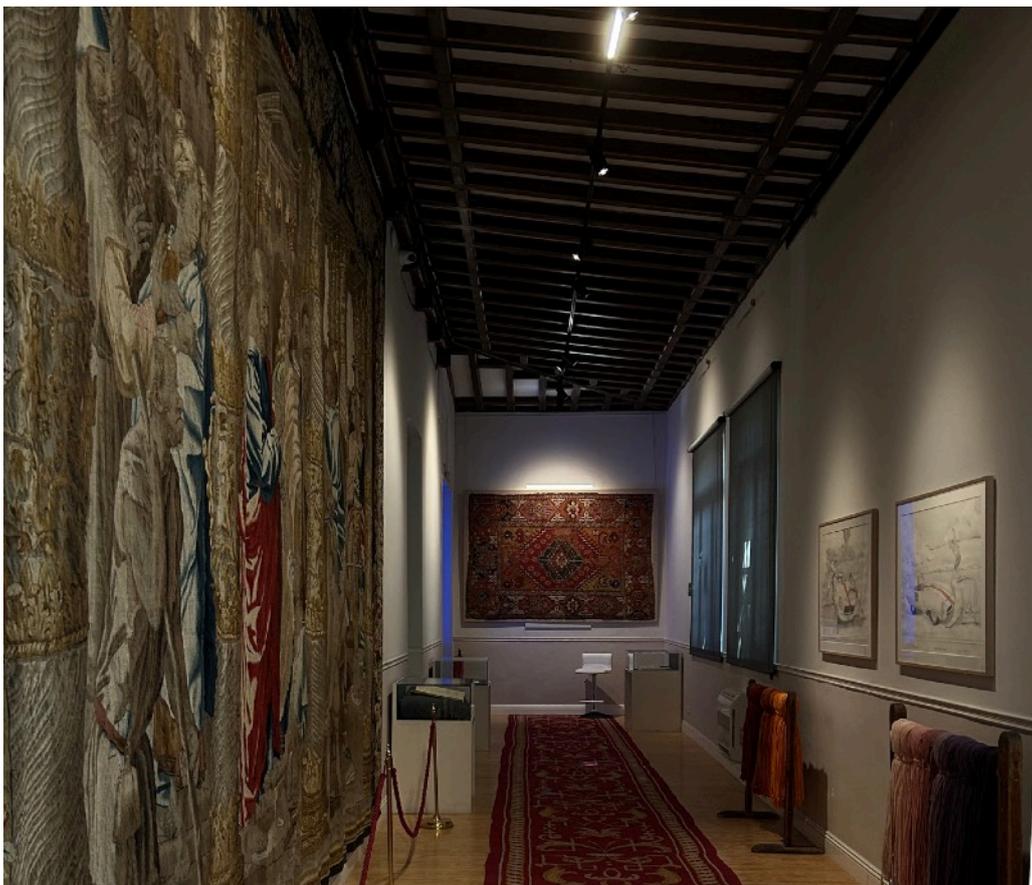


# CONSERVACIÓN PREVENTIVA: MANUAL DE ILUMINACIÓN DE TAPICES HISTÓRICOS

## Introducción

En los últimos años los tapices han cobrado un gran protagonismo en las colecciones de diferentes Museos e Instituciones Culturales. No solo se han sacado de las cámaras de almacenaje para ser expuestos, sino que ha aumentado el interés por su adecuada conservación. En paralelo, son notorias las mejoras en las técnicas orientadas a su restauración, y las entidades dedicadas a esa labor están aumentando paulatinamente sus recursos tecnológicos. La composición orgánica de los materiales utilizados en la fabricación de los tapices los hace especialmente vulnerables a la acción fotoquímica, y tanto sus fibras como sus tintes se ven abocados a graves deterioros cuando se les expone a distintas radiaciones. La ubicación de los tapices, especialmente cuando son de grandes dimensiones, no favorece su conservación. Sitos en palacios, castillos, museos y demás edificios que presentan grandes dimensiones, techos altos, y paredes provistas de generosas fuentes de luz natural.



Sala de exposiciones en la Real Fábrica de Tapices, Madrid. Fuente: propia.

# Índice

Introducción	1
Índice	2
Riesgos fotoquímicos específicos	3
Retos técnicos de la iluminación	5
Radiaciones IR	5
Composición espectral	7
Uniformidad	8
Iluminancias	13
Conclusiones	15
Glosario	16
Bibliografía	18

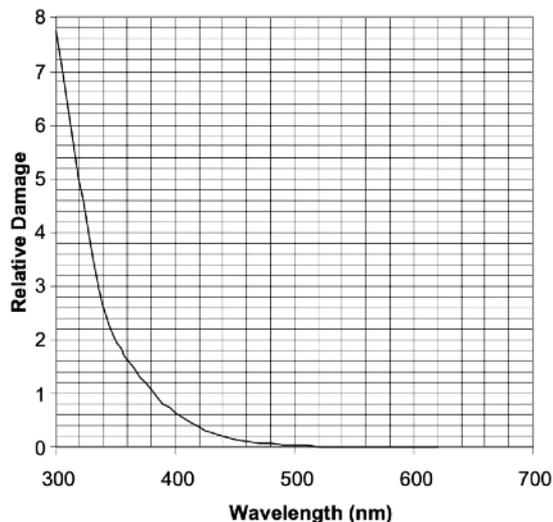
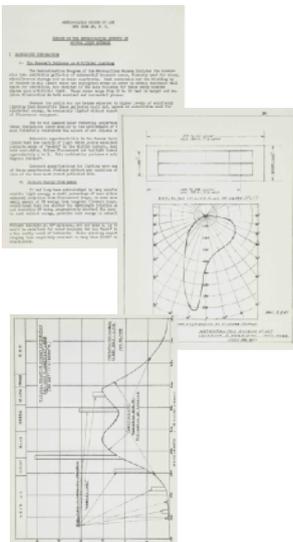
## Riesgos fotoquímicos específicos

La publicación CIE 157:2004 "Control of damage to museum objects by optical radiation" ampliamente conocida por conservadores y restauradores, tiene publicadas unas tablas que reflejan las recomendaciones de iluminación para disminuir el riesgo de deterioros por la acción fotoquímica. Las recomendaciones tienen en cuenta la composición espectral de la luz, y los materiales que componen las piezas.

La función de daño de Harrison nos muestra cómo a menor longitud de onda, más potencial de daño. En cuanto más nos adentramos en el espectro ultravioleta (<400nm), más peligrosa resulta la radiación para la obra. Cualquier fuente de iluminación que contenga radiación ultravioleta, o que tenga una predominancia de longitudes de onda cortas, como lo son las fuentes con alta temperatura de color, resultan inconvenientes para la conservación de las piezas.

En 1950, el conservador del Museo de Arte Metropolitano de Nueva York, Laurence Harryson, publicó un trabajo titulado "Report on the deteriorating effect of modern lights sources".

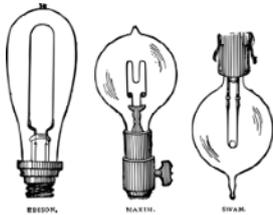
Este trabajo es uno de los más citados en los trabajos donde se habla de luz y de conservación preventiva.



Harrison's Damage function\*. Fuente: Reporte CIE 157:2004

Respecto a los materiales que componen las obras, un trabajo que clasifica las piezas en 4 grupos en función de su respuesta a la luz natural, nos muestra que aquellos que están compuestos por fibras naturales como tejidos o papel, son los más vulnerables a la luz visible, mientras que materiales como vidrio, metales y piedras, presentan una baja o nula interacción con la luz, y por tanto no sufren deterioros a causa de la misma.

Las lámparas incandescentes llevan con nosotros desde finales del Siglo XIX. A 2024 ya está prohibida su producción en la Unión Europea, aunque seguirán presentes durante algunos años más pues su comercialización no lo está.

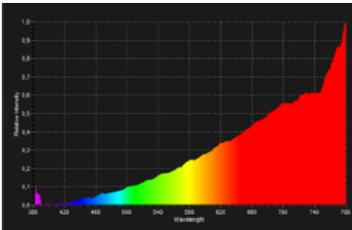


Category	Description
<b>1. Irresponsive</b>	The object is composed entirely of materials that are <b>permanent</b> , in that they have no light responsivity. Examples: most metals, stone, most glass, genuine ceramic, enamel, most minerals.
<b>2. Low responsivity</b>	The object includes durable materials that are <b>slightly light responsive</b> . Examples: oil and tempera painting, fresco, undyed leather and wood, horn, bone, ivory, lacquer, some plastics.
<b>3. Medium responsivity</b>	The object includes fugitive materials that are <b>moderately light responsive</b> . Examples: costumes, watercolours, pastels, tapestries, prints and drawings, manuscripts, miniatures, paintings in distemper media, wallpaper, gouache, dyed leather and most natural history objects, including botanical specimens, fur and feathers.
<b>4. High responsivity</b>	The object includes <b>highly light responsive</b> materials. Examples: silk, colorants known to be highly fugitive, newspaper.

- I. Clasificación de materiales de acuerdo a su respuesta a la luz natural.  
Fuente CIE 157:2004

## Retos técnicos de la iluminación

La composición espectral de una lámpara halógena y de una bombilla incandescente es prácticamente la misma, pues su principio de funcionamiento y los materiales que utilizan, son muy similares. Su alta emisión de radiación infrarroja, es una de sus características más notables.



El marco con el que llegamos a este apartado, nos hace intuir la gran dificultad que supone iluminar correctamente un tapiz si queremos aplicar criterios de conservación preventiva. Vamos a abordar las diferentes aristas que puede encontrarse un tapiz en su lugar de exposición, atendiendo a las realidades arquitectónicas y necesidades concretas de sus típicos emplazamientos.

---

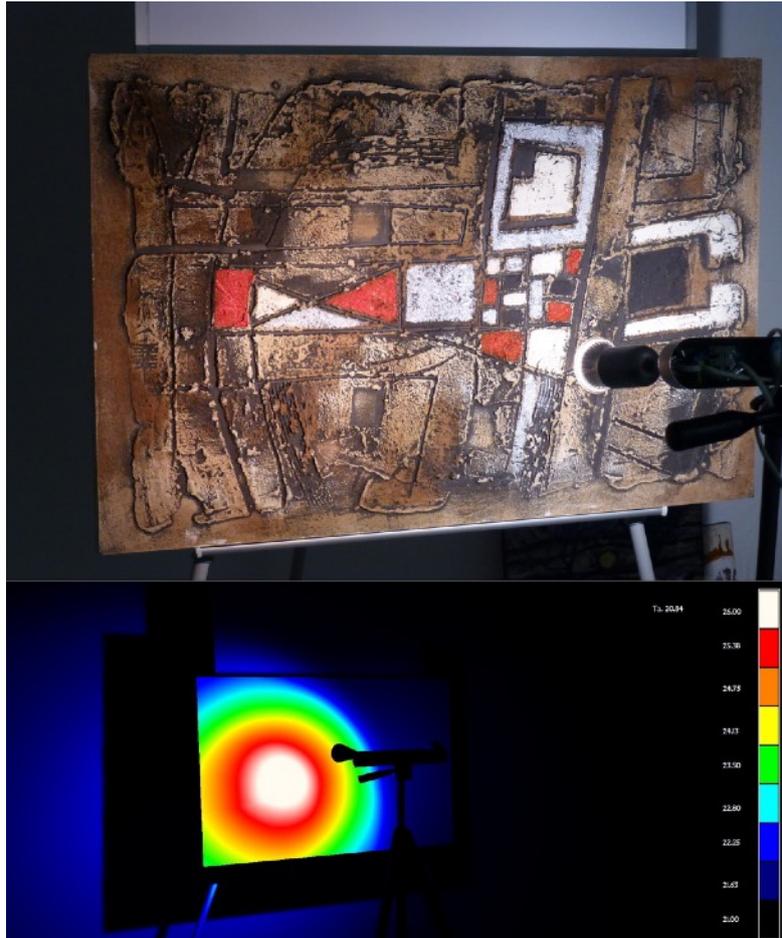
### Radiaciones IR

Aunque no podemos clasificar a la radiación infrarroja como un problema del pasado, sí podemos señalar que gracias al paulatino abandono de las fuentes de iluminación incandescentes, el IR es un inconveniente cada vez menos frecuente en la iluminación expositiva.

La composición espectral de las fuentes incandescentes presenta una creciente proyección de este tipo de radiación, con longitudes de onda a partir de los 700nm.

La radiación IR interactúa con la materia elevando su temperatura, por ese motivo, cuando un emisor la irradia sobre una superficie, ésta la absorbe y en consecuencia se calienta. Este aumento de temperatura es función de la intensidad de la radiación, y la distancia a la fuente, por lo que la disposición de las luminarias cerca de los textiles es un foco de riesgo en este sentido. No solo el haz de luz lleva consigo la radiación IR, ya que ésta es emitida por toda la materia que está a más de 0 Kévin, así que los equipos auxiliares de las luminarias independientemente de la tecnología que sean generan calor cuando trabajan, por consiguiente podrían proyectar IR sobre los tejidos si se encuentran muy cerca.

Las lámparas incandescentes y halógenas emiten calor en todas direcciones, por lo que convendría situarlas a una distancia prudente de los tapices.



Fotografía y termografía de una obra iluminada con una lámpara halógena. Las zonas de mayor incidencia de luz experimentan un sensible aumento de la temperatura. Fuente: Propia

En la imagen se puede apreciar el aumento de la temperatura de hasta 5°C en algunas zonas de la obra. El experimento corresponde a una lectura hecha con una temperatura ambiente de 20.8°C, a una distancia de 1.8m con una lámpara incandescente de 50W. Una situación muy habitual en exposiciones.

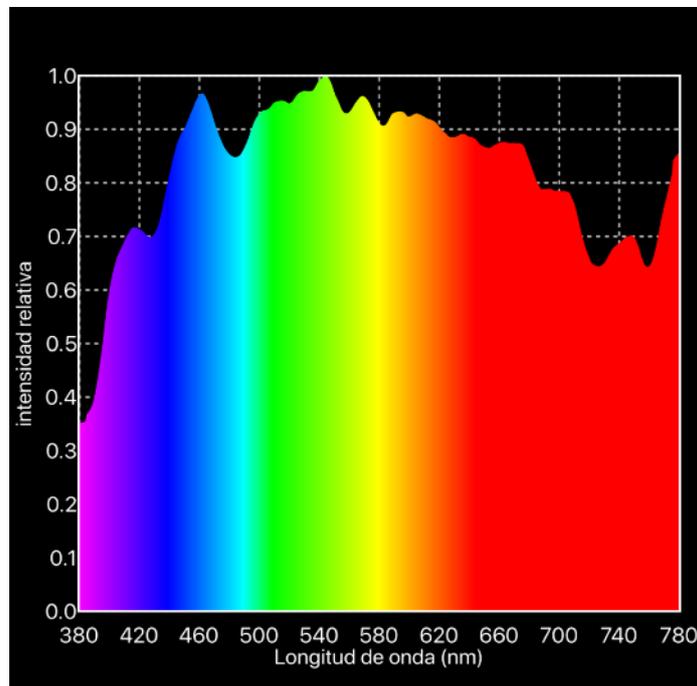
## Composición espectral

La radiación solar, debido a sus elevadas proporciones de ultravioletas e infrarrojos, causa elevados daños en periodos muy cortos de tiempo. Este tapiz estuvo expuesto 1 año en una ventana, la parte no deteriorada estaba a la sombra.



Diferentes fuentes de luz poseen diferentes espectros. De todas las fuentes de luz disponibles, la más perjudicial para un textil es la luz natural. La radiación solar presenta en términos absolutos y relativos, grandes cantidades de radiaciones UV e IR.

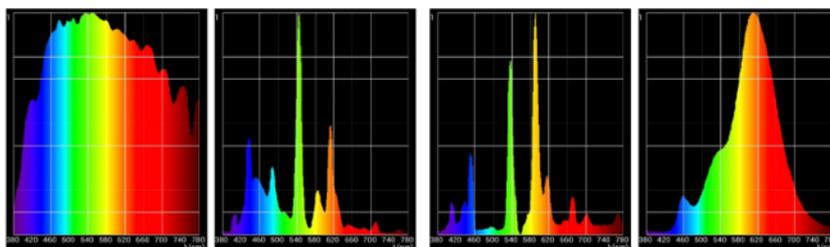
Pensemos que si bien es común disponer una iluminación de 50lux a un textil para mejorar su conservación, un haz directo solar que se cuele por la ventana, es capaz de incidir entre 10.000 y 30.000 lux sobre un tapiz. Por tanto, es urgente disponer filtros y elementos que impidan la radiación solar directa y reduzcan la indirecta. La composición espectral del sol varía con la latitud, longitud, altura sobre nivel del mar, época del año, y hora del día.



Composición espectral del sol de medio día en el mediterráneo. Fuente: propia.

Otras fuentes que se han utilizado y se utilizan para iluminar tapices, poseen distintas proporciones de componentes para conseguir la misma temperatura de color. Probablemente las menos nocivas sean las actuales fuentes de estado sólido, como el LED, que poseen proporciones despreciables de radiaciones UV e IR, lo que supone una significativa mejora frente a otras fuentes tradicionalmente usadas como lámparas de vapor de mercurio (tubos fluorescentes) o incandescentes.

También existen mejoras en aspectos tan fundamentales como la reproducción cromática. Actualmente existen LEDs que reproducen el color de una manera significativamente más fiel que las fuentes de descarga.



Composiciones espectrales del sol, halogenuros metálicos, vapor de mercurio (tubo fluorescente) y LED. Fuente: Propia.

Detalle de ejemplo de deterioro físico-químico. Fuente María López Rey: "Aproximación a la conservación-restauración de los tapices."



Aquí, podemos señalar que existe un abanico de niveles de calidad y propiedades en las fuentes LED. Algunas marcas presentan agresivos picos de longitudes de onda energéticas, por tanto es crucial dar con fuentes que no presenten esa característica, pues las radiaciones cercanas o inferiores a los 400nm tienen un potencial de daño más elevado que componentes longitudinales más largos. Lo más adecuado en ese sentido, es asegurarse de que las fuentes de luz que se instalan son específicas para museografía, ya que otras fuentes, por mucha que sea la calidad de sus materiales o prestigio de sus marcas, pueden no atender a las necesidades específicas de la museografía y la conservación preventiva.

---

## Uniformidad

Comprender el concepto de uniformidad no requiere un gran esfuerzo ni muchos conocimientos sobre la física de la luz, se intuye que una buena uniformidad en la iluminación es una situación en la que los valores de iluminancias en diferentes puntos de la superficie a iluminar presentan valores cercanos entre sí. En términos más académicos, y desde la perspectiva del ojo humano, una buena uniformidad es aquella en la que el valor de iluminancia de ningún punto de la superficie es menor que la mitad de la media de toda la superficie.

Emin > Emed X 0,5

Una baja uniformidad nos presenta dos inconvenientes, uno relacionado con la conservación preventiva, y otro relacionado con el confort visual del quien observa la pieza.

Una uniformidad baja supone por lo general zonas con poca luz, pero también zonas con mucha luz. Estas últimas se verán más afectadas por la acción fotoquímica y el consiguiente deterioro de la zona sobreexpuesta. Lo usual es encontrar esas zonas cerca de las fuentes de luz, sobre todo en tapices de grandes dimensiones, que muchas veces cubren toda la superficie horizontal disponible de techo a suelo. El indeseable resultado es la aparición de halos en las superficies textiles que nos indican las zonas más deterioradas por la luz.

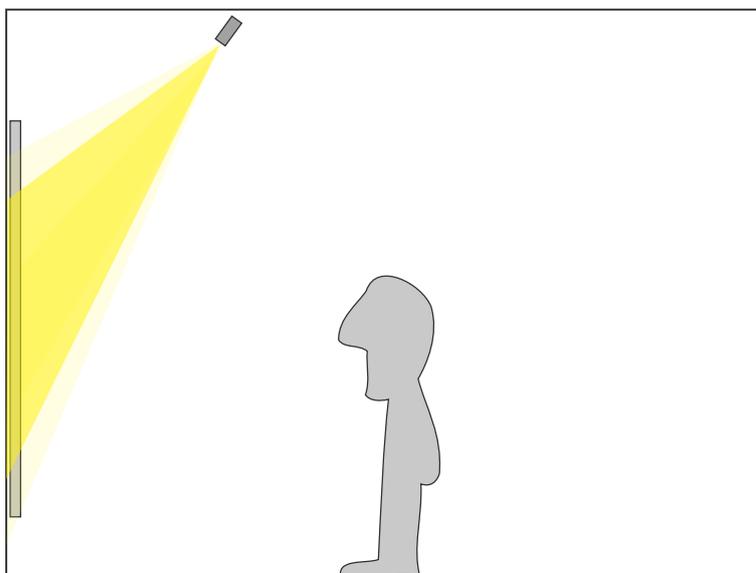
El otro inconveniente es de orden estético, ya que zonas con mucha iluminancia inevitablemente distraen la atención de quien contempla la obra. Halos, contrastes, y manchas de luz, restan belleza a las piezas, rompen el relato que ahí se expone, y hacen el ejercicio de contemplación más incómodo.

Necesitamos un equilibrio de iluminancias confortable para recrearnos con una pieza, de esa manera nuestra vista no se cansa ni emplea grandes esfuerzos cuando observamos la obra.



Pieza iluminada con focos de puntualización que no consiguen dar uniformidad. Fuente: Internet.

La respuesta a ese problema es emplear material de iluminación especializado, luminarias que posean herramientas de control fotométrico adecuadas para cada situación. En general, disponemos de dos tipos de equipos.

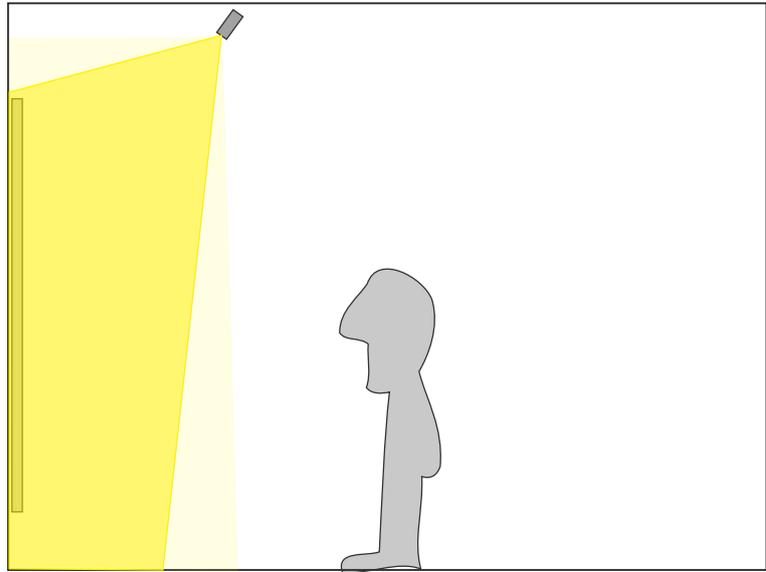


Luminaria de 24° de apertura iluminando una pieza de 2m de altura. En el eje vertical, quedan zonas oscuras. En el eje horizontal habría que disponer varias luminarias en función del largo del tapiz. Fuente: propia.

1. Focos de puntualización. Nos pueden ser útiles cuando se puede dejar una distancia prudencial entre los puntos de luz y las piezas, sobre todo cuando estas últimas no son tan grandes. Un foco de puntualización que esté muy cerca del tapiz marcará manchas de luz a su altura, o dejará sin iluminación las partes superiores del tapiz en el caso de piezas muy grandes. La elección del ángulo de apertura adecuado es crucial, de lo contrario, será muy difícil obtener una uniformidad aceptable en piezas de cierto tamaño.

Un ángulo amplio nos permite dar un campo de luz más uniforme, pero la distancia debe ser adecuada, porque si los focos están muy cerca del tapiz, la iluminancia en la parte superior del tapiz será mucho más elevada que en la parte inferior. Si el tapiz llega hasta el suelo, habría que atender a riesgos como la iluminación indeseable de suelo y pared, proyección de sombras de los propios visitantes, o deslumbramientos sobre los mismos. Iluminar superficie no deseadas comporta otros riesgos adicionales, como la reflexión de luz y la consiguiente contaminación lumínica a otras piezas de la sala.

Accesorio panel de abeja para atenuar el deslumbramiento en proyectores de luz.

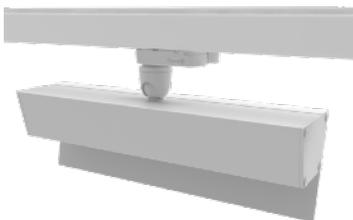


Foco de 60° de apertura iluminando una pieza de 2m de altura. Aunque se encuentra a una corta distancia, el haz de luz ilumina el suelo. Fuente: Propia

Un atenuante para los riesgos de deslumbramiento y luz intrusa, es montar en el foco un accesorio antideslumbramiento, como el panel de abeja. A pesar de que reduce ligeramente el ángulo de apertura, evita el deslumbramiento para los observadores que sean capaces de ver la superficie luminosa del foco.

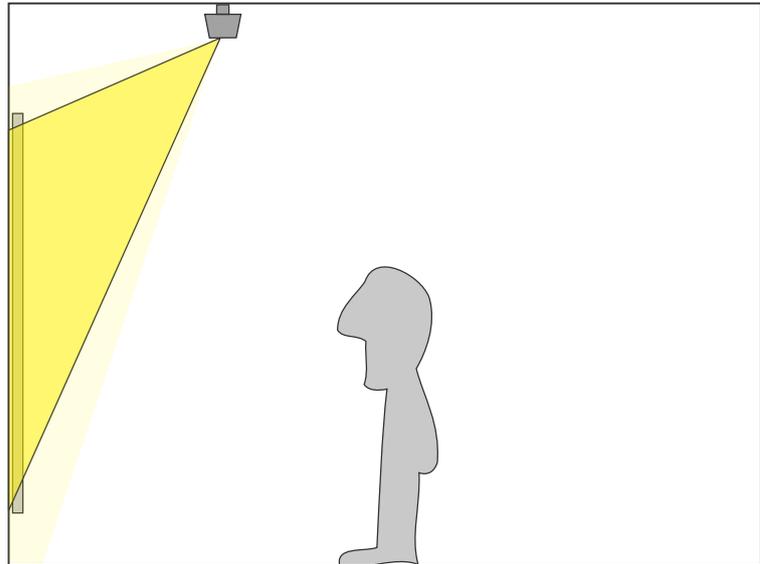
Algunos fabricantes poseen focos de puntualización compatibles con accesorios para "bañado" de superficies. La acción de esos elementos es muy limitada, y sus resultados son muy modestos, ya que constan simplemente de un anillo que bloquea un poco de luz en una dirección y lo refleja en la otra.

Bañador de pared Moenia de Matisse Lighting. Está diseñado específicamente para museografía.



2. Bañadores de pared, (wall washer, ww) son equipos útiles cuando la pieza es grande y/o está muy cerca a las fuentes de luz. Un buen bañador proyecta un manto de luz uniforme en toda la superficie, desde el techo hasta el suelo, y no imprime marcas de intensidad en las zonas contiguas al punto de luz. Un bañador con una fotometría adecuada, reduce riesgos de luz intrusa, deslumbramientos, sombras, y baja uniformidad.

Bañadora para lámpara incandescente frecuente en museos. Cuando se utiliza con lámparas de otra tecnología, su distribución fotométrica queda desvirtuada.



Bañadora de pared iluminando una pieza de 2m. Fuente: propia.

Algunos museos emplean las viejas bañadoras que tiene en stock con bombillas LED con rosca E27. En un principio puede parecer una buena idea, pues se da un nuevo ciclo de vida a un equipo que iba a ser descartado aprovechando que existen lámparas con el mismo estándar, pero este método de iluminación presenta varios problemas.

Lámparas incandescentes y versiones retrofit tipo "bajo consumo" y LED. Las adaptaciones disponen de las mismas bayonetas y roscas que las originales para poder conectarse en la luminaria.



- El reflector no fue diseñado para una bombilla con una gran superficie luminosa, sino para una bombilla que posee un único e intenso punto de luz en su interior. Esto hace que la función de baño de pared quede desvirtuada, pues la fotometría del equipo se ve alterada.
- Las lámparas E27/R7S LED no suelen ser regulables en intensidad, y cuando lo son, a menudo no son compatibles con los equipos de regulación para incandescencia, dando lugar a parpadeos y zumbidos.
- Pobres características de color, índice de reproducción cromática muy modestos.
- Corta vida útil.



Tapiz iluminado con una bañador Moenia de Matisse Lighting en la Real Fábrica de Tapices. Fuente: propia.

---

## Iluminancias

Posiblemente si de los responsables de conservación dependiera en exclusiva, todas las piezas sensibles se iluminarían a 50 lux. Ese noble propósito se ve truncado a menudo con innumerables condicionantes: arquitectura del entorno, contaminación de otras salas, falta de medios, necesidad de adaptación a observadores con dificultades de

visión, etcétera. Algunos museos tienen facilidades para exponer sus piezas a bajas iluminancias, pero otros se ven condicionados de tal forma que les resulta imposible mantener esos niveles tan deseables como bajos.

Exposiciones con textiles sometidos a altas radiaciones en interiores. Arriba podemos ver piezas dentro de vitrinas con una sobreexposición de luz. Abajo, otra pieza sufriendo radiación solar que se cuele por una ventana. Fuente: Manual de conservación preventiva de textiles. Comité Nacional de Conservación Textil. Chile.



Tapices a la intemperie en el Palacio Real de la Almudena. Fuente: [patrimonionacional.es](http://patrimonionacional.es)

Superficies poco reflectantes. Las paredes blancas son una inagotable fuente de reflejos. La luz reflejada en paredes suele ser difusa, contaminando todo por igual. Cuando eso ocurre, la acentuación de una pieza textil requiere más luz para que sea funcional. Cuando las luces dedicadas al textil están apagadas, los lux en la superficie deben ser lo más cercano a cero, esto nos indica que no tenemos fuentes de contaminación de otras salas o del exterior. Para ilustrar esta idea con un ejemplo, imaginemos que si los reflejos de una sala hacen que todas las superficies estén a 70 lux, la iluminancia necesaria para resaltar nuestro tapiz sobre el entorno comenzará a partir de los 100 lux, aproximadamente.

Fondos neutros y oscuros. En las piezas textiles más pequeñas nos encontraremos con la necesidad de decidir el color de la pared o del panel donde descansan. Lo ideal es escoger un color dentro de la escala de grises, con una textura más cerca del mate que del brillante, para ahorrarnos reflejos. Se hará lo posible por evitar paredes claras, o de un tono que refleje más luz que el mismo tapiz. En caso contrario nos veremos obligados a emplear más luz para acentuar la pieza, y los observadores deberán emplear más esfuerzo para contemplar los detalles de la obra. Si por criterios museográficos fuese necesario emplear otros colores, podemos escoger matices de esos colores mércanos a la escala del gris.

Diferentes tonalidades de gris.  
Fuente: [sherwinca.com](http://sherwinca.com)



## Conclusiones

Debido a sus dimensiones, vulnerabilidad, y emplazamientos, los tapices resultan ser de las piezas más difíciles de iluminar y conservar. Aúnan las desventajas conservativas de las obras hechas con materiales naturales, pero con elevados pesos y difícil logística. Son pasto de plagas de insectos cuando están expuestos, y de hongos cuando están almacenados. Sus procesos de restauración demandan medios que no suelen estar al alcance de los departamentos de restauración que suelen tener los museos, por lo que se debe acudir a entidades especializadas en esa labor.

Es importante hacer todo lo posible por dilatar la necesidad de intervenciones de restauración, por lo que hay que cuidar todos los aspectos que influyan en su conservación preventiva, entre ellas, la iluminación.

En ese sentido, conocer las herramientas y técnicas disponibles para iluminar correctamente, nos ayudará a dar con una deseada concomitancia entre dos puntos que preocupan a los museólogos a cargo de tapices: la conservación preventiva y la museografía.

## Glosario

Las definiciones de esta sección, se redactan en el contexto del contenido de la presente obra.

### Ángulo de apertura.

Ángulo del cono de luz que genera el haz de una luminaria. Para focos de museografía, suele estar entre los 6° y los 60°.

### Deslumbramiento.

Disminución objetiva de la capacidad visual a causa de elevadas iluminancias o elevados contrastes en el campo visual.

### Equipo auxiliar.

Componentes eléctricos o electrónicos que convierten la alimentación eléctrica de red, a valores con los que pueda trabajar la fuente de luz. Fuentes como los halogenuros metálicos, tubos fluorescentes, LED, y vapor de sodio necesitan equipo auxiliar. Las lámparas retrofit de bajo consumo y LED también llevan equipo auxiliar, aunque lo llevan dentro de la misma lámpara.

### Espectro.

Distribución de la intensidad de una radiación en función de una magnitud característica. En la luz, esa magnitud es la longitud de onda.

### Foco puntualización.

Luminaria con un haz reducido que es capaz de concentrar la luz dentro de un ángulo concreto, resaltando la zona a la que se dirige.

### Fotometría.

En este contexto, señala la distribución que tiene una fuente de luz. Un foco de puntualización tiene una fotometría cónica, por ejemplo.

### Iluminancia.

Flujo luminoso que incide sobre una superficie. Su unidad es el lux, y se mide con un luxómetro.

### Índice de reproducción cromática.

Indicador que nos permite conocer la exactitud con la que la luz nos muestra los colores de los objetos. Una fuente con un bajo CRI, puede dificultar que distingamos un color de otro.

### Infrarrojo.

Radiación con longitud de onda mayor a la de la luz visible.

### IR.

Infrarrojo.

### Lámpara.

Consumible emisor de luz que integra una luminaria. Se cambian al final de su vida útil. Ejemplos: bombilla incandescente E27, tubo fluorescente, lámpara halógena. Las luminarias LED no llevan lámparas.

### Luminaria.

Equipo emisor de luz.

### Lux.

Unidad de la iluminancia.

### Luz intrusa.

Contaminación lumínica de diversas fuentes y que dificulta o desvirtúan el diseño de iluminación de una pieza.

### Radiación.

Emisión o transmisión de energía a través del espacio. La luz visible, los infrarrojos, los

ultravioletas, y las ondas de radio, son ejemplos de radiación.

### **Reflector.**

Pieza utilizada por muchas luminarias que equipan lámparas. Tienen una forma tal que modifica la fotometría de la lámpara, generando un ángulo o una distribución de la luz muy concreto. Están cayendo en desuso con la aparición de la tecnología LED, que utiliza ópticas.

### **Retrofit.**

Anglicismo. Modernización. Se entiende como la adaptación de una nueva tecnología a los estándares de trabajo de una tecnología anterior. Un tubo de LED es una lámpara retrofit, pues se puede usar en una luminaria diseñada para tubos de vapor de mercurio.

### **Termografía.**

Técnica que permite determinar temperaturas a distancia y sin necesidad de contacto físico.

### **Temperatura de color.**

Indicación de la impresión de color generada por una luz blanca. Describe si la luz tiene un aspecto cálido o frío, su unidad es el Kelvin. Una vela tiene una CCT de 1800K, el sol a medio día, 5500K.

### **Ultravioleta.**

Forma de radiación electromagnética con una longitud de onda más corta que que la luz visible, por tanto, más energética. En función de su intensidad, puede ser altamente perjudicial para objetos y seres vivos.

### **UV.**

Ultravioleta.

## Bibliografía

- **AA.VV.:** "Manual de Conservación Preventiva de Textiles. Comité Nacional de Conservación Textil." Santiago de Chile, 2002. Registro de Propiedad Intelectual No 125.164 I.S.B.N. 956-8179-01-1 Edición de 1000 ejemplares, Santiago de Chile, 2002
- **AA.VV.:** "Monitoring of damage in historic tapestries (MODHT): a newly initiated EU project. <https://cordis.europa.eu/project/id/EVK4-CT-2001-00048/results/es>
- **AA.VV.:** "Reflexiones sobre conservación de alfombras y tapices". Jornadas celebradas durante los días 19, 20 y 21 de octubre de 2006 en el Instituto del Patrimonio NIPO: Cultural de España y el Museo Nacional de Artes Decorativas (Madrid). 551-10-120-9 ISBN: 978-84-8181-438-5
- **Commission Internationale de l'Eclairage.** "Control of Damage to Museum Objects by Optical Radiation". CIE Technical Report 157:2004. Viena: CIE, 2004
- **Harrison, Laurence S:** "Report on the deteriorating effects of modern light sources". Metropolitan Museum of Art. 1953
- **María López Rey:** "Aproximación a la conservación-restauración de los tapices." Instituto Andaluz de patrimonio Histórico. 26 de enero de 2016.