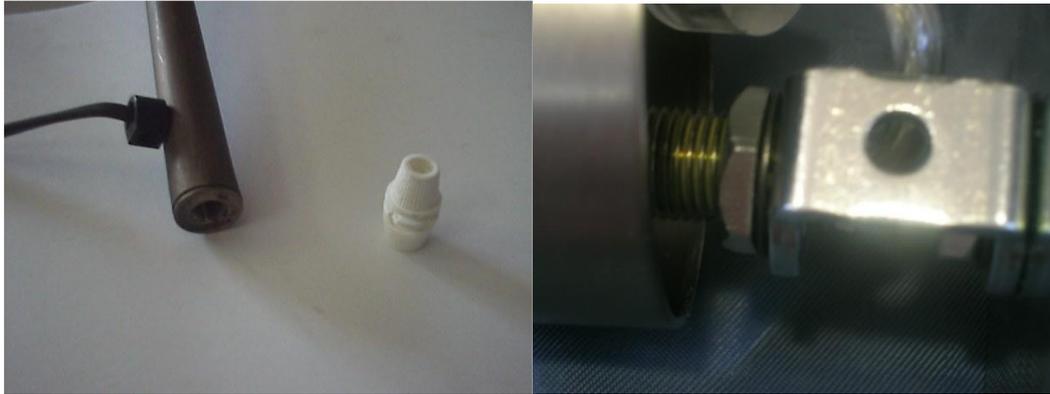
Diámetro del vástago de ensayo Mm	Momento	
	Prensaestopos metálicos Nm	Prensaestopos de material moldeado Nm
Inferior o igual a 7	6,25	2,5
Más de 7 y hasta 14 inclusive	6,25	3,25
Más de 14 y hasta 20 inclusive	7,50	5
Más de 20	10	7,50

Una vez que se ha finalizado el ensayo, la luminaria no debe presentar ninguna deformación y todos los materiales que se han visto sometidos a ensayos, no deben presentar deterioro alguno.

Los prensaestopos son piezas que se colocan en los pasos de los cables de la lámpara, la principal función de los prensaestopos es que no queden holgados los cables en dichos pasos,

es decir, que al intentar tirar del cable, este actúe bloqueando el estiramiento y así el cable no sufre roturas.

Un ejemplo de utilización de los prensaestopas es en la entrada del cable de conexión de la lámpara, en la entrada de los cables a la lámpara, también se utilizan en la caja de conexiones, a la entrada o salida del mismo.



7.6. Resistencia mecánica

La resistencia mecánica que presentan las luminarias debe ser suficiente para que soporten el manejo, que se espera que sufran en su uso normal.

Para saber si la resistencia mecánica que presenta la luminaria es adecuada, se pasará a realizar el siguiente ensayo, donde se va a utilizar un martillo para la compresión con una fuerza de 1000 N y 20 mm de compresión, dependiendo del material con el que esté fabricada la luminaria se va a utilizar la siguiente energía de choque:

Tabla 3. Energía de choque y compresión del resorte.

Tipo de luminaria	Energía de impacto Nm		Compresión mm	
	Partes frágiles	Otras partes	Partes frágiles	Otras partes

- Luminarias empotradas, luminarias fijas de uso general y luminarias portátiles para montaje en pared	0,2	0,35	13	17
- Luminarias portátiles de pie y mesa, luminarias para tomas fotográficas y cinematográficas	0,35	0,50	17	20
- Proyectores, luminarias de alumbrado público, luminarias para piscinas, luminarias portátiles de jardín y luminarias para niños	0,5	0,70	20	24
Luminarias para condiciones severas de empleo, luminarias de mano y guirnaldas luminosas	Otros métodos de ensayo			
<p>NOTA</p> <p>Los portalámparas y otros componentes se vuelven a comprobar únicamente si sobresalen de la proyección del perímetro exterior de la luminaria. El frente del portalámparas no se reensaya ya que en su uso habitual esta parte está cubierta por la propia lámpara.</p> <p>Se consideran piezas frágiles los vidrios y tapas translúcidas que proporcionan únicamente protección contra el polvo, objetos sólidos y humedad, así como partes cerámicas y pequeñas piezas que sobresalen de la envolvente menos de 26 mm o cuya superficie no supera los 4 cm².</p> <p>Las pantallas de protección requeridas conforme al apartado 4.21, se consideraran como partes frágiles.</p>				

Cuando alguna de las partes de la luminaria, como es el ejemplo de las cubiertas, no nos proporcionan resistencia mecánica, es decir, que están solo para adornar, sin tener ninguna función como es la de protección contra el polvo, la humedad y cuerpos sólidos, estas partes no se ensayan, ya que, como se ha dicho, no tienen ninguna función fundamental y por tanto no pone nada en riesgo.

Para realizar correctamente el ensayo, la muestra a ensayar, se va a fijar en una tabla de madera rígida, apretándola con un par de 2/3 los valores que se muestran en la tabla anterior, se aplicarán tres golpes en el punto que parezca más débil, las partes a las que hay que prestar especial atención son aquellas que aíslan envolviendo partes activas. Si no se está seguro del ensayo que se ha realizado, se pasará a ensayar otra muestra en la que solo se van a efectuar tres golpes. Una vez se ha realizado el ensayo hay que prestar especial atención en que las partes activas no sean accesibles, la eficacia de los aislantes y los revestimientos, que no haya cambiado el grado de protección contra el polvo, la humedad y los cuerpos sólidos, y que las cubiertas puedan volver a quitarse sin ser rotas.

Hay que tener en cuenta que al realizar el ensayo, los cables y las entradas desfondables se dejarán abiertas.

En cuanto a las partes metálicas, se realiza otro ensayo con un dedo recto, teniendo las mismas dimensiones que el anterior pero con una fuerza de 30 N. Para comprobar que las partes metálicas son correctas, no deben tener deformaciones exageradas.

Cuando el ensayo se debe realizar para as luminarias para condiciones severas de empleo, que son aquellas con una protección contra la penetración de polvo, humedad y cuerpos sólidos de, al menos, IP54, no debe volcar nunca en ninguna condición que se pueda dar en su uso normal, para ello se van a realizar otros ensayos que dependen del uso y tipo de luminaria que se tenga, a continuación se pasa a detallar los distintos ensayos que se van a efectuar.

Para luminarias fijas y portátiles, que no sean portátiles de mano, se va a someter a tres impactos simples en las partes en las que se considere más débiles, los impactos serán con una bola de acero de 50 mm de diámetro y 0,51 kg de peso desde una altura de 1,3 m, de tal forma que la energía del impacto sobre la parte a ensayar es de 6,5 Nm. Si la luminaria es para uso exterior se debe enfriar a $-5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, y dejarla así durante un periodo de 3 horas, será a esta temperatura a la que se le someterá al ensayo descrito. Una vez se ha terminado el ensayo, se pasará a comprobar lo que ya se ha comentado anteriormente.

Para luminarias portátiles de mano, se va dejar caer desde una altura de 1 m en un suelo de hormigón, las caídas serán desde cuatro posiciones diferentes, en este ensayo está permitido retirar los cristales y las lámparas. Una vez finalizado la luminaria no debe mostrar ningún daño.

Para luminarias suministradas con un soporte la lámpara se quitara antes de realizar el ensayo, la luminaria debe soportar cuatro veces el impacto que soportaría con un vuelco de 15° respecto a la vertical. La luminaria y el soporte no deben volcar con un ángulo de inclinación de 6° .

Para luminarias para instalaciones provisionales y adecuadas para el montaje sobre un soporte, se ensayará la luminaria sobre una barra de aluminio, que simulará la longitud de la barra que indica el fabricante, y se suspenderá a una altura en la que la barra queda horizontal, a continuación se dejará caer hasta que se dé contra la pared.

Cuando se van a ensayar los balastos/transformadores enchufables, así como las luminarias montadas en bases de toma de corriente, se hará girar el tambor, a una velocidad de cinco vueltas por minuto, y se deja caer desde una altura de 50 cm sobre una chapa de acero de un espesor de 3 mm, serán 50 caídas si el peso de la muestra es inferior a 250 gr y 25 caídas si es superior. La muestra no debe presentar deformaciones como en apartados anteriores.

La resistencia mecánica que presenta una luminaria es aquella a la que es capaz de ser sometida sin que perjudique ninguna de sus partes, es decir, que todas las partes de la

luminaria que sirven de protección, cumplan su función. Un ejemplo de resistencia mecánica se presenta a continuación:

Una luminaria con una protección de IP20, la pantalla de la misma es decorativa, por tanto, sin ella no ocurre nada, pues la pantalla es solo decorativa, no tiene ninguna función de protección, en cambio, una luminaria con protección IP44, sin la pantalla de protección, no cumple con la resistencia mecánica, pues su labor es la de proteger a la lámpara.



7.7. Suspensiones, fijaciones y dispositivos de regulación

Las suspensiones, fijaciones y dispositivos de regulación de las luminarias deben ser los adecuados dependiendo del uso de la luminaria, es por ello que se van a presentar los diferentes ensayos a los que son sometidos, para comprobar que son correctos.

El ensayo para las fijaciones de la luminaria a la superficie de montaje de la instalación u otras partes externas para mantener su posición segura:

Cuando se trata de luminarias suspendidas o fijas, se ensayaran con un peso cuatro veces el suyo propio, más su peso, es decir, 5 veces el peso de la luminaria, las partes externas de la luminaria también se ensayaran con cuatro veces el peso de la parte que se considere. Si para la realización del ensayo se necesitan añadir sujeciones se puede hacer, según proceda, la carga durante todo el proceso debe ser constante durante 1 h, una vez se ha finalizado el ensayo, se pasa a examinar la luminaria, la cual no debe presentar ninguna deformación.

En luminarias de suspensión rígida, se somete a un par de torsión de 2,5 Nm en un periodo de tiempo de 1 min, primero se hace en el sentido de las agujas del reloj y seguidamente al contrario. Para que el ensayo se supere, no debe girar más de una vuelta en cada torsión.

Para ménsulas con suspensión rígida, tenemos dos ensayos, para ménsulas con unos intensivo se aplica una fuerza de 40 N durante 1 min, en diferentes direcciones sobre la extremidad libre, con un momento de flexión mínimo de 2,5 Nm, el segundo de los ensayos es para ménsulas con poco uso, donde se aplica una fuerza de 10 N durante 1 min, resultando como mínimo el momento de flexión de 1 Nm.

Cuando se trata de luminarias que están montadas sobre carril, la masa de la luminaria no debe sobrepasar la máxima que indica el fabricante.

Por último, en lámparas con mecanismos de sujeción, se realiza una tracción del cable sin provocar tirones durante 1 min, siempre siguiendo la dirección más desfavorable. Este ensayo se realiza con una pinza sujeta a un estante que tiene un espesor de 10 mm, la pinza no puede moverse al ejercer una fuerza de 20 N. A demás también se ensayarán sobre una barra de metal con un acabado cromado pulido de diámetro de 20 mm, la luminaria puede girar sobre la barra debido a su peso.

Cuando la luminaria presenta masa suspendida por los cables, esta masa no puede superar los 5 kg por cable flexible o cordón. Si se supera, debe de preverse de manera que se evite cualquier tensión en el cable. La masa máxima en semi-luminarias es la siguiente:

Tabla 4. Ensayos en semiluminarias

Portalámparas	Luminarias	
	Masa máxima	Momento de flexión máximo
E14 y B15	1,8 kg	0,9 Nm
E27 y B22	2,0 kg	1,8 Nm
NOTA Para tener un margen de seguridad, los valores citados son inferiores a los que normalmente se ensaya en un portalámparas		

Los dispositivos o medios de regulación también serán ensayados, su ensayo consta de mover el cable 360 ° según el tipo de luminarias, que se indica en la tabla que tenemos a continuación, no pudiendo superar los 600 ciclos por hora, una vez se ha finalizado el ensayo, no deben de haberse roto más del 50% de los hilos del conductor y si hay asilamiento en el cable, este no debe verse afectado por el ensayo realizado. Todos los dispositivos de apriete, se ensayan apretándolos ligeramente, así se evita un excesivo esfuerzo por el rozamiento.

Todos los dispositivos con tubos flexibles se ensayarán con un ángulo de 135°, en ambas direcciones a partir de la vertical, si es necesario, se doblará el tubo hasta una posición en la que se mantenga por si solo y se procederá a realizar el ensayo.

Tabla 5. Ensayo sobre dispositivos de regulación.

Tipo de luminaria	Nº de ciclos de movimiento
Luminarias destinadas a ser reguladas frecuentemente, por ejemplo luminarias para tableros de dibujo	1 500
Luminarias destinadas a ser reguladas ocasionalmente, por ejemplo spots de vitrinas	150
Luminarias previstas para ser reguladas solamente durante la instalación, por ejemplo proyectores	45

Cuando se trata de luminarias que pueden ser instaladas en lugares accesibles, se tomará una distancia de 5 cm en todas las direcciones. Los balastos/transformadores enchufables y las luminarias montadas en bases de toma de corriente no deben ejercer excesivo esfuerzo sobre las bases, para ello se realizará el siguiente ensayo:

Se introducen en una toma de corriente, en su posición de funcionamiento normal, que gira alrededor del eje central pasando por el tubo central de contacto de las clavijas a una distancia de 8 mm. Los balastos/ transformadores enchufables deben tener un mínimo de 1 m de cable que alimenta a la luminaria, este cable de alimentación se deja colgando libremente durante el ensayo. El momento de torsión que se le aplica a la barra no debe superar 0,25 Nm, mientras que en las luminarias ajustables y regulables es de 0,5 Nm.

Si se produce una torsión mayor, se extrae el contacto a tierra de la base de toma de corriente utilizada en el ensayo.

Las suspensiones, fijaciones y dispositivos de fijación tienen que ser totalmente seguros, es por ello que son sometidos a un ensayo en el cual se les somete a 4 veces el peso de la luminaria que se está ensayando, puesto que se puede dar el caso en el que la luminaria es sometida a un peso extra al suyo propio, como por ejemplo, cuando se está limpiando la misma y puede recaer el peso de la persona en la luminaria, es por ello que las anillas de sujeción de la luminaria se prueban de la siguiente forma:

Si la luminaria se cuelga en el techo y tiene un peso total de 10kg, se ensayará con un peso total de 40kg. La luminaria se ensaya como indique el fabricante que es su posición de funcionamiento, con el peso indicado en un periodo de 1 hora. Si al finalizar el periodo, la luminaria no se ha caído al suelo, es decir, no se ha roto la sujeción, el ensayo se ha realizado con éxito.

Como se puede observar, este ensayo pone a prueba la sujeción que tiene la luminaria y se comprueba si cumple o no con su función, si la luminaria fuera de pie, se realizaría de la misma forma, colocando el peso que equivale a 4 veces el peso de la luminaria completa.



7.8. Riesgos fotobiológicos

Los riesgos fotobiológicos son dos principalmente, radiación UV y riesgo retiniano de luz azul. A continuación se va a pasar a explicar qué son estos tipos de riesgos fotobiológicos.

- Radiación UV

Hay lámparas como las lámparas de halógenas de wolframio y las lámparas diseñadas para halogenuros metálicos que emiten radiación UV, hay que evitar que la radiación UV que emitan no sea excesiva, para ello hay que incorporarles una pantalla de protección, dependiendo de la radiación que emitan, se utilizará un tipo de cristal u otro, aunque todos ellos reducen la emisión. Si la radiación que emiten es excesiva se pasará a realizar un apantallamiento adecuado para el tipo de radiación.

Las lámparas con pantallas de protección propia o autoprotegidas, cumplen el requisito por el propio diseño de la lámpara.

- Riesgo retiniano de luz azul

Normalmente no se utilizan lámparas con una clasificación de riesgo retiniano de luz azul superior a RG2, si se da el caso de utilizar tipos de lámparas superiores, se utilizarían medidas más correctivas.

Las lámparas con una clasificación RG0 sin limitación o RG1 sin limitación de acuerdo con el Informe Técnico IEC/TR 62778, donde han sido verificadas, no se aplican condiciones por riesgo retiniano azul.

Si las luminarias tienen iluminancia límite verificada según el informe técnico nombrado anteriormente, se tiene que tener en consideración lo siguiente:

- Cuando se trata de luminarias fijas montadas, se realiza una verificación adicional, según el Informe Técnico IEC/TR 62778, esto se realiza para encontrar la distancia en metros a la que se da el límite entre RG2 y RG1. Hay que añadir que la luminaria debe tener un correcto marcado e indicar este tipo de riesgo fotobiológico para su adecuada colocación.
- Cuando se trata de luminarias portátiles y de mano y exceden el RG1 A 200 mm y están verificadas con el informe nombrado, deberán estar marcadas.

Las luminarias portátiles para niños cubiertas por la Norma IEC 60598-2-10 y luminarias nocturnas montadas en bases de toma de corriente a red, cubiertas por la Norma IEC 60598-2-12, no deben exceder RG1 a 200 mm.

Las fuentes de luz que en los que se considera el riesgo retiniano de luz azul son fuentes como los LED, halogenuros metálicos y algunas lámparas halógenas de wolframio especiales.

7.9. Luminaria con fuentes de luz no reemplazables

Una de las incorporaciones a la actualización de esta norma en la construcción de las luminarias, es este apartado.

Las luminarias con fuentes de luz no reemplazables no deben ser accesibles las partes activas, así como tampoco se pueden reemplazar sin que se rompa la luminaria o sus partes.

La conformidad en este apartado es sencillo de hacer, pues se debe comprobar que las partes de la luminaria que tienen acceso a la luz no se pueden abrir ni con la mano, ni con una herramienta adecuada, así como comprobar que las partes selladas o pegadas o bien fijadas con tornillos no se pueden abrir, es decir, están selladas correctamente y por último se debe comprobar que las partes activas no son accesibles, esto se comprueba con la sonda de ensayo.

7.10. Luminarias con fuentes de luz no reemplazables por el usuario

Este es otro de los apartados nuevos en la actualización de la norma.

La cubierta de protección de los choques eléctricos, que debe presentar el símbolo de “precaución, riesgo choque eléctrico” debe mantener su posición de manera segura, como mínimo con dos fijaciones independientes, para que en su retirada sea necesario el uso de herramientas, como es el ejemplo de poner dos tornillos.

8. ENSAYOS DE LAS LUMINARIAS

Las nuevas fuentes de iluminación incluyen una electrónica avanzada, lo que hace que los ensayos que se realizaban a las antiguas fuentes de iluminación en muchos casos, no sean válidos debidos a las características que éstas presentan, es por ello que los ensayos han sufrido cambios.

8.1. Protección contra los choques eléctricos

La protección contra los choques eléctricos tiene por objetivo determinar si una parte accesible es o no activa. Una parte conductora es activa cuando es accesible por el ser humano, esta parte debe estar exenta de tensión. Es por ello que se realiza este ensayo, pues solo los conductores activos defectuosos no cumplen esta condición y una vez tocados producen los choques eléctricos.

La protección debe mantenerse después de haber retirado todas las partes que puedan retirarse a mano, a excepción de las lámparas y de algunas partes de los portalámparas.



Según la Norma EN 60598:1-2009 el ensayo contra los choques eléctricos se realiza de la siguiente forma:

Para comenzar a realizar el ensayo, la luminaria se pone en funcionamiento a su tensión de alimentación y frecuencia asignada. Para la realización de los ensayos, uno de los polos de alimentación debe estar a potencial de tierra.

Se mide la intensidad de la corriente que pasa, teniendo en el circuito una resistencia no inductiva de $2\ 000\ S2 \pm 50\ k\Omega$. Si se supera $0,7\ mA$ (valor de cresta) c.a. o bien, $2\ mA$ c.c. la parte a ensayar es una parte activa y por tanto no supera el ensayo.

Cuando se tienen frecuencias superiores a $1\ kHz$, a $0,7\ mA$ se le multiplicará por el valor que tenga la frecuencia en kHz, siempre sin pasar el valor límite de $70\ mA$.

Si después de realizar este ensayo, se considera que la parte a ensayar, es una parte activa, no se realizará el ensayo de tensión que se expone a continuación, en cambio, si no se considera activa, se realizará el siguiente ensayo.

Como no se considera una parte activa, se mide la tensión entre la parte considerada y cualquiera de las partes accesibles, esta parte será activa si supera los $34\ V$ en valor de cresta. El circuito de medida tiene una resistencia no inductiva de $50\ 000\ k\Omega$.

El dedo de ensayo debe aplicarse en todas las direcciones.



- Para luminarias de clase I: No accesibilidad a partes activas (conductoras)
- Para luminarias de clase II: No accesibilidad a partes activas (aislamiento básico)

Las partes con aislamiento principal no deben usarse en la superficie exterior de la luminaria sin una protección adecuada contra los contactos accidentales.

La sonda de ensayo se aplica si es necesario con una fuerza de $10\ N$, para comprobar que la resistencia mecánica es suficiente para asegurar la protección contra los choques eléctricos. En luminarias para montaje en pared, luminarias portátiles y luminarias ajustables, se aplica una fuerza perpendicular a la superficie de montaje o apoyo de $20\ N$, cuando la apertura de la

cubierta proporciona acceso a partes con aislamiento principal y de 80 N cuando las partes activas fueran accesibles.

En el ensayo las cubiertas no deben aflojarse.

Según la Norma EN60598:1-2015 el ensayo contra los choques eléctricos se realiza de la siguiente forma:

Para comenzar a realizar el ensayo, la luminaria se pone en funcionamiento a su tensión de alimentación y frecuencia asignada.

Se pone en funcionamiento el equipo bajo prueba (EBP), se van a realizar las siguientes medidas:

- Entre la parte concerniente y cualquier parte conductora accesible
- Entre la parte concerniente y tierra.

Una vez que se ha hecho la conexión de la luminaria, donde uno de los polos tiene conexión a tierra. (Hay que tener en cuenta que si el EBP no tiene designada la polaridad de la tensión, el ensayo se realizará en ambas polaridades) Se mide la tensión que no debe superar los 35V c.a. de valor de cresta, o bien, los 60V c.c. sin rizado. Esta medida se realiza con un circuito de medida que consta de una resistencia de 50k Ω , sin ser esta resistencia inductiva.

Si al realizar este ensayo, no se cumple, se pasa a realizar el ensayo de corriente, donde las medidas que se efectúan no pueden superar los 0,7mA de c.a. o 2mA c.c.

*Hay que añadir que al realizar los ensayos en el laboratorio, las luminarias Led tienen problemas con la corriente, dando mayor corriente de la que se permite en algunos casos, es por ello que siempre se realiza el ensayo de la corriente después de realizar el de la tensión, o bien, en otros casos se ha optado por realizar directamente el ensayo de la corriente para ver si cumple con la condición de los choques eléctricos.

La conformidad del ensayo se verifica de la siguiente forma:

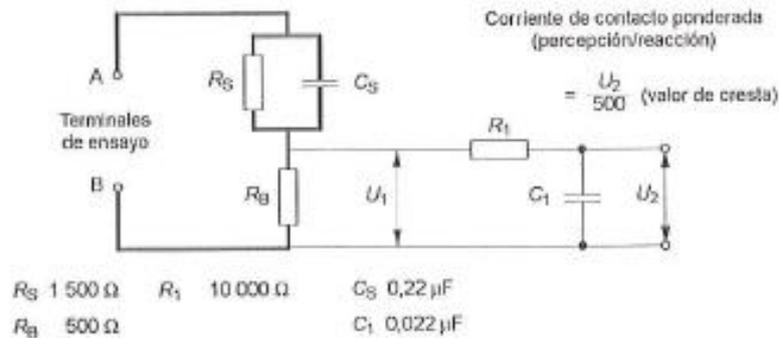


Figura G.2 – Red de medida, corriente de contacto ponderada para percepción o reacción (para todas las luminarias Clase II y Clase I fijas)

El dedo de ensayo debe aplicarse en todas las direcciones.



- Para luminarias de clase I: No accesibilidad a partes activas (conductoras)
- Para luminarias de clase II: No accesibilidad a partes activas (aislamiento básico)

Las partes con aislamiento principal no deben usarse en la superficie exterior de la luminaria sin una protección adecuada contra los contactos accidentales.

La sonda de ensayo se aplica si es necesario con una fuerza de 10 N, para comprobar que la resistencia mecánica es suficiente para asegurar la protección contra los choques eléctricos. En luminarias para montaje en pared, luminarias portátiles, ajustables y regulables, se aplica una fuerza perpendicular a la superficie de montaje o apoyo de 20 N, cuando la apertura de la cubierta proporciona acceso a partes con aislamiento principal y de 80 N cuando las partes activas fueran accesibles.

En el ensayo las cubiertas no deben aflojarse.

Diferencias entre la Norma EN60598:1-2009 frente a la Norma EN60598:1-2015.

Cómo se puede comprobar, en la edición de la Norma EN60598:1-2009, el ensayo se realiza primero con la corriente, donde se tiene una resistencia de $2\ 000\ S2 \pm 50\ k\Omega$, mientras que en la edición de la norma EN60598:1-2015, el ensayo de la corriente se realiza a continuación del de tensión, si este no ha sido favorable, se mide la corriente con una resistencia en el aparato de medida de $50\ k\Omega$.

El segundo ensayo que se realiza en la edición del año 2009, si el primer ensayo es favorable, es decir, si cumple la luminaria las condiciones a las que se le pone a prueba, se pasa a medir la tensión, que en este caso es de $34\ V$ en valor de cresta, lo que es lo mismo, en corriente alterna, cumple esta condición si no se supera este voltaje. En cambio, en la nueva edición de la misma norma que se presenta del año 2015, el ensayo para medir el voltaje, pasa a ser el primero de los ensayos para comprobar si se producen choques eléctricos, donde no se deben superar los $35\ V\ c.a.$ o bien, $60\ V\ c.c.$

Las principales diferencias que se pueden apreciar en el ensayo contra los choques eléctricos es la disposición de los ensayos, así como los límites que se tienen en la realización de la medida de la tensión. Otra diferencia es la resistencia que se tiene en el aparato de medida.

8.2. Resistencia a la penetración de cuerpos sólidos, líquidos y humedad

La principal finalidad de este ensayo es comprobar que la luminaria está protegida correctamente contra agentes externos, sin que estos puedan dañar el funcionamiento de la misma.

Para ello hay que comprobar que la cubierta de la luminaria, es la adecuada dependiendo del uso que se vaya a tener de la misma, y siempre teniendo en cuenta la protección que indica el fabricante y para qué lugar está diseñada. Hay que tener en cuenta que en algunas luminarias, la principal finalidad que tiene la pantalla es meramente decorativa.

Según la Norma EN 60598:1-2009 el ensayo de resistencia a la penetración de cuerpos sólidos, líquidos y humedad se realiza de la siguiente forma:

Las luminarias protegidas contra la penetración de cuerpos sólidos (IP2X), se ensayarán con un dedo de ensayo normalizado, que es especificado en la Norma IEC 60529.

Las luminarias con un IP3X o IP4X, se ensayan con una sonda de ensayo, sondas de ensayo C o D de la Norma IEC 61032, aplicándola en todos los puntos que sean posibles con la siguiente fuerza:

Tabla 6. Ensayo de luminarias protegidas contra la penetración de cuerpos sólidos

	Sonda de ensayo según la Norma IEC 61032	Diámetro del hilo de ensayo	Fuerza de aplicación (N)
Primera cifra IP3	C	2,5 + 0,05 mm -0,0	3 ± 10 %
Primera cifra IP4	D	1 + 0,05 mm -0,0	1 ± 10 %

*El extremo del hilo de ensayo debe estar cortado perpendicularmente a su eje, y estar exento de rebabas.

Las luminarias contra la penetración del polvo (IP5 – IP6) se ensayan en una cámara de polvo, en la que hay una corriente de aire que mantiene el polvo de talco (2 kg de polvo por metro cúbico) en suspensión. Este polvo pasa por un tamiz de mallas cuadradas, se puede utilizar el mismo polvo un máximo de 20 ensayos.

El ensayo se realiza de la siguiente manera:

- a) Primero se suspende la luminaria en el exterior de la cámara de polvo, y esta se pone en funcionamiento, a la tensión asignada hasta que alcance la temperatura de régimen.
- b) Seguidamente se coloca la luminaria en la cámara de polvo, desplazándola lo menos posible.
- c) Se cierra la puerta de la cámara de polvo.
- d) Una vez cerrada la cámara de polvo, se pone en funcionamiento el ventilador que mantiene el polvo en suspensión.
- e) Transcurrido un minuto, se apaga la luminaria y se deja enfriar durante 3 horas, en este periodo de tiempo, se mantiene el polvo en suspensión.

A continuación se muestran imágenes de la cámara de polvo utilizada para efectuar este ensayo.



Una vez que se termina el ensayo, hay que examinar la luminaria, con cuidado al abrirla, para ello se limpia la luminaria antes de comenzar a abrirla, una vez limpia, se comienza a abrir con cuidado para poder observar por donde se han producido las posibles filtraciones.

Para las luminarias que están protegidas contra caídas verticales de agua (IPX1), se ensayan durante 10 min con lluvia artificial de $1^{+0,5}_{0,0}$ mm/min, con una altura de 200 mm sobre la superficie de la luminaria.

Para las luminarias que están protegidas contra la lluvia (IPX3), se ensayan rociándolas durante 10 min. Se colocan por encima del eje de oscilación del tubo circular, la presión de agua a la entrada debe ser, aproximadamente 80 kN/m^2 . El radio del tubo semicircular debe ser lo más reducible posible y compatible con el tamaño y posición de la luminaria. El tubo oscila con un ángulo de 120° . La luminaria debe girar alrededor del eje vertical durante el ensayo, con una velocidad de 1 r/min.

Transcurridos los 10 min, se apaga la luminaria y se deja enfriar, mientras que los chorros de agua continuaran 10 min más.

Para las luminarias que están protegidas contra las salpicaduras de agua (IPX4) se les rocía con agua procedente de todos los lados, para ello se utiliza el tubo circular descrito anteriormente, en esta ocasión el tubo gira 360° durante 10 min. La luminaria en esta ocasión se coloca por debajo del eje circular.

En este ensayo, al igual que el anterior, transcurridos los 10 min, se deja enfriar la luminaria, mientras que los chorros continuaran 10 min más.

Para luminarias protegidas contra los chorros de agua y chorros de agua potentes (IPX5 e IPX6), se apagan las luminarias y se someten a un periodo de de 15 min para IPX5 y de 3 min para IPX6 a un chorro de agua en todas las direcciones, por medio de un tubo provisto de boquillas que se mantienen a una distancia de 3 m de la muestra a ensayar.

Para un ensayo de IPX5, se ajusta un caudal de 12,5 l/min \pm 5% (30 kN/m²) y para un IPX6 el caudal será de 100 l/min \pm 5% (100 kN/m²).

Cuando se quiere una protección estanca a la inmersión (IPX7), se apaga la luminaria y se sumerge durante 30 min, quedando situada la parte baja por lo menos a 1 m bajo el agua.

Para la protección contra la inmersión bajo presión (IPX8), para realizar correctamente este ensayo, se debe calentar la lámpara, ya sea empleando cualquier dispositivo o bien, encendiendo la misma lámpara, teniendo una temperatura en el recinto de 5 °C o 10 °C superior a la del agua en la que se va a sumergir la luminaria. Durante 30 min y con una presión de 1,3 veces la presión que corresponda a la profundidad máxima de inmersión asignada, se apaga la lámpara y se sumerge.

Para terminar con los ensayos de resistencia a la penetración de cuerpos sólidos, líquidos y humedad, se describe el ensayo de humedad:

Las luminarias se ensayan en su posición más desfavorable en un recinto con una humedad de 91% y 95%. La temperatura del aire se mantiene con un margen de 1 °C alrededor de cualquier valor de temperatura comprendido entre 20 °C y 30 °C. En el interior del recinto habrá una circulación constante de aire, para conseguir las condiciones especificadas anteriormente.

Según la Norma EN60598:1-2015 el ensayo de resistencia a la penetración de cuerpos sólidos, líquidos y humedad se realiza de la siguiente forma:

Las luminarias protegidas contra la penetración de cuerpos sólidos (IP2X), se ensayarán con un dedo de ensayo normalizado, que es especificado en la Norma IEC 60529.

Las luminarias con un IP3X o IP4X, se ensayan con una sonda de ensayo, sondas de ensayo C o D de la Norma IEC 61032, aplicándola en todos los puntos que sean posibles con la siguiente fuerza:

Tabla 6. Ensayo de luminarias protegidas contra la penetración de cuerpos sólidos

	Sonda de ensayo según la Norma IEC 61032	Diámetro del hilo de ensayo	Fuera de aplicación (N)
Primera cifra IP3	C	2,5 + 0,05 mm -0,0	3 ± 10 %
Primera cifra IP4	D	1 + 0,05 mm -0,0	1 ± 10 %

*El extremo del hilo de ensayo debe estar cortado perpendicularmente a su eje, y estar exento de rebabas.

Las luminarias contra la penetración del polvo (IP5X – IP6X) se ensayan en una cámara de polvo, en la que hay una corriente de aire que mantiene el polvo de talco (2 kg de polvo por metro cúbico) en suspensión. Este polvo pasa por un tamiz de mallas cuadradas, se puede utilizar el mismo polvo un máximo de 20 ensayos.

El ensayo se realiza de la siguiente manera:

- f) Primero se suspende la luminaria en el exterior de la cámara de polvo, y esta se pone en funcionamiento, a la tensión asignada hasta que alcance la temperatura de régimen.
- g) Seguidamente se coloca la luminaria en la cámara de polvo, desplazándola lo menos posible.
- h) Se cierra la puerta de la cámara de polvo.
- i) Una vez cerrada la cámara de polvo, se pone en funcionamiento el ventilador que mantiene el polvo en suspensión.
- j) Transcurrido un minuto, se apaga la luminaria y se deja enfriar durante 3 horas, en este periodo de tiempo, se mantiene el polvo en suspensión.

A continuación se muestran imágenes de la cámara de polvo utilizada para efectuar este ensayo.



Una vez que se termina el ensayo, hay que examinar la luminaria, con cuidado al abrirla, para ello se limpia la luminaria antes de comenzar a abrirla, una vez limpia, se comienza a abrir con cuidado para poder observar por donde se han producido las posibles filtraciones.

Para las luminarias que están protegidas contra caídas verticales de agua (IPX1), se ensayan durante 10 min con lluvia artificial de $1^{+0,5}_{0,0}$ mm/min, con una altura de 200 mm sobre la superficie de la luminaria.

Para las luminarias que están protegidas contra la lluvia (IPX3), se ensayan rociándolas durante 10 min. Se colocan por encima del eje de oscilación del tubo circular, que tiene un caudal de $0,07 \text{ l/min} \pm 5 \%$ por agujero, multiplicado por el número de agujeros (aproximadamente 80 kN/m^2). El radio del tubo semicircular debe ser lo más reducida posible y compatible con el tamaño y posición de la luminaria. El tubo oscila con un ángulo de 120° . La luminaria debe girar alrededor del eje vertical durante el ensayo, con una velocidad de 1 r/min.

Transcurridos los 10 min, se apaga la luminaria y se deja enfriar, mientras que los chorros de agua continúan 10 min más.

Para las luminarias que están protegidas contra las salpicaduras de agua (IPX4) se les rocía con agua procedente de todos los lados, para ello se utiliza el tubo circular descrito anteriormente, en esta ocasión el tubo gira 360° durante 10 min. La luminaria en esta ocasión se coloca por debajo del eje circular.

En este ensayo, al igual que el anterior, transcurridos los 10 min, se deja enfriar la luminaria, mientras que los chorros continúan 10 min más.

Para luminarias protegidas contra los chorros de agua y chorros de agua potentes (IPX5 e IPX6), se apagan las luminarias y se someten a un periodo de 15 min para IPX5 y de 3 min para IPX6 a un chorro de agua en todas las direcciones, por medio de un tubo provisto de boquillas que se mantienen a una distancia de 3 m de la muestra a ensayar.

Para un ensayo de IPX5, se ajusta un caudal de 12,5 l/min \pm 5% (30 kN/m²) y para un IPX6 el caudal será de 100 l/min \pm 5% (100 kN/m²).

Cuando se quiere una protección estanca a la inmersión (IPX7), se apaga la luminaria y se sumerge durante 30 min, quedando situada la parte baja por lo menos a 1 m bajo el agua.

Para la protección contra la inmersión bajo presión (IPX8), para realizar correctamente este ensayo, se debe calentar la lámpara, ya sea empleando cualquier dispositivo o bien, encendiendo la misma lámpara, teniendo una temperatura en el recinto de 5 °C o 10 °C superior a la del agua en la que se va a sumergir la luminaria. Durante 30 min y con una presión de 1,3 veces la presión que corresponda a la profundidad máxima de inmersión asignada, se apaga la lámpara y se sumerge.

Para terminar con los ensayos de resistencia a la penetración de cuerpos sólidos, líquidos y humedad, se describe el ensayo de humedad:

Las luminarias se ensayan en su posición más desfavorable en un recinto con una humedad de 91% y 95%. La temperatura del aire se mantiene con un margen de 1 °C alrededor de cualquier valor de temperatura comprendido entre 20 °C y 30 °C. En el interior del recinto habrá una circulación constante de aire, para conseguir las condiciones especificadas anteriormente.

Diferencias entre la Norma EN60598:1-2009 frente a la Norma EN60598:1-2015.

Las diferencias que encontramos con la modificación de la norma, es mínima, como se ha podido comprobar. La diferencia que presenta una edición con la posterior, es que para luminarias protegidas para la lluvia (IPX3), en la edición de la Norma EN60598:1-2009, solo indica la presión aproximada de los chorros de agua del tubo circular, con el que se ensaya la luminaria, mientras que en la edición del 2015, también se especifica el caudal de agua que tiene cada agujero.

8.3. Resistencia de aislamiento

La resistencia de aislamiento se opone al paso de la corriente entre los conductores y tierra, a través del aislante. Por este motivo, es importante que la resistencia de aislamiento cumpla con su principal función, que es aislar de la corriente eléctrica.

La finalidad de este ensayo es ver si las partes activas son conductoras, de ser así, se puede producir un choque eléctrico o lo que es lo mismo corriente eléctrica que dependiendo de si es corriente continua o corriente alterna y también de por qué parte del cuerpo humano entre, puede producir un tipo de lesiones u otras y variará el grado de peligrosidad del mismo.

Según la Norma EN 60598:1-2009 el ensayo de resistencia de aislamiento se realiza de la siguiente forma:

El ensayo se realiza de 0 – 500 Vcc. Si se tratase de una luminaria a MBTS, al aislamiento se le aplicaría una tensión continua para la medida de 100 V.

Este ensayo se realizará con el equipo a una tensión de 500 V de alimentación y frecuencia asignada de 50 Hz.

Se medirá la resistencia de aislamiento que pasa por el mismo 1 minuto después de haberle aplicado los 500 V y esta no debe ser inferior a los valores que indica la norma (tabla 7).

Tabla 7. Resistencia de aislamiento mínima

Aislamiento de las partes	Resistencias de aislamiento mínima MΩ		
	Luminarias Clase I	Luminarias Clase II	Luminarias Clase III
MBTS:	a	a	a
Entre partes conductoras de corriente de polaridad diferente.	a	a	a
Entre partes conductoras de corriente y la superficie de montaje*	a	a	a
Entre partes conductoras de corriente y partes metálicas de la luminaria.	a	a	a
Entre la superficie exterior de un cable o cordón flexible cuando está sujeto en un dispositivo antitracción y las partes metálicas accesibles.	a	a	a
Piezas pasantes.	b	b	a
Otras que no sean MBTS:			

Entre partes activas de polaridad diferente.	b	b	-
Entre partes activas y la superficie de montaje*	b	b y c, o d	-
Entre partes activas y partes metálicas de la luminaria.	b	b y c, o d	-
Entre partes activas que puedan tener polaridad diferente después de la maniobra de un interruptor.	b	b y c o d	-
Entre la superficie exterior de un cable o cordón flexible cuando está sujeto en un dispositivo antitracción y las partes metálicas accesibles.	b	c	-
Piezas pasantes.	b	b y c o d	-
Aislamiento principal para tensiones MBTS (a).	1		
Aislamiento principal para tensiones diferentes a MBTS (b).	2		
Aislamiento suplementario (c).	2		
Aislamiento doble o reforzado (d).	4		
* La superficie de montaje se cubre con una hoja metálica para este ensayo.			

Si la medida de la resistencia de aislamiento es menor a la que se indica en la tabla, no se ha superado el ensayo, puesto que la resistencia no cumple con su función principal que es la de aislar.

Según la Norma EN60598:1-2015 el ensayo de resistencia de aislamiento se realiza de la siguiente forma:

El ensayo se realiza de 0 – 500 Vcc. Si se tratase de una luminaria a MBTS, al aislamiento se le aplicaría una tensión continua para la medida de 100 V.

Este ensayo se realizará con el equipo a una tensión de 500 V de alimentación y frecuencia asignada de 50 Hz.

Se medirá la resistencia de aislamiento que pasa por el mismo 1 minuto después de haberle aplicado los 500 V y esta no debe ser inferior a los valores que indica la norma (tabla 8).

Tabla 8. Resistencia de aislamiento mínima

Aislamiento de las partes	Resistencias de aislamiento mínima MΩ		
	Luminarias Clase I	Luminarias Clase II	Luminarias Clase III
MBTS:	a	a	a
Entre partes conductoras de corriente de polaridad diferente.	a	a	a

Entre partes conductoras de corriente y la superficie de montaje*	a	a	a
Entre partes conductoras de corriente y partes metálicas de la luminaria.	a	a	a
Entre la superficie exterior de un cable o cordón flexible cuando está sujeto en un dispositivo antitracción y las partes metálicas accesibles.	a	a	a
Piezas pasantes.	a	a	a
Otras que no sean MBTS:			
Entre partes activas de polaridad diferente.	b	b	-
Entre partes activas y la superficie de montaje*	b	b y c, o d	-
Entre partes activas y partes metálicas de la luminaria.	b	b y c, o d	-
Entre partes activas que puedan tener polaridad diferente después de la maniobra de un interruptor.	b**	b**	-
Entre la superficie exterior de un cable o cordón flexible cuando está sujeto en un dispositivo antitracción y las partes metálicas accesibles.	b	c	-
Piezas pasantes.	b	c	-
Aislamiento principal para tensiones MBTS (a).	1		
Aislamiento principal para tensiones diferentes a MBTS (b).	2		
Aislamiento suplementario (c).	2		
Aislamiento doble o reforzado (d).	4		
* La superficie de montaje se cubre con una hoja metálica para este ensayo.			
**Durante el ensayo, el interruptor puede influenciar el resultado. En el caso de desconexión electrónica o micro desconexión de acuerdo con el apartado 7.1.11 de la Norma IEC 61058-1:2000, puede que sea necesario retirar el interruptor del circuito.			

Si la medida de la resistencia de aislamiento es menor a la que se indica en la tabla, no se ha superado el ensayo, puesto que la resistencia no cumple con su función principal que es la de aislar.

Diferencias entre la Norma EN60598:1-2009 frente a la Norma EN60598:1-2015.

Como se puede comprobar, la realización del ensayo en ambas ediciones es el mismo, lo que cambia en la actualización de la norma, es el valor mínimo de la resistencia de aislamiento para:

- a) Piezas pasantes
- b) Entre partes activas que puedan tener polaridad diferente después de la maniobra de un interruptor.

c) Piezas pasantes en MBTS

Lo que hace que al realizar el ensayo, se tenga especial atención en estos puntos.

8.4. Rigidez dieléctrica

La rigidez dieléctrica es la tensión máxima que es capaz de soportar entre sus caras una placa de material aislante sin llegar a perforarse. Por lo tanto, se puede decir que es el campo eléctrico mínimo que perfora el aislamiento.

Este ensayo tiene como finalidad determinar que el aislamiento de la luminaria que se va a ensayar, es capaz de soportar el campo eléctrico que se crea en los conductores sin llegar a perforarse.

Según la Norma EN 60598:1-2009 el ensayo rigidez dieléctrica se realiza de la siguiente forma:

A los aislamientos se les aplica una tensión designada por la tabla 9, a 50 Hz durante un minuto entre fase y neutro a la luminaria, al principio del ensayo la tensión aplicada no debe superar la mitad del valor prescrito, seguidamente se aumenta gradualmente hasta el valor total, antes de conectar la luminaria a la fuente de tensión, quitamos la lámpara para que esta no explote durante el ensayo, puesto que están diseñadas para tensiones de 230 V y aquí se tendrán unos valores de tensión elevados, luego se produciría una sobretensión en la misma y explotaría.

Se mide la tensión que se tiene durante el ensayo y no debe variar más de 3 %.

Durante el ensayo no se deben producir contorneo ni perforación.

Se ensayará con una lámpara ficticia las luminarias con arrancadores y portalámparas que, alcancen la protección máxima de tensión de impulso, indicado por el fabricante.

Si el ensayo se realizase con una luminaria con arrancador, se alimentaría a una tensión igual al 100 % de la tensión asignada durante un periodo de 24 h. Si el arrancador presenta algún fallo durante este periodo se sustituirá. Para la realización del ensayo todos los bornes del arrancador están conectados entre sí y a la tensión que indica la tabla anterior. Si se tratase de un arrancador manual (pulsador) se alimenta al 100 % de la tensión asignada y es sometido a un ciclo de 3 segundos encendido y 10 segundos apagado durante un periodo de 1 h. Se utilizará solo un arrancador durante el ensayo.

En las luminarias con arrancadores se efectuará el control de rigidez dieléctrica con el arrancador encendido, para así asegurar que el aislamiento de la luminaria, cableado y partes similares son adecuados.

Tabla 9. Tensión de ensayo

Aislamiento de las partes	Tensión de ensayo V		
	Luminarias Clase I	Luminarias Clase II	Luminarias Clase III
MBTS:			
Entre partes conductoras de corriente de polaridad diferente	A	a	a
Entre partes conductoras de corriente y la superficie de montaje*	A	a	a
Entre partes conductoras de corriente y partes metálicas de la luminaria	A	a	a
Entre la superficie exterior de un cable o cordón flexible cuando está sujeto en un dispositivo antitracción y las partes metálicas accesibles	A	a	a
Piezas pasantes	A	a	a
Otras que no sean MBTS:			
Entre partes activas de polaridad diferente	B	b	-
Entre partes activas y la superficie de montaje*	B	b y c, o d	-
Entre partes activas y partes metálicas de la luminaria	B	b y c, o d	-
Entre partes activas que puedan tener polaridad diferente después de la maniobra de un interruptor	B	b y c, o d	-
Entre la superficie exterior de un cable o cordón flexible cuando está sujeto en un dispositivo antitracción y las partes metálicas accesibles	B	c	-
Piezas pasantes	B	b y c, o d	-
Aislamiento principal para tensiones MBTS (a)	500		
Aislamiento principal para tensiones diferentes a MBTS (b)	2U** + 1 000		
Aislamiento suplementario (c)	2U** + 1 000		
Aislamiento doble o reforzado (d)	4U** + 2 000		
* La superficie de montaje se cubre con una hoja metálica para este ensayo.			

**"U" en este caso es la tensión nominal fase neutro del sistema de alimentación en el que neutro está puesto a tierra. En la Norma IEC 60664-1 puede encontrarse información al respecto.

*** Durante el ensayo, el interruptor puede influenciar el resultado. En el caso de desconexión electrónica o micro desconexión de acuerdo con el apartado 7.1.11 de la Norma IEC 61058-1:2000, puede que sea necesario retirar el interruptor del circuito.

Según la Norma EN60598:1-2015 el ensayo rigidez dieléctrica se realiza de la siguiente forma:

En primer lugar se ha clasificado a la luminaria, una vez identificada el tipo de luminaria de la que se trata, se comenzará con el ensayo.

A los aislamientos se les aplica una tensión designada por la tabla 10, a 50 Hz durante un minuto entre fase y neutro a la luminaria, al principio del ensayo la tensión aplicada no debe superar la mitad del valor prescrito, seguidamente se aumenta gradualmente hasta el valor total, antes de conectar la luminaria a la fuente de tensión, quitamos la lámpara para que esta no explote durante el ensayo, puesto que están diseñadas para tensiones de 230 V y aquí se tendrán unos valores de tensión elevados, luego se produciría una sobretensión en la misma y explotaría.

Se mide la tensión que se tiene durante el ensayo y no debe variar más de 3 %.

Durante el ensayo no se deben producir contorneo ni perforación.

Se ensayará con una lámpara ficticia las luminarias con arrancadores y portalámparas que, alcancen la protección máxima de tensión de impulso, indicado por el fabricante.

Si el ensayo se realizase con una luminaria con arrancador, se alimentaría a una tensión igual al 100 % de la tensión asignada durante un periodo de 24 h. Si el arrancador presenta algún fallo durante este periodo se sustituirá. Para la realización del ensayo todos los bornes del arrancador están conectados entre sí y a la tensión que indica la tabla anterior. Si se tratase de un arrancador manual (pulsador) se alimenta al 100 % de la tensión asignada y es sometido a un ciclo de 3 segundos encendido y 10 segundos apagado durante un periodo de 1 h. Se utilizará solo un arrancador durante el ensayo.

En las luminarias con arrancadores se efectuará el control de rigidez dieléctrica con el arrancador encendido, para así asegurar que el aislamiento de la luminaria, cableado y partes similares son adecuados.

Tabla 10. Tensión de ensayo

Aislamiento de las partes	Tensión de ensayo V		
	Luminarias Clase I	Luminarias Clase II	Luminarias Clase III
MBTS:			
Entre partes conductoras de corriente de polaridad diferente	a	a	a
Entre partes conductoras de corriente y la superficie de montaje*	a	a	a
Entre partes conductoras de corriente y partes metálicas de la luminaria	a	a	a
Entre la superficie exterior de un cable o cordón flexible cuando está sujeto en un dispositivo antitracción y las partes metálicas accesibles	a	a	a
Piezas pasantes	a	a	a
Otras que no sean MBTS:			
Entre partes activas de polaridad diferente	b	b	-
Entre partes activas y la superficie de montaje*	b	b y c, o d	-
Entre partes activas y partes metálicas de la luminaria	b	b y c, o d	-
Entre partes activas que puedan tener polaridad diferente después de la maniobra de un interruptor	b***	b***	-
Entre la superficie exterior de un cable o cordón flexible cuando está sujeto en un dispositivo antitracción y las partes metálicas accesibles	b	c	-
Piezas pasantes	b	c	-
Aislamiento principal para tensiones MBTS (a)	500		
Aislamiento principal para tensiones diferentes a MBTS (b)	$2U^{**} + 1\ 000$		
Aislamiento suplementario (c)	$2U^{**} + 1\ 000$		
Aislamiento doble o reforzado (d)	$4U^{**} + 2\ 000$		
* La superficie de montaje se cubre con una hoja metálica para este ensayo.			
**"U" en este caso es la tensión nominal fase neutro del sistema de alimentación en el que neutro está puesto a tierra. En la Norma IEC 60664-1 puede encontrarse información al respecto.			
*** Durante el ensayo, el interruptor puede influenciar el resultado. En el caso de desconexión electrónica o micro desconexión de acuerdo con el apartado 7.1.11 de la Norma IEC 61058-1:2000, puede que sea necesario retirar el interruptor del circuito.			

Diferencias entre la Norma EN60598:1-2009 frente a la Norma EN60598:1-2015.

Los principales cambios que se tienen en este ensayo son la tensión que se debe aplicar en:

- a) Entre partes activas que puedan tener polaridad diferente después de la maniobra de un interruptor
- b) Piezas pasantes en MBTS

Con las nuevas fuentes de iluminación Led, hay que prestar especial atención al realizar este ensayo, puesto que el comportamiento del modelo Led es diferente al de las luminarias que se tenían, al igual que su aislante sufre con este ensayo, debido a que trabaja a muy bajas potencias y por tanto la corriente que tiene es distinta a la corriente en la que se trabajaba anteriormente.

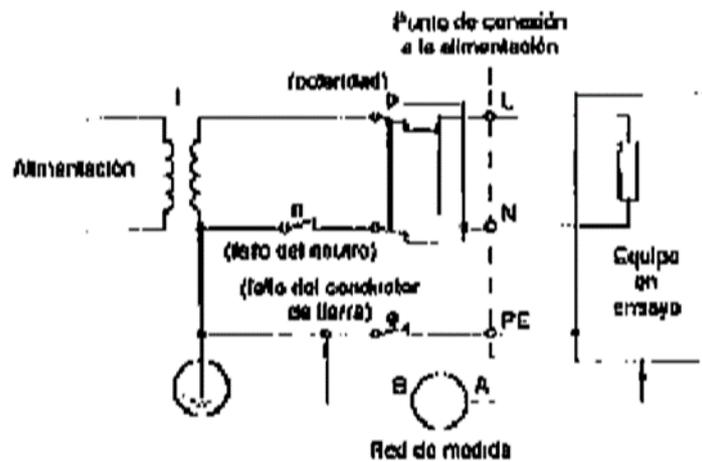
8.5. Corriente de contacto

La corriente de contacto es aquella que pasa a través de la luminaria y que llega al ser humano o animal que lo toque, cuando se presenta una o más partes accesibles.

Según la Norma EN 60598:1-2009 el ensayo de corriente de contacto se realiza de la siguiente forma:

Para poder medir la corriente de contacto, se pasa a realizar el siguiente ensayo, donde la luminaria estará a una temperatura ambiente de aproximadamente $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y con la tensión y frecuencia asignada. La lámpara se dejará funcionar hasta que se estabilice a su tensión asignada, pudiendo estar en un $\pm 5\%$ del valor de tensión asignada.. Las medidas se realizarán entre tierra y el conductor de protección.

Para realizar el ensayo se utiliza un dedo de ensayo normalizado con la Norma IEC 60529, se utiliza como sonda de ensayo y se aplica a las partes del material aislantes recubiertas con una hoja metálica de 10 cm x 20 cm, del cuerpo de la luminaria. Este método se utiliza para conexión en estrella de tipo TT o TN, es decir, estando la conexión de la luminaria entre la fase y el neutro como se muestra a continuación:



Si se tratan de circuitos con conexiones de fases múltiples, se aplica el mismo procedimiento pero las medidas se hacen en una fase cada vez, aplicándose lo mismos límites.

Se medirán las tensiones de cresta, después de la conexión de la red, despreciando las primeras medidas ya que se pueden ver afectadas.

Los electrodos de medida siempre estarán uno conectado a tierra y el otro a una de las partes accesibles, y este proceso se repetirá en toda la luminaria.

Tabla 11. Límites de la corriente de contacto, corriente del conductor de protección y quemadura eléctrica.

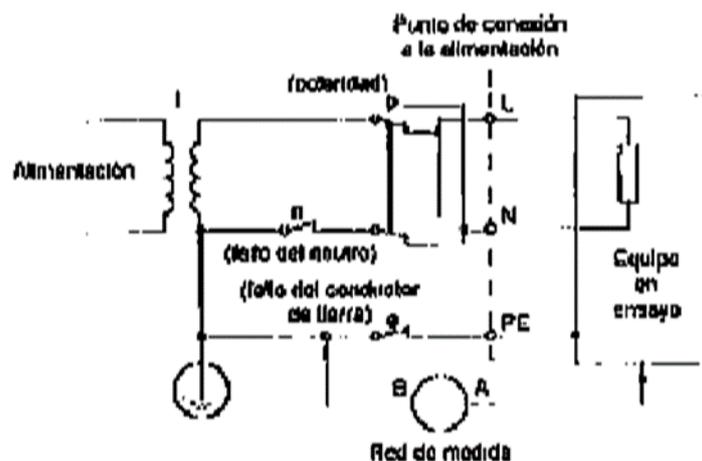
Corriente de contacto		Límite máx. (valor de cresta)
Todas las luminarias de Clase II y las luminarias de clase I con una toma de corriente asignada hasta 16 A equipadas con una clavija que pueda conectarse a una base de corriente		0,7 mA
Corriente del conductor de protección	Corrientes de alimentación	Límite máx. (valor eficaz)
Luminarias Clase 1 equipadas con una clavija de una o varias fases con corriente asignada inferior o igual a 32A	≤ 4 A	2 mA
	> 4 A pero ≤ 10 A	0,5 mA/A
	10 A	5 mA
Luminarias de Clase 1 previstas para conexión permanente	≤ 7 A	3,55 mA
	> 7 A pero ≤ 20 A	0,5 mA/A

	> 20 A	10 mA
Quemadura eléctrica		En estudio

Según la Norma EN60598:1-2015 el ensayo de corriente de contacto se realiza de la siguiente forma:

Para poder medir la corriente de contacto, se pasa a realizar el siguiente ensayo, donde la luminaria estará a una temperatura ambiente de aproximadamente $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y con la tensión y frecuencia asignada. La lámpara se dejará funcionar hasta que se establezca a su tensión asignada, pudiendo estar en un $\pm 5\%$ del valor de tensión asignada. El ensayo se realizará con todos los componentes de la luminaria. Si con la luminaria no se ha suministrado el cable de conexión, se pasará a colocar uno del tipo representativo de la práctica común de todas las conexiones. Las medidas se realizarán entre tierra y el conductor de protección.

Para realizar el ensayo se utiliza un dedo de ensayo normalizado con la Norma IEC 60529, se utiliza como sonda de ensayo y se aplica a las partes del material aislantes recubiertas con una hoja metálica de 10 cm x 20 cm, del cuerpo de la luminaria. Este método se utiliza para conexión en estrella de tipo TT o TN, es decir, estando la conexión de la luminaria entre la fase y el neutro como se muestra a continuación:



Si se tratan de circuitos con conexiones de fases múltiples, se aplica el mismo procedimiento pero las medidas se hacen en una fase cada vez, aplicándose lo mismos límites.

Se medirán las tensiones de cresta, después de la conexión de la red, despreciando las primeras medidas ya que se pueden ver afectadas.

Los electrodos de medida siempre estarán uno conectado a tierra y el otro a una de las partes accesibles, y este proceso se repetirá en toda la luminaria.

Se despreciaran las primeras medidas efectuadas después de la conexión a red.

Tabla 12. Límites de la corriente de contacto, corriente del conductor de protección y quemadura eléctrica.

Corriente de contacto		Límite máx. (valor de cresta)
Todas las luminarias de Clase II		0,7 mA
Luminarias de clase I con una toma de corriente asignada hasta 16 A equipadas con una clavija que pueda conectarse a una base de corriente sin conexión de tierra*		0,7 mA
Partes metálicas de luminarias de Clase I aisladas por aislamiento doble o reforzado.		0,7 mA
Corriente del conductor de protección	Corrientes de alimentación	Límite máx. (valor eficaz)
Luminarias Clase 1 equipadas con una clavija de una o varias fases con corriente asignada inferior o igual a 32A	≤ 4 A	2 mA
	> 4 A pero ≤ 10 A	0,5 mA/A
	10 A	5 mA
Luminarias de Clase 1 previstas para conexión permanente	≤ 7A	3,55 mA
	> 7 A pero ≤ 20 A	0,5 mA/A
	> 20 A	10 mA
Quemadura eléctrica		En estudio
*No se requiere el ensayo cuando en las instrucciones del fabricante que se suministran con la luminaria se indica que la luminaria debe estar puesta a tierra.		

Diferencias entre la Norma EN60598:1-2009 frente a la Norma EN60598:1-2015.

Uno de los cambios que encontramos son las especificaciones en las tablas de medida de corriente en el ensayo, siendo la última edición más específica que la anterior. Así como, poner en manifiesto en la Norma EN60589:1-2015 que los componentes de la luminaria deben de estar presentes durante el ensayo, mientras que en la Norma EN60598:1-2009, no dice nada de los componentes de la luminaria.

La realización en sí del ensayo, es el mismo para ambas ediciones de la Norma EN60598:1.

8.6. Resistencia al calor, el fuego y a la formación de caminos conductores

Con estos ensayos se comprueba que el material utilizado en la luminaria es resistente a temperaturas elevadas y que no es conductor

Según la Norma EN 60598:1-2009 el ensayo de resistencia al calor, al fuego y a la formación de caminos conductores se realiza de la siguiente forma:

ENSAYO RESISTENCIA AL CALOR:

Resistencia al calor, se pone la parte de la luminaria ensayar a una temperatura mínima de 125 °C, con la bola, transcurrido una hora se retira y se mide la huella que ha dejado la bola, si es menor de 2 mm, cumple.

Si la parte a ensayar es de plástico, entonces una vez transcurrida esa hora, se mete en agua fría durante 10 segundos, para ver si permanece la marca o se ha quitado una vez enfriado, el diámetro debe ser menor a 2 mm.

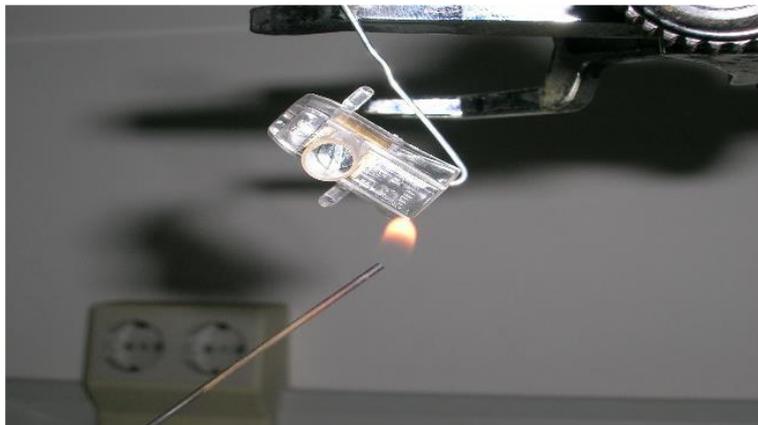


ENSAYO RESISTENCIA A LA LLAMA Y LA INFLAMACIÓN:

La resistencia a la llama o a la inflamación es un ensayo que se aplica a todas las partes activas o componentes que sostengan directamente partes activas.

En los bloques de conexiones, la llama se aplicará en la parte inferior del bloque colocado en su posición vertical. Si transcurridos los 30 s (tras la retirada del mechero) cae alguna gota que inflama el papel no se tendrá en consideración.

A continuación se muestra una imagen del ensayo:



RESISTENCIA A LA FORMACIÓN DE CAMINOS CONDUCTORES:

En la formación de caminos conductores se quiere comprobar si la parte aislante (plástico) de la luminaria es o no conductor, para ello se le da tensión y se deja caer una gota de ácido con un periodo de 10 segundos y se comprueba si se produce un arco. La corriente no puede circular más de 2 segundos, pues de ser así, no se habría superado el ensayo.

Según la Norma EN60598:1-2015 el ensayo de resistencia al calor, al fuego y a la formación de caminos conductores se realiza de la siguiente forma:

ENSAYO RESISTENCIA AL CALOR:

Resistencia al calor, se pone la parte de la luminaria ensayar a una temperatura mínima de 125 °C, con la bola, transcurrido una hora se retira y se mide la huella que ha dejado la bola, si es menor de 2 mm, cumple.

Si la parte a ensayar es de plástico, entonces una vez transcurrida esa hora, se mete en agua fría durante 10 segundos, para ver si permanece la marca o se ha quitado una vez enfriado, el diámetro debe ser menor a 2 mm.

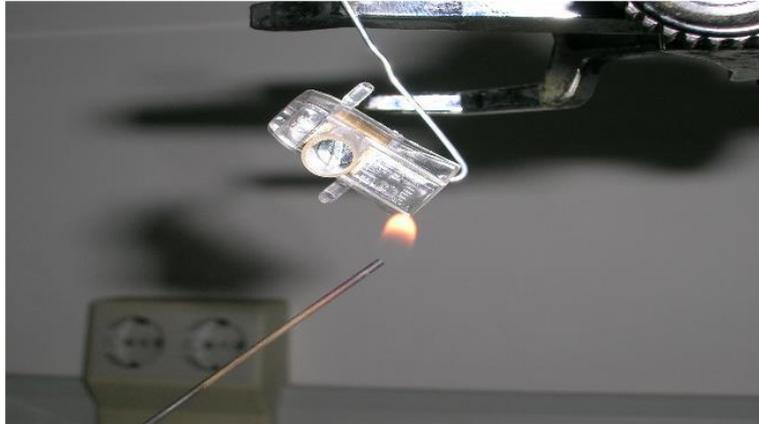


ENSAYO RESISTENCIA A LA LLAMA Y LA INFLAMACIÓN:

La resistencia a la llama o a la inflamación es un ensayo que se aplica a todas las partes activas o componentes que sostengan directamente partes activas.

En los bloques de conexiones, la llama se aplicará en la parte inferior del bloque colocado en su posición vertical. Si transcurridos los 30 s (tras la retirada del mechero) cae alguna gota que inflama el papel no se tendrá en consideración.

A continuación se muestra una imagen del ensayo:



RESISTENCIA A LA FORMACIÓN DE CAMINOS CONDUCTORES:

En la formación de caminos conductores se quiere comprobar si la parte aislante (plástico) de la luminaria es o no conductor, para ello se le da tensión y se deja caer una gota de ácido con un periodo de 10 segundos y se comprueba si se produce un arco. La corriente de 0,5 A o más no puede circular más de 2 segundos, pues de ser así, no se habría superado el ensayo.

Diferencias entre la Norma EN60598:1-2009 frente a la Norma EN60598:1-2015.

Las diferencias que se encuentran en este apartado es en referencia a las normas externas a la que se está estudiando. La realización del ensayo es la misma para ambas ediciones.

8.7. Líneas de fuga y distancias en el aire

La finalidad de este ensayo es determinar si es aislante y si a través de él se producen o no líneas de fuga.

Una línea de fuga es la distancia que hay en el aire de un terminal a otro.

Según la Norma EN 60598:1-2009 el ensayo líneas de fuga y distancias en el aire se realiza de la siguiente forma:

Para saber que IRC tiene, se hace un ensayo, en el que se somete a tensión el aislante plástico, se va introduciendo de mayor a menor tensión, hasta que se queme, si supera los 600 V, se cogerá el aislamiento de IRC > 600, en caso de no saberlo, se cogerá el caso más desfavorable, que será el que menos distancia tenga de los dos aislantes.

Tabla 13. Distancias mínimas para tensiones sinusoidales (50/60 Hz) en corriente alterna (de utilización conjunta con el anexo M)

Tensión de funcionamiento en en valor eficaz que no exceda de V	50	150	250	500	750	1 000
	Línea de fuga^b					
- Aislamiento principal IRC^a 600	0,6	0,8	1,5	3	4	5,5
- Aislamiento principal IRC^a < 600	1,2	1,6	2,5	5	8	10
- Aislamiento suplementario IRC^a ≥ 600	-	0,8	1,5	3	4	5,5
- Aislamiento suplementario IRC^a < 600	-	1,6	2,5	5	8	10
- Aislamiento reforzado	-	3,2 ^d	5 ^d	6	8	11
Distancias en el aire^c						
- Aislamiento principal	0,2	0,8	1,5	3	4	5,5
- Aislamiento suplementario	-	0,8	1,5	3	4	5,5
- Aislamiento reforzado	-	1,6	3	6	8	11
<p>a IRC: índice de resistencia a la formación de caminos conductores según la Norma IEC 60112.</p> <p>b Para líneas de fuga, la tensión equivalente en continua es igual al valor eficaz de la tensión sinusoidal en alterna.</p> <p>c Para distancias en el aire, la tensión equivalente en continua es igual al valor de cresta de la tensión alterna.</p> <p>d Para materiales aislantes con un IRC >_ 600, el valor se reduce a dos veces el valor correspondiente al aislamiento principal de ese material.</p>						

Mientras se está realizando el ensayo aplicándole tensión, se deja caer gotas de ácido, ya que cuando la superficie tenga un “charco” de este ácido, es más susceptible a que se produzca un arco y con ello un corto, así se podrá comprobar si se producen crepitos.

La medida de las líneas de fuga se realiza con una sonda.

Los valores de líneas de fuga y distancias en el aire para tensiones de funcionamiento con valores intermedios pueden obtenerse por interpolación lineal entre los valores indicados en la tabla 14.

Tabla 14. Distancias mínimas para las tensiones de impulso senoidales o no senoidales

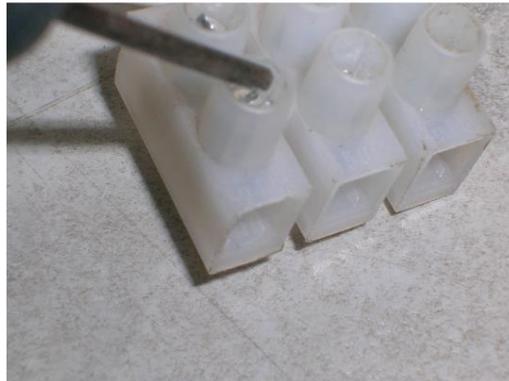
	Tensiones de impulso asignados (kV cresta)								
	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10	12
Distancias en el aire mínimas (mm)	1	1,5	2	3	4	5,5	8	11	14
	Tensiones de impulso asignados (kV cresta)								
	15	20	25	30	40	50	60	80	100
Distancias en el aire mínimas (mm)	18	25	33	40	60	75	90	130	170
NOTA Las distancias de la tabla están derivadas de la Norma IEC 60664-1, tabla 2, caso A, condiciones de campo no homogéneo.									

La luminaria se conecta, sin la lámpara, la conexión se realiza entre fase-neutro por ser la conexión más desfavorable para tomar los datos, antes de nada, se conecta la envolvente a tierra.

Primero se realiza un primer ensayo en frío, seguidamente se deja funcionando la luminaria durante una hora o 30 minutos para a continuación tomar las medidas de la luminaria en caliente.

Cuando se realicen los ensayos sobre bloque de conexiones, se medirá también la distancia entre la cabeza del tornillo y la parte externa del pivote, estando conexionado un cable de la mayor sección permitida por el borne (normalmente será cable rígido de 2, 5 mm²).

A continuación se muestra una imagen:



Según la Norma EN60598:1-2015 el ensayo líneas de fuga y distancias en el aire se realiza de la siguiente forma:

Para saber que IRC tiene, se hace un ensayo, en el que se somete a tensión el aislante plástico, se va introduciendo de mayor a menor tensión, hasta que se queme, si supera los 600 V, se cogerá el aislamiento de IRC > 600, en caso de no saberlo, se cogerá el caso más desfavorable, que será el que menos distancia tenga de los dos aislantes.

Tabla 13. Distancias mínimas para tensiones sinusoidales (50/60 Hz) en corriente alterna)

Tensión de funcionamiento en en valor eficaz que no exceda de V	50	150	250	500	750	1 000
	Línea de fuga^b					
- Aislamiento principal IRC^a ≥ 600	0,6	0,8	1,5	3	4	5,5
- Aislamiento principal IRC^a < 600	1,2	1,6	2,5	5	8	10
- Aislamiento suplementario IRC^a ≥ 600	-	0,8	1,5	3	4	5,5
- Aislamiento suplementario IRC^a < 600	-	1,6	2,5	5	8	10
- Aislamiento reforzado	-	3,2 ^d	5 ^d	6	8	11
Distancias en el aire^c						
- Aislamiento principal	0,2	0,8	1,5	3	4	5,5
- Aislamiento suplementario	-	0,8	1,5	3	4	5,5
- Aislamiento reforzado	-	1,6	3	6	8	11

a IRC: índice de resistencia a la formación de caminos conductores según la Norma IEC 60112.

b Para líneas de fuga, la tensión equivalente en continua es igual al valor eficaz de la tensión sinusoidal en alterna.

c Para distancias en el aire, la tensión equivalente en continua es igual al valor de cresta de la tensión alterna.

d Para materiales aislantes con un IRC $>_ 600$, el valor se reduce a dos veces el valor correspondiente al aislamiento principal de ese material.

Mientras se está realizando el ensayo aplicándole tensión, se deja caer gotas de ácido, ya que cuando la superficie tenga un “charco” de este ácido, es más susceptible a que se produzca un arco y con ello un corto, así se podrá comprobar si se producen crepitos.

La medida de las líneas de fuga se realiza con una sonda.

Los valores de líneas de fuga y distancias en el aire para tensiones de funcionamiento con valores intermedios pueden obtenerse por interpolación lineal entre los valores indicados en la tabla 14.

Tabla 14. Distancias mínimas para las tensiones de impulso senoidales o no senoidales

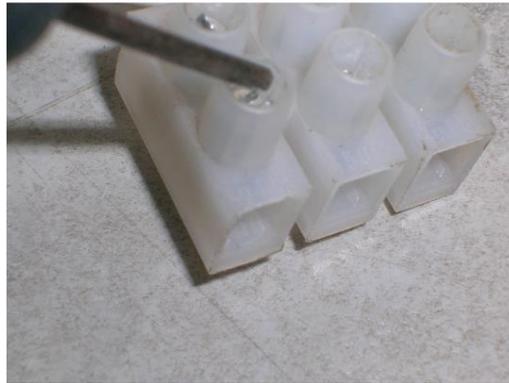
	Tensiones de impulso asignados (kV cresta)								
	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10	12
Distancias en el aire mínimas (mm)	1	1,5	2	3	4	5,5	8	11	14
	Tensiones de impulso asignados (kV cresta)								
	15	20	25	30	40	50	60	80	100
Distancias en el aire mínimas (mm)	18	25	33	40	60	75	90	130	170
NOTA Las distancias de la tabla están derivadas de la Norma IEC 60664-1, tabla 2, caso A, condiciones de campo no homogéneo.									

La luminaria se conecta, sin la lámpara, la conexión se realiza entre fase-neutro por ser la conexión más desfavorable para tomar los datos, antes de nada, se conecta la envolvente a tierra.

Primero se realiza un primer ensayo en frío, seguidamente se deja funcionando la luminaria durante una hora o 30 minutos para a continuación tomar las medidas de la luminaria en caliente.

Cuando se realicen los ensayos sobre bloque de conexiones, se medirá también la distancia entre la cabeza del tornillo y la parte externa del pivote, estando conectado un cable de la mayor sección permitida por el borne (normalmente será cable rígido de 2, 5 mm²).

A continuación se muestra una imagen:



Diferencias entre la Norma EN60598:1-2009 frente a la Norma EN60598:1-2015.

En ambas ediciones de la norma se realizar del mismo modo el ensayo, las distancias mínimas no varían de una a otra. Por tanto, este ensayo no sufre ninguna modificación con la incorporación de las nuevas fuentes de iluminación.

8.8. Ensayo de endurancia

Según la Norma EN60598:1-2009 el ensayo de endurancia se realiza de la siguiente forma:

Para la realización del ensayo, se coloca la luminaria en su posición de funcionamiento y se somete a luminarias de MBT a una tensión $1,05 \pm 0,015$ veces la tensión a la que se obtiene la potencia asignada de la lámpara. Si se trata de otras luminarias la tensión será de $1,10 \pm 0,015$ veces la tensión nominal para luminarias con lámparas de filamento de wolframio de MBT, con lámparas tubulares fluorescentes y otras lámparas de descarga.

El ensayo se realizará a la temperatura dependiendo de los balastos destinados a funcionar, poniendo en funcionamiento a una temperatura ambiente de $25 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Se realizan 35 ciclos, cada ciclo dura 24 h, la luminaria hará 10 ciclos y a continuación un ciclo apagado.

Si se tienen condiciones anormales, se realizarán 6 ciclos y 1 anormal.

Al realizar el ensayo hay que tener en cuenta que no se produzca solidificación de los cables o del portalámparas, ya que se presentan temperaturas altas.

Según la Norma EN60598:1-2015 el ensayo de durancia se realiza de la siguiente forma:

Para la realización del ensayo, se coloca la luminaria en su posición de funcionamiento y se somete a luminarias de MBT a una tensión $1,05 \pm 0,015$ veces la tensión a la que se obtiene la potencia asignada de la lámpara. Si se trata de otras luminarias la tensión será de $1,10 \pm 0,015$ veces la tensión a la que se obtiene la potencia asignada de la lámpara.

El ensayo se realizará a la temperatura dependiendo de los balastos destinados a funcionar, poniendo en funcionamiento a una temperatura ambiente de $25 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Se realizan 35 ciclos, cada ciclo dura 24 h, la luminaria hará 10 ciclos y a continuación un ciclo apagado.

Si se tienen condiciones anormales, se realizarán 6 ciclos y 1 anormal.

Al realizar el ensayo hay que tener en cuenta que no se produzca solidificación de los cables o del portalámparas, ya que se presentan temperaturas altas.

Diferencias entre la Norma EN60598:1-2009 frente a la Norma EN60598:1-2015.

Las principales diferencias que se encuentran en ambas ediciones de la norma EN60598:1 es que en la edición del año 2015, se aplica una tensión de $1,10 \pm 0,015$ veces la tensión a la que se obtiene la potencia asignada de la lámpara a todas aquellas luminarias que no sean MBT, mientras que en la edición del año 2009 se aplica una tensión de $1,10 \pm 0,015$ veces la tensión nominal para luminarias con lámparas de filamento de wolframio de MBT, con lámparas tubulares fluorescentes y otras lámparas de descarga.

Este cambio se ha producido porque se ha dejado de fabricar las lámparas de wolframio con la llegada de los Led, y por tanto, en este ensayo ya no hará falta ensayar con este tipo de lámparas, aunque sí que se siguen comercializando, al igual que el resto, pero los Led han entrado con fuerza en el mercado y es una evolución de las antiguas lámparas, consiguiendo con los Led mayor variedad de lámparas.

8.9. Ensayo de calentamiento

Según la Norma EN 60598:1-2009 el ensayo de calentamiento se realiza de la siguiente forma:

Para realizar el ensayo se utilizará una fuente de alimentación estabilizada, es decir, pasada por un SAI, para tener la tensión estable durante el proceso, ya que en una hora no debe variar la tensión. La temperatura que tomaremos como referencia será la temperatura ambiente, a las demás temperaturas como nos dice la norma deben estar a 1 °C más que la temperatura ambiente. Durante este periodo no deben variar los grados de todas las sondas más de 1 °C. Durante el ensayo la luminaria tendrá la posición para la que ha sido diseñada.

Hay que tener en cuenta si la temperatura ambiente varía (en un canal estaremos midiendo constantemente la temperatura ambiente), de ser así, se admitiría que variasen más de un grado estas temperaturas.

Una vez tenemos colocadas todas las sondas, pasaremos a medir la tensión, potencia, intensidad y el factor de potencia que tenemos en el instante inicial. Se realizarán dos medidas:

- En la primera medida fijaremos la tensión a 230V, y obtendremos los valores restantes.
- En la segunda medida la tensión será 1,06 veces la tensión nominal para todo tipo de luminarias y de 1,00 la tensión nominal para el driver.

*En algunos de los ensayos utilizaremos un elemento de ensayo si la luminaria lo necesita para poder realizar el ensayo, este elemento de ensayo es un cable que le añadimos a la luminaria, para poder ensayarla.

Tabla 15. Temperatura máxima en las condiciones de los ensayos para las partes principales.

Parte	Temperatura máxima °C
Casquillos de lámparas	Según se especifique en la norma IEC de cada lámpara

Bobinados en (balastos o transformadores con marcado tw)	Tw
Envolvente (condensador; arrancador; balastos; convertidor; etc.)	tc
Si está marcado tc	50
Si no está marcado tc,	
Devanados de los transformadores, motores, etc., si el sistema de aislamiento	100
del devanado, según la Norma IEC 60085, es:	115
- material de clase A	120
- material de clase E	140
- material de clase B	165
- material de clase F	
Aislamiento del cableado	Véase la tabla 16
Contactos de portalámparas cerámicos y material aislante de los portalámparas y portacebadores:	165 para T1 y 210 para T2
Marcado T1 o T2 (B 15 y B22) d (IEC 61184)	
Otros tipos con marcado T (IEC 60238, MC 60400, IEC 60838 e y IEC 61184)	Marcado T
Otros tipos sin marcado T (E14, B15) (IEC 60238 e IEC 61184)	135
(E27, B22) (IEC 60238 e IEC 61184) (E26)	165
(E40) (IEC 60238) (E 39)	225
Portalámparas y portacebadores para lámparas fluorescentes y	80
Interruptores marcados con especificaciones particulares:	
Con marcado T	Marcado T
Sin marcado T	55

Otras partes de la luminaria (en función del material y del empleo):	Véase la tabla 16
--	-------------------

Parte	Temperatura máxima °C
Superficie de apoyo:	90
Normalmente inflamable	No se mide
No combustible	
Medios de ajuste y su espacio alrededor ^f :	
Partes metálicas	60
Partes no metálicas	75
Objetos iluminados por los proyectores:	90 (de la superficie de ensayo)
Carriles (para las luminarias montadas sobre carril)	Indicado por el fabricante del carril ^g
Luminarias montadas con toma de corriente y transformadores/ balastos con clavija:	
- partes de la envolvente destinadas a ser cogidas con la mano	75
- unión clavija / base	70
- otras partes	85
Dispositivos de arranque por efluvio reemplazables	80 ^h
<p>a) Para las luminarias con marcado e indicaciones relativas al empleo de lámparas especiales, o si es evidente que deben utilizarse tales lámparas especiales, está permitido un valor más elevado, según la especificación del fabricante de la lámpara. La Norma IEC 60357 y la Norma IEC 60682 dan la información para la medida de la temperatura de pinzamiento para las lámparas de halógenos con filamento de wolframio.</p> <p>Estas medidas se requieren para los criterios de funcionamiento de las lámparas y no para los criterios de seguridad de la luminaria (las lámparas fluorescentes de un solo casquillo están excluidas de la medida en el ensayo de condiciones normales).</p> <p>Esto no es aplicable a lámparas cubiertas por el campo de aplicación de la Norma IEC 60432-2. La información de esta norma para el diseño de luminarias debe tenerse en cuenta.</p> <p>b) Medidas en el punto de referencia indicado por el fabricante del dispositivo.</p> <p>c) La clasificación de los materiales se hace según la Norma IEC 60085 y la serie de Normas IEC 60216.</p> <p>d) Temperatura medida en el aro de la lámpara correspondiente.</p> <p>e) Para portalámparas de tipo bi-pin, en caso de duda, se debería utilizar la media de la temperatura de la medida en los contactos.</p> <p>f) No es aplicable a los medios de ajuste de las luminarias montadas en el techo o luminarias empotradas en el techo. Cuando las instrucciones de montaje proporcionan una guía adecuada para el montaje de la luminaria fuera del volumen de accesibilidad, los límites de temperatura para los medios de ajuste no son aplicables.</p> <p>g) Para las condiciones de medida de temperatura del carril véase el apartado 12.1 de la Norma IEC 60570.</p> <p>h) Este límite de temperatura es una recomendación de funcionamiento, no es de seguridad.</p>	

Tabla 17. Temperaturas máximas en las condiciones de los ensayos, para los materiales normalmente utilizados en las luminarias

Parte	Temperatura máxima °C
Aislamiento del cableado (interno y externo suministrado con la luminaria) ^b :	
Fibra de vidrio impregnada en un barniz de silicona	200 ^a
Politetrafluoretileno (PTFE)	250
Caucho de silicona (sin esfuerzos mecánicos)	200
Caucho de silicona (solamente esfuerzos de compresión)	170
Caucho o Policloruro de vinilo ordinario (PVC)	90 ^a
Caucho o Policloruro de vinilo resistente al calor (PVC)	105 ^a
Acetato de vinilo etilénico (EVA)	140 ^a
Aislamiento de cableado fijo (como parte fija de la instalación no suministrada con la luminaria) ^a :	
Sin manguito	90 ^c
Con manguito apropiado suministrado con la luminaria	120
Termoplásticos:	
Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno (ABS)	95
Acetato-Butirato de celulosa (CAB)	95
Metacrilato de polimetilo (acrílico)	90
Poliestireno	75
Polipropileno	100
Policarbonato	130
Policloruro de vinilo (PVC) (cuando NO se utiliza para el aislamiento eléctrico)	100
Poliamida (nylon)	120
Plásticos termoendurecibles:	
Fenol-formaldehído con carga mineral (PF)	165
Fenol-formaldehído con carga de celulosa (PF)	140
Aminoplastos (urea-formaldehído (UF))	90
Melamina	100
Poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV)	130
Otros materiales:	
Papel y fibras impregnadas con resinas	125
Caucho de silicona (cuando NO se utiliza para aislamiento eléctrico)	230
Caucho (cuando NO se utiliza para aislamiento eléctrico)	70
Madera, papel, tela u otros similares	90

^a Reducción en 15 °C en caso de esfuerzos mecánicos del aislamiento (por ejemplo apretado o curvado).

^b Las especificaciones de los cables indican normalmente diferentes temperaturas máximas pero están basadas en

funcionamiento continuo más que en las condiciones de ensayo dadas en esta norma.

c Esta temperatura es la máxima permitida en las condiciones de ensayo artificiales dadas en esta tabla, por ejemplo, recinto corriente de aire y tensión de alimentación de ensayo mayor que la tensión asignada de la luminaria. Es importante mencionar que en algunos países, las normas europeas de instalación [HD 60364 (HD 384)] y las normas europeas de cables (HD 21), especifican una 70 °C como la temperatura máxima que pueden soportar los cables de PVC de la instalación fija.

Según la Norma EN60598:1-2015 el ensayo de calentamiento se realiza de la siguiente forma:

Para realizar el ensayo se utilizará una fuente de alimentación estabilizada, es decir, pasada por un SAI, para tener la tensión estable durante el proceso, ya que en una hora no debe variar la tensión. La temperatura que tomaremos como referencia será la temperatura ambiente, a las demás temperaturas como nos dice la norma deben estar a 1 °C más que la temperatura ambiente. Durante este periodo no deben variar los grados de todas las sondas más de 1 °C. Durante el ensayo la luminaria tendrá la posición para la que ha sido diseñada.

Hay que tener en cuenta si la temperatura ambiente varía (en un canal estaremos midiendo constantemente la temperatura ambiente), de ser así, se admitiría que variasen más de un grado estas temperaturas.

Una vez tenemos colocadas todas las sondas, pasaremos a medir la tensión, potencia, intensidad y el factor de potencia que tenemos en el instante inicial. Se realizarán dos medidas:

-En la primera medida fijaremos la tensión a 230V, y obtendremos los valores restantes.

-En la segunda medida la tensión será 1,06 veces la tensión nominal para todo tipo de luminarias y de 1,00 la tensión nominal para el driver.

*En algunos de los ensayos utilizaremos un elemento de ensayo si la luminaria lo necesita para poder realizar el ensayo, este elemento de ensayo es un cable que le añadimos a la luminaria, para poder ensayarla.

Tabla 18 - Temperatura máxima en las condiciones de los ensayos para las partes principales.

Parte	Temperatura máxima °C
Casquillos de lámparas	Según se especifique en la norma IEC de cada lámpara
Bobinados en (balastos o transformadores con marcado tw)	tw
Envolvente (condensador; arrancador; balastos; convertidor; etc.)	
Si está marcado tc	tc ^b
Condensador si no está marcado tc,	50
Devanados de los transformadores, motores, etc., si el sistema de aislamiento	
del devanado, según la Norma IEC 60085, es:	100
- material de clase A ^c	115
Aislamiento del cableado	Véase la tabla 19
Contactos de portalámparas cerámicos y material aislante de los portalámparas y portacebadores:	
Marcado T1 o T2 (B 15 y B22) d (IEC 61184)	165 para T1 y 210 para T2
Otros tipos con marcado T (IEC 60238, MC 60400, IEC 60838 ^e e y IEC 61184)	Marcado T
Otros tipos sin marcado T (E14, B15) (IEC 60238 e IEC 61184)	135
(E27, B22) (IEC 60238 e IEC 61184) (E26)	165
(E40) (IEC 60238) (E 39)	225
Portalámparas y portacebadores para lámparas fluorescentes y portalámparas diversos, sin marcado T (IEC 60400 y serie de	
Interruptores marcados con especificaciones particulares:	Marcado T
Con marcado T	55
Otras partes de la luminaria (en función del material y del empleo):	Véase la tabla 19

Tabla 19. Temperaturas máximas en las condiciones de los ensayos, para los materiales normalmente utilizados en las luminarias

Parte	Temperatura máxima °C
Aislamiento del cableado (interno y externo suministrado con la luminaria) ^b :	
Fibra de vidrio impregnada en un barniz de silicona	200 ^a
Politetrafluoretileno (PTFE)	250
Goma de silicona (sin esfuerzos mecánicos)	200
Goma de silicona (solamente esfuerzos de compresión)	170
Goma o Policloruro de vinilo ordinario (PVC)	90 ^a
Goma o Policloruro de vinilo resistente al calor (PVC)	105 ^a
Acetato de vinilo etilénico (EVA)	140 ^a
Aislamiento de cableado fijo (como parte fija de la instalación no suministrada con la luminaria) ^a :	
Sin manguito	90 ^c
Con manguito apropiado suministrado con la luminaria	120
Termoplásticos:	
Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno (ABS)	95
Acetato-Butirato de celulosa (CAB)	95
Metacrilato de polimetilo (acrílico)	90
Poliestireno	75
Polipropileno	100
Policarbonato	130
Policloruro de vinilo (PVC) (cuando NO se utiliza para el aislamiento eléctrico)	100
Poliamida (nailon)	120
Plásticos termoendurecibles:	
Fenol-formaldehído con carga mineral (PF)	165
Fenol-formaldehído con carga de celulosa (PF)	140
Aminoplastos (urea-formaldehído (UF))	90
Melamina	100
Poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV)	130
Otros materiales:	
Papel y fibras impregnadas con resinas	125
Goma de silicona (cuando NO se utiliza para aislamiento eléctrico)	230
Goma (cuando NO se utiliza para aislamiento eléctrico)	70

Parte	Temperatura máxima °C
Superficie de apoyo:	90
Normalmente inflamable	No se mide
No combustible	
Medios de ajuste y su espacio alrededor ^f :	
Partes metálicas	60
Partes no metálicas	75
Objetos iluminados por los proyectores:	90 (de la superficie de ensayo)
Carriles (para las luminarias montadas sobre carril)	Indicado por el fabricante del carril ^g
Luminarias montadas con toma de corriente y transformadores/ balastos con clavija:	
- partes de la envolvente destinadas a ser cogidas con la mano	75
- unión clavija / base	70
- otras partes	85
Dispositivos de arranque por efluvio reemplazables	80 ^h
<p>a) Para las luminarias con marcado e indicaciones relativas al empleo de lámparas especiales, o si es evidente que deben utilizarse tales lámparas especiales, está permitido un valor más elevado, según la especificación del fabricante de la lámpara. La Norma IEC 60357 y la Norma IEC 60682 dan la información para la medida de la temperatura de pinzamiento para las lámparas de halógenos con filamento de wolframio.</p> <p>Estas medidas se requieren para los criterios de funcionamiento de las lámparas y no para los criterios de seguridad de la luminaria (las lámparas fluorescentes de un solo casquillo están excluidas de la medida en el ensayo de condiciones normales).</p> <p>Esto no es aplicable a lámparas cubiertas por el campo de aplicación de la Norma IEC 60432-2. La información de esta norma para el diseño de luminarias debe tenerse en cuenta.</p> <p>b) Medidas en el punto de referencia indicado por el fabricante del dispositivo.</p> <p>c) La clasificación de los materiales se hace según la Norma IEC 60085 y la serie de Normas IEC 60216.</p> <p>d) Temperatura medida en el aro de la lámpara correspondiente.</p> <p>e) Para portalámparas de tipo bi-pin, en caso de duda, se debería utilizar la media de la temperatura de la medida en los contactos.</p> <p>f) Para luminarias regulables donde las instrucciones de montaje proporcionan una guía adecuada para el montaje de la luminaria fuera del volumen de accesibilidad y para las luminarias ajustables, los límites de temperatura para los medios de ajuste no son aplicables.</p> <p>g) Para las condiciones de medida de temperatura del carril véase el apartado 12.1 de la Norma IEC 60570.</p> <p>h) Este límite de temperatura es una recomendación de funcionamiento, no es de seguridad.</p>	

Madera, papel, tela u otros similares	90
<p>a Reducción en 15 °C en caso de esfuerzos mecánicos del aislamiento (por ejemplo apretado o curvado).</p> <p>b Las especificaciones de los cables indican normalmente diferentes temperaturas máximas pero están basadas en funcionamiento continuo más que en las condiciones de ensayo dadas en esta norma.</p> <p>c Esta temperatura es la máxima permitida en las condiciones de ensayo artificiales dadas en esta tabla, por ejemplo, recinto corriente de aire y tensión de alimentación de ensayo mayor que la tensión asignada de la luminaria. Es importante mencionar que en algunos países, las normas europeas de instalación [HD 60364 (HD 384)] y las normas europeas de cables EN 50525, especifican una 70 °C como la temperatura máxima que pueden soportar los cables de PVC de la instalación fija en funcionamiento continuo.</p>	

Diferencias entre la Norma EN60598:1-2009 frente a la Norma EN60598:1-2015.

El ensayo de calentamiento se realiza igual en ambas ediciones de la norma, simplemente han cambiado algunos aspectos no significativos en las tablas de una edición respecto a la otra, pero no tienen mayor importancia.

9. ESTUDIO ECONÓMICO

En este estudio se muestra el coste que tendrían los ensayos, dependiendo de la clasificación de las luminarias, normalmente, cuando una luminaria va a ser comercializada pasa por todos los ensayos explicados en el apartado anterior.

El coste que se muestra a continuación, son los que se corresponden actualmente, con la Norma EN60598:1-2015.

ENSAYO DE PRODUCTOS	Coste (€)
ENSAYOS DE LUMINARIAS	
ENSAYOS DE MARCADO	
Clasificación luminaria (tipo protección, tensión nominal, grado protección, adecuación superficies inflamables)	50,13
Verificación por examen del mercado	50,13
Ensayo de resistencia del mercado	50,13
ENSAYOS DE CONSTRUCCION	
Ensayo completo de verificación por examen de características de construcción (Tarifa global)	501,35
Escape de una vena de conductor	30,11
Fijación de manguitos y revestimientos aislantes	30,11
Aislamiento de manguitos y revestimientos aislantes	150,41
Ensayo de dispositivos de contacto electromecánico	100,26
Ensayo de torsión de tornillos y conexiones	50,13
Ensayo de conexiones bloqueadas	50,13
Ensayo de resistencia del prensaestopas	50,13
Ensayo de resistencia mecánica por impacto	50,13
Ensayo de resistencia de partes metálicas (dedo rígido)	50,13
Ensayo de resistencia del sistema de suspensión	50,13
Ensayo ménsula con suspensión rígida	50,13
Ensayo del dispositivo de reglaje	150,41
Símbolo F: separación balasto-transformador	100,26
Símbolo F: protección térmica	100,26
Símbolo F: cálculo de la curvatura F	275,00
Ensayo de resistencia a la oxidación	100,26
Ensayo de impacto por rotura en pantallas de seguridad (lámparas halógenas)	100,26
Ensayos del cableado externo e interno. Verificación por examen del cableado	50,13
Ensayos del cableado externo e interno. Ensayo del dispositivo de anclaje	50,13
Ensayo de resistencia a impacto mecánico externo según el grado IK	150,00
ENSAYOS DE DISPOSICIONES PARA LA PUESTA A TIERRA	

Verificación por examen de la puesta a tierra	50,13
Ensayo de verificación de la puesta a tierra	150,41
ENSAYOS DE PROTECCION CONTRA LOS CHOQUES ELECTRICOS	
Verificación por examen de la protección contra choques eléctricos	50,13
Verificación de la accesibilidad a partes activas	50,13
ENSAYOS DE RESISTENCIA AL POLVO, CUERPOS SOLIDOS Y HUMEDAD	
Índices de protección IP2X, IP3X o IP4X	100,26
índice de protección IPX1	100,26
Índices de protección IPX2, IPX3	250,73
índice de protección IPX4	250,70
índice de protección IPX5	250,70
Ensayo de humedad de 48 horas	100,26
Indices de protección IP5X, IP6X	235,22
ENSAYOS DE RESISTENCIA DEL AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA	
Ensayo de resistencia del aislamiento	150,41
Ensayo de rigidez dieléctrica	150,41
Ensayo de corrientes de fuga	150,41
VERIFICACIÓN DE LAS LINEAS DE FUGA Y DISTANCIAS EN EL AIRE	
Verificación de las líneas de fuga y distancias en el aire	50,13
ENSAYOS DE ENDURANCIA Y CALENTAMIENTO	
Ensayo de durancia	364,62
Ensayo de calentamiento (funcionamiento normal)	273,48
Ensayo de calentamiento (funcionamiento anormal)	275,00
Ensayo de calentamiento (avería del balasto o del transformador)	275,00
RESISTENCIA AL CALOR, FUEGO Y A LAS CORRIENTES DE FUGA	
Ensayo de la bola	100,26
Ensayo del mechero de aguja	150,41
Ensayo del hilo incandescente a 650 ^a C	150,41
Ensayo de resistencia a las corrientes de fuga superficiales	150,41
ENSAYOS DE BORNES	
Bornes con tornillo. Prueba de holgura de los bornes	100,26
Bornes con tornillo. Ensayo de tracción	100,26
Bornes y conexiones sin roscar. Ensayo mecánico	100,26
Bornes y conexiones sin roscar. Ensayo de la resistencia de contacto	100,26
Bornes y conexiones sin roscar. Ensayo de calentamiento	150,41
ENSAYO TIPO DE FAMILIA COMPLETA	
Ensayo tipo de Luminarias fijas de uso general, según normas UNE-EN 60598-1:2009, UNE-EN 60598-2-1:1993.	1.037,30
Ensayo tipo de Luminarias empotradas, según normas UNE-EN 60598-1:2009, UNE-EN 60598-2-2:2012.	1.557,51
Ensayo tipo de Luminarias portátiles, según normas UNE-EN 60598-1:2009, UNE-EN 60598-2-4:1999.	1.557,51
Ensayo tipo de Luminarias con transformador incorporado, según normas UNE-EN 60598-1:2009,	

UNE-EN 60598-2-6:1996	1.557,51
Ensayo tipo de Luminarias portátiles para niños, según normas UNE-EN 60598-1:2009,	
UNE-EN 60598-2-10:2004	1.557,51
Ensayo tipo de Proyectoros, según normas UNE-EN 60598-1:2009,	
UNE-EN 60598-2-5:1999	1.557,51
Ensayo tipo de Luminarias portátiles para empleo en jardines, según normas UNE-EN 60598-1:2009,	
UNE-EN 60598-2-7:1993.	1.557,51
Ensayo tipo de Luminarias con circulación de aire, según normas UNE-EN 60598-1:2009,	
UNE-EN 60598-2-19:1993	1.557,51
Ensayo tipo de Luminarias de alumbrado público, según normas UNE-EN 60598-1:2009,	
UNE-EN 60598-2-3:2003	1.601,62
Ensayo tipo de Luminarias nocturnas montadas en bases de toma de corriente de red,	
según normas UNE-EN 60598-1:2009, UNE-EN 60598-2-12:2013	1.557,51
Ensayo tipo de Luminarias empotradas en el suelo, según normas UNE-EN 60598-1:2009,	
UNE-EN 60598-2-13:2007	1.601,62
Ensayo tipo de Guirnaldas luminosas, según normas UNE-EN 60598-1:2009, UNE-EN 60598-2-20:2011	1.557,51
Ensayos tipo de Módulos LED para alumbrado general, según norma UNE-EN 62031:2009	874,65
OTROS SERVICIOS NO CONTEMPLADOS	
Otros ensayos de productos no contemplados	Bajo presupuesto

No se ha podido realizar un estudio de cómo han variado las tarifas con el cambio de norma, ya que este cambio se produce dependiendo del mercado.

Cuando llega una luminaria al laboratorio para obtener la acreditación necesaria para su puesta en el mercado, esta pasa por los ensayos explicados en este mismo documento, para tener la acreditación de que es apta para el fin con el que ha sido fabricada.

El coste de este examen de la luminaria varía dependiendo del tipo de luminarias y la clase de luminaria a ensayar, es por ello que se va a mostrar lo que podría ser el coste de una luminaria de Clase II con un IP20, este coste es solo un ejemplo ficticio de lo que puede ser un estudio de una luminaria de las que se comercializan. Se ha cogido como ejemplo una protección IP20, puesto que son las luminarias que suelen estar en las casas.

Estudio del coste de una luminaria de Clase II con un índice de protección IP20.

ENSAYO DE PRODUCTOS	Coste (€)
ENSAYOS DE MARCADO	
Clasificación luminaria (tipo protección, tensión nominal, grado protección, adecuación superficies inflamables)	50,13
Verificación por examen del mercado	50,13
Ensayo de resistencia del mercado	50,13
ENSAYOS DE CONSTRUCCION	
Ensayo completo de verificación por examen de características de construcción (Tarifa global)	501,35
ENSAYOS DE DISPOSICIONES PARA LA PUESTA A TIERRA	
Verificación por examen de la puesta a tierra	50,13
Ensayo de verificación de la puesta a tierra	150,41
ENSAYOS DE PROTECCION CONTRA LOS CHOQUES ELECTRICOS	
Verificación por examen de la protección contra choques eléctricos	50,13
Verificación de la accesibilidad a partes activas	50,13
ENSAYOS DE RESISTENCIA AL POLVO, CUERPOS SOLIDOS Y HUMEDAD	
Índices de protección IP2X, IP3X o IP4X	100,26
ENSAYOS DE RESISTENCIA DEL AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA	
Ensayo de resistencia del aislamiento	150,41
Ensayo de rigidez dieléctrica	150,41
Ensayo de corrientes de fuga	150,41
VERIFICACIÓN DE LAS LINEAS DE FUGA Y DISTANCIAS EN EL AIRE	
Verificación de las líneas de fuga y distancias en el aire	50,13
ENSAYOS DE ENDURANCIA Y CALENTAMIENTO	
Ensayo de endurancia	364,62
Ensayo de calentamiento (funcionamiento normal)	273,48
RESISTENCIA AL CALOR, FUEGO Y A LAS CORRIENTES DE FUGA	
Ensayo de la bola	100,26
Ensayo del mechero de aguja	150,41
Ensayo del hilo incandescente a 650°C	150,41
Ensayo de resistencia a las corrientes de fuga superficiales	150,41
ENSAYOS DE BORNES	
Bornes con tornillo. Prueba de holgura de los bornes	100,26
Bornes con tornillo. Ensayo de tracción	100,26
Bornes y conexiones sin roscar. Ensayo mecánico	100,26
Bornes y conexiones sin roscar. Ensayo de la resistencia de contacto	100,26
Bornes y conexiones sin roscar. Ensayo de calentamiento	150,41
TOTAL:	3295,20

El coste de los ensayos de una luminaria es de 3295,20 €, esto es aproximadamente el precio que tiene la realización de los ensayos para una luminaria que cumpla con estas mismas características, en este estudio, no se ha tenido en cuenta el coste que tienen los ensayos externos a esta norma a los que son sometidas las luminarias. Como se decía al inicio de este punto de estudio económico, esto varía dependiendo del tipo de luminaria a ensayar, y se ha realizado este estudio, para que sirva de ejemplo.