

ILUMINACION ARTIFICIAL Y
ERGONOMIA VISUAL MUSEOGRAFICA



“Iluminar no es sólo proyectar luz sobre el espacio, sino que es dar un carácter con la luz al espacio que se ilumina, es narrar una historia y dar a conocer un contenido oculto en los objetos. La iluminación es una escritura que nos ayuda en la comprensión de la exposición”

Jean-Jacques Ezratl.



AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer eternamente a mis papás, quienes me apoyaron y dedicaron su tiempo para que pueda llegar, a donde llegué hoy. Quienes confiaron y confían día a día en mí. A mis hermanos, por estar siempre presentes y apoyándome hasta el último paso. Familia y amigos, gracias de corazón, esto va dedicado a ustedes.

RESUMEN.....	5
INTRODUCCIÓN.	5
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
1.1 INTERROGANTE.....	7
2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
3. MARCO TEORICO.....	8
4. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION.....	8
5. MARCO METODOLÓGICO.....	9
6. PALABRAS CLAVES.....	9
7. CONCEPTO DE ILUMINACION.....	9

CAPÍTULO 1. MATERIALES, TÉCNICAS Y TECNOLOGÍAS DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL. INFLUENCIA Y EVALUACIÓN EN LA ERGONOMÍA VISUAL.

1.1 Requerimiento de la luz artificial.	
1.2 Cantidad de luz.	
1.2.1 El daño de los objetos.	
1.2.2 Clasificación de los objetos según el riesgo de daño.	
1.2.2.1 Consideraciones y principios básicos de iluminación.	
1.2.2.2 Fuentes luminosas.	
1.3 Ergonomía visual. Confort visual y deslumbramiento visual.	
1.4 Luminotecnia. Concepto de iluminación eficiente.	

CAPÍTULO 2. PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS PARA EL DISEÑO DE LA ILUMINACIÓN ARTIFICIAL EN EL MUSEO.

2.1 Proceso de diseño.	
2.1.1 Análisis.	
2.1.2 Planificación básica.	
2.2.3 Elección de las fuentes luminosas.	
2.2 Diseño detallado.	
2.2.1 Selección de luminarias.	
2.2.2 Tabla comparativa según sistemas de alumbrados.	
2.2.3 Curva de distribución luminosa.	
2.2.4 Cálculos de iluminación.	
2.2.5 Diseño eléctrico.	
2.2.6 Control de la iluminación.	
2.2.7 Mantenimiento.	
2.2.8 Asistencia técnica y evaluación posterior.	

CAPÍTULO 3. LA LUZ ARTIFICIAL EN LA SALA EGIPCIA, MUSEO DE CIENCIAS NATURALES.

3.1 Historia del museo de la ciudad de La Plata.	
3.1.1 Sala egipcia. Caracterización.	
3.2 Preservación / Conservación.	

3.2.1 Grado de deterioro.

CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN DE LA ERGONOMÍA VISUAL EN LA SALA EGIPCIA.

4.1 Investigación. Criterio de selección.

4.1.1 Entorno

4.2 Caracterización del inmueble.

4.3 Tipo de iluminación artificial en salas según los espacios.

4.4 Tipos de iluminación.

4.5 Diseño Técnico.

4.6 Métodos de iluminación según autores

4.7 La luz artificial de la sala.

CONCLUSIÓN.

RECOMENDACIONES.

BIBLIOGRAFÍA.

ANEXO 1. Resumen de lámparas y principales características.

ANEXO 2. Equipos auxiliares.

ANEXO 3. Luminarias para museos.

ANEXO 4. Principios de planificación.

ANEXO 5. Ficha técnica. Nueva tecnología led.



ILUMINACION ARTIFICIAL Y ERGONOMIA VISUAL MUSEOGRAFICA.

“ILUMINACIÓN ARTIFICIAL Y ERGONOMÍA VISUAL MUSEOGRÁFICA”

Sala egipcia, Museo de la ciudad de La Plata. Historia, Iluminación y Diseño 2019.

RESUMEN.

La Investigación tiene como propósito, el análisis de las técnicas apropiadas para la ergonomía visual en la Iluminación artificial de objetos con alto valor patrimonial exhibidos en el Museo de Ciencias Naturales de La Plata. Para este proyecto se investigó sobre diferentes fuentes de luces artificiales, sus propiedades y el uso de las prácticas adecuadas de iluminación artificial.

Se analizaron las diferentes fuentes de luz artificial utilizadas en la iluminación de la sala: temperatura de color, la identificación y la evaluación de las variables en el confort lumínico: **nivel de iluminancia, uniformidad de la iluminación y deslumbramiento** y considerar su relación con los indicadores para la ergonomía visual. A partir de lo anterior, se conoció la respuesta al interrogante de investigación. Por lo tanto con el resultado del presente trabajo investigativo se pudo contar con herramientas que servirán de apoyo para el conocimiento del tema de iluminación artificial museográfica, la evaluación del confort lumínico y de base para el diseño de proyectos de iluminación museográfica.

INTRODUCCIÓN.

Georges Braque, pintor y escultor francés, iniciadores del cubismo, expresaba que en el museo existía un elemento fundamental, la luz; no sólo por ser el medio que permite la percepción del espacio, sino como esencia de la obra. Sin luz, natural o artificial, la visión es imposible. Tradicionalmente, los museos se iluminaban con luz natural. La Iluminación es una herramienta eficaz, sobre todo la luz artificial, no sólo para permitir la visión, sino también para crear el ambiente necesario para su adecuado funcionamiento, haciendo que reúna los requisitos para los que fue diseñado. Tal es el caso de la iluminación museográfica.

El objetivo primordial al momento del desarrollo de una sala expositora, es la conservación de los objetos, donde se debe garantizar el mayor tiempo posible de su uso y disfrute. La iluminación artificial va a influir decisivamente en el proceso de conservación, en la ergonomía y en el confort visual. Desde la elección de la fuente de luz y de la óptica que va a modular la emisión de su **flujo luminoso**, van a determinar si una instalación está o no en condiciones de servir a los requerimientos de la iluminación artificial y los requisitos de la **ergonomía visual**.

El ojo humano es altamente adaptativo. Tiene la capacidad de percibir cosas y operar bajo condiciones de luz muy brillantes, o adaptarse a cualquier situación de luz. Esta habilidad única se llama adaptación. Y si la adaptación visual es la adecuada en el espacio, estamos obteniendo una correcta ergonomía visual.

La **adaptación visual** es el periodo de tiempo que necesita el ojo humano para aclimatarse a un nuevo entorno. El ojo posee además la capacidad de cambiar

de forma para enfocarse en objetos y dar sentido a la información recibida. Este proceso se llama acomodación. Los cambios de alta a baja luminancia pueden afectar a los visitantes en función de su edad y de las dificultades visuales que tengan.

Para que un ser humano pueda ver un objeto y apreciar sus detalles, el diseñador de iluminación debe analizar cómo los visitantes interactúan con esos objetos expuestos teniendo en cuenta su adaptación visual. “Hay límites para el rango de luminancia al que el ojo se puede adaptar en cualquier momento, y las áreas donde el brillo es demasiado alto se volverán deslumbrantes, algo que podría complicar la visión de la exposición¹”. Este proceso no es instantáneo: “la adaptación necesitará de al menos ocho minutos para que el ojo se ajuste en condiciones extremas entre niveles de luz altos y bajos” (Wilson, 1932). También se sugiere otro criterio de observación: “la visualización de los objetos debe ser el elemento que más resalte a la vista²” (Wilson, 1932). Cuanto más pequeño o detallado sea un objeto, más luz demandará. Por lo tanto, aunque el ojo humano tiene la capacidad de ser muy receptivo a la luz, la cantidad de luminancia y la diferencia de un nivel a otro son factores significativos a la hora de iluminar un museo.

El efecto nocivo de la luz es acumulativo, por ello la iluminación museística debe llevar algunos procesos metodológicos. Los requisitos de conservación de las obras exigen la elección de una fuente de luz y óptica adecuadas, cantidad de flujo luminoso e incluso determinadas características en las instalaciones eléctricas. Pero debemos encontrar el equilibrio entre proteger la obra e iluminarla cumpliendo cuatro premisas básicas según el manual Philips: que no existan deslumbramientos ni reflejos, considerar la ergonomía visual, uniformidad lumínica y una reproducción cromática lo más cercana posible a la de la luz natural.

1. Planteamiento del problema.

Los conocimientos insuficientes sobre la iluminación museográfica en general, que inciden en medios incorrectos de proyectos luminotécnicos o ubicación inadecuada sobre los objetos expuestos, conllevan a resultados no deseables: nivel de confort visual erróneo, deslumbramiento visual, brillos provocados por la inadecuada incidencia de la luz que producen efectos molestos en la visión humana acelerando la fatiga visual, la mala percepción de las obras expuestas, y una inadecuada adaptación y ergonomía visual.

Para conseguir un nivel de confort visual se debe conseguir un equilibrio entre la cantidad, la calidad y la estabilidad de la luz, de tal manera que se consiga una ausencia de reflejos y de parpadeo, uniformidad en la iluminación y ausencia de

¹ Como se cita en <https://museografia.com/2018/02/22/museos-y-diseno-de-iluminacion/> (Wilson, 1932)

² Como se cita en <https://museografia.com/2018/02/22/museos-y-diseno-de-iluminacion/> (Wilson, 1932)

contractes excesivos, según datos ofrecidos por Havells Sylvania (diseñador y fabricante internacional de productos de iluminación).

Para ello, se analizó el entorno lumínico y se investigó a través del análisis cualitativo, las fuentes de luz y de las diferentes variables mediante fotos tomadas durante la luz diurna, la luz matutina (primeras horas del día) y la luz vespertina (comienza con el mediodía y termina al atardecer), en el Museo de Ciencias Naturales de la ciudad de La Plata, sala egipcia. Si se emplean técnicas y tecnologías de iluminación artificial adecuadas en los objetos patrimoniales, es posible lograr una correcta ergonomía visual.

2. Interrogante.

¿Cómo han sido considerados los aspectos de la ergonomía visual, en el uso de las técnicas y materiales, utilizados en los proyectos de iluminación artificial en la sala egipcia?

3. Objetivos de la investigación.

Objetivo General:

- Explorar el uso de materiales, técnicas de iluminación artificial museográfica y niveles de iluminancia apropiados para la ergonomía visual y a su vez, para la conservación de los objetos patrimoniales encontrados en el Museo de la ciudad de La Plata, sala egipcia.

Objetivos Específicos:

- Evaluar la ergonomía visual en el Museo de la ciudad de La Plata, sala egipcia.
- Considerar el desempeño según, nivel de iluminancia y confort lumínico.
- Proponer una instrucción metodológica para el diseño de iluminación artificial museográfica, que garantice el confort visual y no el deslumbramiento visual según los autores que se tomaron para el desarrollo de la tesis y la conservación de los objetos patrimoniales.
- Recomendaciones para el diseño de iluminación artificial museográfica, que garantice la correcta ergonomía visual según autores tomados para el desarrollo de la tesis.

4. Marco teórico.

El artista francés Marcel Duchamp (1887-1968) dijo en una ocasión: *“Contra toda opinión, no son los pintores sino los espectadores quienes hacen los cuadros. Y sin la luz que los ilumina el espectador no podría contemplar las obras de arte de éste o de otros muchos grandes pintores y artistas”*.³

La luz hace visibles las obras de arte pero también puede dañarlas irreversiblemente. Hace más de un siglo los científicos Abney y Russell demostraron la capacidad de la luz para alterar el estado de las obras de arte, soportadas o constituidas parcial o totalmente por materiales orgánicos. La luz, ya sea natural o artificial, lleva asociada una energía que es capaz de desencadenar reacciones químicas que pueden llegar a modificar irreversiblemente las propiedades físicas de muchos materiales y de propiciar condiciones ambientales desfavorables para la conservación de las obras de arte.

El diseño de iluminación permite proporcionar luz en cantidades adecuadas a fin de facilitar la ejecución de las actividades con el alto rendimiento visual. Teniendo en cuenta esta nueva perspectiva, se puede mencionar que un sistema de iluminación eficaz es aquel que, además de satisfacer las necesidades visuales, crea también ambientes seguros y confortables.

Las palabras de Miguel Ángel Rodríguez Lorite, uno de los mayores especialistas en iluminación confirman: *“En una corta pero intensa experiencia en la iluminación de museos he tenido la oportunidad de comprobar hasta qué punto la luz es motivo de debate. Tal polémica es lógica por tratarse de un fenómeno capaz de estimular variadas sensaciones e incidir decisivamente en muchos aspectos del sistema expositivo, lo que no es óbice para que sea manipulada irresponsablemente. Sorprendería saber cuántos expertos diseñadores desconocen los rudimentos de la luminotecnia y los efectos degradantes de la luz”*.⁴

Las fuentes consultadas para definir el marco teórico de esta tesis, abordan la temática de los materiales y las técnicas de iluminación artificial, como antecedentes básicas para el desarrollo de la ergonomía visual, el confort lumínico y preservación, de lo expuesto en la sala egipcia del Museo de la ciudad de La Plata. A partir de dicho contenido, se tomaron los siguientes autores: **Richard Kelly, Philips, Mario Raitelli, George Braque**. Cada uno de ellos, fue tomado como referencia ya que tienen un concepto similar sobre la iluminación en museos, que ayuda al abordaje de esta tesis, para justificar la metodología de esta investigación.

5. Justificación de la Investigación.

Richard Kelly (1910-1977) fue un pionero de los proyectos de iluminación cualitativos que integró en un concepto unitario las ideas procedentes de la psicología de la percepción y de la iluminación de escenarios. Se distanció de la estipulación de una iluminancia unitaria como criterio central del proyecto de

³ Recuperado de : <http://www.tecnicaindustrial.es/TIFrontal/a-880-la-iluminacion-obras-arte.aspx>

⁴ Recuperado de : <http://www.tecnicaindustrial.es/TIFrontal/a-880-la-iluminacion-obras-arte.aspx>

iluminación. Sustituyó la cuestión de la cantidad de luz por la cuestión de las diferentes calidades de la luz, conforme a una serie de funciones de la iluminación orientadas al observador perceptor. En este contexto, en los años 50 Kelly estableció una distinción entre tres funciones básicas: ambient luminescence (luz para ver), focal glow (luz para mirar) y play of brilliants (luz para contemplar).

Kelly, describe a la luz como un componente esencial en cualquier ambiente interior, ya que hace posible la visión del entorno, pero además, al interactuar con los objetos y el sistema visual de los usuarios, puede modificar la apariencia del espacio, influir sobre su estética y afectar el rendimiento visual, estado de ánimo y motivación de las personas. La conceptualización del diseño de iluminación se transforma en la herramienta fundamental para Kelly.

Para Kelly, el diseñador debe considerar este proceso como un acto creativo, respetuoso de las obras de arte, sean estas de cualquier época y valor. Debe distinguir claramente entre la luz como una “escritura funcional” o como una “escritura creativa” y saber adecuar cada una de las categorías de la luz al ámbito y función que esta deba desarrollar. No debe limitarse a hacer visibles las cosas, ya que la tarea del especialista queda limitada al ámbito funcional solamente. Debe recurrir a la luz como material e instrumento para producir valores estéticos.

Si se emplean técnicas y tecnologías de iluminación artificial adecuadas en los objetos patrimoniales utilizados en el Museo de la Ciudad de La Plata, es posible lograr una correcta ergonomía visual.

6. Marco metodológico.

Para cumplir con todos estos objetivos hay que tener suficientes conocimientos técnicos sobre la naturaleza y funcionamiento de las fuentes de luz y luminarias, así como de los métodos de proyección de alumbrado. Es por eso que el proyecto de investigación se dirige al estudio técnico de la iluminación artificial aplicada al museo y su influencia en la ergonomía visual, a través del análisis cualitativo de las fuentes de luz y de las diferentes variables. Para la investigación se adoptará un método científico, analítico-empírico y de carácter exploratorio, que se fundamenta en:

Observación de las fuentes de luz artificial.

Evaluación cualitativa y cuantitativa de las fuentes de luz en relación a los indicadores que inciden en el confort visual.

CONCEPTO DE ILUMINACION:

Según el diccionario, la iluminación es la acción o efecto de iluminar. En la técnica se refiere al conjunto de dispositivos que se instalan para producir ciertos efectos luminosos, tanto prácticos como decorativos. Con la iluminación se pretende en primer lugar, conseguir un nivel de iluminación o iluminancia, adecuado al uso que se quiere dar al espacio iluminado.



CAPITULO 1.

**MATERIALES, TECNICAS Y TECNOLOGIA DE ILUMINACION
ARTIFICIAL. INFLUENCIA Y EVALUACION EN
LA ERGONOMIA VISUAL.**

En este capítulo se realiza un análisis de las fuentes que abordan las temáticas relacionadas con la iluminación artificial museográfica y las variables que inciden en la ergonomía visual, tomando el confort visual y deslumbramiento visual a partir del cual se conforma el marco teórico de la investigación.

1.1 Requerimiento de la luz artificial.

Richard Kelly (1910-1977) fue un pionero de los proyectos de iluminación cualitativos que integró un concepto unitario⁵, las ideas procedentes de la psicología de la percepción y de la iluminación. Kelly se distanció de la estipulación de una iluminancia unitaria como criterio central del proyecto de iluminación. Sustituyó la cuestión de la cantidad de luz por la cuestión de las diferentes calidades de la luz, conforme a una serie de funciones de la iluminación orientadas al observador receptor. En este contexto, en los años 50, Kelly estableció una distinción entre tres funciones básicas: ambient luminescence (luz para ver), focal glow (luz para mirar) y play of brilliants (luz para contemplar).

Luz para ver.

Como primera y fundamental forma de luz, Kelly identificó la "ambient luminescence"; un término que puede traducirse como "luz para ver". Este elemento proporcionaba una iluminación general del entorno, y aseguraba que el espacio circundante, sus objetos y las personas en él presentes fueran visibles. En virtud de su carácter amplio y uniforme, esta forma de iluminación, que proporcionaba una posibilidad de orientación y manejo generales, coincidía en gran medida con los planteamientos de los proyectos de iluminación cuantitativos. Sin embargo, a diferencia de lo que ésta postulaba, la luz para ver no era la meta, sino simplemente la base de un proyecto de iluminación más complejo. No se perseguía una iluminación global con una iluminancia pretendidamente óptima, sino una iluminación diferenciada fundamentada sobre el nivel básico de la luz ambiental. (Tal como lo expresa el cuadro 1. Figura 1)

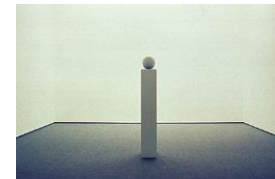


Figura 1: Luz para ver.
Recuperado de <https://www.erco.com/gui-de/basics/perception-orientated-lighting-design-2896/es/>.

Luz para mirar.

Con objeto de lograr una diferenciación, Kelly planteó una segunda forma de luz, a la cual denominó "focal glow", traducible como "luz para mirar". En este caso, por primera vez se encomendó expresamente a la luz el cometido de participar activamente en la transmisión de información. Para ello se tuvo en cuenta el hecho de que las zonas claramente iluminadas atraen involuntariamente la atención de la persona. Una distribución adecuada de la luminosidad permitía ordenar la abundancia de información contenida en un entorno. Las áreas con información esencial podían realizarse mediante una



Figura 2: Luz para mirar.
Recuperado de <https://www.erco.com/gui-de/basics/perception-orientated-lighting-design-2896/es/>.

⁵ Como se señala en el artículo <https://www.erco.com/guide/basics/perception-orientated-lighting-design-2896/es/>

iluminación acentuada, mientras que las informaciones secundarias o perturbadoras podían atenuarse mediante un nivel de iluminación menor. Esto facilitaba una información más rápida y segura. El entorno visual se apreciaba en sus estructuras y en la importancia de sus objetos. Idéntico principio se aplicaba a la orientación en el espacio, p. ej. La diferenciación rápida entre una entrada principal y una secundaria, así como a la acentuación de objetos, como en el caso de la presentación de productos o el realce de la escultura más exquisita de una colección. (Tal como lo expresa el cuadro 2. Figura 2)

Luz para contemplar.

La tercera forma de la luz, "play of brilliants" o "luz para contemplar", surgió de la certeza de que la luz no sólo puede mostrar información, sino que constituye una información en sí misma. Esta idea se aplicó sobre todo a los efectos de brillantez creados por fuentes de luz puntuales sobre materiales reflectantes o refractantes. No obstante, también podía percibirse como brillante la propia fuente de luz. La "luz para contemplar" insuflaba vida y atmósfera especialmente en todos los espacios representativos. Lo que tradicionalmente se había conseguido mediante arañas y luces de velas, ahora podía lograrse también aplicando los proyectos de iluminación modernos, mediante el uso selectivo de esculturas de luz o la formación de brillo sobre materiales iluminados. (Tal como lo expresa el cuadro 3. Figura 3)



Figura 3: Luz para contemplar. Recuperado de <https://www.erco.com/gui-de/basics/perception-orientated-lighting-design-2896/es/>

Al mismo tiempo, Kelly, delimita las exigencias que hay que cumplir para lograr un eficaz proyecto de iluminación artificial museográfica que cumpla con los *requerimientos de confort lumínico* y en consecuencia del *confort visual* y garantice la *conservación de las piezas*.

La iluminación del museo, según Kelly, debe satisfacer múltiples requisitos. En cada proyecto, los proyectistas se enfrentan al reto de conciliar en un concepto de iluminación, especificaciones de conservación, objetivos económicos, condiciones marco organizativo y directriz de diseño. Para no evaluar la calidad de la iluminación conforme a criterios exclusivamente cuantitativos tales como la *iluminancia*, resulta útil un modelo teórico basado en las funciones de la iluminación. Dicho modelo desliga la iluminación de los datos estáticos del espacio y otorga el protagonismo a la utilización de una situación espacial.

Según Kelly, es aconsejable que, al principio de cada proyecto de iluminación, los proyectistas se planteen las siguientes tres preguntas para cada uno de los ámbitos funcionales requeridos y se desarrollen 4 conceptos importantes:

- 1 ¿Qué significado cultural, arquitectónico y funcional reviste el espacio o la zona del espacio objeto del estudio?
- 2 ¿Qué tareas puede asumir la iluminación en el museo para perfeccionar la presentación de bienes culturales?
- 3 ¿Qué estrategia concreta de iluminación y qué tipos de iluminación están indicados como base para el diseño de iluminación?

CONCEPTOS.

Recibir. La iluminación de acento crea puntos de atracción visual y enfatiza con su efecto lejano la importancia de la institución. La iluminación vertical transmite una imagen representativa.

Experimentar. Es la luz la que permite a los visitantes experimentar el arte, al escenificar tanto los objetos expuestos como los espacios. La luz dirige la mirada del observador y forma parte de la dramaturgia de la exposición, otorgando una relevancia especial a obras importantes de la colección. Una luz brillante y una buena reproducción cromática son imprescindibles para apreciar los detalles. La iluminación de acento establece jerarquías de percepción. La luz dirigida necesaria para ello posee brillo y favorece un modelado detallado. Mediante un *espectro equilibrado* y la elección de la temperatura de color adecuada se logra una reproducción del color auténtica y rica en matices.

Descubrir. La combinación de diversos medios, las exposiciones temporales, así como la utilización del museo para eventos, exigen una infraestructura de iluminación multifuncional. Permiten reposicionar y reorientar los proyectores en cualquier momento sin necesidad de herramientas. Las distribuciones luminosas sustituibles permiten utilizar una misma luminaria para distintas aplicaciones: por ejemplo, para la iluminación de acento precisa, la iluminación básica de gran superficie o el bañado de paredes uniforme.

Preservar. La presentación de obras de arte al gran público protegiendo al mismo tiempo los objetos expuestos sensibles a la luz plantea grandes retos a los proyectistas. La tecnología LED y una estrategia de iluminación acertada ayudan a posibilitar a los visitantes una experiencia artística impactante pese a los estrictos requisitos de conservación. Los LEDs de alta calidad posibilitan una iluminación sin componentes espectrales dañinos en las gamas ultravioleta e infrarroja. Mediante la regulación, utilizando por ejemplo reguladores por potenciómetro, es posible ajustar individualmente el nivel de iluminación adecuado. A diferencia de lo que ocurre con las lámparas halógenas, en este proceso se mantiene la calidad de la luz de los LEDs.

Unas herramientas de iluminación precisas y un concepto de iluminación orientado a la percepción, son factores claves para la iluminación museográfica con requisitos de conservación.

1.2 Cantidad de luz.

Georges Braque, iniciador del cubismo, decía que la luz debía establecer una relación armónica entre objeto y espectador para que las obras puedan apreciarse correctamente. Pero a veces no debía verse solo como algo funcional, sino también como, un elemento plástico, como la pintura o escultura, capaz de generar emociones y comunicar.

En determinadas exposiciones, la luz contribuye al significado de la obra y genera el contexto expositivo adecuado, posicionando al espectador en un estado

emocional en el que perciba la obra en su total complejidad. Pero eso sucede, según Kelly, si las luminarias son eficientes y la energía aplicada llega en forma de luz a la superficie de destino. Los proyectores, bañadores y bañadores de pared son herramientas de iluminación flexible y eficiente para escenificar el arte de forma expresiva. La calidad de la *luminotecnia* es determinante no solo para lograr una distribución luminosa precisa y una experiencia artística intensa, sino también para la rentabilidad de la iluminación a largo plazo. Para comparar las prestaciones técnicas de las luminarias, es preciso evaluar indicadores en el contexto de tareas de iluminación equiparables.

Bañado de paredes.

Las superficies verticales iluminadas uniformemente son ideales para presentar cuadros y fotografías bajo una luz expresiva. Para ello se necesita un número de luminarias reducido. Así lo demuestra la comparación directa entre las tecnologías de lentes y de reflector en una pared de 10m de longitud, con una iluminancia (200lx) y una uniformidad idéntica. Tal como lo expresa el cuadro 4. Figura 4.

Bañado.

Los bañadores posibilitan la iluminación eficiente de cuadros de gran formato. Las lentes permiten dirigir la luz con precisión. Así, por ejemplo, se pueden iluminar objetos expuestos alargados mediante una distribución luminosa ovalada en lugar de con tres distribuciones luminosas spot convencionales. Esto se traduce en unos menores costes de inversión, instalación y conexión. Tal como lo expresa el cuadro 5. Figura 5.

Acentuación.

Los proyectores acentúan expresivamente las obras expuestas, realzan objetos individuales y establecen jerarquías de percepción. En comparación con las luminarias con reflector, con este sistema, resultan posibles soluciones de iluminación altamente eficientes. Para posibilitar acentos pronunciados se requieren sistemas ópticos precisos y de alto rendimiento. En este contexto, el factor clave no es el flujo luminoso de la luminaria, sino la iluminancia real en la superficie de destino. Tal como lo expresa el cuadro 6. Figura 6.



Figura 4: Bañado de paredes.
Recuperado de <https://www.erco.com/>



Figura 5: Bañado. Recuperado de
<https://www.erco.com/>



Figura 6: Acentuación. Recuperado de
<https://www.erco.com/>

1.2.1 El daño de los objetos.

Si bien recordamos lo mencionado anteriormente, uno de los conceptos principales según Richard Kelly, era el de preservación, ya que, ayudaba al total desarrollo del proyecto.

Preservar las colecciones equivale a reducir todas las “*posibilidades de pérdida*”. Equivale a administrar los riesgos que corren las colecciones. Los términos “riesgo” y “gestión de riesgos” son, en la actualidad, ampliamente utilizados en otras esferas, incluida los museos, para otras funciones diferentes de la preservación de las colecciones.

Gestionar los riesgos que corren las colecciones no es pensar solo en lo que pueda sucederles mañana, sino, dentro de diez años o en el transcurso de la vida. Es pensar a largo plazo.

Existen diferentes formas de clasificar e inventariar las posibles causas de pérdida o deterioro de las colecciones.

1.2.2 Clasificación de los objetos según el riesgo de daño.

Como ya comentamos, existen diferentes formas de clasificar e inventariar las posibles causas de pérdida o deterioro de las colecciones. En el presente texto se utilizó el sistema de clasificación de causas elaborado por el Instituto Canadiense de Conservación (ICC).

Según este cuerpo, existen diez agentes de deterioro que provocan deterioro o pérdidas en las colecciones: 1 las fuerzas físicas directas, 2 la luz, 3 los robos, el vandalismo y la pérdida involuntaria, 4 el fuego, 5 el agua, 6 los insectos y animales dañinos, 7 los contaminantes, las radiaciones, 9 la temperatura contraindicada y 10 el índice de humedad relativa contraindicada. Esta clasificación permite pensar en términos de gestión de riesgos para las colecciones. A continuación un cuadro explicativo.

Agente de deterioro	Riesgos del agente (Forma de pérdida o de deterioro y colecciones vulnerables)	Azares (Fuentes y elementos que atraen al agente) Lista parcial	Otras actividades y disciplinas que intervienen en la gestión de cada riesgo	Agente de deterioro	Riesgos del agente (Forma de pérdida o de deterioro y colecciones vulnerables)	Azares (Fuentes y elementos que atraen al agente) Lista parcial	Otras actividades y disciplinas que intervienen en la gestión de cada riesgo
Fuerzas físicas directas (choques, vibraciones, abrasión y gravedad)	Rotura, deformación, perforación, oquedades, arañazos, abrasión. Todo tipo de objetos.	Temblores de tierra. Guerra. Mala manipulación. Almacenes sobrecargados. Tránsito dentro y fuera del museo.	Conservación.* Todo el personal del museo para la detección, manipulación y respuesta a las situaciones de emergencia. Servicios de mantenimiento del edificio. Preparación para situaciones de emergencia, museo y gobierno.	Contaminantes 1 Gases internos y externos (por ej. contaminación, oxígeno) / 2 Líquidos (por ej. productos de plastificación, grasa) / 3 Sólidos (por ej. polvo, sales)	Desintegración, decoloración o corrosión de todos los artefactos, sobre todo de los materiales porosos y reactivos.	Contaminación urbana. Contaminación natural. Materiales de construcción. Materiales de embalaje. Algunos artefactos. Materiales de mantenimiento.	Conservación.* Explotación del edificio. Concepción de exposiciones. Servicios de mantenimiento del edificio.
Robo, vandalismo, pérdida involuntaria (acceso no autorizado y desplazamiento) 1 Intencional 2 Involuntario	1 Pérdida total (salvo si el objeto robado es recuperado). Todos los objetos pero en particular los objetos valiosos y fáciles de transportar. Mutilación, en particular de objetos populares o simbólicos. 2 Objeto perdido o extraviado. Todos los objetos.	Delincuentes profesionales y aficionados. Público. Personal del museo. Objetos valiosos muy visibles.	Seguridad. Gestión de las colecciones. Conservadores e investigadores. Policía local.	Radiaciones 1 Rayos ultravioletas 2 Luz visible	1. Desintegración, decoloración, oscurecimiento, amarilleo de la superficie de los materiales orgánicos y de algunos materiales inorgánicos coloreados. 2. Decoloración u oscurecimiento de la capa externa opaca de pinturas y de la madera a una profundidad, por lo general, de 10 µm a 100 µm, o más, en función de la transparencia de las capas.	Luz del día. Tragaluces, ventanas. Iluminación eléctrica.	Conservación.* Arquitectos. Explotación del edificio. Concepción de exposiciones. Personal de seguridad.
Fuego	Destrucción total. Quemadura. Depósito de hollín y residuos de humo. Daño colateral provocado por el agua. Todos los objetos.	Instalación de exposición. Sistemas de iluminación, de electricidad defectuosos. Incendio voluntario. Fumadores negligentes. Construcciones adyacentes.	Seguridad (fuego). Todo el personal de museo para la detección. Servicio incendios local. Conservación*	Temperaturas contraindicadas 1 Demasiado elevadas 2 Demasiado bajas 3 Fluctuaciones	1 Alteración de los colores y desintegración progresiva de los materiales orgánicos, sobre todo si son químicamente inestables (por ej. papel ácido, fotografías en colores, películas de nitrato y de acetato). 2 Friabilidad que provoca el agrietamiento de la pintura y de otros polímeros. 3 Agrietamiento y separación de las capas de los materiales sólidos quebradizos. Fuentes de fluctuaciones de la humedad relativa (véase Índices de humedad relativa contraindicados).	Clima local. Luz del sol. Instalaciones técnicas defectuosas.	Conservación.* Arquitectos. Explotación del edificio. Concepción de exposiciones.
Agua	Contornos de manchas o efluorescencias sobre los materiales porosos. Dilatación de los materiales orgánicos. Corrosión de los metales. Disolución de la goma. Separación de capas, levantamientos, combadura de los objetos laminados. Allojamiento, rotura o corrosión de los objetos ensamblados. Encogimiento de los tejidos o de las telas con tejido apretado.	Inundaciones. Tempestades. Techos defectuosos. Conductos de agua y de alcantarillado defectuosos dentro de la instalación. Conductos de agua y de alcantarillado defectuosos fuera de la instalación. Redes de extintores automáticos bajo el agua.	Conservación.* Preparación para las situaciones de emergencia, museo y gobierno. Todo el personal de museo para la detección y la respuesta a las situaciones de emergencia. Servicios de mantenimiento del edificio.	Índices de humedad relativa contraindicados 1 Humedad excesiva (HR superior al 75%) 2 HR superior o inferior a un umbral determinado 3 HR superior a 0% 4 Fluctuaciones	1 Moho (manchas sobre los materiales orgánicos e inorgánicos, debilitamiento), corrosión (metales) y encogimiento (textiles tejido apretado). 2 Hidratación o deshidratación de algunos minerales y corrosión de los metales que contienen sales. 3 Alteración de los colores y desintegración progresiva de los materiales orgánicos, sobre todo los materiales químicamente inestables (por ej. papel ácido). 4 Encogimiento y dilatación de los materiales orgánicos que no sufren el efecto de fuerzas. Compresión, agrietamiento de materiales orgánicos que sufren el efecto de fuerzas. Separación y levantamiento de las capas de materiales orgánicos. Disminución de la tensión de las juntas en los componentes orgánicos de los objetos.	Clima local. Salideros de agua. Paredes frías. Instalaciones técnicas defectuosas. Ventilación inadecuada.	Conservación.* Arquitectos. Explotación del edificio. Concepción de exposiciones.
Plagas 1 Insectos 2 Roedores, aves y otros animales pequeños 3 Moho, microbios (véase Humedad relativa, Humedad excesiva)	1 Destrucción, perforación, desgaste, galerías. Excrementos que destruyen, debilitan o desfiguran los materiales, en particular pieles, plumas, colecciones de insectos, tejidos, papel y madera. 2 Destrucción de materiales orgánicos y pérdida involuntaria de los objetos más pequeños. Manchas provocadas por los excrementos y la orina. Perforación, manchas de los materiales inorgánicos que crean un obstáculo ante los materiales orgánicos.	Paisaje circundante. Vegetación en el perímetro del edificio. Presencia de basura. Introducción de materiales de construcción. Introducción de nuevos artefactos. Llegada de personal y visitantes. Alimentos derramados.	Conservación.* Explotación del edificio. Servicios de alimentación. Concepción de exposición. Todo el personal del museo. Compañías externas de desinfección. Biólogos ajenos para la identificación.				

Figura 7: Tabla de agentes de deterioro. Recuperado de <https://www.erco.com/es/>

1.2.2.1 Consideraciones y principios básicos de iluminación.

Asimismo, Kelly, menciona a la iluminación, como uno de los primeros aspectos de la planificación expositiva, e indica que los tipos de lámparas se deciden antes que la colocación de los objetos. El proyecto de iluminación debe contemplar:

1. La elección de las fuentes de luz.
2. La potencia.
3. Óptica adecuada.
4. Ubicación correcta.
5. Integración con el entorno.

Con relación a las fuentes de luz hay que tener en cuenta:

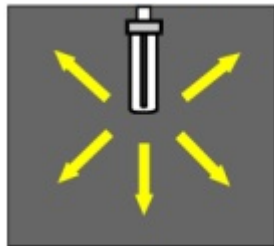


Figura 8: Flujo luminoso.
Recuperada de www.Google.com.ar

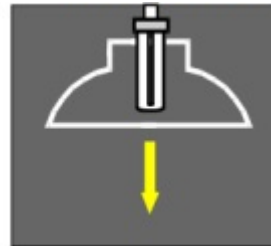


Figura 9: Intensidad luminosa.
Recuperada de www.Google.com.ar



Figura 10: Iluminancia.
Recuperada de www.Google.com.ar

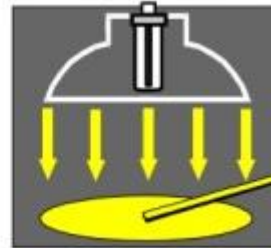


Figura 11: Luminancia
Recuperada de www.Google.com.ar

FLUJO LUMINOSO (F): es una medida de la potencia total de luz visible emitida por las fuentes de radiación. Al hablar de cantidad total de luz estamos diciendo que el flujo luminoso nos proporciona una medida cuantitativa y global de la cantidad luz que la fuente luminosa emite en todo el espacio que le rodea. SU UNIDAD ES EL LUMEN (lm).

INTENSIDAD LUMINOSA (L): para una fuente puntual, es la cantidad de flujo luminoso que lleva cada uno de los rayos que la fuente emite en una determinada dirección por unidad de ángulo sólido. Su unidad es la candela (cd).

ILUMINANCIA (E): cantidad de flujo luminoso recibido en una superficie, dividido por el área de dicha superficie. $e = i/d^2$ su unidad es el lux: $lx = lm/m^2$.

LUMINANCIA (L): cantidad de intensidad luminosa que emite una fuente primaria o secundaria en una determinada dirección de observación, dividida por el área de dicha superficie extensa su unidad es: cd/m^2 .

TEMPERATURA DE COLOR: temperatura a la que el espectro de emisión de una fuente luminosa es equiparable al espectro de emisión de un cuerpo negro a esa temperatura. Relacionada con la tonalidad de la luz.

CUERPO NEGRO: es el absorbente perfecto y constituye un modelo físico ideal para la emisión luminosa.

Todos estos conceptos mencionados anteriormente, cumplen un rol importante al momento de diseñar un espacio de iluminación. Deberían ser contemplados, ya que nos permitirá desarrollar los principios básicos de iluminación.

Se comprende que un diseño de iluminación requiere la apreciación de la *forma, color, contenido y dimensión*, tanto de los objetos expuestos como del espacio que los expone. Son siete, los principios básicos:

1. El ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia.
2. El ángulo al que la luz incide ayuda a la apreciación del objeto.
3. Todo objeto iluminado se convierte en una fuente de luz y su imagen es reflejada proporcionalmente a la iluminación relativa del objeto y a la superficie reflectante.
4. Cuanto más oscuro es el tono de la superficie reflectante, más luz se necesita.
5. La intensidad de la luz disminuye en proporción inversa al cuadrado de la distancia desde su fuente.
6. Los rayos de luz, si no se bloquean, irradian desde su fuente de forma igualitaria en todas las direcciones.
7. Los colores oscuros absorben la luz mientras que los colores claros y superficies pulidas la reflejan.

1.2.2.2 Fuentes luminosas.

Una luminaria es un dispositivo diseñado para controlar y manipular la emisión de una fuente luminosa mediante elementos ópticos (espejos y/o lentes). En este sentido, toda luminaria tiene un ángulo de apertura, lo cual permite clasificarlas en luminarias de inundación y luminarias de concentración. La elección de la luminaria está en relación con el carácter de la iluminación, es decir, con el resultado visual que se desea lograr con la iluminación. Así, una luminaria abierta iluminará igualmente un cuadro y la pared que lo soporta, mientras que una luminaria cerrada iluminará sólo el cuadro produciendo una acentuación más notoria de dicha obra. Otra característica de las luminarias es el tipo de luz que emiten con relación a la nitidez de sus límites, lo cual se conoce como difusión; una luz con bordes definidos se denomina luz dura, y una luz con bordes indefinidos se denomina luz blanda. La difusión da mayor o menor relieve a las texturas de los objetos. Por último, hay luminarias que permiten recortar sus bordes produciendo zonas de luz rectangulares, lo cual puede resultar de utilidad cuando se trata, por ejemplo, de cuadros o pedestales de base cuadrada.

De acuerdo a los principios básicos mencionados y las bases de diseño de iluminación de museos se han considerado dos grandes áreas de fuentes de luz artificial: la iluminación originada por lámparas incandescentes y la producida por lámparas de descargas.

Lámparas incandescentes. Existe gran cantidad de modelos y potencias, son las más usadas tanto para iluminación general como puntual. Son importantes las que añaden gases halógenos que retrasan la evaporación del filamento y producen luz más blanca, pero tienen una temperatura más elevada y emiten más UV e infrarrojos.

La lámpara incandescente produce luz por medio del calentamiento eléctrico de un alambre (el filamento) a una temperatura alta que la radiación se emite en el campo visible del espectro. Son las más antiguas fuentes de luz conocidas con las que se obtiene la mejor reproducción de los colores, con una luz muy cercana a la luz natural

del sol. Su desventaja es la corta vida de funcionamiento, baja eficacia luminosa (ya que el 90% de la energía se pierde en forma de calor) y depreciación luminosa con respecto al tiempo. La ventaja es que tienen un coste de adquisición bajo y su instalación resulta simple, al no necesitar de equipos auxiliares. *aparición de color: blanco cálido.

Lámparas fluorescentes. Tienen una gran eficacia luminosa y bajo consumo, se fabrican en una gran gama de “blancos” o temperaturas de color para conseguir efectos distintos. En museos se deben utilizar las que superan el índice de 90. Su luz es uniforme y por tanto ideal para una iluminación general y para obras bidimensionales (siempre que no haya que destacar sus texturas).

Para poner en funcionamiento una fluorescente hay que calentar unos filamentos de tungsteno (como los de las bombillas) que se encuentran en ambos extremos del cilindro de vidrio. Estos filamentos al calentarse desprenden electrones que ionizan (cargan eléctricamente) los gases inertes (argón y neón) haciendo que entren en un estado de materia llamado plasma (existen 4 estados de la materia, sólido, líquido, gaseoso y plasma). Cuando los gases se encuentran en su estado de plasma se excitan los átomos de mercurio que producen una luz visible aunque la mayor parte se muestra como luz ultravioleta, poco útil para nosotros. Sin embargo esta luz ultravioleta incide en el fósforo que reacciona emitiendo luz visible. Según el tipo de luz deseada (más azul o más naranja) se usará un tipo de recubrimiento de fósforo u otro.

Lámparas de alta presión de vapor de mercurio, halogenuros metálicos y vapor de sodio. Tienen alto rendimiento luminoso y bajo consume, pero su índice de reproducción cromática las hace inadecuadas para exposiciones.

Fibra óptica. Su luz es brillante y no tiene radiación UV e infrarroja. Es un sistema muy flexible y versátil que permite lograr efectos múltiples, siendo su utilización generalizada en las vitrinas.

LED. Emiten una gama espectral de banda estrecha, su luz blanca se obtiene por la mezcla RGB. Se están empezando a usar para iluminación de espacios y objetos por su alta eficacia luminosa y su calidad de luz.

A continuación, una tabla comparativa según las fuentes luminosas.

TABLA DE EQUIVALENCIA:





				
LÚMENES	LED	FLUORESCENTES	HALÓGENAS	INCANDESCENTES
80 / 90	< 1W	< ---	< ---	< 10W
240 / 270	< 3W	< ---	< ---	< 20W
400 / 450	< 5W	< ---	< ---	< 35W
560 / 630	< 7W	< ---	< 29W	< 50W
800 / 900	< 10W	< 20W	< 40W	< 80W
960 / 1080	< 12W	< 24W	< 49W	< 100W
1200 / 1350	< 15W	< 30W	< 62W	< 120W
1600 / 1800	< 20W	< 40W	< 80W	< 150W
4800 / 5400	< 60W	< 120W	< 250W	< 400W
6400 / 7200	< 80W	< 160W	< 330W	< 450W
7200 / 8100	< 90W	< 180W	< 370W	< 550W
9600 / 10080	< 120W	< 240W	< 500W	< 750W
12000 / 13500	< 150W	< 300W	< 620W	< 900W
13800 / 14400	< 160W	< 320W	< 663W	< 950W
AHORRO ENERGÉTICO	+ DE 80%	+ DE 60%	+ DE 30%	0%

Figura 7: Tabla de equivalencia. Recuperado de <https://www.google.com.ar/>

1.3 Ergonomía visual. Confort visual y deslumbramiento visual.

La ergonomía estudia las condiciones apropiadas del ambiente para que puedan desarrollarse correctamente y con comodidad determinadas actividades. Desde el punto de vista de la ergonomía visual, la buena percepción se da cuando se cumplen las siguientes condiciones:

1. Iluminación suficiente. Esto no sólo depende de la cantidad de luz que incide sobre el objeto, sino también de la luz incidente sobre el entorno próximo del objeto. Se trata por ello más bien del contraste entre objeto y entorno que de la cantidad de luz arrojada sobre el objeto. Esto es de vital importancia, ya que puede utilizarse una baja cantidad de luz sobre el objeto si se realiza un balance adecuado con el entorno; para ello habrá que proveer las condiciones adecuadas para que el ojo pueda adaptarse a los niveles de iluminación requeridos.

2. Calidad del espectro, es decir, su Índice de Reproducción Cromática o IRC. Hay casos en los que no es importante tener un buen IRC (por ejemplo, en la iluminación de determinados tipos de metales), pero en casos como la pintura, el IRC debe ser excelente. El IRC depende de la composición espectral de la fuente: una fuente de espectro continuo tiene buen IRC, dependiendo que sea mejor o peor del balance entre las componentes cromáticas de la fuente.

3. Luminancias directas nulas e indirectas bajas. Debe evitarse en lo posible que la luz emitida por las luminarias incidan directamente en los ojos del visitante, ya que esto dificulta la visión y produce fatiga visual. En el caso de objetos brillantes deberá estudiarse el nivel de iluminación adecuado para que los reflejos no sean molestos.

4. Reflejos inexistentes. Por ejemplo, en los cristales de una vitrina deberá evitarse que la luz incida sobre ellos, evitando así que la luz se refleje molestando al visitante.

Teniendo en cuenta las características mencionados anteriormente, los proyectos eficientes de iluminación artificial museográfica deben tener en cuenta el análisis de las variables que garantizan la ergonomía visual: la iluminación suficiente y adecuada para la percepción de los objetos y su conservación, la adecuada selección y ubicación de luminaria y lámparas, el control de la uniformidad de la iluminación y el control del deslumbramiento.

La actividad museológica es dinámica basada en el uso de sus salas de acuerdo al tipo de colección, la flexibilidad del sistema de alumbrado, el nivel de iluminancia, el nivel de uniformidad de la iluminación y el control del deslumbramiento; por lo que es conveniente proponer un procedimiento metodológico científico/empírico de evaluación de la ergonomía visual del museo, para la toma de decisiones que redunden en beneficio de la conservación, y del confort.

El **concepto** del diseñador de iluminación *Richard Kelly*, habla sobre la división de la luz en tres categorías: iluminación general, que proporciona orientación básica; luz de acento, que realza áreas y objetos; y luz decorativa como finalidad estética en sí misma.

Al aplicar la estrategia del confort visual eficiente ya durante la fase de desarrollo del producto, nos aseguramos de que se tomen en consideración todos los factores para una iluminación de museo sostenible, desde la calidad de la luz hasta la rentabilidad, pasando por el confort visual. No solo el tipo de escenificación luminosa contribuye a la calidad de la experiencia de la exposición, sino que también lo hace el confort visual de la iluminación.

El confort visual es un estado generado por la armonía o equilibrio de una elevada cantidad de variables. Las principales están relacionadas con la naturaleza, estabilidad

y cantidad de luz, y todo ello en relación con las exigencias visuales de las tareas y en el contexto de los factores personales.

Factores que determinan el confort visual según Richard Kelly:

Los requisitos que un sistema de iluminación debe cumplir para proporcionar las condiciones necesarias para el confort visual son los siguientes:

- Iluminación uniforme.
- Luminancia óptima.
- Ausencia de brillos deslumbrantes.
- Condiciones de contraste adecuadas.
- Colores correctos.
- Ausencia de luces intermitentes o efectos estroboscópicos.

Además de la adaptación visual (ver Introducción), los ojos pueden sufrir ante condiciones de luz demasiado brillo que causan incomodidad. “El resplandor es la luz brillante que puede interferir con la percepción visual”.⁶ Hay dos tipos de deslumbramiento:

El deslumbramiento directo, que es esa fuente de luz brillante que impacta directamente en el campo de visión. Nos referimos a los dispositivos dirigidos en línea directa.

O el deslumbramiento reflectante, que es el reflejo de una fuente de luz en superficies brillantes específicas. Un ejemplo de esto sería una luz descendente dirigida hacia un suelo de granito creando una mancha brillante (Egan, 27, 2002).

En los museos, el deslumbramiento puede causar problemas graves e interferir con la experiencia interactiva. A veces, con el fin de mitigar esos problemas de deslumbramiento, las vitrinas se diseñan para evitar sombras y reflejos en los cristales. (Lingren, 2009).

“Es de obligatorio cumplimiento el control del deslumbramiento directo o reflejado, provocado por la inadecuada incidencia de la luz ya sea natural o artificial sobre la visual o sobre los objetos expuestos o por contraste excesivo de luminancias entre el objeto y su entorno inmediato” (Manual Philips, 1993).

Los deslumbramientos son casos límite de desequilibrio luminotécnico. Se producen cuando la cantidad de luz procedente de uno o varios objetos que aparecen en el campo visual es muy elevada. Según el citado manual, el deslumbramiento está dado fundamentalmente por dos aspectos:

Reflexión. Este llega a causar distracción y en casos extremos obliga a cambiar la vista del objeto exhibido. En el momento de colocación de las obras, se debe ser muy cuidadoso en los elementos de superficies lisas y reflectantes o excesivamente claras, que no estén por encima de la altura de la cabeza o en su ubicación tengan un ángulo de posicionamiento que creen tales afectaciones. Además que los cuerpos iluminantes cumplan con las posiciones que no sean los ángulos propicios al deslumbramiento o que emitan lateralmente. El uso de ópticas adecuadas también contribuye a la eliminación de este efecto.

Contraste. Se da fundamentalmente por sobre-iluminaciones de las obras con fuentes focalizadas, que crean valores altos de iluminación del cuadro con respecto al entorno que lo rodea y crea los efectos de sombra que tanto deterioran la buena imagen de un proyecto.

Estos tres conceptos mencionados anteriormente, **ERGONOMIA VISUAL, CONFORT VISUAL Y DESLUMBRAMIENTO VISUAL**, trabajan en conjunto, si bien la

⁶ Recuperado de la página web

https://www.researchgate.net/publication/323365562_MUSEOS_Y_DISENO_DE_ILUMINACION

ergonomía visual es el concepto central, cada uno de ellos, cumple un rol importante, y si uno de ellos no se toma en cuenta, los demás no funcionarían.

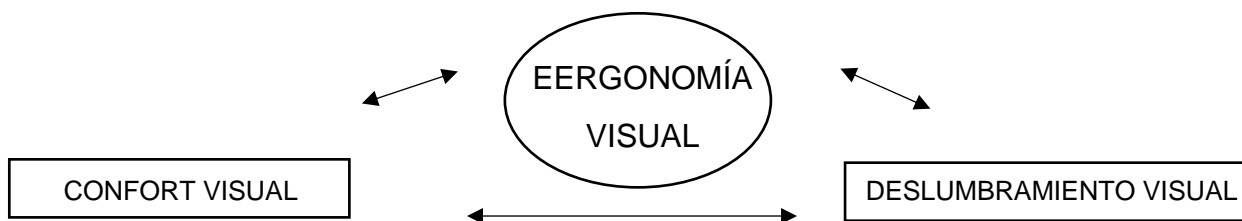


Figura 13: Elaboración propia en base a lo mencionado anteriormente.

1.4 Luminotecnia. Concepto de iluminación eficiente.

En relación con los conceptos dados anteriormente, la luminotecnia utiliza toda una serie de magnitudes para la representación cuantitativa de las propiedades de las fuentes de luz, o de sus efectos luminosos. Estudia las distintas formas de producción de luz, así como su control y aplicación.

Hasta no hace mucho, el diseño de iluminación implicaba suministrar la luz en cantidades apropiadas a fin de posibilitar la realización de las tareas con alto rendimiento visual. El aspecto cualitativo se limitaba, eventualmente, a eliminar o reducir posibles efectos de deslumbramiento. Sin embargo, el descubrimiento de que la luz no solo afecta a las capacidades visuales de las personas, sino también a su salud y bienestar, por un lado, el vertiginoso desarrollo tecnológico de fuentes luminosas, dispositivos ópticos y sistema de control y la necesidad de utilizar los recursos energéticos de manera más eficiente, por otro, le dieron al concepto de diseño un perfil notablemente más cualitativo.

Teniendo en cuenta ese nuevo enfoque, se puede decir que un sistema de iluminación eficiente es todo aquel que, además de satisfacer necesidades visuales, crea también ambientes saludables, seguros y confortables, los recursos tecnológicos (fuentes luminosas, luminarias, sistemas ópticos, equipos de control, etc) hace un uso racional de la energía para contribuir a minimizar el impacto ecológico y ambiental, todo esto por supuesto, dentro de un marco de costos razonables, que no solamente debe incluir las inversiones iniciales sino también los gastos de explotación y mantenimiento.

La eficiencia de una luminaria está dado por su diseño óptico, la calidad de los materiales empleados en su producción (reflectores, difusores, filtros etc.), el manejo de la temperatura dentro de la luminaria y los requerimientos para prevenir el deslumbramiento. Los tres objetivos que persigue la iluminación eficiente son: reducir el consumo de energía, alargar la vida de las bombillas y reducir el impacto sobre el **medio ambiente**. Requisitos imprescindibles para toda una nueva generación de bombillas y luminarias.

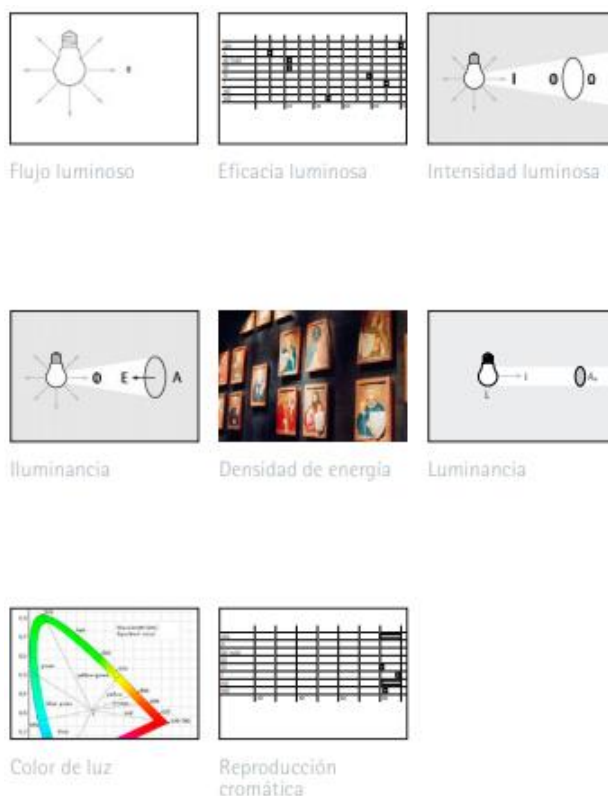


Figura 14: Recuperada de www.google.com.ar



CAPITULO 2.

**PROCEDIMIENTOS METODOLOGICOS
PARA EL DISEÑO DE LA ILUMINACION ARTIFICIAL.**

CAPITULO 2. Procedimientos metodológicos para el diseño de la iluminación artificial.

En este capítulo, se ejemplifica el uso de las técnicas y tecnologías de iluminación artificial museográfica utilizadas para el adecuado diseño de iluminación según el autor Mario Raitelli.

2.1 Proceso de diseño.

Para Raitelli, no es fácil establecer un sistema de iluminación ya que cualquier proyecto puede tener diferentes puntos de abordaje. No obstante, es recomendable según él, seguir el proceso que se emplea en otros campos del diseño y que se indica esquemáticamente en la figura siguiente.

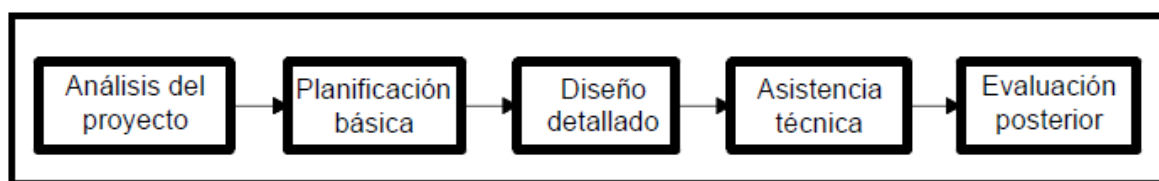


Figura 15: Proceso. Recuperada de PDF Diseño de iluminación

2.1.1 Análisis.

El procedimiento es aplicable tanto en nuevos diseños como para remodelar instalaciones existentes y comienza por un análisis destinado a reunir datos que permiten determinar las demandas, visuales, emocionales y estéticas, de iluminación y establecer los alcances y limitaciones del trabajo. La identificación clara y precisa de estas cuestiones es fundamental para el éxito de cualquier proyecto.

Las demandas visuales son una consecuencia de la realización de actividades y para determinarlas se debe evaluar la dificultad de las tareas en función de sus características y condiciones de realización. Los requerimientos emocionales, en cambio, surgen por la influencia que la luz ejerce sobre el estado de ánimo, motivación, sensación de bienestar y seguridad de las personas. Estos dos tipos de demandas son variables entre individuos por razones de edad, entrenamiento, aptitud, condiciones de visión, etc. y este hecho debe ser tenido en cuenta en el análisis.

Las demandas estéticas por su parte, se refieren a la posibilidad de crear ambientación visual, destacar la arquitectura, ornamentación, obras de arte, etc. Para esto hay que considerar las características físicas y arquitectónicas del ambiente así como del mobiliario y del entorno, la importancia y significado del espacio, etc.

En cuanto a alcances y limitaciones se puede afirmar según Raitelli, que por lo general, la restricción más importante es de carácter presupuestario. Para analizar este aspecto hay que considerar no sólo los costos de instalación sino también los de funcionamiento. Cuando las decisiones se toman solamente en función de la inversión inicial, como ocurre frecuentemente, se corre el riesgo de restringir seriamente los objetivos del proyecto o diseñar instalaciones donde los costos no previstos de consumo energético y mantenimiento hacen que su uso sea demasiado oneroso. Un ejemplo de este punto, lo constituyen las lámparas fluorescentes compactas, cuyo uso muchas veces se descarta por su mayor precio en comparación con las fuentes incandescentes, a pesar que su alta eficiencia permite amortizar la inversión inicial en muy corto plazo.

Otras restricciones pueden surgir de cuestiones normativas o reglamentarias, por razones de seguridad o debido a la conformación del espacio, por ejemplo, la existencia

de elementos estructurales, arquitectónicos o canalizaciones de otros servicios suelen impedir el emplazamiento de luminarias y/o equipos auxiliares.

La mayoría de los datos necesarios para el análisis del proyecto se obtiene de la documentación técnica que deben suministrar el propietario y/o el responsable de la obra. Pero también hay que realizar un relevamiento visual (y eventualmente fotométrico, eléctrico y fotográfico) en la obra, ya que permite verificar y completar datos técnicos e identificar detalles difíciles de especificar en planos. Por último, la entrevista a los usuarios es también de mucha ayuda, ya que brinda la oportunidad de conocer sus opiniones, necesidades y preferencias respecto de las condiciones de iluminación.

2.1.2 Planificación básica.

A partir del análisis de la información reunida en la etapa anterior, es posible establecer un perfil de las características que debe tener la instalación para satisfacer las distintas demandas que el trabajo plantea. Lo que se busca aquí es desarrollar las ideas básicas del diseño sin llegar a precisar todavía ningún aspecto específico como sería la selección de las luminarias, por ejemplo. En este punto se define el sistema de alumbrado, las características de las fuentes luminosas, la factibilidad para el uso de alumbrado natural y, eventualmente, la estrategia para su integración con la iluminación artificial, etc. Para estas tareas, la consulta a publicaciones especializadas y la visita a instalaciones con características similares ayudan a desarrollar algunas ideas; pero fundamentalmente, son la aptitud y experiencia del diseñador y sobre todo su espíritu creativo, los elementos que permiten plasmar el concepto inicial de diseño.

Elección del sistema de alumbrado. En las Figuras 16 a 19 se muestran los principales sistemas de alumbrado utilizados en instalaciones de iluminación museográfica y en la Tabla n° 20 se resumen las características más importantes a tener en cuenta para seleccionar el tipo más adecuado.

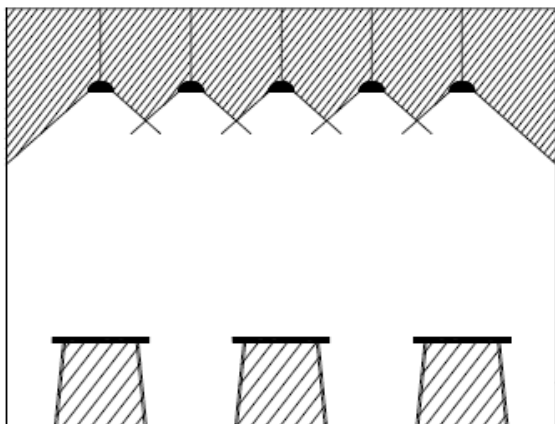


Figura 16: Sistema de alumbrado. Recuperada de PDF
Diseño de iluminación

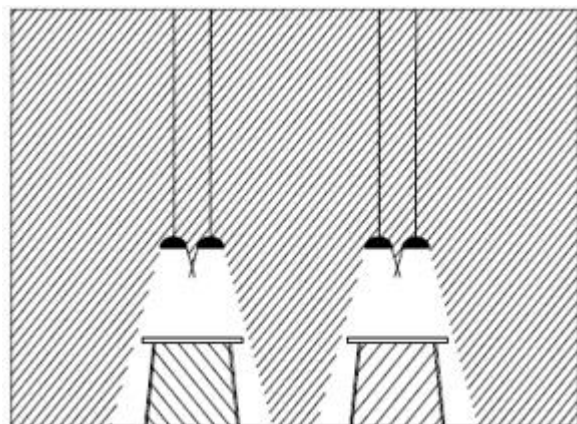


Figura 17: Sistema de alumbrado. Recuperada de PDF
Diseño de iluminación

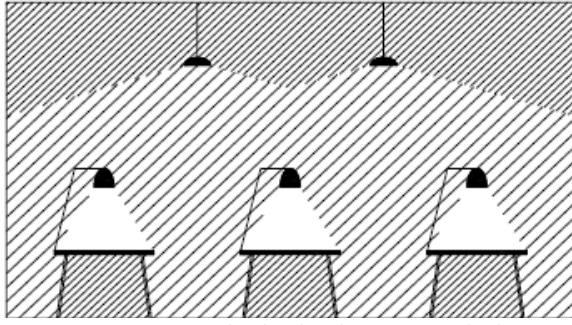


Figura 18: Sistema de alumbrado. Recuperada de PDF
Diseño de iluminación

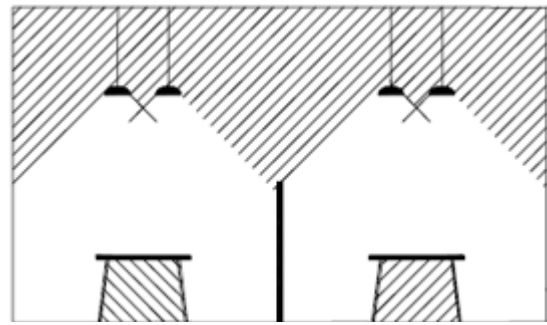


Figura 19: Sistema de alumbrado. Recuperada de PDF
Diseño de iluminación

El sistema de alumbrado general se caracteriza por proveer una iluminación uniforme en todo el espacio ya que las luminarias se distribuyen en planta en forma regular. Esto conduce a un mayor consumo de energía por alumbrado, en especial en instalaciones de grandes dimensiones, como por ejemplo locales de planta abierta. Este tipo de iluminación brinda al ambiente un aspecto ordenado y produce efectos de modelado bastantes blandos, es simple de diseñar y no requiere coordinación con el esquema de distribución de los puestos de trabajo. Si se trata de salas donde se prevé utilizar paneles divisorios o muebles de altura considerable, puede ser necesario modularizar también el arreglo de luminarias (Figura 18) a fin de minimizar los efectos de proyección de sombras sobre el plano de trabajo.

Tabla 1: Características aproximadas de los sistemas de alumbrado:

Sistema de Alumbrado	Disposición de Luminarias	Características Luminotécnicas	Efectos Visuales		Coordinación con ubicación de áreas de trabajo	Consumo energético
			Sobre el Espacio	Sobre personas y objetos		
General Directo o indirecto	Uniforme	Altos niveles de Iluminancia en todo el espacio. Excelente uniformidad. Reducción de contrastes y brillos. Se minimiza la proyección de sombras.	Produce sensación de amplitud y orden Crea atmósferas de monotonía y condiciones propicias para trabajos que requieren de alta concentración.	Modelados blandos. Aplana texturas. Oculta detalles. Minimiza efectos de reflejos especulares Apaga intensidad de los colores.	No requiere	Elevado (más con sistema indirecto). No permite reducción individual de los niveles de iluminación.
Localizado	Irregular	Altos niveles de Iluminancia sólo en áreas de interés. Uniformidad general baja Contrastes realizados. Puede causar importante proyección de sombras	Produce sensación de reducción del espacio. Puede crear atmósferas dramáticas, estimulantes y distractivas	Modelados duros. Realza textura y detalles. Los colores resultan más intensos. Ideal para crear efectos luminosos.	Muy importante	Reducido. Adecuado para controlar niveles de iluminación individualmente.
General y localizado	Uniforme (general) e irregular (localizado)	Iluminancia general reducida respecto de áreas de trabajo. Uniformidad general baja. Contrastes realizados. Puede causar importante proyección de sombras	Un balance adecuado puede compensar la sensación de reducción del espacio y crear condiciones propicias para el trabajo	Con un balance adecuado el modelado resulta casi natural. Buena apariencia de textura y detalles.	Muy importante sólo para el sistema de alumbrado localizado	Intermedio entre alumbrado general y localizado. Adecuado para controlar niveles de iluminación individualmente sin afectar el resto de la instalación.
Modularizado	Uniforme por sectores	Iluminancia media elevada. Uniformidad excelente. Reducidos contrastes y proyección de sombras	Idem a alumbrado general	Idem a alumbrado general	Importante para determinar el arreglo de luminarias	Elevado. Requiere sectorización de los circuitos. Permite reducción de los niveles de iluminación por sectores.

Figura 20: Características. Recuperada de PDF Diseño de Iluminación

2.2.4 Elección de las fuentes luminosas.

Respecto de las fuentes luminosas, en la etapa de planificación básica, solamente se define el tipo de lámpara que conviene utilizar de acuerdo con las demandas del proyecto; por ejemplo, se decide si va a emplearse luz incandescente, fluorescente, vapor de mercurio, etc. La especificación definitiva (potencia, equipo auxiliar, modelo, forma, marca, etc.) se hace cuando se seleccionan las luminarias y se realiza el diseño geométrico.

Para la selección de lámparas hay que tener en cuenta todos sus parámetros y características funcionales, según se vio en el capítulo 1, de fuentes luminosas. Sin embargo, para el tipo de análisis que interesa por ahora, en general, es suficiente considerar sólo los factores de diseño que tienen que ver con el rendimiento luminoso, las características cromáticas, la vida útil y el tiempo de encendido. En la tabla 2 se indican los requerimientos del diseño a tener en cuenta en relación con cada uno de esos parámetros.

<i>Criterio de clasificación</i>	<i>Tipo de luminaria</i>	<i>Ejemplos típicos</i>	
Uso	Alumbrado general	Luminarias fluorescentes (lineales o compactas), campanas.	
	Alumbrado localizado	Lámparas de mesa, spots* p/iluminación de obras de arte.	
	Alumbrado decorativo	Luminarias de estilo, colgantes, apliques.	
	Señalización y emergencia	Letreros luminosos, indicadores de dirección, luces de emergencia.	
	Especiales	Luminarias estancas (sumergibles), capsuladas (p/ambientes explosivos)	
Tipo de fuente de luz	Incandescente (Convencionales y halógenas de bajo voltaje)	Luminarias de mesa, spots, apliques y colgantes.	
	Fluorescente (Lineales y compactas)	Plafones y colgantes, downlights**, uplights***, bañadores.	
Dimensiones	Descarga en gas (Tubulares y elipsoidales)	Proyectores, campanas.	
	Conductores de luz	Fibras ópticas, lumiductos.	
	Puntual	Spots p/ lámparas halógenas de baja tensión	
Tipo de montaje	Extensa	Fluorescentes lineales	
	Fijo	Embutido, aplicado o suspendido (eventualmente con pequeños ajuste del enfoque)	Luminarias fluorescentes (lineales o compactas), campanas, spots, downlights, uplights.
		Estructuras modulares	Módulos lineales fluorescentes integrados.
	Integrados a la arquitectura	Cielorascos luminosos, pozos de luz, gargantas y molduras.	
Cerramiento	Móvil	Proyectores.	
	Desplazables (generalmente también orientables)	Luminarias p/rieles electrificados	
	Sin cerramiento	Plafones y colgantes abiertos, campanas.	
Superficie reflectora	Difusor opalino o prismático.	Plafones y colgantes cerrados.	
	Louver de malla pequeña, grande o doble parabólico.	Plafones y colgantes, downlights.	
Superficie reflectora	Difusora	Luminarias fluorescentes (lineales o compactas).	
	Especular (lisa o facetada)	Luminarias fluorescentes (lineales o compactas), downlights, proyectores.	

Figura 21: Criterios de clasificación. Recuperada de PDF Diseño de iluminación

* Spot: Luminaria de pequeñas dimensiones, asimilable a un punto luminoso.

** Downlight: Luminaria que dirige la luz principalmente de arriba hacia abajo.

*** Uplight: Luminaria que dirige la luz principalmente de abajo hacia arriba.

Nota: Se ha mantenido la denominación en inglés por cuanto estos términos son ampliamente conocidos y usados en la práctica.

2.2 Diseño detallado.

En esta etapa, en función del perfil definido en la fase de planificación básica, se comienza a resolver los aspectos específicos del proyecto, estos comprenden: la selección de luminarias, el diseño geométrico y sistema de montaje, los sistemas de alimentación, comando y control eléctricos, la instalación de alumbrado de emergencia y seguridad. Además, se realiza el análisis económico-financiero y el presupuesto del proyecto, se confecciona la documentación técnica (planos y memorias descriptiva) incluyendo una propuesta de esquemas funcionales para propiciar el uso racional de la energía y un programa adecuado de mantenimiento. Es muy conveniente, y a menudo solicitado por el usuario, considerar varias alternativas.

2.2.1 Selección de luminarias.

La selección de las luminarias es uno de los aspectos más importante del proyecto. El tipo más conveniente se determina sobre la base de consideraciones técnicas, estéticas y por supuesto, económicas. Aunque siempre deben considerarse los tres factores, hay que establecer prioridades en función de los requerimientos del diseño. Por ejemplo, si la ambientación visual es la meta deseada, la pauta predominante en la selección será la búsqueda de armonía entre los artefactos y el estilo arquitectónico, el carácter y la ornamentación del local. Si en cambio, se necesita crear condiciones de trabajo visual adecuadas y alta eficiencia energética, van a prevalecer los criterios técnicos tales como el rendimiento de las luminarias, las características fotométricas, el control de deslumbramiento, etc.

El mercado ofrece una amplia variedad de luminarias que permiten satisfacer, prácticamente, cualquier tipo de demanda. Sin embargo, hay que tener en cuenta que las luminarias se diseñan para funcionar con determinados tipos de lámparas; esto significa que una vez definido el tipo de fuente, el universo de artefactos disponibles se reduce. Lo mismo ocurre con las lámparas si primero se define el tipo de luminaria. De manera que la elección debe hacerse en forma conjunta. En la figura 18 se indica los distintos criterios que normalmente se utilizan para identificar los tipos de luminarias.

En instalaciones de alumbrado, y con el propósito de ahorrar energía, se recurre con bastante frecuencia al reemplazo de lámparas por otras más eficientes pero sin cambiar la luminaria. Por ejemplo, es común sustituir lámparas de mercurio por sodio de alta presión o fuentes incandescentes por fluorescentes compactas de menor potencia pero con similar flujo luminoso. Se puede demostrar fácilmente que esta estrategia es muy conveniente económicamente. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el reemplazo puede implicar una modificación de la fotometría del artefacto por cuanto cambian el tamaño, la forma y a veces, hasta el tipo de ampolla (por ejemplo, se pasa de una lámpara clara a otra con recubrimiento difusor), además, se pueden modificar también las características cromáticas. De manera que hay que hacer un análisis fotométrico y colorimétrico con las nuevas fuentes a fin de verificar que la distribución espacial de la luz y la reproducción de colores no se modifiquen de tal modo que afecten las condiciones de iluminación y visión. Por otro lado es importante también controlar que el eventual cambio en la apariencia del espacio no produzca efectos negativos sobre las personas. Con el fin de que este tipo de estrategias de ahorro de energía cubra las expectativas de aceptación del usuario conviene aplicar lo indicado en la sección análisis del proyecto sobre entrevistas a los usuarios.

En este capítulo se considerarán sólo los aspectos fotométricos, pero en la selección hay que tener en cuenta también las características físicas, constructivas,

mecánicas, eléctricas, térmicas, de seguridad, estéticas y por supuesto, económicas (ver capítulo 1, Fuentes Luminosas). Estas se pueden consultar en numerosas publicaciones técnicas aunque siempre es conveniente tratar de obtener información de los fabricantes.

Características fotométricas de luminarias.

Desde el punto de vista fotométrico los aspectos que interesan para la selección de una luminaria son el rendimiento luminoso y la distribución luminosa.

Rendimiento luminoso

Este factor expresa la relación entre el flujo luminoso emitido por el artefacto y el flujo de las lámparas que contiene (Figura 19). En general, interesa el rendimiento total y por hemisferios, definidos de la siguiente manera:

Φ_{0-180}	
Flujo total emitido por la luminaria (Φ_{0-180})	
$\eta = \frac{\Phi_{0-180}}{\Phi_L}$	Rendimiento total
Φ_L	
Flujo total de lámparas (Φ_L)	
Φ_{0-90}	
Flujo emitido en el hemisferio inferior (Φ_{0-90})	Rendimiento en el hemisferio inferior
$\eta_{0-90} = \frac{\Phi_{0-90}}{\Phi_L}$	
Φ_L	
Flujo total de lámparas (Φ_L)	
Φ_{90-180}	
Flujo emitido en el hemisferio superior (Φ_{90-180})	Rendimiento en el hemisferio superior
$\eta_{90-180} = \frac{\Phi_{90-180}}{\Phi_L}$	
Φ_L	
Flujo total de lámparas (Φ_L)	

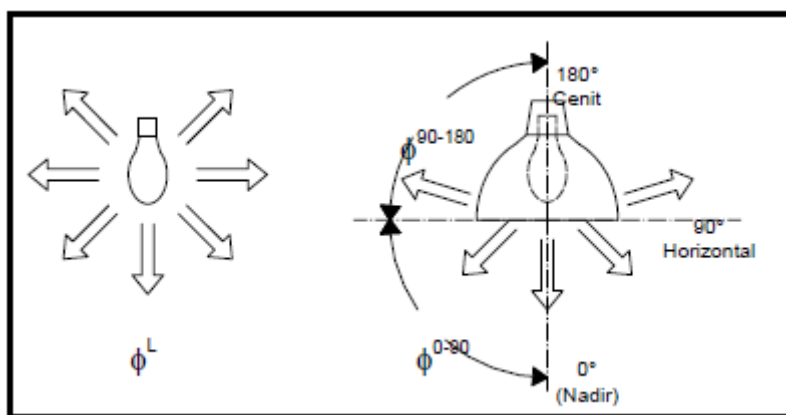


Figura 22: Flujo de lámparas. Recuperada de PDF Diseño de iluminación

El rendimiento luminoso total es una medida de la eficiencia energética de una luminaria pero no brinda mucha información acerca de cómo es la distribución espacial de la luz. Cuando se aplican estrategias de ahorro de energía basadas en reemplazo de lámparas, como se indicó en la sección anterior, se debe analizar la influencia de la modificación sobre el rendimiento de la luminaria.

La Comisión Internacional de Alumbrado (CIE) clasifica las luminarias de acuerdo con el porcentaje de flujo emitido por el artefacto hacia cada hemisferio (Figura 20).

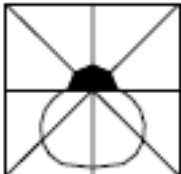
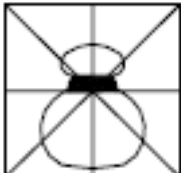
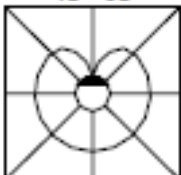
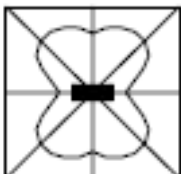
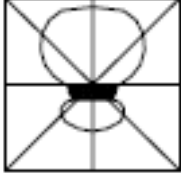
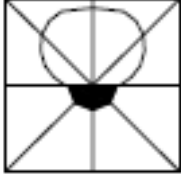
Tipo de luminaria	Distribución del flujo por hemisferios % superior % inferior	Características
Directa	$\frac{0 - 10}{90 - 100}$ 	Alta eficiencia energética. Posibilita buena uniformidad y balance de claridades en el campo visual. Con distribución concentrada puede requerir alumbrado suplementario para aumentar la iluminancia en superficies verticales. El cieloraso o la cavidad sobre el plano de montaje pueden resultar poco iluminados. En general requiere control de luminancias para minimizar deslumbramiento (directo y reflejado).
Semi-directa	$\frac{10 - 40}{60 - 90}$ 	Similares a tipo directo pero con menor eficiencia energética. Reduce el contraste de luminancias con el cieloraso. La luz reflejada (difusa) suaviza sombras y mejora las relaciones de claridad. No deben instalarse demasiado cerca del cieloraso para evitar áreas de alta luminancia que podrían resultar distractivas, perturbadoras y afectar la estética del ambiente.
Difusa	$\frac{40 - 60}{40 - 60}$ 	Combinadas entre tipos directa y semi-directa pero con menor eficiencia energética. Produce buenas relaciones de claridad y suavizado de sombras. Puede ocasionar deslumbramiento (directo y reflejado) aunque su efecto es compensado por la componente reflejada (difusa). Requiere altas reflectancias de paredes y cieloraso.
Directa-indirecta	$\frac{40 - 60}{40 - 60}$ 	Es un caso especial del tipo difusa pero con una eficiencia energética un poco mayor. Estas luminarias emiten poco flujo en ángulos próximos a la horizontal lo cuál reduce las luminancias en la zona de deslumbramiento directo.
Semi-indirecta	$\frac{60 - 90}{10 - 40}$ 	Similares al tipo semi-directo pero con menor eficiencia energética. Las superficies del local deben tener alta reflectancia. La baja componente directa reduce las luminancias deslumbrantes y el contraste de claridades con el cieloraso.
Indirecta	$\frac{90 - 100}{0 - 10}$ 	Elimina virtualmente las sombras y el deslumbramiento directo y reflejado pero tiene baja eficiencia energética. Requiere altas reflectancias de paredes y cieloraso y un adecuado programa de mantenimiento de artefactos y superficies. Hay que cuidar el balance de luminancias con el cieloraso.

Figura 23: Tipo de luminarias. Recuperada de PDF Diseño de iluminación

2.2.3 Curva de distribución luminosa.

La representación espacial de las intensidades luminosas de una luminaria permite determinar cómo se distribuye el flujo luminoso en un local. Esta información se presenta en forma gráfica (normalmente utilizando coordenadas polares) y también tabular para distintos planos como se indica en la Figura 24.

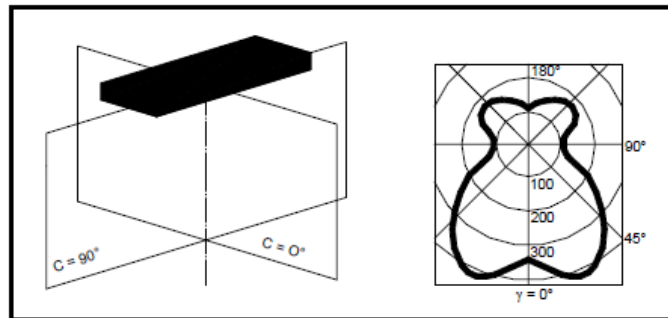


Figura 24: Intensidad luminosa. Recuperada de PDF Diseño de iluminación

Como generalmente las luminarias de alumbrado interior tienen distribución espacial de intensidades con simetría de rotación, para su representación es suficiente un solo plano. En la figura 25 se indican las curvas de tres artefactos típicos.

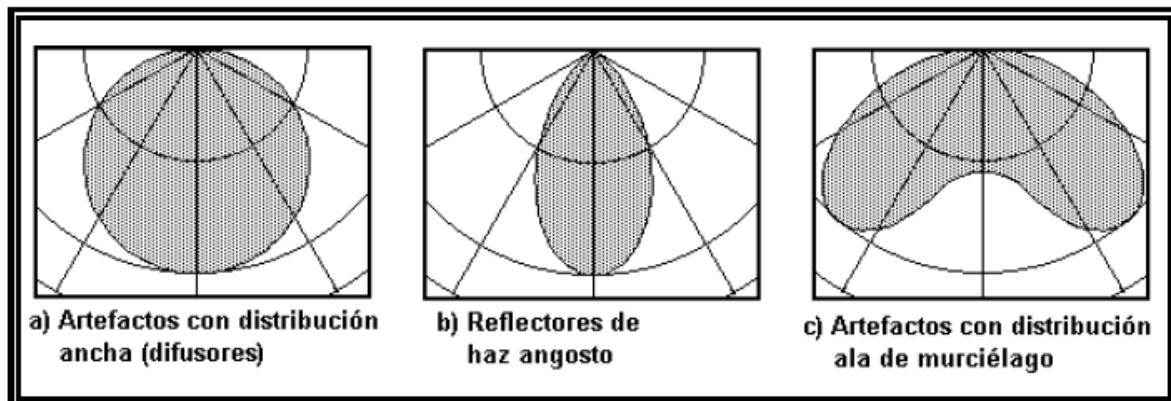


Figura 25: Simetría. Recuperada de PDF Diseño de iluminación

La distribución de intensidades luminosas se utiliza, fundamentalmente, para realizar cálculos de iluminación, pero también en la selección de luminarias es muy útil.

2.2.4 Cálculos de iluminación.

Durante la ejecución de un proyecto de iluminación las necesidades de cálculo son variadas. En las primeras etapas, por lo general sólo se requieren valores aproximados que luego hay que ajustar mediante cálculos más elaborados. Un caso típico, que casi siempre se presenta antes de comenzar el proyecto, es la determinación de la potencia eléctrica del sistema de alumbrado. Este dato se necesita, por ejemplo, para proyectar la instalación eléctrica, el sistema de ventilación y aire acondicionado o para efectuar análisis energéticos y económicos.

El cálculo de la iluminación de interiores comprende la determinación del flujo luminoso total que incide sobre un punto o una superficie. Este flujo se compone de dos partes (Figura 26), la primera corresponde a la fracción que llega directamente desde las luminarias (componente directa), la otra involucra la cantidad de luz proveniente de las múltiples reflexiones que tienen lugar en los objetos y las superficies que delimitan el espacio y que pueden considerarse como fuentes secundarias (componente indirecta o interreflejada).

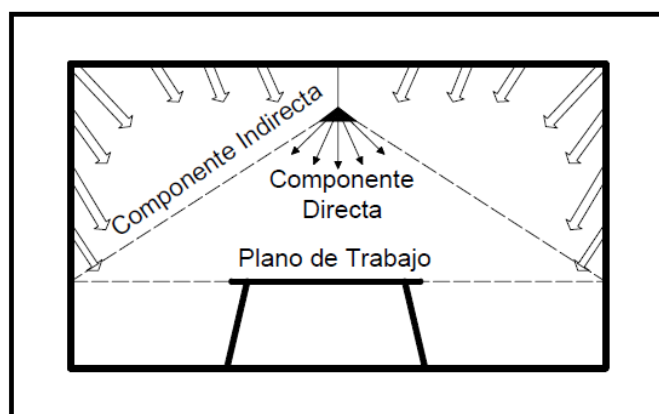


Figura 26: Cálculo de iluminación. Recuperada de PDF Diseño de iluminación

2.2.5 Diseño eléctrico.

El objetivo de eficiencia energética en un sistema de iluminación requiere no sólo de un diseño adecuado a ese propósito, sino también del uso apropiado de la instalación y para esto último, tiene mucho que ver el diseño de la alimentación eléctrica y, especialmente, del sistema de control de luces.

Al diseñar la instalación eléctrica hay que tener en cuenta el voltaje de la línea de alimentación y su variabilidad, especialmente si se prevé utilizar lámparas de descarga ya que puede haber problemas de encendido o estabilidad del funcionamiento (ver capítulo 1 sobre Fuentes Luminosas). Esta información, que forma parte de los datos a reunir en la etapa de análisis del proyecto (ver sección Análisis del proyecto) se puede obtener de la empresa que suministra la energía, del responsable de la obra eléctrica o, a veces, del propietario; aunque siempre es recomendable controlar mediante mediciones tomadas en distintos momentos del período de utilización del sistema de iluminación.

Otra cuestión relacionada con el diseño eléctrico es la distorsión de la forma de la onda de tensión eléctrica (generación de armónicas) debido al empleo de sistemas electrónicos de control y regulación de luces de mala calidad (es decir, sin un filtrado adecuado). La introducción de armónicas en la red puede conducir a recargos en la facturación de la energía eléctrica pero además, ocasionar serios problemas en el

funcionamiento de otros sistemas, como por ejemplo, la pérdida de información en centros de procesamiento de datos. Estas cuestiones destacan la importancia de la correcta selección. (Ver capítulo 1 sobre Fuentes Luminosas).

2.2.6 Control de la iluminación.

El control de luces responde a dos tipos de demandas. La primera, el uso racional de la energía, es una condición indispensable para cualquier proyecto que tenga como objetivo la iluminación eficiente (ver sección, concepto de iluminación eficiente, capítulo 1) y se satisface ajustando la cantidad de luz, por niveles de iluminancia o por tiempo de uso (preferiblemente ambos) de acuerdo con los requerimientos de cada momento. La otra exigencia surge de la necesidad de brindar flexibilidad en la iluminación de locales con funciones variadas, por ejemplo, en salas de conferencias. Por supuesto ambos criterios no son excluyentes y pueden proyectarse complementariamente.

Para implementar un control eficaz hay que programar las escenas de luz, es decir los esquemas funcionales de encendido y/o regulación del flujo de grupos de luminarias que permiten satisfacer las diferentes demandas de iluminación. Para ello debe determinarse claramente las necesidades de iluminación; éstas pueden variar por las distintas funciones del local.

2.2.7 Mantenimiento.

Los niveles de iluminancia en cualquier instalación siempre experimentan una reducción progresiva como consecuencia de la depreciación de los componentes; esto es, el envejecimiento de lámparas, equipos auxiliares y luminarias, y además, por la acumulación de polvo y suciedad en las superficies de local. Este efecto se compensa de dos maneras, aumentando el nivel inicial e implementando un programa de mantenimiento.

Para elaborar el plan de mantenimiento hay que hacer un análisis de costos que permita determinar la frecuencia óptima de realización de las distintas operaciones: limpieza de luminarias, mantenimiento del local, reemplazo de lámparas, equipos auxiliares y componentes eléctricos, ajustes de sistemas de control y regulación, re-enfoque de luminarias, etc. Por supuesto, cuanto más espaciadas en el tiempo son estas operaciones, menor es el costo del mantenimiento lo que en muchos casos puede justificar la mayor inversión inicial que se necesita realizar. Sería interesante incluir también en este análisis, la influencia del deterioro de las condiciones de iluminación y visión sobre la productividad, por ejemplo, disminución del rendimiento laboral, aumento de la tasa de accidentes, etc. Lamentablemente, son muy pocos los casos donde se llevan registros que posibilitarían este tipo de consideración.

Una cuestión a remarcar, es que el mantenimiento nunca restituye las condiciones iniciales por cuanto hay factores que son irre recuperables, por ejemplo, el aumento de opacidad y/o reducción de reflectividad en materiales ópticos de luminarias como consecuencia de la radiación ultravioleta de las fuentes luminosas. Un aspecto muy importante en el mantenimiento es la definición de la estrategia para el reemplazo de lámparas. Esta puede ser: por grupos, individual o una combinación de ambas.

En el primer caso todas las lámparas de la instalación o de un sector se recambian simultáneamente en un momento a definir y que se conoce como vida económica; mientras que en el segundo, se sustituyen a medida que las fuentes fallan. La decisión sobre cual estrategia conviene aplicar surge de un análisis económico-técnico-operativo;

por ejemplo, el reemplazo por grupos puede ser el más económico, pero debido a exigencias del servicio de iluminación, de seguridad, estéticas, etc. hay que recurrir a una estrategia combinada.

El mantenimiento es un factor de suma importancia para el objetivo de una iluminación eficiente y su problemática debe formar parte del proyecto de iluminación, es decir, comenzar a resolverse durante el diseño, por ejemplo, seleccionando equipos adecuados para las condiciones físicas y ambientales del local, simples de manipular para las operaciones de mantenimiento (desarmado, limpieza, reemplazo de componentes, etc.) y en lo posible, prever su emplazamiento en lugares que sean fáciles de acceder y trabajar.

2.2.8 Asistencia técnica y evaluación posterior.

Las dos últimas etapas del proceso de diseño de iluminación, en realidad no pertenecen a lo que tradicionalmente se entiende como proyecto, pero es conveniente incluir en la propuesta de trabajo, no sólo el diseño, sino también la asistencia técnica durante la ejecución de la obra y una vez concluida ésta, la evaluación del impacto del proyecto.

En la etapa ejecución de obras, el diseñador puede asesorar a la dirección técnica en la resolución de cuestiones problemáticas que, como es sabido, siempre se presentan en cualquier montaje; por ejemplo, alteraciones respecto del diseño original o modificaciones en otros aspectos del proyecto que requieren el replanteo de algunas de las soluciones luminotécnicas. La recepción y control de calidad del equipamiento es otra situación que puede requerir del diseñador, sobre todo, cuando los proveedores ofrecen productos diferentes a lo especificado sin un respaldo adecuado de información técnica que permita juzgar la calidad de esos equipos. En estos casos, bastantes frecuentes por cierto, puede ser necesario solicitar ensayos fotométricos, eléctricos, mecánicos, de seguridad, etc.

Finalmente, la etapa de evaluación posterior tiene como objetivo analizar el proyecto en términos técnicos-económicos y fundamentalmente, en función del grado de aceptación y/o satisfacción de los usuarios. La evaluación técnica implica el control de los parámetros luminotécnicos proyectados (mediante mediciones fotométricas) y de las condiciones de funcionamiento eléctricas, térmicas y mecánicas de todos los componentes de la instalación. El análisis económico por su parte, apunta a evaluar si los esquemas funcionales y las estrategias de control adoptadas han satisfecho las expectativas; esto es, si los costos de funcionamiento del sistema, en especial el consumo de energía, responden a lo previsto.



CAPITULO 3.

**LA LUZ ARTIFICIAL EN LA SALA EGIPCIA,
MUSEO DE CIENCIAS NATURALES.**

CAPÍTULO 3. LA LUZ ARTIFICIAL EN LA SALA EGIPCIA, MUSEO DE CIENCIAS NATURALES.

En este capítulo se relatará una breve historia y caracterización del Museo de La Plata, su fundación, su evolución y la sala elegida para el presente trabajo. A su vez, se realizará un análisis de las fuentes relacionadas con la iluminación artificial museográfica en base a su preservación y conservación del objeto y grado de deterioro.

3.1 Historia del museo de la Ciudad de La Plata.

El “**Museo General de La Plata**” fue creado por un decreto del **Gobierno de la provincia de Buenos Aires el 19 de septiembre de 1884**, en base a un proyecto del coleccionista **Francisco Pascasio Moreno** (1852-1919) quien se desempeñó como Director hasta 1906. Las primeras colecciones provinieron del Museo Antropológico de Buenos Aires creado en 1877, con patrimonio donado por el propio Moreno.

En **1994** la **Facultad de Ciencias Naturales** contó con un **edificio propio**, especialmente concebido para el desarrollo de las **actividades de docencia**, concentrando las Cátedras que hasta ese entonces tenían su sede en el edificio del Museo.

3.1.1 Sala egipcia. Caracterización.

“Fragmentos de Historia a Orillas del Nilo” es una exposición permanente que presenta más de 40 fragmentos de arenisca que pertenecieron al Complejo de Aksha, un centro político y administrativo de la época de Ramsés II (dinastía 19) cuyas construcciones incluían un templo, los depósitos, el barrio de los funcionarios y la casa del gobernador, entre otras. Todos los objetos son originales y fueron donados al Museo de La Plata por el Gobierno sudanés en reconocimiento a los trabajos realizados por la expedición Franco-argentina durante la década de 1960, cuando participó del rescate de los monumentos históricos que quedarían bajo las aguas por la construcción de la represa de Asuán.

3.2 Preservación/ Conservación.

Si bien la iluminación artificial es uno de los grandes factores del proceso de diseño museográfico, hay que tomar consideración en la conservación de las colecciones exhibidas en la sala que se va a intervenir.

Según el Instituto del Patrimonio Histórico Español, desde la antigüedad la conservación, pretende controlar el deterioro de las obras de arte antes de que éste se produzca. Desde la antigüedad, y más específicamente desde la época medieval, el renacimiento o el barroco, se aplicaban prácticas para la conservación de edificios, pinturas murales, esculturas y pinturas con un enfoque de prevención del deterioro. Dos aspectos han favorecido especialmente una evolución en la conservación del patrimonio histórico: el respeto a la autenticidad o integridad de las obras, y la incorporación de las ciencias experimentales y utilización del método científico en las intervenciones.

La aplicación de criterios de intervención basados en el principio de respeto a la autenticidad de la obra, y el desarrollo y adaptación de técnicas de análisis cada vez más adulteradas. Por un lado, se podía constatar que el origen del deterioro residía, en la gran mayoría de los casos, en factores externos a las propias obras o como consecuencia de falta de mantenimiento y también, que muchos de los tratamientos

aplicados, actuando principal o exclusivamente sobre los efectos, resultaban inadecuados y de eficacia temporal. Esto ha ido determinando restauraciones cada vez más limitadas tanto por el principio de respeto a la obra como por la dificultad de aplicación de tratamientos adecuados y reversibles que no supongan nuevas agresiones o inestabilidad de los materiales.

En segundo lugar, la constatación de que la aplicación exclusiva de tratamientos de restauración, con las limitaciones antes mencionadas, no eran suficientes para alcanzar un nivel aceptable de conservación del conjunto de la colección de la mayoría de los museos, y mucho menos del patrimonio monumental. La imposibilidad de conservar el patrimonio histórico aplicando exclusivamente criterios curativos, de emergencia, que aumentan progresivamente en dificultad y en absorción de esfuerzos humanos y presupuestarios es evidente.

La conservación se basa en la planificación y diseño de métodos y dispositivos que permitan el seguimiento y control de los riesgos de deterioro de los objetos y colecciones, integrando todas las actividades del museo. El objetivo final es evitar o minimizar estos riesgos concentrando los procedimientos de seguimiento y control sobre determinados factores como el incendio, el robo, el vandalismo, la manipulación y la disposición inadecuadas de los objetos, el biodeterioro, y las condiciones ambientales (iluminación, contaminación, microclima) inadecuadas. Para los objetos y colecciones de museos, los ámbitos en los que es necesario aplicar los procedimientos de prevención no se restringen a las salas de exposición (permanente o temporal) sino que es necesario extenderlos a los almacenes, las zonas de tránsito en el edificio y al traslado para exposiciones temporales o cualquier otro motivo.

Finalmente, los medios de seguimiento y control dependerán de diversos factores relacionados con la naturaleza de las colecciones, su estado de conservación, su uso (activo como los documentos de un archivo, estático como una escultura o una pintura, o vinculado a la estructura de un edificio o monumento como una pintura mural o un artesonado), la mayor o menor probabilidad de riesgo de deterioro, y evidentemente de los recursos de cada institución. Dependiendo de estos factores los medios de seguimiento y control consistirán en soluciones relacionadas con la estructura y cerramientos del edificio (accesos y circulación de obras, y aislamiento y estanqueidad de los cerramientos, etc.), instalaciones y equipamiento (aparatos para el seguimiento de las condiciones ambientales, vitrinas, sistema de ventilación o climatización, sistemas de iluminación, sistemas contra incendio, dispositivos antirrobo, soportes para las obras, etc.), y procedimientos para realizar determinadas funciones de seguimiento, vigilancia, inspección, control manual y mantenimiento de las instalaciones.

El deterioro de un Bien Cultural tiene su origen en cualquier cambio en su estado físico o en su composición química, y es bien conocida la capacidad de la radiación asociada a la luz para desencadenar estos procesos de transformación. El elemento diferenciador de la luz en relación a otros agentes deteriorantes estriba tanto en la irreversibilidad del daño producido, como en su decisiva influencia en la presentación de los objetos de museo. De forma resumida, y sin perder de vista otros factores, los agentes de deterioro relacionados con la iluminación son dos: el efecto fotoquímico y el efecto térmico. El primero es el proceso por el cual la absorción de un fotón puede suministrar a una molécula la energía necesaria para que se desencadene una reacción química, y el segundo puede influir en la forma y velocidad en que se desarrolla el anterior y en otros cambios físicos derivados de la alteración de los parámetros medioambientales. El alcance del efecto fotoquímico va a depender de cuatro elementos: la irradiación, el tiempo de exposición, la distribución espectral de la fuente de luz y la naturaleza del objeto iluminado. La irradiación es la cantidad de energía por unidad de tiempo y superficie que recibe un objeto. La iluminancia, expresada en lux que

es la unidad que habitualmente se emplea para el control de la luz en los museos, no da una idea objetiva del impacto energético sobre una obra, en la medida en que este parámetro está esencialmente relacionado con la sensación visual que una radiación es capaz de producir, y no con la energía real de la radiación que la fuente de luz está emitiendo. Por otro lado, ya que el efecto dañino de la luz es acumulativo (Ley de reciprocidad) hay que considerar la variable "exposición" que integra la irradiación a lo largo del tiempo efectivo durante el que el objeto es iluminado.

El objetivo de la conservación es prolongar la vida de los objetos a través de acciones y medidas que retarden su natural envejecimiento y mitiguen aquellos factores que aceleran su deterioro.

Las causas de deterioro de los objetos son numerosas. Una de las tareas fundamentales del museo es identificar los diversos factores de riesgo con el objetivo de programar un sistema de prevención y cuidados que garanticen su integridad.

Si convenimos en que el objetivo último de la conservación de las colecciones es garantizar durante el mayor tiempo posible su uso y disfrute, hay que considerar los aspectos cualitativos de la iluminación que van a influir decisivamente en este proceso. Es decir, que existe una relación profunda entre la conservación y la presentación de las obras en el museo y que en muchas circunstancias la única forma de abordar con éxito las tareas de conservación, según el Instituto del Patrimonio Histórico Español consiste en considerar la cuestión como una condición más impuesta al diseño de la iluminación. Desde la elección de la fuente de luz y de la óptica que va a modular la emisión de su flujo luminoso, hasta prestaciones aparentemente insignificantes de las infraestructuras eléctricas, van a determinar si una instalación está o no en condiciones de servir a los requisitos de conservación de las obras. Por otro lado no se pueden desconsiderar elementos tan importantes como las sensaciones visuales del espectador o las características plásticas de una obra cuando en definitiva es la luz la que vehiculiza la comunicación entre el objeto y el observador.

El trabajo diario implica vigilar las variaciones de temperatura, humedad relativa, iluminación, limpieza de los espacios físicos, control de condiciones de almacenamiento y exposición de los objetos. También forma parte de la conservación las tareas de seguridad en la manipulación y traslados.

Grado de deterioro.

El grado de deterioro ocasionado por la iluminación, para un material dado, depende de tres factores:

- La cantidad de luz que incide sobre el material (nivel de iluminación "E").
- La duración de su exposición a la luz (T).
- Factor de deterioro (FD), dependiente de la composición espectral de la luz.

Es importante destacar que las tareas de conservación se inician desde el momento que los objetos y documentos ingresan al museo y se acompaña con un exhaustivo registro documental y el correspondiente marcaje.



CAPITULO 4.

EVALUACION DE LA ERGONOMIA VISUAL EN LA SALA EGIPCIA.

El presente capítulo abarca la evaluación de la ergonomía visual del Museo de La Plata, las luminarias adecuadas para la iluminación artificial y el diseño.

4.1 Investigación. Criterio de selección.

En la evaluación de la ergonomía visual se ha seleccionado al Museo de La Plata de forma intencionada, por tener un extraordinario valor histórico cultural: todo tipo de colecciones a apreciar de incalculable valor: momias, textiles, documentos, pinturas al óleo, grabados en papel y telas, mobiliario con maderas preciosas y piel, cerámicas y metales; por lo que se considera importante la evaluación del ambiente lumínico desde la perspectiva de la iluminación artificial.

4.1.1 Entorno.

El Museo de La Plata se encuentra ubicado en la ciudad de La Plata, capital de la provincia de Buenos Aires, Argentina, que es parte de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata.

El museo se encuentra ubicado en el interior del paseo del Bosque platense en un entorno de paisaje natural, rodeado de atracciones turísticas como el Zoológico, la Gruta y el Lago, el Anfiteatro del Bosque, entre otros.



Figura 27: Entorno. Recuperada de Google Maps.

4.2 Caracterización del inmueble.

El edificio está inspirado en los grandes museos europeos de la época como el Museo Británico, Gliptoteca de Munich, Altes Museum en Berlín, Fitzwilliam Museum en Cambridge y la National Gallery en Londres.

La forma del edificio responde a la idea del “estudio progresivo del territorio sudamericano y los seres que lo habitan”. Tiene una singular planta elíptica que representan las ideas evolucionistas a las que adscribía Moreno. Perseguía el propósito que el visitante avanzara en su trayecto desde el mundo inanimado hacia la evolución del hombre. La misma idea fue propuesta, en 1885, por el Prof. Albert Gaudry para las nuevas galerías paleontológicas del Museo de Ciencias de París. Es el primer “**museo de nueva planta**” (museo ad hoc) de América Latina. El edificio es de **estilo neoclásico**, de acuerdo con el criterio arquitectónico de la época de su fundación. Fue declarado **Monumento Histórico Nacional** ⁷en 1997.

⁷ (Decreto N°1110/97). “Declárense monumento histórico nacional, lugar histórico nacional y conjunto urbano arquitectónico de interés nacional a diversos bienes patrimoniales”.

4.3 Tipo de iluminación artificial en salas según los espacios.

Superficie pequeña

Las superficies útiles se pueden iluminar directa e indirectamente: los Downlights y Downlights pendulares suministran una iluminación directa al local. Las estructuras luminosas cuentan con una distribución luminosa difusa. Las Uplights iluminan el local indirectamente con una luz difusa uniforme.

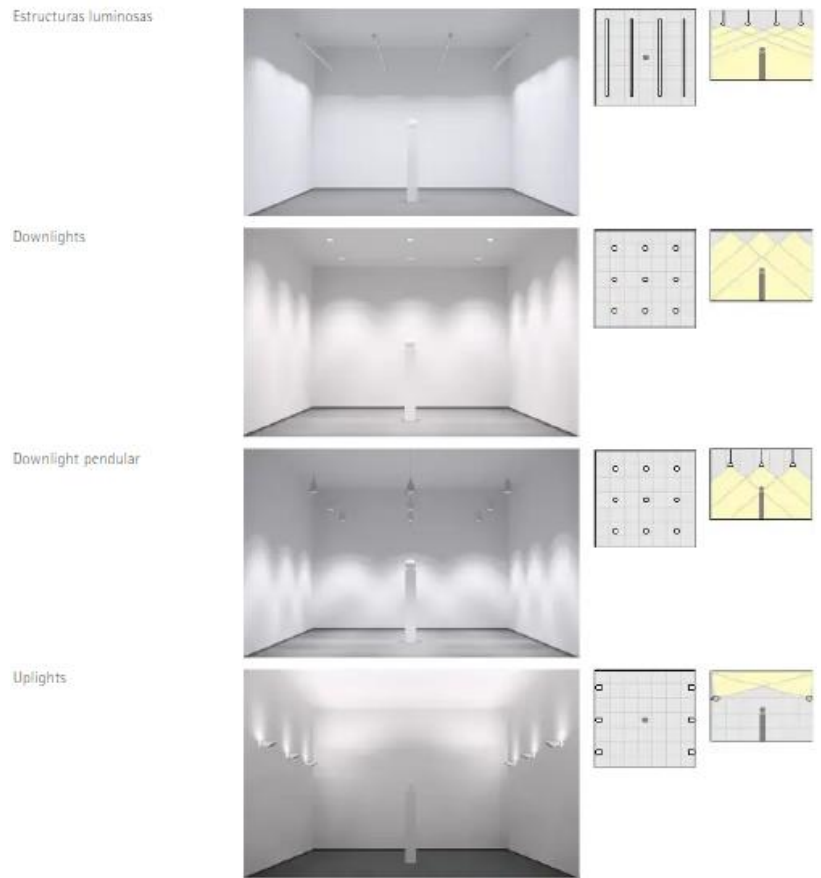


Figura 28: Superficie pequeña. Recuperada de https://www.academia.edu/5516868/Es_erco_guide_3_indoor_lighting

Superficie grande.
Para los locales grandes, lo idóneo bajo el aspecto energético consiste, ante todo, en la iluminación directa con Downlights montados en fijo.

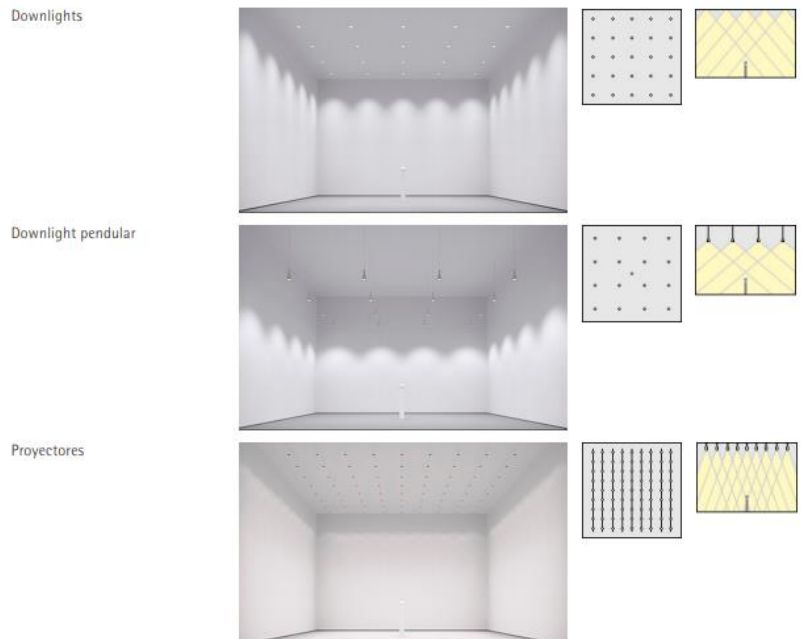


Figura 29: Superficie grande. Recuperada de https://www.academia.edu/5516868/Es_erco_guide_3_indoor_lighting

Pared 3m.

La iluminación de pared puede realizarse con luminarias de luz puntual o de luz lineal. Los proyectores bañadores de pared son flexibles en cuanto a la orientación si las paredes difieren en altura. Los bañadores de pared se caracterizan por un desarrollo uniforme de la luminosidad en la pared. Los bañadores de pared con lente cuentan con unos sistemas reflectores especiales a base de lentes. Los Down light bañadores de pared orientan una luz uniforme hacia la pared, conservando al mismo tiempo el efecto Down light dirigido hacia el espacio. Las fuentes de luz lineal para el bañado de paredes con lámparas fluorescentes cuidan de que en la pared reine una iluminación perfectamente uniforme. Mediante la lente se consigue una iluminación extraordinariamente uniforme de toda la pared, incluso en su parte superior, cerca de techo. La iluminación perimetral desde una esquinera formada por techo y pared hay que ubicarla junto a la misma pared. Produce un efecto de luz tenue y acentúa la estructura en la superficie. La uniformidad del bañado de la pared es de orden secundario.

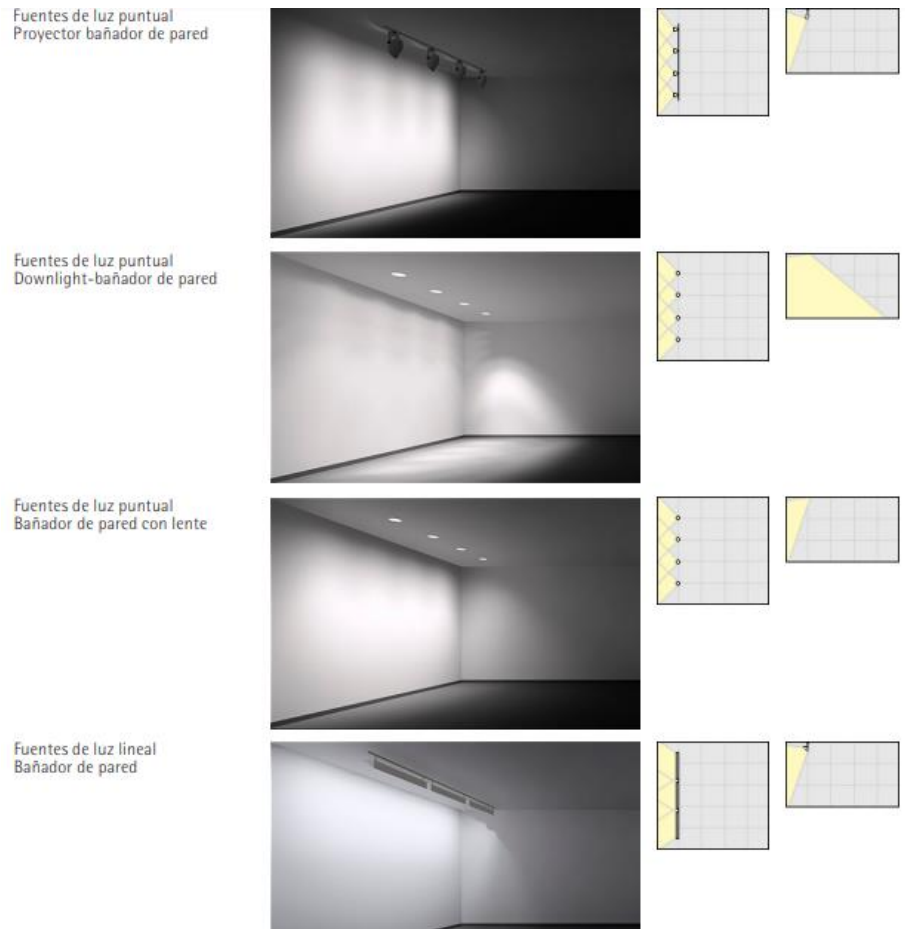


Figura 30: Pared 3m. Recuperada de https://www.academia.edu/5516868/Es_ercos_guide_3_indoor_lighting

Pared 5m.

En los espacios altos, las luminarias desaparecen del campo visual directo. A la par con el aumento de la altura del lugar y manteniéndose igual la iluminación, irá disminuyendo la luminosidad de la pared. Los bañadores de pared se caracterizan por un desarrollo uniforme de la luminosidad en la pared.

Los bañadores de pared con lente cuentan con unos sistemas reflectores especiales a base de lentes. Las fuentes de luz lineal para el bañado de paredes con lámparas fluorescentes cuidan de que en la pared reine una iluminación perfectamente uniforme. Mediante la lente se consigue una iluminación extraordinariamente uniforme de toda la pared, incluso en su parte superior, cerca del techo. La iluminación perimetral desde una esquinera formada por techo y pared hay que ubicarla junto a la misma pared. Produce un efecto de luz tenue y acentúa la estructura en la superficie. La uniformidad del bañado de la pared es de orden secundario.

La iluminación vertical acentúa los límites del espacio en lo material. El espacio aparece más amplio a la vista, debido al aumento de la iluminación en las paredes. Las fuentes de luz puntual conceden a la superficie de la pared una plasticidad mayor, mientras que con las luminarias de luz lineal se obtiene una mayor uniformidad. A la par con el aumento de la altura del local se tendrá que aumentar la interdistancia luminaria – pared. La disminución de la iluminancia media en los locales altos se podrá compensar mediante una potencia de lámpara mayor y el incremento del número de luminarias. El bañado de pared produce una luminosidad uniforme únicamente en superficies mates.

Fuentes de luz lineal
Luminaria perimetral

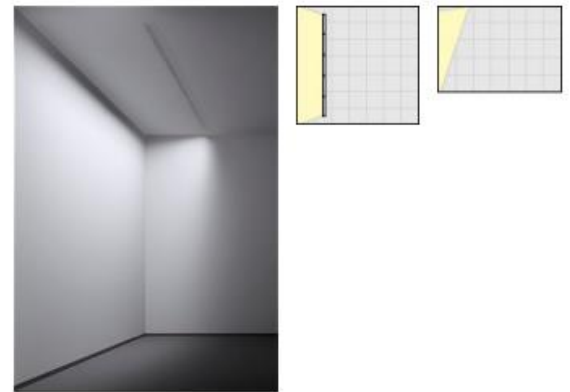
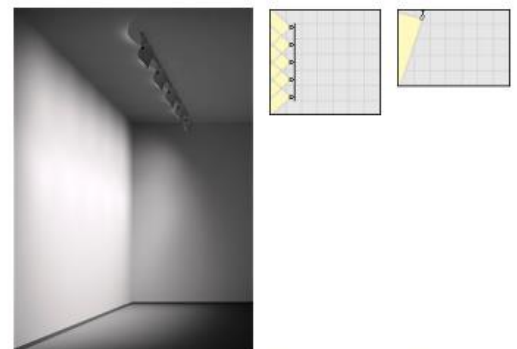


Figura 31: Pared 5m. Recuperada de https://www.academia.edu/5516868/Es_erco_guide_3_indoor_lighting

Fuentes de luz puntual
Proyector bañador de pared



Fuentes de luz puntual
Bañador de pared con lente

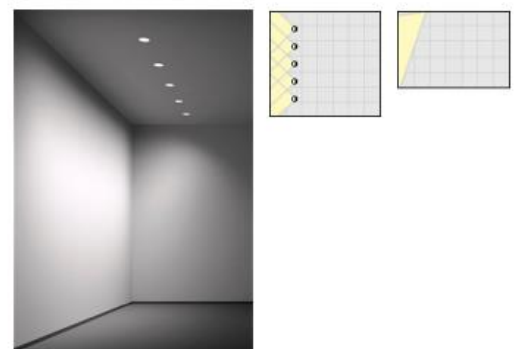


Figura 32: Iluminación vertical. Recuperada de https://www.academia.edu/5516868/Es_erco_guide_3_indoor_lighting

Criterios para la iluminación de paredes altas:

- Uniformidad de la iluminación
- La selección de las lámparas determina el color de luz y la reproducción cromática.

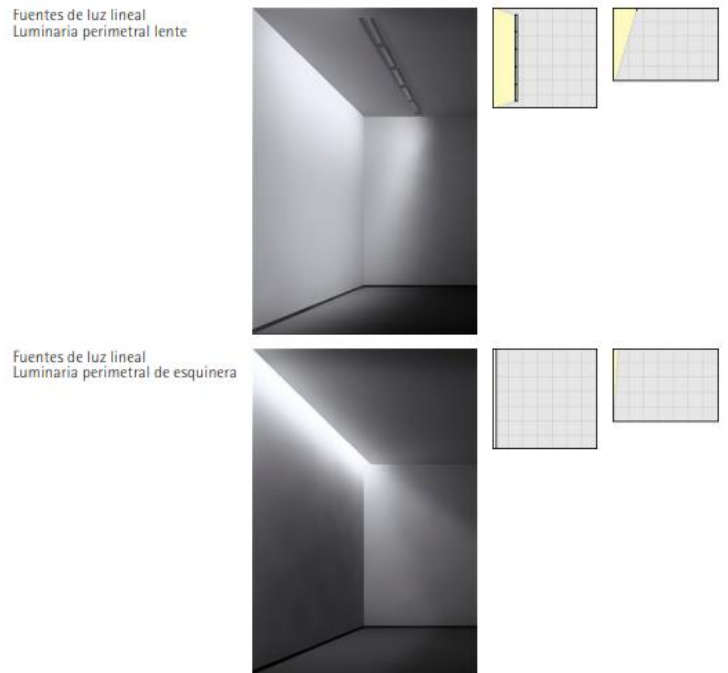


Figura 33: Iluminación lineal. Recuperada de https://www.academia.edu/5516868/Es_erco_guide_3_indoor_lighting

Mientras que en los espacios con altura normal tenemos una interdistancia de luminarias que concuerda con la distancia a la pared, aquélla se tendrá que disminuir en los locales altos, para compensar la disminución de la iluminancia que se produciría en caso contrario. La distancia a la pared se marcará mediante una línea de 20 grados que se dirija desde el punto de pie de la pared hacia el techo. La posición ocupada por un bañador de pared ubicado en el extremo de la pared deberá coincidir con la bisectriz de 45°.

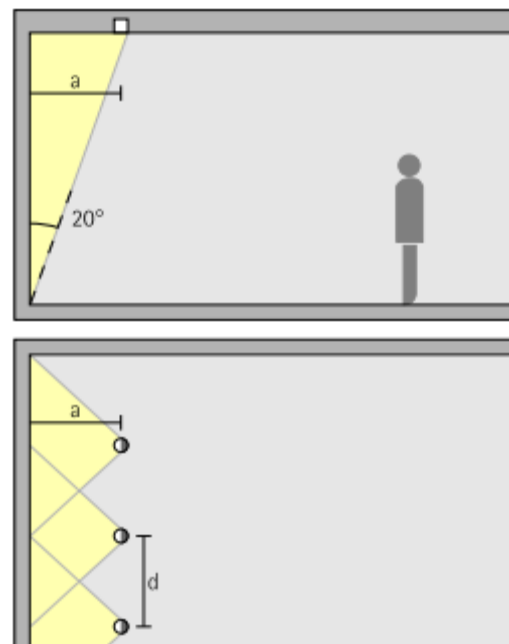


Figura 34: Dimensiones. Recuperada de https://www.academia.edu/5516868/Es_erco_guide_3_indoor_lighting

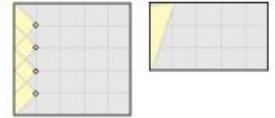
Pared con estructura.

Los bañadores de pared con luz puntual permiten ver bien las estructuras en las superficies. Si se trata de fuentes de luz lineal, la superficie de la pared aparentará ser uniforme, y la estructura en la superficie es acentuada sólo en grado reducido. Si se trata de luminarias perimetrales situadas directamente en la pared, no habrá ninguna uniformidad, pero sí habrá una plasticidad pronunciada.

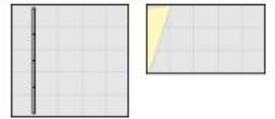
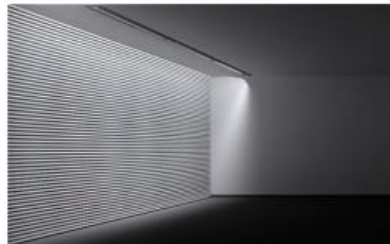
Fuentes de luz puntual
Downlights



Fuentes de luz puntual
Bañador de pared con lente



Fuentes de luz lineal
Luminaria perimetral



Fuentes de luz lineal
Luminaria perimetral de esquina

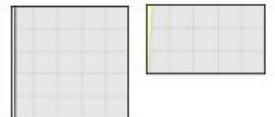
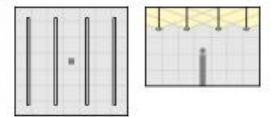


Figura 35: Pared con estructura. Recuperada de https://www.academia.edu/5516868/Es_erco_guide_3_indoor_lighting

Techo plano.

Las luminarias para el bañado de techo pueden estar suspendidas del techo o fijadas en las paredes. Las estructuras luminosas son, al ser luminarias de luz lineal, unos elementos arquitectónicos independientes, mientras que los bañadores de techo suelen quedar subordinados. Las estructuras luminosas ceden luz difusa con poca brillantez.

Estructuras luminosas



Bañadores de techo

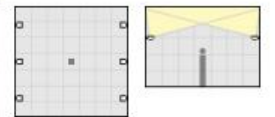


Figura 36: Techo plano. Recuperada de https://www.academia.edu/5516868/Es_erco_guide_3_indoor_lighting

La selección del tipo de luminaria dependerá de la relación entre el tamaño y la altura del local. Si se trata de locales chatos con una gran superficie abarcada, se sugiere dar preferencia a una iluminación uniforme del techo mediante estructuras luminosas.

Debido a la distribución luminosa asimétrica, los bañadores de techo requieren una mayor distancia al techo.

Para obtener una distribución luminosa uniforme con la iluminación de techo, rige el requisito de una altura suficiente del local. Los bañadores de techo se deberán montar a una altura mayor que la de los ojos. La distancia al techo depende del grado necesario de uniformidad, y deberá ascender como mínimo a 0,8m.

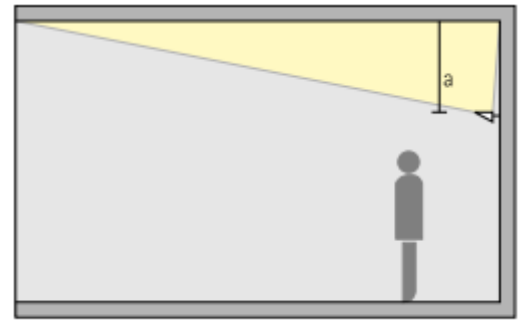
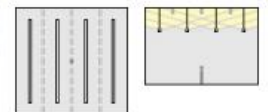
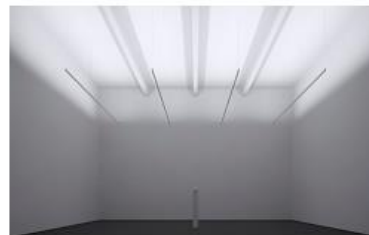


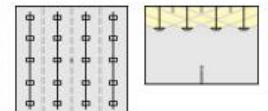
Figura 37: Recuperada de https://www.academia.edu/5516868/Es_erco_guide_3_indoor_lighting

Estructura de carga.
Las luminarias para la iluminación de la estructura de carga pueden estar montadas en la misma estructura, suspendidas del techo o fijadas en las paredes. La iluminación bañadora acentúa toda la superficie del techo. Las luminarias de haz intensivo acentúan principalmente la estructura de carga.

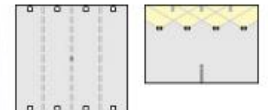
Estructuras luminosas



Estructuras luminosas con bañadores de techo



Bañadores de techo



Proyector

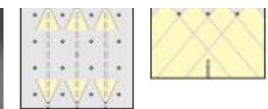


Figura 38: Estructura de carga. Recuperada de https://www.academia.edu/5516868/Es_erco_guide_3_indoor_lighting

Suelo.
 Con la iluminación de suelo se produce el bañado exclusivo del suelo, o bien la iluminación del espacio completo con Down lights. Los bañadores de suelo acentúan principalmente la superficie de base en lo material.

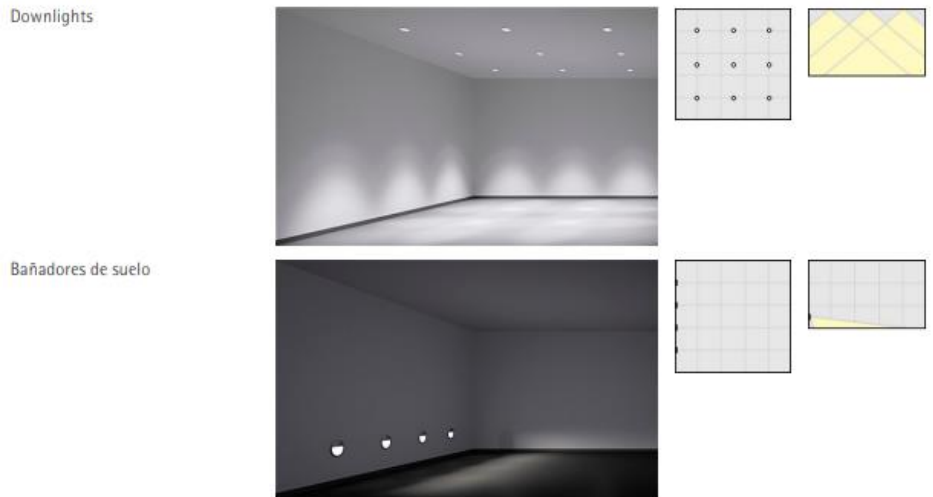


Figura 39: suelo. Recuperada de https://www.academia.edu/5516868/Es_erco_guide_3_indoor_lighting

Objeto en el espacio.

Los objetos en el espacio admiten la iluminación flexible con proyectores o bañadores situados en raíles electrificados. Al ser iluminado un objeto de frente mediante un proyector en la dirección en la que se está mirando, el efecto modelador será débil. Dos proyectores con montura para escultura que iluminan desde direcciones diferentes producen un efecto de equilibrio y plasticidad. En comparación con los contrastes de luminosidad de un solo proyector, éstos estarán atenuados. La iluminación por abajo produce un efecto singular, puesto que la luz proviene de una dirección inusual para el observador.

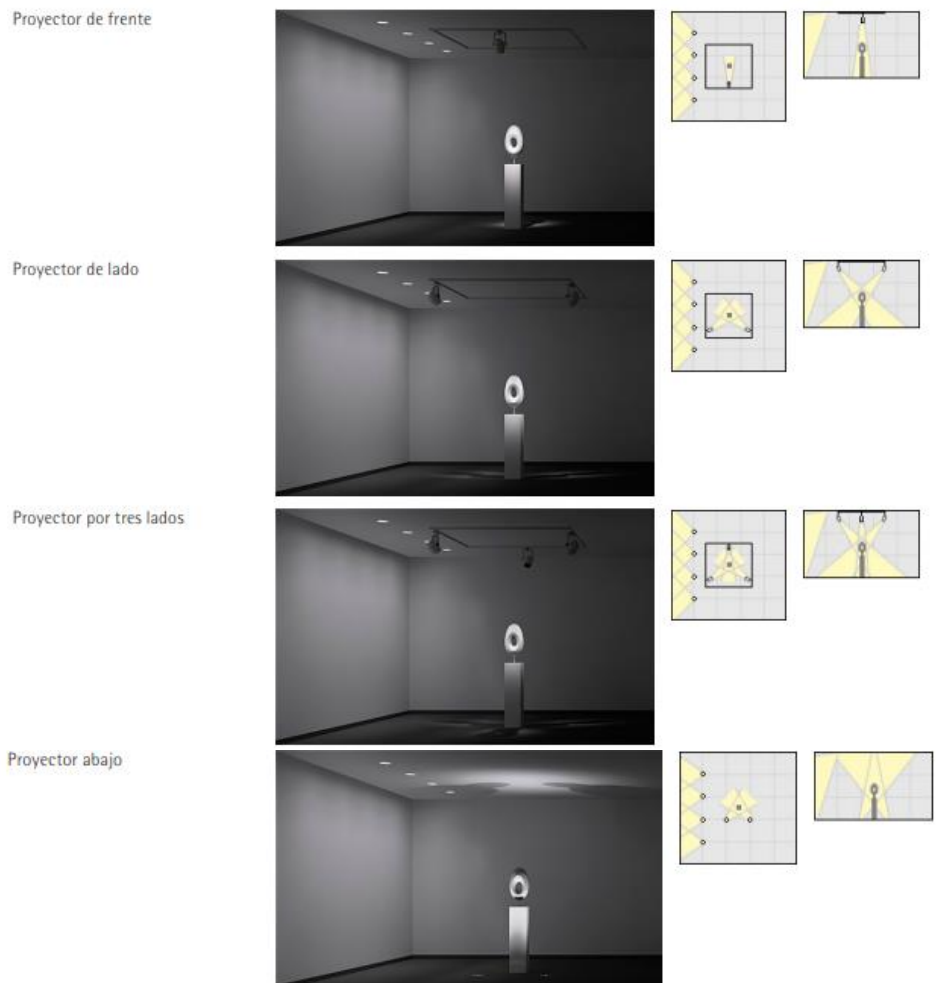


Figura 40: Objetos en el espacio. Recuperada de https://www.academia.edu/5516868/Es_erco_guide_3_indoor_lighting

La iluminación de objetos en el espacio se podrá efectuar con un ángulo de incidencia de 30° hasta 45° con respecto a la perpendicular. A mayor perpendicularidad de la luz, tanto más intensas las sombras. Con un ángulo de incidencia de la luz de 30° se suprimirán los reflejos intensos y las sombras desagradables. Los proyectores de haz intensivo acentúan el objeto, mientras que los bañadores presentan el objeto dentro del contexto de su entorno. Los proyectores de contornos pueden iluminar el objeto nítidamente, acentuándolo en gran manera. A su vez se producirá un efecto de extrañeza, ya que parecerá que el mismo objeto está despidiendo luz.

La iluminación de objetos en la pared se podrá efectuar con una dirección de la luz de 30° hasta 45° con respecto a la perpendicular. A mayor perpendicularidad de la luz, tanto más intensas serán las sombras. En caso de superficies reflejantes, p.ej. cuadros al óleo o gráficas con cristal cubridor, tener en cuenta el ángulo de incidencia de la luz para suprimir reflejos que pueden molestar al observador. Además se suprimirán sombras intensas, p.ej. de los marcos en el cuadro.

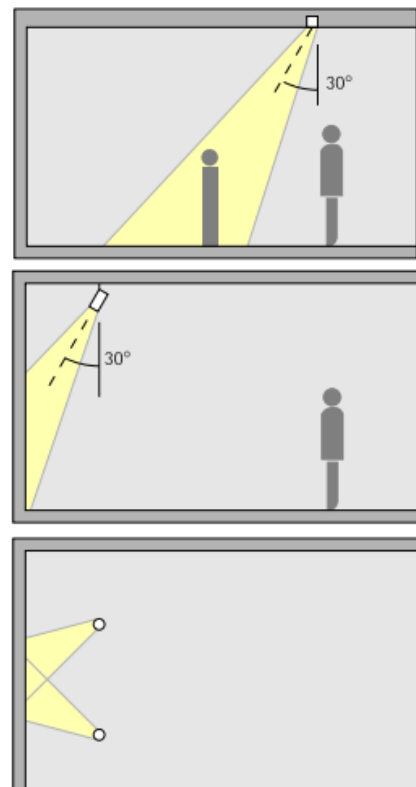


Figura 41: Iluminación en objetos.

Recuperada de
https://www.academia.edu/5516868/Es_erc_o_guide_3_indoor_lighting

3.2.1.2 Tipos de iluminación.

Dirigida directa.

Una iluminación básica directa dirigida genera una iluminación uniforme sobre el plano de trabajo horizontal. La arquitectura se hace visible y se posibilita la orientación en el espacio. La luz dirigida suministra un buen modelado y brillantez. La uniformidad en el plano de trabajo aumenta al incrementarse la altura del montaje o tenerse un ángulo de irradiación más ancho.

La luz dirigida posibilita una buena percepción de las formas y estructuras en las superficies. El confort visual aumenta a medida que se incrementa el ángulo de apantallamiento. La iluminación directa se caracteriza por eficiencia energética.



Figura 42: Dirigida directa. Recuperada de https://www.academia.edu/5516868/Es_erco_guide_3_indoor_lighting

Difusa directa.

Una iluminación básica directa difusa designa una iluminación uniforme referida a un plano de trabajo horizontal. La arquitectura se hace visible y se posibilita la orientación en el espacio.

La luz difusa en forma directa crea una iluminación cálida con pocas sombras y reflejos. La escasa formación de sombras resulta en un modelado moderado. Las formas y estructuras en la superficie se acentúan muy poco. La iluminación básica con lámparas fluorescentes se caracteriza por la eficiencia energética.

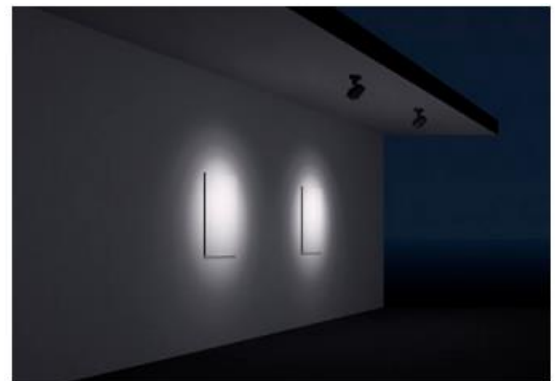


Figura 43: Difusa directa. Recuperada de https://www.academia.edu/5516868/Es_erco_guide_3_indoor_lighting

Acentuación.

La acentuación enfatiza la vegetación, objetos o elementos arquitectónicos mediante conos de luz intensivos. Los puntos claros en un entorno oscuro suscitan atención. Separan lo importante de lo trivial y sitúan objetos visualmente en el primer plano.

La iluminación acentuadora resulta en una buena percepción de las formas y estructuras en las superficies. La luz concentrada forma unas sombras pronunciadas, suministrando una brillantez buenos. El cono de luz concentrado y el elevado contraste de luminosidad con respecto al entorno acentúan el objeto.



Figura 44: Acentuación. Recuperada de https://www.academia.edu/5516868/Es_erco_guide_3_indoor_lighting

Iluminación de orientación.

La iluminación de orientación favorece la percepción mediante la creación de puntos y líneas de luz, por ejemplo en trayectos y escaleras. Su luz es importante, ya que actúa como señal. La iluminación del entorno es secundaria.

Hay muchos tipos de luminarias disponibles, con los que se pueden satisfacer una gran variación de necesidades de iluminación.



Figura 44: Iluminación de orientación. Recuperada de https://www.academia.edu/5516868/Es_erco_guide_3_indoor_lighting

Proyectores.

Los proyectores iluminan una zona pequeña. El montaje y la orientación pueden variar. Los proyectores se ofrecen con diferentes ángulos de irradiación y distribuciones luminosas.

Criterios para proyectores:

- La selección de las lámparas determina el color de luz, brillantez, duración de vida, intensidad luminosa.
- El ángulo de irradiación determina el cono de luz, y éste es determinado por el reflector y la lámpara.
- El ángulo de apantallamiento limita el deslumbramiento y aumenta el confort visual
- Giro y orientación.

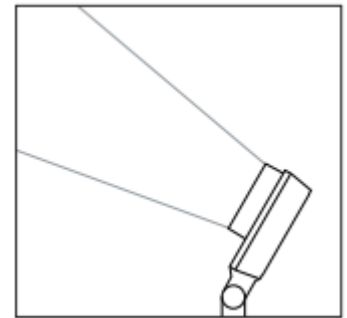


Figura 45: Proyectores.

Recuperada de https://www.academia.edu/5516868/Es_erco_guide_3_indoor_lighting

Los proyectores cuentan con una distribución luminosa de haz intensivo con un cono de luz de rotación simétrica. Un detalle típico de los proyectores consiste en los accesorios que se emplean con ellos: Lentes. Lentes dispersores o de escultura. Filtros. Los filtros de color, UV o infrarrojos. Apantallamiento: Rejilla en cruz.

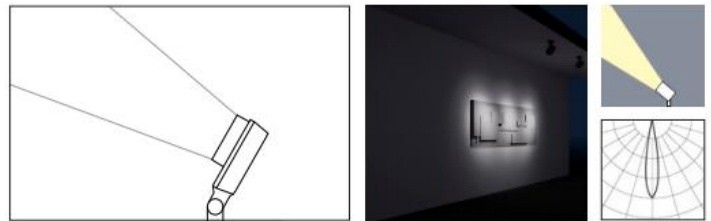


Figura 46: Proyectores. Recuperada de

https://www.academia.edu/5516868/Es_erco_guide_3_indoor_lighting

Bañadores.

Los bañadores se caracterizan por su haz extensivo. Los mismos se ofrecen con distribución luminosa tanto simétrica al eje como asimétrica.

Criterios para los bañadores:

- La selección de las lámparas determina el color de luz, duración de vida, eficiencia e intensidad luminosa.
- Uniformidad: reflector optimizado para iluminación expandida - Gradiente: bordes suaves del cono de luz El rendimiento de la luminaria es mayor por haberse optimizado la técnica del reflector

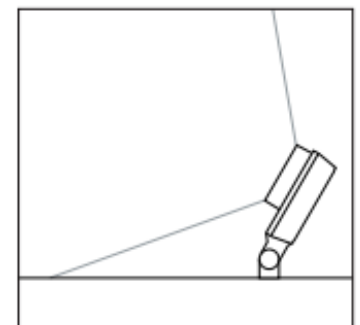


Figura 47: Bañadores. Recuperada de https://www.academia.edu/5516868/Es_erco_guide_3_indoor_lighting

Los bañadores con distribución luminosa simétrica al eje se utilizan para la iluminación uniforme de objetos o superficies. La distribución luminosa cuenta con un punto focal.

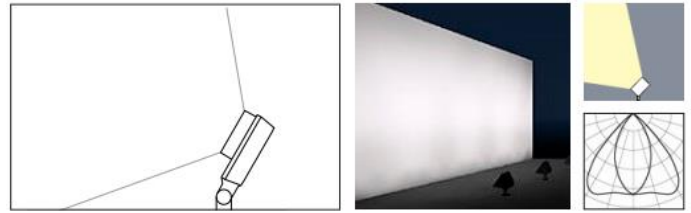


Figura 48: Bañadores. Recuperada de https://www.academia.edu/5516868/Es_erco_guide_3_indoor_lighting

Bañador de pared.

Los bañadores de pared se caracterizan por su haz extensivo. Los mismos se ofrecen con una distribución luminosa asimétrica.

Criterios para los bañadores de pared

- La selección de las lámparas determina el color de luz, duración de vida, eficiencia e intensidad luminosa.
- Uniformidad: reflector optimizado para iluminación expandida.

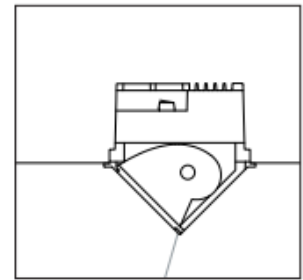


Figura 49: Bañador de pared. Recuperada de https://www.academia.edu/5516868/Es_erco_guide_3_indoor_lighting

Los bañadores de pared empotrables con distribución luminosa asimétrica se utilizan para la iluminación uniforme de superficies.

Los bañadores de pared con distribución luminosa asimétrica se utilizan para la iluminación uniforme de superficies. Las luminarias de superficie pueden estar montadas en la pared, techo o suelo, siendo además orientables.

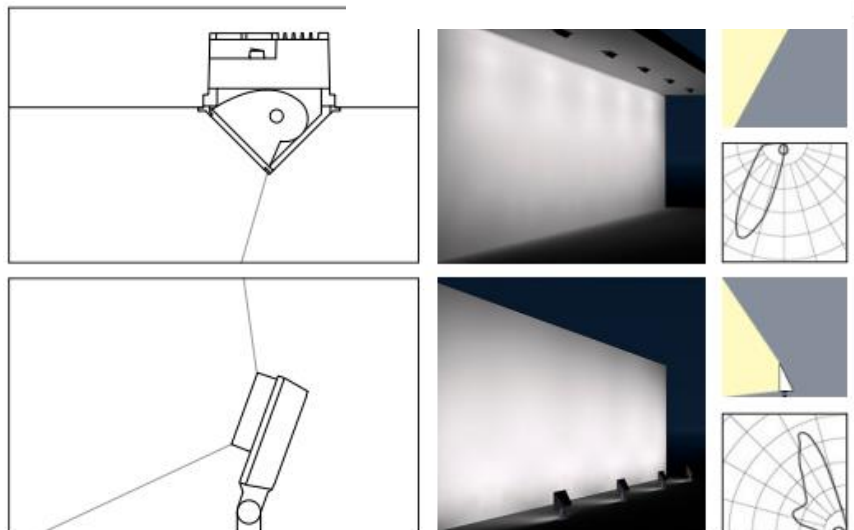


Figura 50: Bañador de pared. Recuperada de https://www.academia.edu/5516868/Es_erco_guide_3_indoor_lighting

Luminarias empotrables en el techo.

Las luminarias empotrables en el techo irradian un cono de luz dirigido verticalmente hacia abajo o ajustable. Habitualmente se montan en el techo e iluminan el suelo o las paredes. Las luminarias empotrables en el techo están disponibles con una distribución luminosa de haz intensivo, de haz extensivo, simétrico o asimétrico. Gracias al ángulo de apantallamiento, los Downlights de haz intensivo poseen un alto grado de protección contra el deslumbramiento. En los Downlights con reflector Darklight, el ángulo de apantallamiento de la lámpara es idéntico al ángulo de apantallamiento de la luminaria, y el resultado es una luminaria con un haz lo más extensivo posible con un rendimiento de la luminaria al mismo tiempo optimizado. El uso de un difusor

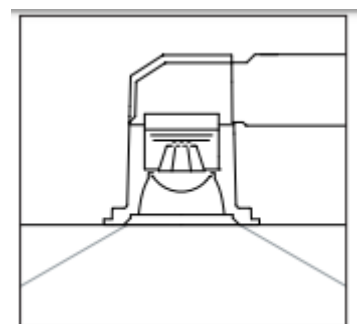


Figura 51: Empotrables. Recuperada de https://www.academia.edu/5516868/Es_erco_guide_3_indoor_lighting

reduce la luminancia en la luminaria, mejorando así el confort visual y la uniformidad.

Criterios para luminarias empotrables en el techo:

- La selección de las lámparas determina el color de luz, duración de vida, eficiencia e intensidad luminosa.
- El ángulo de irradiación determina el cono de luz, y éste es determinado por el reflector y la lámpara.
- El ángulo de apantallamiento limita el deslumbramiento y aumenta el confort visual.

Los Downlights cuentan con un cono de luz de rotación simétrica que está dirigido verticalmente hacia abajo.

Los bañadores de pared poseen una distribución asimétrica de la intensidad luminosa, dirigida a superficies verticales. Sirven para la iluminación uniforme de superficies de pared o de fachadas. En los bañadores de pared con lente hay unos sistemas de lentes especiales que se encargan de la iluminación uniforme de la pared. La luz es expandida por la lente y conducida hacia la pared. Los reflectores Darklight visibles desde debajo de los bañadores de pared con lente son antideslumbrantes. Los Downlights proyectores orientables se utilizan para la iluminación acentuadora de ciertas áreas u objetos, con una distribución luminosa de haz intensivo o semi extensivo.

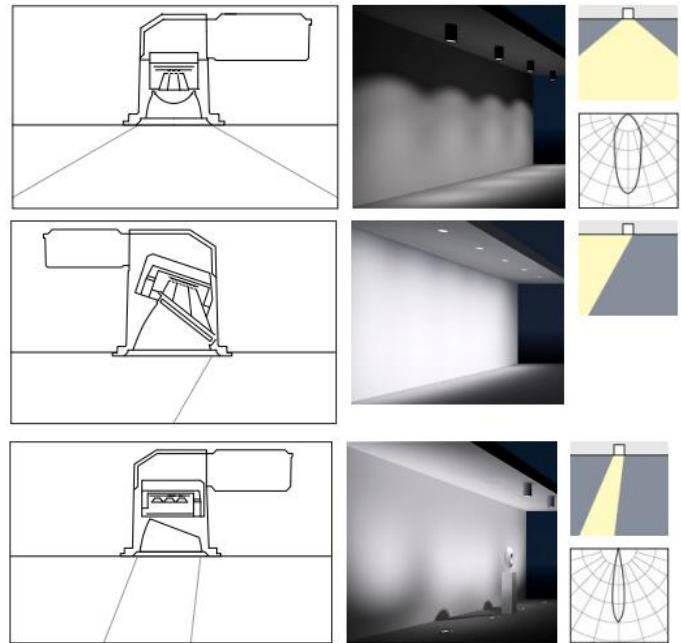


Figura 52: Downlight. Recuperada de https://www.academia.edu/5516868/Es_erco_guide_3_indoor_lighting

Diseño Técnico.

“El elaborar un diseño de iluminación permite el ahorro de aprox. 20% del consumo energético en un proyecto.” (International Association of Lighting Designers)

Satisfacer las necesidades de las personas que utilicen un espacio arquitectónico. Seleccionar los productos más apropiados para un proyecto en función de costos, efectividad energética y eficiencia. Proponer soluciones de iluminación innovadoras que alcancen el balance exacto entre función, sostenibilidad y estética. Resolver los desafíos de iluminación en proyectos de interiores y exteriores. Fortalecer y mejorar espacios arquitectónicos a través de la funcionalidad y creatividad de conceptos de iluminación. Comprender el papel de la iluminación en el proyecto arquitectónico al conocer los equipos de iluminación y sistemas que permiten mejorar y fortalecer el diseño.

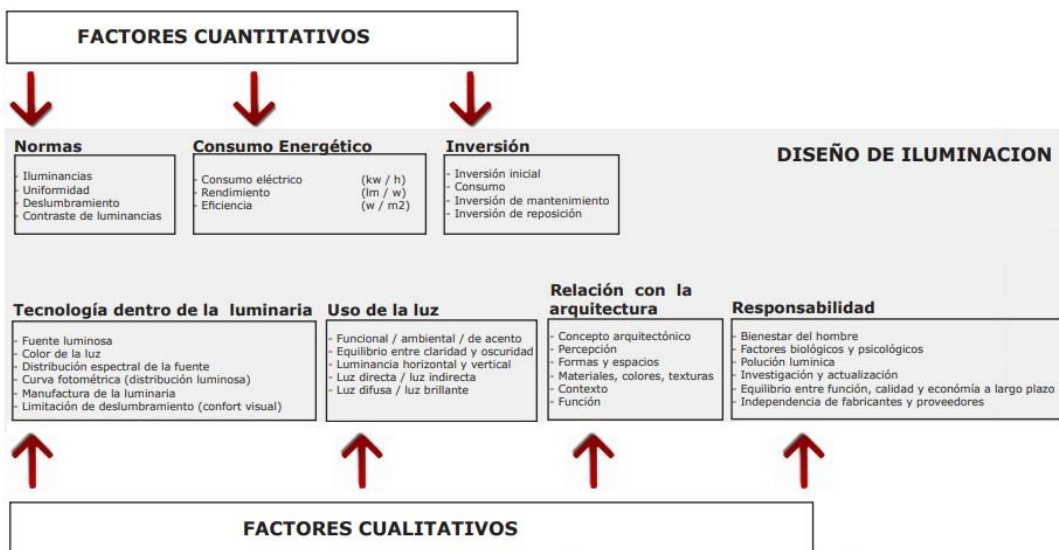


Figura 54: Recuperada de https://www.academia.edu/5516868/Es_ercos_guide_3_indoor_lighting

La relación entre calidad de **iluminación, ergonomía, productividad y bienestar** depende de la planeación adecuada de un espacio gracias a la correcta interacción de los especialistas involucrados.

Existe un consenso general entre los especialistas que estudian la iluminación artificial museográfica. La información que aportan es primordial para el estudio del tema de la ergonomía visual en los museos. El conocimiento de estos temas permite delimitar las causas que originan los problemas de iluminación por ausencia de confort lumínico y por lo tanto de confort visual.

4.3 La luz artificial de la sala.

En el presente (2019), la sala egipcia del Museo de La Plata, tomada para el actual trabajo investigativo, cuenta con un diseño de iluminación importado alemán llamado **ERCO** (empresa especialista y líder mundial en iluminación arquitectónica mediante tecnología LED¹). Este diseño, posee **proyectores, focos de proyección, arcos** y sus respectivos accesorios, utilizados para la iluminación de la sala y de los objetos expuestos.

Si bien la sala cuenta con este sistema, cada dispositivo nombrado anteriormente, tiene un período de vida útil, lo que conlleva a cambiar los aparatos a lo largo del tiempo. En virtud que estos, son de origen extranjero y se cotizan a precio dólar, la situación

económica hace que no se pueda efectuar el correspondiente recambio de los mismos por su elevado costo.

Veamos a continuación un recorrido por la sala donde se analizó y evaluó el deslumbramiento de forma empírica y perceptual.



Figura 27: Sala Egipcia. Elaboración propia



Figura 28: Sala Egipcia. Elaboración propia.



Figura 29: Sala Egipcia. Elaboración propia.

Como podemos observar, tanto en la figura 27, 28 y 29 existe deslumbramiento directo causado principalmente por ubicación de algunas muestras frente a vanos de ventanas y por luminarias de acentuación frente al plano de la visual.



Figura 30: Sala Egipcia. Elaboración propia.



Figura 31: Sala Egipcia. Elaboración propia.

Tanto en la figura 30 como 31, se puede apreciar el deslumbramiento reflejado por contraste de luminancia.



Figura 35: Sala Egipcia. Elaboración propia.



CONCLUSIONES

Como conclusión y desenlace de este trabajo investigativo, pudimos observar, que la iluminación museográfica debe realizarse a partir del equilibrio entre *los aspectos expresivos y las condiciones de conservación de los objetos iluminados*.

En aspectos generales, como resultado de la investigación, es posible concluir que no existe una correcta *Ergonomía Visual*, debido a varios factores mencionados durante el desarrollo de la tesis. Estos factores, fueron manifestados, por diferentes autores, citados en el marco teórico de la investigación. Richard Kelly, uno de los autores referentes de este trabajo investigativo, menciona factores, requerimientos y condiciones que determinan la ergonomía visual, los cuales son: iluminación uniforme, iluminancia óptima, ausencia de brillos deslumbrantes, condiciones de contraste adecuadas, colores correctos y ausencia de luces intermitentes o efectos estroboscópicos⁸. Teniendo en cuenta lo dicho del autor Kelly, los niveles de iluminancia en la sala, no son los adecuados, ni suficientes de acuerdo a la distribución de las luminarias y selección de las mismas. No existe un equilibrio entre objetos y su entorno (relación de luminarias). Existen lugares muy oscuros y otros con un nivel muy alto. Dicho esto, corroboramos que no existe una correcta Ergonomía Visual,

La ergonomía visual de la iluminación artificial museográfica depende tanto del tipo de fuente de emisión de luz artificial utilizada y sus propiedades, así como también de las técnicas y tecnología aplicadas.

. Al mismo tiempo, Kelly, menciona que la uniformidad es uno de los factores importantes al momento del diseño de iluminación. Esto no sucede en la sala, debido a que no existe un buen equilibrio entre la iluminación acentuada con carriles electrificados e iluminarias tipo proyectores.

Tal como se expresa en la Pág. 19 de esta tesis, "*Es de obligatorio cumplimiento el control del deslumbramiento directo o reflejado, provocado por la inadecuada incidencia de la luz ya sea natural o artificial, sobre la visual o sobre los objetos expuestos o por contraste excesivo de luminancias entre el objeto y su entorno inmediato*" (Manual Philips, 1993), podemos decir que, en la sala elegida no se presenta control de deslumbramiento directo y reflejado por lo que no existe una correcta Ergonomía Visual. Esto sucede, debido a la inadecuada ubicación de luminarias e inadecuada ubicación de las muestras respecto a vanos de ventanas y puertas.

Teniendo en cuenta los tipos de fuentes de luz mencionados en el desarrollo del trabajo, los proyectos eficientes de iluminación artificial museográfica deben tener en cuenta el análisis de las variables que garantizan la ergonomía visual: la iluminación suficiente y adecuada para la percepción de los objetos y su conservación, la adecuada selección y ubicación de luminaria y lámparas, el control de la uniformidad de la iluminación y el control del deslumbramiento.

El confort visual es un estado generado por la armonía o equilibrio de una elevada cantidad de variables. Las principales están relacionadas con la naturaleza, estabilidad y cantidad de luz, y todo ello en relación con las exigencias visuales de las tareas y en el contexto de los factores personales. Al aplicar la estrategia del confort visual eficiente ya durante la fase de desarrollo de la iluminación, nos aseguramos de que se tomen en consideración todos los factores para una iluminación de museo sostenible, desde la calidad de la luz hasta la rentabilidad, pasando por el confort visual. No solo el tipo de

⁸ Efecto óptico que produce el movimiento ilusorio.

escenificación luminosa contribuye a la calidad de la experiencia de la exposición, sino que también lo hace el confort visual de la iluminación.

La iluminación correcta, engloba las cuatro dimensiones de la luz: dirección de la luz, intensidad luminosa, color de la luz y tiempo.

DIRECCION DE LA LUZ.

La dirección de la luz define la posición de una fuente de luz en relación con el objeto iluminado. Determina principalmente el efecto de la luz en el objeto expuesto y en el observador. La dirección de la luz decide la profundidad espacial, la plasticidad, la reconocibilidad y la percepción. Aquí es necesario prestar especial atención al deslumbramiento. Además del deslumbramiento fisiológico que obstaculiza la visión, el deslumbramiento psicológico mediante fuertes puntos de luz en el campo visual influye directamente en el bienestar y la calidad de la vivencia del observador. La orientación precisa y el control del deslumbramiento de las fuentes de luz.

INTENSIDAD LUMINOSA.

Para poder observar las obras de arte de la mejor manera posible, es necesaria una luminosidad específica en su superficie. Las iluminancias habituales de los museos con sistemas de iluminación convencionales se encuentran en el rango de los 50 a 200 Lux por motivos de conservación y en función del objeto expuesto.

COLOR DE LA LUZ.

El color visible para el observador, la experiencia cromática, está determinado por el color de la iluminación y por el espectro de reflexión y transmisión del objeto expuesto. Es a través del ajuste preciso del color de la luz a las condiciones lumínicas del espacio y la materialidad de la obra de arte que se garantizan los mejores resultados.

TIEMPO.

Con sistemas de regulación de iluminación inteligentes se puede ajustar con precisión la intensidad, la cantidad y la temperatura de color de la luz diurna y la luz artificial a lo largo del día. Es así como queda garantizada una experiencia de calidad en cuanto a la luz que no depende del momento del día o de las condiciones lumínicas.

Los proyectos eficientes de iluminación artificial museográfica deben tener en cuenta el análisis de las variables que garantizan la ergonomía visual: la iluminación suficiente y adecuada para la percepción de los objetos y su conservación, la adecuada selección y ubicación de luminaria y lámparas, el control de la uniformidad de la iluminación y el control del deslumbramiento. Cabe destacar que la iluminación de puesta en valor tiene que procurar una correcta percepción del objeto a la vez que garantizar su conservación.

La iluminación de una exposición o museo es una tarea que exige conocimientos a la vez diversos y profundos. Esto hace recomendable el trabajo de un equipo interdisciplinario. Además, deberá lograr un adecuado equilibrio entre la luz expresiva y funcional de espacio expositivo, y entre la iluminación de contraste y sensibilidad de los objetos exhibidos. Sólo así la iluminación de una exposición tendrá coherencia conceptual y técnica.

“Iluminar no es sólo proyectar luz sobre el espacio, sino que es dar un carácter con la luz al espacio que se ilumina, es narrar una historia y dar a conocer un contenido oculto en los objetos”. Jean-Jacques Ezrati



RECOMENDACIONES

Con referencia a lo dicho anteriormente, se recomienda principalmente, que el iluminador de exposiciones integre un equipo de trabajo interdisciplinario, para poder abarcar todos los conocimientos necesarios para el desarrollo de la iluminación museográfica. Como por ejemplo, la prevención del objeto primordialmente, ya que como mencionamos en el desarrollo de la tesis, la luz acelera el proceso de degradación, por ello es un factor muy importante en el sentido de la conservación preventiva.

Se aconseja, a su vez, implementar la instrucción metodológica para el diseño de la iluminación artificial museográfica, para poder evitar los deslumbramientos, tanto los deslumbramientos reflejados, como los de contraste.

Además, se sugiere implementar el procedimiento de evaluación de la ergonomía visual comprobando que las técnicas y tecnologías de la iluminación artificial implementadas en el museo sean las adecuadas a los requerimientos de la iluminación museográfica y requisitos de ergonomía visual. Para poder evaluar estos requisitos podemos sugerir, comprar equipamiento para evaluación de la ergonomía visual (luxómetro).

Recomendación para la ubicación de luminaria. Angulo de incidencia. Superficies horizontales o inclinadas.

1. Se recomienda (Ver Capitulo II Proceso de Diseño) utilizar para iluminación de vitrinas, luminarias tipo proyectores posicionados de forma tal, que línea de la visual a la luminaria imagen respecto al plano determinado por la superficie inclinada iluminada de la vitrina, no intercepte la superficie iluminada.



Figura 36: Iluminación y ergonomía. Recuperada de https://www.academia.edu/5516868/Es_ercos_guide_3_indoor_lighting

2. Se recomienda no situar la luminaria cerca de la vertical de la superficie iluminada.

3. Se recomienda la selección de la lámpara en función de la cobertura del cono haz en dependencia del tamaño del objeto o su soporte.

4. Se recomienda la utilización de luminarias con lámparas incandescentes downlight (luz hacia abajo).

5. Se recomienda para la iluminación de acentuación integrada en vitrinas, utilizar sistema de iluminación con puntos de luz con fibra óptica con apantallamiento para evitar el deslumbramiento directo o reflejado, esto se logra con arreglos de baja intensidad luminosa del entorno respecto al interior de la vitrina.

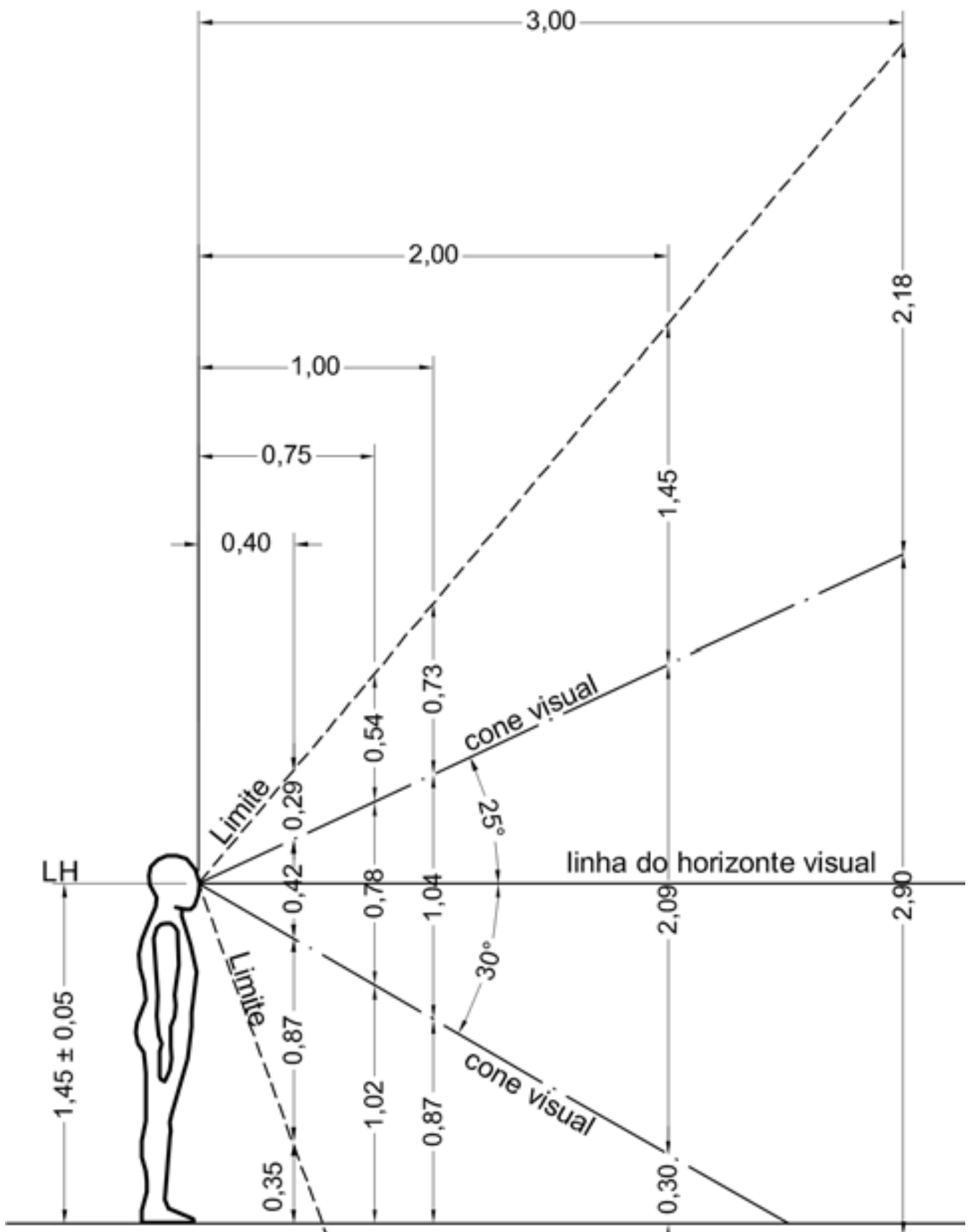


Figura 37. Ergonomía visual. Recuperada de www.google.com.ar

Asimismo, diseñamos para poder evaluar los procedimientos, modelos de cuadros con información detallada. A continuación, podemos observarlos:

NOMBRE DE LA OBRA:				
FECHA:				
(EJEMPLO)				
PARTICIPAN	EJECUTA	VERIFICA	APRUEBA	TOMA DECISIONES
DIRECTOR/A DEL MUSEO NOMBRE:		X	X	X
MUSEOLOGO/A NOMBRE:	X	X		
CONSERVADOR/A NOMBRE:		X	X	
ARQUITECTO/A NOMBRE:	X	X	X	X
DISEÑADOR/A DE INTERIORES NOMBRE:	X	X	X	X
EMPRESA INVERSIONISTA/EJECUTORA NOMBRE:	X	X		
ELECTRICISTA NOMBRE:	X			

Figura 38. Elaboración propia. Cuadro detallado.

COLECCIÓN (EJEMPLO)	TIPO DE SOPORTE	SENSIBILIDAD	SALA	
			1 - PERMANENTE	2- TRANSITORIA
<i>CUADRO CON ACUARELA</i>	<i>PROYECTOR LED</i>	<i>HASTA 50 LUX</i>		2

Figura 39. Elaboración propia. Cuadro detallado.

COLECCIÓN Y SOPORTE (EJEMPLO)	TIPO DE SOPORTE	TECNICA DE ILUMINACION	SALA 1 - PERMANENTE 2- TRANSITORIA	
<i>ESCULTURA</i>	<i>PROYECTOR LED</i>	<i>ORIENTACION</i>	<i>1</i>	

Figura 40. Elaboración propia. Cuadro detallado.



ANEXOS

RESUMEN DE LAMPARAS Y PRINCIPALES CARACTERISTICAS. Anexo 1

Tipo de lámpara	Características	Observación
Lámparas incandescentes.	La luz se produce por la elevación de la temperatura del filamento.	Se pueden conectar directamente a la red, sin necesidad de ningún accesorio eléctrico.
Lámparas halógenas a tensión de red.	Técnica incandescente con halógenos	Se pueden conectar directamente a la red.
Lámparas halógenas a baja tensión	Técnica incandescente con halógenos	Necesitan transformador.
Lámparas fluorescentes (Diámetro 26 mm)	La radiación ultravioleta que produce la descarga de vapor de mercurio a baja presión se transforma en radiación visible de onda más larga, gracias al polvo fluorescente que recubre el interior del tubo. El encendido puede ser: de precalentamiento (mediante cebador o arrancador), de encendido rápido, de encendido instantáneo, y de encendido electrónico.	Funcionamiento sólo con ECC Y ECE
Lámparas fluorescentes (Diámetro 16 mm)	La radiación ultravioleta que produce la descarga de vapor de mercurio a baja presión se transforma en radiación visible de onda más larga, gracias al polvo fluorescente que recubre el interior del tubo. El encendido puede ser: de precalentamiento (mediante cebador o arrancador), de encendido rápido, de encendido instantáneo, y de encendido electrónico.	Funcionamiento sólo con ECE
Lámparas Fluorescentes compactas sin equipo incorporado	La radiación ultravioleta que produce la descarga de vapor de mercurio a baja presión se transforma en radiación visible de onda más larga, gracias al polvo fluorescente que recubre el interior del tubo.	

	El encendido puede ser: de precalentamiento (mediante cebador o arrancador), de encendido rápido, de encendido instantáneo, y de encendido electrónico.	
Lámparas fluorescentes compactas con equipo electrónico incorporado		Equipo de conexión electrónico (ECE)

Figura 41. Elaboración propia. Cuadro detallado.

EQUIPOS AUXILIARES. Anexo 2

Mientras que las lámparas incandescentes funcionan de forma estable al conectarlas directamente a la red, la mayor parte de las fuentes de luz requieren un equipo auxiliar para iniciar su funcionamiento o evitar crecimientos continuos de intensidad. En algunas lámparas, como las halógenas de baja tensión, la tensión de funcionamiento es distinta a la suministrada por la red por lo que requieren también de equipos auxiliares.

Los equipos auxiliares determinan en gran medida las prestaciones de servicio de la lámpara, en lo que a calidad y a economía en la producción de luz se refiere. Estos equipos tienen su propio consumo eléctrico que ha de ser tenido en cuenta al evaluar el sistema de iluminación en su conjunto.

Los equipos auxiliares más comunes son los balastos, arrancadores o cebadores, y condensadores, así como, transformadores para las lámparas halógenas de baja tensión. En caso de trabajar con equipo electrónico los tres componentes necesarios para el adecuado funcionamiento de la lámpara (equipo, cebador y condensador) se incorporan en un solo elemento.

Balastos

El balasto es el componente que limita (estabiliza) el consumo de corriente de la lámpara a sus parámetros óptimos. Es el balasto el que proporciona energía a la lámpara, por lo que las características de tensión, frecuencia e intensidad que suministre determinan el correcto funcionamiento del conjunto.

Arrancadores

El arrancador o cebador es el componente que proporciona en el momento del encendido, bien por sí mismo o en combinación con el balasto, la tensión requerida para el cebado de la lámpara. El arrancador puede ser eléctrico, electrónico o electromecánico. Las características eléctricas del arrancador tienen una importancia fundamental en la vida de la lámpara. La tensión de pico, la corriente máxima (independiente/en serie), la posición de fase, y la tensión de conexión e interrupción tienen que ser las idóneas para lo requerido por tipo y potencia. Desde el punto de vista de la eficiencia energética los arrancadores suponen una pérdida entre el 0,8-1,5 % de la potencia de la lámpara.

Condensadores

El condensador es el componente que corrige el factor de potencia ($\cos\phi$) a los valores definidos en normas y reglamentos en vigor. Guía Técnica de Iluminación Eficiente 5 Sistemas de iluminación 21 El resultado final es una reducción de la potencia reactiva consumida que se traduce en un menor gasto energético y, por lo tanto, en una mayor eficiencia energética de la instalación. Las pérdidas en los condensadores suponen entre el 0,5-1 % de la potencia de la lámpara.

LUMINARIAS. Anexo 3



Fuente: Herramientas de iluminación GUIA ERCO

APLICACIONES DE TECNOLOGIA PARA EL CONFORT LUMINICO Y VISUAL.
Anexo 4



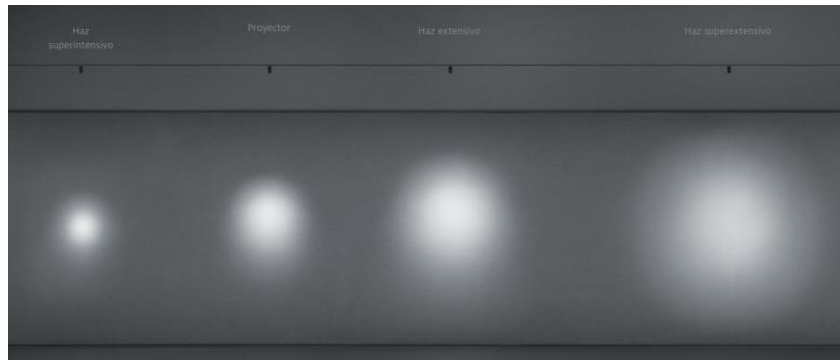
Fuente: Herramientas de iluminación GUIA ERCO

Sistema modular, diseñado para la iluminación de acento directa o indirecta. Módulo de dos o tres cuerpos.



Fuente: Herramientas de iluminación GUIA ERCO
Características de distribución.

PRINCIPIOS DE PLANIFICACION. Anexo 5



Fuente: *Herramientas de iluminación GUIA ERCO*
Características de distribución.

Haz súper intensivo: para la acentuación precisa de objetos expuestos pequeños; atrae la mirada.

Proyector: para iluminar todo tipo de objetos; refuerza las áreas

individuales de la imagen u objeto.

Haz extensivo: para objetos expuestos de gran formato y superficies murales; crea distancia y profundidad en la sala.

Haz súper extensivo: para iluminar áreas de superficies mayores; también puede utilizarse para la iluminación de fondo.



Fuente: *Herramientas de iluminación GUIA ERCO*
Características de distribución.

Haz oval: dispersión oval; ideal para objetos expuestos alargados

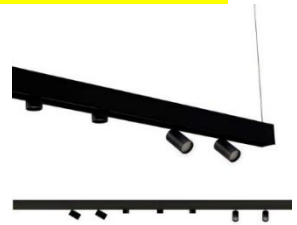
Oval: distribución elíptica; perfecto para objetos muy estrechos

Proyección: un punto de luz vivo que puede enfocarse

Bañador de pared: iluminación homogénea de superficies murales o imágenes de mayor tamaño

ILUMINACIÓN SOBRE RIEL LED

Compuesto por un máximo de 8 spots LED giratorios con fijación magnética para la conexión al canal -2min de aluminio pintado de color negro- que almacenan los spots cuando se inclinan longitudinalmente. El pivote se extrae del canal, la fuente de luz LED se puede girar e inclinar en cualquier dirección cuando el brazo de soporte con doble articulación del punto, se extrae del canal. Ópticas intercambiables de 14° y 32°. Colgado con cables de acero o con soportes para su fijación en el techo. Conductor a distancia o dentro de la roseta del techo.



PROYECTOR LED:

Optimizado para la eficiente iluminación de acento de alta calidad en museos, salas de exposiciones y galerías de arte. Cuerpo en aluminio de inyección.



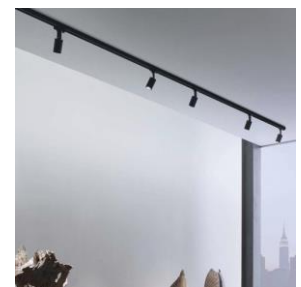
BOXY:

Forma cortada/tamaño no aplicable. Profundidad de empotrado no aplicable



MINI PROYECTOR

Luz ajustable cilíndrica para el uso trifásico de la pista, 24Vdc o 220/240Vac. Hecho del aluminio, con el anillo frontal.



MAAR:

Reflector pista-montado de la eficacia alta LED ajustable en dos hachas (puede ser inclinado en 350° en el eje horizontal y ajustar el 90° en el eje vertical). Aluminio fundido a troquel, polvo pintado. Puede ser montado en pista trifásica.





BIBLIOGRAFIA

- I. AA.VV. “Análisis estético de la iluminación teatral”, VIII Congreso de Teatro Iberoamericano y Argentino, Buenos Aires, 1999.
- II. C.F. Kirschbaum. Diseño de la iluminación de interiores. Fascículo de estudio del módulo Diseño.
- III. ERCO GUIA Edición: 20.02.2012 | Versión actual bajo www.ercocom.ar.
- IV. ERCO. Empresa especialista en iluminación arquitectónica museográfica. <https://www.ercocom.es/> Consultado en el año 2019.
- V. EZRATI, JEAN-JACQUES, Théorie, technique et technologie de l'éclairage mueographique, Scéno+, París, (2002) RINALDI, MAURICIO, Diseño de iluminación teatral, Edicial, Buenos Aires, 1998.
- VI. George Braque (1917) El día y la noche. Traducción de Ramón Andrés.
- VII. H.C. BÜHLER, de la UNT. (1995) De la iluminación de la Escuela de Posgrado en Luz y Visión del Instituto de Luminotecnia, Luz y Visión Ing.
- VIII. ICOM. Consejo internacional de museos Argentina.
- IX. Lluís PEÑUELAS I REIXACH. El elemento funcional de los Museos. Libro IX.
- X. Luz para el arte y la cultura. España. ZUMTOBEL
- XI. Manual de iluminación. <https://olivailuminacion.com/media/pdf/descargas/Manual-de-iluminacion-2018.pdf> Consultado en el año 2019.
- XII. Manual de montaje de exposiciones. https://www.academia.edu/578804/Manual_de_Montaje_de_Exposiciones
- XIII. Mario Raitelli (Jefe de departamento en Departamento de luminotecnia, luz y visión).Diseño de la iluminación de interiores. Capítulo 8. Ing.
- XIV. Museo e innovación. <https://museografia.com/2018/02/22/museos-y-diseno-de-iluminacion/>

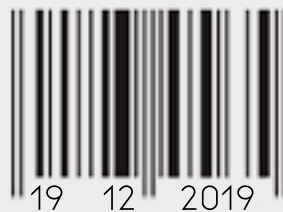
- XV. NORMA IRAMAADL J20 05. (1974) Iluminación Artificial de Interiores. Características. Uniformidad de la iluminación.
- XVI. Norma IRAM-AADL. Iluminación natural en edificios.
- XVII. Palacio, Víctor (2018) Diseño de iluminación: desarrollo, práctica y educación. Revista Digital Universitaria (RDU). Vol. 19, núm. 3 mayo-junio. DOI: <http://doi.org/10.22201/codeic.16076079e.2018.v19n3.a2>
- XVIII. Philips. 1983. Manual de alumbrado, 3ra edición.
- XIX. Iluminet. Revista de diseño e iluminación (2015) Richard Kelly, un pionero de la iluminación arquitectónica.
- XX. Richard Kelly 2019. <https://www.erco.com/guide/basics/perception-orientated-lighting-design-2896/es/>
- XXI. Rinaldi Mauricio (2005) “Iluminación de museos y exposiciones: bases para el diseño”, Revista de la Asociación Argentina de Luminotecnia, No. 80.
- XXII. Stefan Michalski. (2006) COMO ADMINISTRAR UN MUSEO. Manual práctico, ICOM, París.
- XXIII. Tecnica Industrial. (2006) <http://www.tecnicaindustrial.es/TIFrontal/a-880-la-iluminacion-obras-arte.aspx> Consultado en el año 2019.
- XXIV. Thomson, Gary, (1998) EL MUSEO Y SU ENTORNO. Segunda edición © Ediciones Akal, S.A.
- XXV. Uned – (2012-13) Diseño de exposiciones. Concepto, instalación y montaje Luis Alonso Fernández Isabel García Fernández Alianza Forma 2010. Museología y Museografía – Grado en Historia del Arte.

LICENCIATURA EN DISEÑO DE INTERIORES
ALUMNA: JAZMIN R. POLLOLA



UNIVERSIDAD
DEL ESTE
LA PLATA

LA INVESTIGACIÓN TIENE COMO PROPÓSITO, EL ANÁLISIS DE LAS TÉCNICAS APROPIADAS PARA LA ERGONOMÍA VISUAL EN LA ILUMINACIÓN ARTIFICIAL DE OBJETOS CON ALTO VALOR PATRIMONIAL EXHIBIDOS EN EL MUSEO DE CIENCIAS NATURALES DE LA PLATA. PARA ESTE PROYECTO SE INVESTIGÓ SOBRE DIFERENTES FUENTES DE LUCES ARTIFICIALES, SUS PROPIEDADES Y EL USO DE LAS PRÁCTICAS ADECUADAS DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL.



19 12 2019