

Universidad Politécnica de Cataluña
Escuela Técnica Superior de Arquitectura



Master Universitario en Arquitectura Energía y Medio Ambiente

**AHORRO ENERGÉTICO Y CONFORT LUMÍNICO
PARA EL DESARROLLO LABORAL EN OFICINAS**



Tesina Presentada Por:

Cinthia Gabriela Ramírez Pérez

Asesora de Tesina:

Isabel Crespo Cabillo

ÍNDICE

I.- Introducción

Presentación del Tema.....	1
Objetivos.....	4
Metodología.....	4

II.-Luz Natural

Características.....	5
Fuentes de Luz Natural.....	5
Componentes de la Luz Natural.....	6
Tipos de Cielo.....	7
Luz Natural en México.....	10

III.- Luz Artificial

Iluminación Artificial.....	12
Principios Productores de Luz Artificial.....	12
Fuentes de Luz Artificial.....	13

IV.- Ahorro Energético

Ahorro Energético.....	15
Buenas prácticas energéticas en la oficina.....	16
Gestión energética.....	21
El Gestor la Dirección y el Personal.....	22

V.- Elección de la mejor fuente

Análisis entre luz natural y luz artificial.....	23
Eficacia Luminosa.....	23

VI.- Luz y Salud

Luz Natural y Salud en el Ser Humano	25
Luz Dinámica.....	25
Luz Bio-Dinámica.....	26
Iluminación Circadiana.....	29
Nivel Lumínico y Salud Laboral.....	30

VII.- Luz y Espacio

Consideraciones arquitectónicas.....	31
Niveles Recomendados.....	32
Variables a considerar Relativas al Usuario.....	34
Influencia de Alumbrado en la Productividad.....	35
Factores de Influencia en la visibilidad.....	37

VIII.-Niveles de Iluminación en Oficinas

Niveles.....	38
Normas Internacionales.....	39
Normas Europeas.....	40
Normas Nacionales.....	40
Comparativa de la iluminación en Distintos Países.....	42

IX.-Estrategias de Diseño

Estudio sobre Tipologías.....	44
Aspectos Aplicables a Cualquier Tipología.....	46

X.-Conclusiones

Comentarios Finales.....	48
--------------------------	----

XI.-Bibliografía	49
-------------------------------	----

PRESENTACIÓN DEL TEMA

Con base en las investigaciones obtenidas, en las que se demuestra a la luz como un factor fundamental de influencia psico-biológica en nuestros organismos, en el cual el uso de niveles adecuados y variaciones de temperaturas de color, pueden actuar biológicamente sobre el ser humano., el presente trabajo de investigación aborda la influencia y repercusiones de la luz en la salud y productividad del ser humano; en particular de la iluminación artificial en ambientes laborales como es el caso de las oficinas.

Se plantea el desarrollo del presente trabajo, con un enfoque de investigación con relación al entorno laboral de oficinas que abarca conceptos y criterios principales sobre características de la luz desde un nivel físico, luz natural, luz artificial, la relación con la salud y el espacio para finalmente reunir la información existente sobre estrategias, legislaciones vigentes ahorro energético y aportaciones practicas para el diseño y desarrollo del proyecto lumínico en oficinas, enfatizando aspectos específicos para la ciudad de México.

Esta investigación está dirigida a profesionales del mundo de la iluminación, su finalidad es servir como apoyo al conocimiento y desarrollo específico del proyecto lumínico en oficinas, con el objeto de tener en cuenta los fundamentos y criterios esenciales y necesarios, para poderlos integrar a sus diseños, los cuales se consideren en etapas previas del proyecto, dándole así una nueva interpretación a la utilización de la luz en la arquitectura y hacer uso de la misma como instrumento generador de bienestar, salud y productividad con atención especial al ahorro energético.

En las últimas décadas, se han ido conociendo con mayor profundidad los efectos de una adecuada iluminación, la ciencia médica ha demostrando de manera importante la influencia positiva de la luz sobre la salud y el bienestar del ser humano.

Ante esta situación, surge la necesidad de comprender de manera objetiva los efectos provocados por la luz en nuestro organismo, que ayudarán a redefinir parámetros proyectuales para la iluminación de aquellos ecosistemas artificiales a los que llamamos oficinas y en los cuales transcurre gran parte de nuestra vida.

Hasta hace aproximadamente 20 años, el diseño de los proyectos de iluminación y desarrollo de luminarias, había tenido principalmente el objetivo de obtener capacidad visual para el usuario; respetando simplemente normas técnicas y cumpliendo con los niveles mínimos recomendados; lo cual ha hecho posible adquirir un profundo conocimiento técnico y científico de los efectos de la iluminación sobre la capacidad visual únicamente. Sin embargo, recientemente, se ha otorgado cada vez más espacio a la influencia de la luz en los aspectos psicobiológicos del ser humano, lo cual prueba el cambio que se está teniendo en la concepción de los proyectos de iluminación, en el que el objetivo central el confort visual integral, sumando a ello la responsabilidad en la gestión de los recursos energéticos para satisfacer dicha necesidad.

En este sentido, y a diferencia de lo que sucedía con anterioridad las investigaciones más desarrolladas sobre la iluminación en interiores, se están centrando cada vez más en analizar como la iluminación afecta el comportamiento físico, biológico y psicológico del ser humano, es decir, cómo la luz influye el sistema circadiano y por lo tanto, se está comenzando a crear una conciencia del respeto a los ritmos circadianos.

En la década de los años ochenta, gracias a los avances en investigación médica y biológica, empezaron a desarrollarse en Estados Unidos y Europa principalmente, investigaciones basadas en la fotobiología, la ciencia que estudia los efectos de la luz desde un punto de vista biológico; gracias a los

resultados de investigaciones realizadas en espacios cerrados (espacios sin ventanas y, por lo tanto, sin contacto visual con el exterior) se demostró que el organismo humano está muy influido por la luz y que, utilizándola adecuadamente, es posible estimular nuestro organismo y, sobre todo, sincronizar el tiempo biológico, con el tiempo social o laboral; incluso en ambientes que no cuentan con aportación de iluminación natural. Es decir respetar nuestro reloj biológico, a pesar de estar expuestos por prolongados tiempos a un tipo de luz artificial constante, exigencias que regularmente se demandan debido a las largas jornadas laborales.

La Comisión Internacional de Iluminación, designada abreviadamente como C.I.E. por sus siglas en francés (Commission Internationale de l'Éclairage), es una organización dedicada a la cooperación internacional y al intercambio de información entre sus países miembros sobre todas las materias relacionadas con la ciencia y el arte de la iluminación; desde 1998, celebra congresos abarcando temas fundamentales relacionados con la iluminación y la luz, como visión, fotometría y colorimetría, incluyendo las fuentes de radiación naturales y artificiales en el rango ultravioleta (radiaciones con longitudes de onda inferiores a 380nm), visible (de 380 a 780 nm) e infrarrojo (longitudes superiores a 780nm) del espectro; las aplicaciones relativas al uso de la luz en exteriores e interiores, los efectos medioambientales y estéticos, así como los medios de producción y control de la radiación.

En el Congreso "Lighting Quality" llevado a cabo en 1998, en Ottawa Canadá, con la participación de importantes universidades de distintos países, se sintetizó el estado actual sobre la calidad y la influencia de los diferentes niveles de iluminación sobre el rendimiento de las personas, sometidas a ambientes lumínicos en actividades laborales que se dan dentro de las oficinas.

Los resultados muestran que un alto nivel de iluminancia hace aumentar la producción de las hormonas de la vigilia y al disminuir el deseo de dormir mediante mecanismos naturales, este tipo de luz hace que las personas sean más activas y más receptivas ante los estímulos externos y que estén atentas, además de que la actividad intelectual y el estado de ánimo mejoran sin que aumente el estrés, se demostró que un sistema de iluminación dinámico mejora las prestaciones laborales con respecto a un sistema de iluminación constante y con valores de iluminación indicados en la normativa técnica de referencia a la prestación visual.

La luz dinámica aumenta la capacidad de estimulación del ambiente porque es capaz de cambiar la iluminancia y la temperatura de color a lo largo del día. Esta propiedad es muy importante, considerando que la mayor parte de los ambientes de trabajo son hiperestimulantes, es decir ambientes en los cuales se relaja la actividad mental y disminuye los reflejos; este tipo de ambientes pueden producir diferentes efectos como son somnolencia, disminución del interés por el aprendizaje y en casos extremos apatía, depresión, baja autoestima y disminución del espíritu de auto superación.

Por el contrario se busca tener ambientes hiperestimulantes en los cuales se activa el trabajo mental, la concentración y se agudicen los sentidos. Ambos factores son sumamente importantes a considerar en el diseño de iluminación de oficinas, debido a que se ha comprobado que tras largos tiempos de exposición el organismo, pide por un lado no frenar los ciclos o por el contrario, pide no mantener el ritmo aunque las condiciones ambientales le indiquen lo contrario; entonces empiezan a presentarse fallos de concentración, nerviosismo y ansiedad. Y en ocasiones hay personas que pueden volverse irritables, agresivas y la tensión puede convertirse en estrés.

Los ambientes iluminados exclusivamente con luz artificial, como lo es el caso particular de estudio; la luz no constituye una fuente de información cronológica; mientras que en los entornos naturales la luz es, por el contrario, el principal cronómetro con que cuentan los seres vivos. La variación de luz natural a lo largo de la jornada constituye un verdadero reloj biológico, ya que produce efectos medibles, sobre el equilibrio psíquico y orgánico de los seres vivos. Por ello es muy importante considerar que dependiendo del tipo de luz, es posible crear diferentes ambientes, y que la iluminación artificial debe tener en cuenta la composición de la luz natural, de acuerdo a la latitud en que vivimos y las características, tanto en su composición espectral, cantidad, distribución, temperatura de color, duración e intensidad, todo esto con el objeto de reproducirla adecuadamente para que los ciclos circadianos no se vean alterados.

En los edificios de oficinas hoy día existe una nueva realidad en la distribución de los espacios y en la utilización de nuevos equipos. Estos cambios van determinando las nuevas tareas profesionales para la iluminación y su control, para que estén perfectamente adecuadas y atiendan las distintas necesidades de los usuarios, incorporando nuevos factores técnicos y aspectos fundamentales para la eficiencia y ahorro energético en los sistemas de iluminación, con el objeto de crear el ambiente lumínicamente confortables y saludables.

En base a este criterio resulta importante valorar posibles alternativas para el desarrollo de sistemas que permitan la reproducción de la iluminación natural en ambientes artificiales, a partir de las variaciones mediante un sistema de luz biológico-dinámica que sea capaz de producir estímulos luminosos y marcar el ritmo temporal en los entornos laborales de las oficinas.

Es por esto que en este trabajo se pretende analizar y reunir los elementos del diseño que intervienen para un correcto sistema de iluminación, en el cual se

consideren estas premisas y se logre tener conciencia de la toma de decisiones en proyecto que producirán los beneficios tanto en ahorro energético como en aspectos biológicos en comparación con una propuesta tradicional.

El concepto de "Biodinámica", ha sido utilizado en recientes investigaciones, definiéndolo como la luz que produce el mismo estímulo neurofisiológico que la luz del sol, es decir es la que es capaz de cambiar de iluminancia y temperatura de color a lo largo del día o de la jornada, variando las características cromáticas y la intensidad luminosa a medida que pasan las horas, de acuerdo al entorno y en función de sus variables climáticas y geográficas; todo esto con el objetivo de brindar una iluminación correcta desde el punto de vista del sistema circadiano, refiriéndose con esto a que la luz es el principal elemento para la sincronización del reloj biológico con un esquema de comportamiento regular y coordinado con una duración de 24 hrs.

OBJETIVO CENTRAL

Desarrollar una guía de iluminación que ayude al conocimiento de aspectos técnicos, biológicos, psicológicos, de ahorro energético, y de confort general que intervienen para el correcto funcionamiento de espacios laborales en oficinas.

El grado de seguridad con el que se ejecuta el trabajo depende de la capacidad visual y ésta depende, a su vez, de la cantidad y calidad de la iluminación. Un ambiente bien iluminado no es solamente aquel que tiene suficiente cantidad de luz.

Para conseguir un buen nivel de confort visual se debe conseguir un equilibrio entre la cantidad, la calidad y la variabilidad de la luz de acuerdo a las investigaciones mencionadas en el inicio de este trabajo, de tal forma que se consiga una ausencia de reflejos y de parpadeo, uniformidad en la iluminación, ausencia de excesivos contrastes, etc. Todo ello,

OBJETIVOS PARTICULARES

- Identificar y definir los elementos de diseño de iluminación, que se requieren e intervienen para un correcto desempeño y funcionamiento en los edificios de oficinas.
- Contribuir con el estudio de la iluminación artificial desde el enfoque de la salud del ser humano para una posible mejora de la Legislación actual.
- Establecer diferencias entre condiciones habituales de iluminación y condiciones propuestas de variación con la iluminación dinámica, tomando como referencia la revisión documental más reciente.

- Investigar aspectos que promuevan incrementos de productividad y mejora en calidad de vida del usuario que generen la visión del proyecto lumínico como una inversión rentable a corto y largo plazo.
- Recopilar los efectos físicos, biológicos y psicológicos, que se producen en el ser humano con las distintas formas de uso de luz en los espacios laborales.

METODOLOGÍA

El presente trabajo consiste en la investigación del problema en conjunto, con la finalidad de entender, los distintos factores que intervienen en el proceso de iluminación de un espacio laboral como lo son las oficinas. Para finalmente como resultado de esa investigación aportar estrategias que ayuden en el proceso de diseño de estos espacios estableciendo datos con bases científicas haciendo así mucho mas objetiva la toma de decisiones para el diseño y confort de los mismos.

La selección de esta metodología como base general, busca recopilar datos fiables y eficientes, de fuentes confiables con la finalidad de poder conformar un documento de consulta sobre el tema en específico, que de manera clara y resumida.

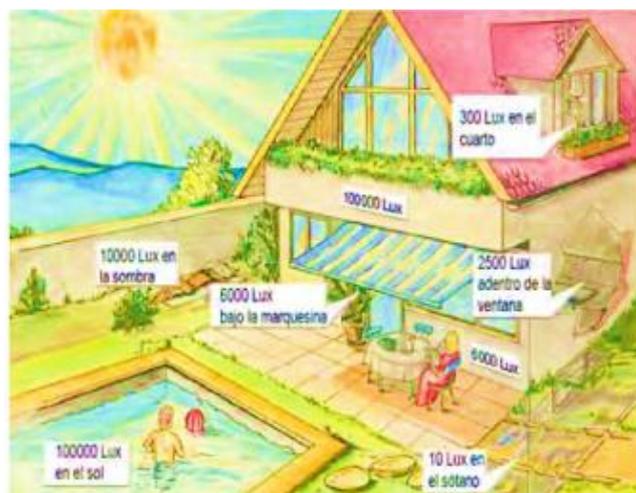
CARACTERÍSTICAS

A lo largo de la historia de la arquitectura y hasta prácticamente los años cincuenta de este siglo, se ha concebido la luz, tanto por sus aspectos cualitativos como cuantitativos. Es decir, se atendía tanto a los valores expresivos de interacción entre la luz y la forma arquitectónica dentro de la variabilidad de intensidad y color, como a la consecución de unos niveles adecuados de iluminación para las distintas actividades. En efecto cuando se concibe la luz como un factor meramente cuantitativo y no se tienen en cuenta sus valores cualitativos, reducimos notablemente sus posibilidades expresivas. Esta reducción ha tenido lugar en la arquitectura moderna cuando se ha querido conseguir lo que se denomina un nivel uniforme en la iluminación interior, lo cual supone obviar el fenómeno lumínico, por una parte, y de la beneficiosa influencia psicológica y estimulante que la luz variable tiene en el ser humano.

Debido a los avances tecnológicos y a estas ideas, se ha ido sustituyendo la iluminación natural por la artificial, llegando en algunas ocasiones al extremo de proyectar espacios completamente cerrados al exterior, son extensos los ejemplos de oficinas en la ciudad de México que poseen esta mala característica. Esta desafortunada concepción arquitectónica fue originada en gran medida por la reducción de los costos en la energía, el desarrollo de sistemas de iluminación artificial de bajo consumo y el auge del aire acondicionado. Sin tomar en cuenta las grandes ventajas que tiene la utilización de la iluminación natural, como lo ha demostrado la IEA, International Energy Agency, a través de varios estudios, que la luz natural ayuda a disminuir estrés e incomodidad en los usuarios de espacios interiores en la arquitectura.

La luz natural es uno de los elementos que en mayor medida contribuye a la expresión arquitectónica.

Puesto que varía de hora en hora y de día en día a lo largo del año, tanto en intensidad como en color, introduce un componente temporal en la arquitectura. Esta variabilidad, da lugar a distintas manifestaciones visuales, tanto en espacios internos como en su aspecto externo. Estas variaciones lumínicas, son en su mayor parte percibidas por el ojo humano, dada su gran capacidad de adaptación, que le permite ver con niveles de iluminación entre 3 y 100,000 lux.



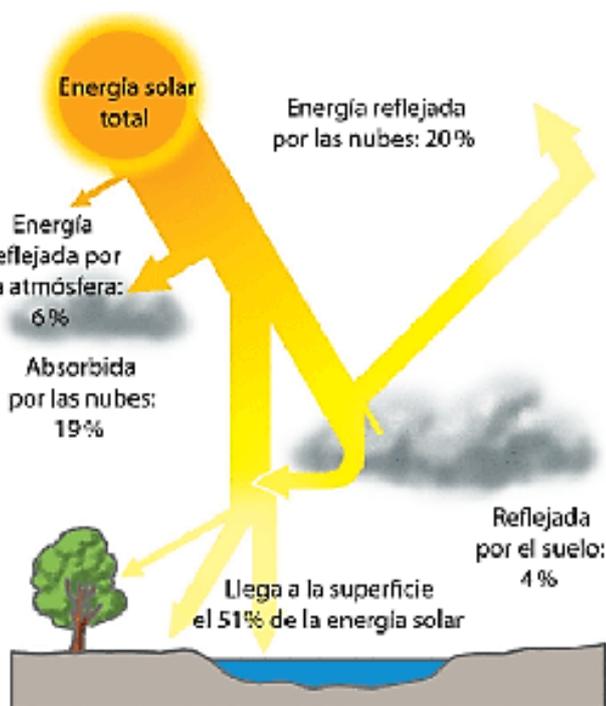
▪ Niveles de iluminación natural

FUENTES DE LUZ NATURAL

Así como las lámparas de diversos géneros constituyen las fuentes para la iluminación artificial; el SOL y el CIELO son las fuentes de las que se dispone para la iluminación natural. La luz natural llega al interior de un espacio o local, de varias formas, directa o indirectamente, dispersada por la atmósfera y reflejada por las superficies del ambiente natural o artificial. Se puede decir que de la misma manera que una luminaria filtra y distribuye la luz emitida por la lámpara eléctrica que ésta contiene, la luminaria de la luz natural es la envolvente que admite la luz del sol en el interior de un espacio, por transmisión, dispersión o reflexión de la misma. Esto incluye el cielo (bóveda celeste), así como el ambiente externo natural o construido por el hombre. Por ello, el tipo de cielo, las superficies de la tierra, plantas, materiales y otros edificios son parte de la "luminaria natural".

COMPONENTES LUZ NATURAL

La atmósfera terrestre está constituida por gases, nubes y partículas sólidas en suspensión. Los diversos constituyentes de esta, provocan la atenuación de la radiación. A medida que la radiación solar atraviesa la masa de aire sufre procesos de absorción, reflexión y refracción. A consecuencia de la interacción de la radiación solar con la atmósfera, la energía que llega a la superficie tiene diferentes componentes, nombradas como la radiación directa, la cual no ha sufrido ninguno de los citados fenómenos y llega a la superficie en la dirección del disco solar y la radiación difusa procede del resto de direcciones de la bóveda celeste. A estas componentes hay que añadir que un captador inclinado también puede recibir radiación previamente reflejada en el suelo. Al conjunto de radiaciones que alcanza la superficie se le llama radiación global.



▪ *Atenuación de la Radiación por la Atmósfera.*

Entonces, las fuentes de luz provenientes del sol, del cielo y de superficies circundantes que inciden y se distribuyen en los espacios interiores de las edificaciones se dividen principalmente en:

Componente directa: Se llama luz solar directa a la porción de luz natural que incide en un lugar específico proveniente directamente del sol. Esta se caracteriza por; su continuo cambio de dirección, su probabilidad de ocurrencia, la iluminancia que produce en una superficie horizontal no obstruida y su temperatura de color.

Componente difusa: La luz natural difusa es aquella que tiene aproximadamente la misma intensidad en diferentes Direcciones, es decir la luz proveniente de la bóveda Celestre sin considerar el sol.

Comparado con el sol directo, el cielo difuso de la bóveda celeste imaginaria tiene un área visual muy grande y una iluminancia relativamente baja. La cantidad de luz natural que proviene de un cielo difuso depende de la posición del sol y de las condiciones atmosféricas de transparencia. La distribución de la luminancia de un cielo nublado varía según el lugar (latitud), hora del día, densidad y uniformidad del cielo difuso. Un cielo uniformemente nublado es 2.5 a 3 veces más brillante en el cenit que en el horizonte.

Componente indirecta o reflejada: La luz solar indirecta es la que llega a un espacio determinado por reflexión generalmente en muros, pisos o plafones. El tanto por ciento de la energía solar que se refleja en una superficie respecto al total incidente, es llamado reflectividad, y depende de la longitud de onda de la radiación y de la naturaleza de la superficie. Las diferentes reflectividades en función de la longitud de onda dan lugar a la signatura espectral de una superficie. La reflectividad global considerando todo el espectro de radiación solar se conoce como albedo de la superficie. En los climas soleados, la luz natural indirecta constituye un verdadero aporte a los sistemas de iluminación natural, mediante uso de superficies reflectoras que dirigen la luz solar directa por ejemplo al plafón, aumentando la cantidad de luz natural disponible y mejorando su distribución.

TIPOS DE CIELO

Si bien la fuente primaria de la luz natural es el Sol, desde el punto de vista de iluminación diurna de edificios, la fuente de luz considerada para el cálculo es la Bóveda Celeste, excluyendo siempre la luz solar directa sobre los planos de trabajo por su gran capacidad lumínica, que como hemos visto puede generar contraste excesivos y causa deslumbramiento.

El cielo puede ser descrito, de acuerdo a sus características distintivas, principalmente por la distribución de luminancias en la bóveda celeste, lo que permite su utilización en los cálculos y en el análisis de sus efectos en el interior de un local. Estos valores dependerán de características locales; como son la localización geográfica, características climáticas, densidad y uniformidad de las nubes, y condiciones atmosféricas como hemos mencionando, considerando también el smog ó la contaminación atmosférica.

De acuerdo a las estrategias de diseño y las características locales de la bóveda celeste, existen diferentes clasificaciones para determinar los diferentes tipos de cielo. La CIE tiene una de las más completas; en su clasificación general de cielo del año 2003, define 16 tipos de cielo, de acuerdo con las diversas distribuciones luminosas e incluso propone diversas ecuaciones con parámetros específicos que rigen la forma de la distribución.

En la Tabla mostrada a continuación se muestra una comparativa entre la clasificación del "CIE general sky type description" y una clasificación más general de los diversos tipos de cielo basada en el libro de Daylighting Performance and Design de John Wiley & Sons resaltando las diferencias de los tipos de cielo en cuanto a su distribución luminosa y brillo.

Al caracterizar un tipo de cielo, se debe hacer de una manera objetiva, ya que se puede caer en muchos errores; porque por una parte hay innumerables

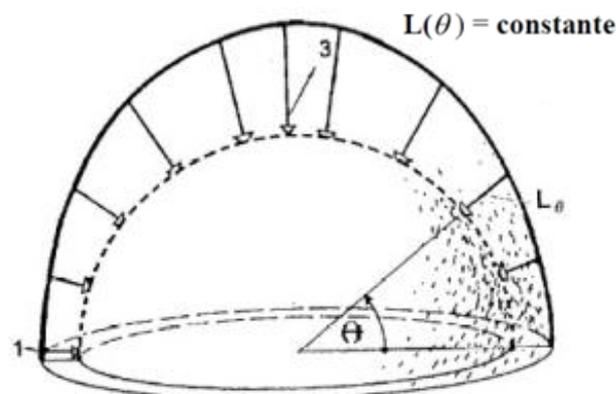
distribuciones de cielos posibles y variaciones, y por otra parte los valores de luminancia son determinados estadísticamente, con valores obtenidos como resultado de mediciones de varios años, pero para otras latitudes. Por esto para determinar las características de iluminación natural que se reproducirá en el modelo de diseño propuesto en esta tesis, se considerará el tipo de cielo y su correspondiente distribución de luminancias, de acuerdo a los datos meteorológicos locales, pudiéndose completar la información respecto a la distribución de luminancias con mediciones locales de cielo para la Ciudad de México. La clasificación del CIE nos permite describir a la luz de día de los diversos climas del mundo, ya que define subconjuntos con las variaciones que estos mismos pueden tener; pero se está considerando que en diversas publicaciones se ha demostrado que en algunos climas se puede tener una eficiente clasificación con sólo tres o cuatro tipos sin necesidad de llegar a tal detalle; razón por la cual para fines de esta investigación se emplea la siguiente clasificación, debido a que se muestra de una manera más simplificada, además de el objetivo de esta tesis no es la clasificación de los tipos de cielo.

TIPO DE CIELO	CIE	LUMINANCE DISTRIBUTION	DESCRIPCIÓN Y DISTRIBUCIÓN LUMINOSA	CARACTERÍSTICAS	BRILLO
CIELO CUBIERTO OVERCAST	1	CIE Standard overcast sky, steep luminance gradation towards zenith azimuthal uniformity	Cielo cubierto estandar del CIE, con gradación con pendiente de la luminancia hacia el cenit, uniformidad azimutal	Mas luminoso en el cenit que en el horizonte	Leve Brillo
	2	Overcast, with steep luminance gradation and slight brightening towards the sun	Cielo cubierto con gradación con pendiente y leve brillo hacia el sol	Sol apenas visible, sin contrastes de luz directa, favorable iluminación central	
	3	Overcast, moderately graded with azimuthal uniformity	Cielo cubierto, moderadamente calificado con uniformidad azimutal		
	4	Overcast, moderately graded and slight brightening towards the sun	Cielo cubierto, moderadamente calificado y leve brillo hacia el sol		
CIELO UNIFO	5	sky of uniform luminance	Cielo con iluminancia uniforme	Nubes blancas de espesor constante	Uniforme
CIELO PARCIALMENTE DESPEJADO CLOUDY SKY	6	Partly cloud sky, no gradation towards zenith, slight brightening towards the sun	Cielo parcialmente nublado, no gradación hacia el cenit, leve brillo hacia el sol	Presencia estacional del sol alternada por periodos de nubosidad variable	Mas brillante que el cielo claro
	7	Partly cloud sky, no gradation towards zenith, Brighter circumsolar region	Cielo parcialmente nublado, no gradación hacia el cenit, mas brillante en la region circunsolar		
	8	Partly cloud sky, no gradation towards zenith, distinct solar corona	Cielo parcialmente nublado, no gradación hacia el cenit, corona solar (alrededor del sol) distinta		
	9	Partly cloud sky, with the obscured sun	Parcialmente nublado con el sol obscurecido		
	10	Partly cloud sky, with brighter circumsolar region	Parcialmente nublado mas brillante con la región circunsolar		
	11	White- Blue sky with distinct solar corona	Cielo Blanco-Azul con la corona solar distinta		
CIELO CLAR O CLEA	12	CIE Standard clear sky, low luminance turbidity	Cielo claro estándar del CIE, baja turbiedad en la luminancia	Boveda celeste donde el sol no está obstruido por las nubes	Menos brillante que el cielo
	13	CIE Standard clear sky, polluted atmosphere	Cielo claro estándar del CIE, atmosfera fontaminada		
	14	Cloudless turbid sky with broad solar corona	Cielo turbio despejado con amplia corona solar		
	15	White- Blue sky with broad solar corona	Cielo Blanco-Azul con amplia corona solar		

▪ *Comparativa de clasificaciones de tipos de cielo*

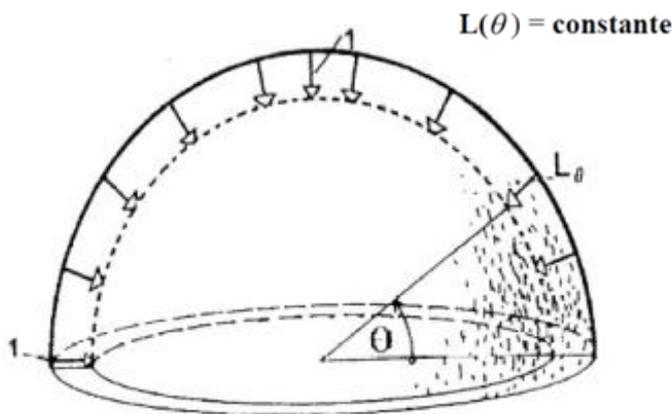
Cielo cubierto "overcast sky": Definido para climas fríos por la CIBSE, como un cielo cubierto en un 90% por nubes con sol no visible. Otras especificaciones incluyen en este tipo de cielo cuando la proporción de nubes va desde un 70 a 100%, es decir un cielo nublado. Un cielo cubierto es de 2.5 a 3 veces más luminoso en el cenit que en el horizonte, lo que hace que sea favorable la iluminación cenital (ventanas altas o en el techo), aprovechando así la parte más luminosa de la bóveda celeste, sin los riesgos de excesivos contrastes debido a la luz solar directa.

El valor medio anual de iluminancia exterior sobre una superficie horizontal que se considera para los cálculos es de 5000 lux.



▪ *Distribución de luminancias de cielo nublado*

Una simplificación de este tipo de cielo es conocida como cielo de luminancias uniformemente distribuidas o cielo uniforme, que supone una capa de nubes blancas de espesor constante y una atmósfera de turbidez constante, por lo tanto su distribución de luminancia es constante.



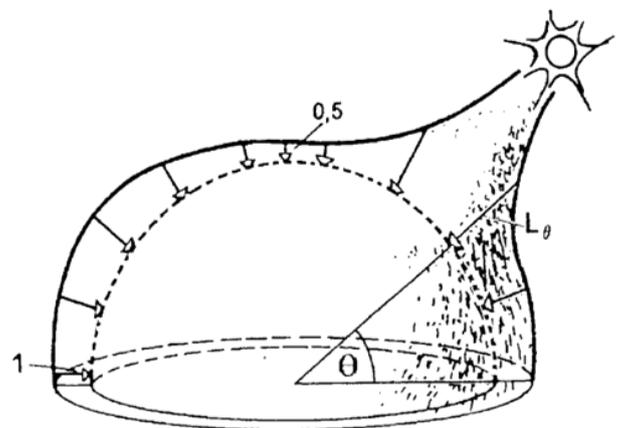
▪ *Distribución de luminancias de cielo uniforme*

Cielo parcialmente despejado “cloudy sky”: Se define como un cielo en el cual del 30 % al 80 % de la bóveda celeste es oscurecida por nubes, esto por lo general incluye la luminancia que varía extensamente de un área del cielo al otro y tiende a cambiarse bastante rápido. Cuenta con presencia estacional del sol alternada por periodos de nubosidad variable (climas templado húmedo y cálido húmedo), la iluminancia en una superficie horizontal exterior no obstruida bajo este tipo de cielos, puede variar entre 100,000 luxes sin nubes y 10,000 luxes con nubes interceptando el Sol. Por lo que este tipo de cielo es el más difícil de predecir por la enorme variabilidad que puede presentar y por lo tanto no se dispone de un modelo específico simple., ya que puede proporcionar niveles de iluminación muy alto durante los períodos

cuando el sol directo penetra en el edificio y algunos niveles muy bajos durante los períodos cuando se encuentra nublado, para objetivos prácticos, casi siempre se toma como cielo nublado o cubierto.

Cielo claro “clear sky”: Definido por la CIBSE, como un cielo no obstruido por nubes y por la IESNA, como un cielo obstruido en un porcentaje menor al 30%. En todos los casos se trata de una bóveda celeste donde el Sol no está obstruido por las nubes.

La relación de luminancias que tiene es de 1 en el horizonte (azul oscuro más luminoso) a 0.5 en el cenit (más brillante), el cielo claro es menos brillante que el cielo nublado y tiende a ser más brillante en el horizonte que en el cenit.



▪ *Distribución de luminancias de cielo claro*

LUZ NATURAL EN MÉXICO

El recurso solar en la Ciudad de México es muy amplio. Es posible contar con iluminación natural en exteriores la mayor parte del día, prácticamente todo el año. Sin embargo es común encontrar edificaciones, donde la iluminación natural es deficiente para realizar actividades en un área de trabajo, siendo necesario utilizar iluminación artificial durante el día. Esta situación implica un gasto energético en la operación del edificio que puede ser innecesario, si en el proceso del proyecto se diseñan ventanas adecuadas al recurso lumínico existente, para que se pueda utilizar la iluminación natural conjuntamente con la artificial.

Una de las variables de mayor disponibilidad y, por lo tanto, de las de mayor potencial en la República Mexicana y en el centro del país es la iluminación natural; entonces, la disposición de instrumentos, técnicas y métodos de análisis adquiere gran relevancia. Las técnicas para la evaluación y empleo de la iluminación natural han tenido poco desarrollo en nuestro país, caso contrario al desarrollo en los Estados Unidos y en Inglaterra, destacándose los del Building Research Establishment (BRE), institución que ha desarrollado normas y métodos de utilización en el diseño de espacios arquitectónicos y campos afines.

En la República Mexicana se han desarrollado diversos atlas de radiación solar. Algunos trabajos están basados en mediciones realizadas; otros en cambio se fundamentan en datos obtenidos numéricamente por medio de ecuaciones. Por otra parte, la Illuminating Engineering Society (IES) también desarrolla métodos para el análisis de la iluminación natural.

Para tener una correcta reproducción de la iluminación natural en nuestra latitud, se deben considerar los siguientes aspectos, siempre tomando en cuenta la cantidad, el espectro, duración, intensidad y

temperatura de color; los cuales son los aspectos que nos importan desde el punto de vista circadiano:

Posición y trayectoria Solar

Hora del día

Día del año

Latitud y Longitud

Tipo de Cielo



LUZ NATURAL Y PRODUCTIVIDAD LABORAL

Las personas que estudian la psicología del trabajo y su relación con el rendimiento laboral, así como los psicólogos ambientales han estado interesadas en el vínculo que existe entre la luz natural y la productividad de las personas. Estos estudios iniciaron con Elton Mayo en los años 30's en oficinas de la compañía eléctrica en Chicago (Illinois, E.U.A.), donde se evaluaron aspectos como la productividad y el ambiente de trabajo poniendo especial atención en la iluminación. A partir de esto se dio un "resurgimiento" del interés en el estudio de la luz natural y el ambiente construido, incluyendo sistemas de fachadas, ventanas y cualquier elemento que pueda proveer de este recurso a un espacio interior. Esto se debe a los

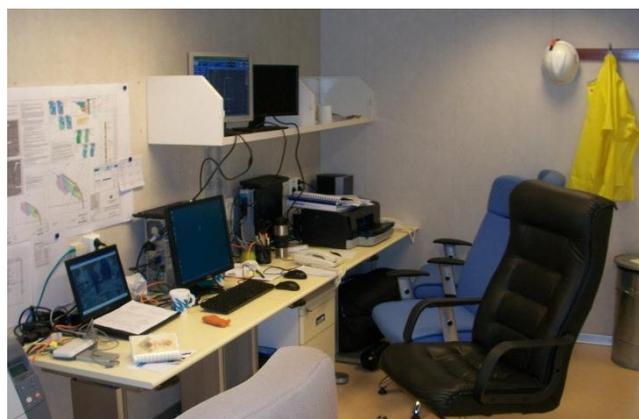
efectos de la luz natural en el desempeño laboral y escolar, y en general, al bienestar de las personas.

En las investigaciones relacionadas con el tema se ha encontrado que existe un punto de concordancia entre el desempeño visual y la sensación de satisfacción del usuario, la sensación de satisfacción aumenta de forma proporcional al nivel de iluminación, sin embargo la cantidad de luz natural que puede recibir el ojo humano tiene un límite máximo. CIBSE afirma que para una misma tarea visual se puede requerir de un 20% menos iluminancia en condiciones de luz natural que con luz artificial. Esta diferencia se atribuye a las cualidades con las que cuenta la luz natural, a su carácter dinámico y distribución espectral. De la misma manera, la tolerancia a un estado de molestia visual ocasionado por la luz natural es mucho mayor al que se genera por fuentes artificiales de luz. Las cualidades espaciales y ambientales de un espacio de trabajo como lo pueden ser las vistas, la luz natural, la acústica, la privacidad, entre otras; son importantes puntos a considerar dentro del diseño del espacio y han sido temas de interés en las evaluaciones post-ocupacionales.

En muchos casos la luz natural y las vistas algunos de los temas que encabezan la lista de cualidades en orden de importancia que determinan los usuarios de los lugares de trabajo. Tal importancia de la luz natural se pudo comprobar mediante un estudio realizado en una compañía norteamericana en la cual los empleados se reubicaron en nuevas instalaciones que contaban con mejores condiciones de luz natural. A partir de este movimiento se reportaron incrementos en la productividad de hasta el 5% e incrementos en las ventas directas al consumidor de hasta 25% comparados con los mismos periodos de tiempo en las instalaciones anteriores.



▪ *Espacio de trabajo con luz natural*



▪ *Espacio de trabajo sin luz natural*

LUZ ARTIFICIAL

Durante más de diecisiete siglos la humanidad ha estado a oscuras y a partir de finales del siglo XVIII,, comenzaron a desarrollarse avances tecnológicos para poder iluminar las ciudades y aprovechando el desarrollo de la electricidad se ha podido llegar hasta las fuentes de luz artificial actuales, que nos permiten ejercer cualquier actividad, tanto en el interior como en el exterior de los edificios, igualmente que con la iluminación natural producida por el Sol.

Actualmente es posible encontrar lámparas de diferentes formas, tamaños, colores y potencial de luminosidad, según las necesidades del consumidor. Este invento, aunque pequeño por su tamaño, ha contribuido a modificar la forma en que vivimos y nos apropiamos de nuestro mundo. Largo trecho ha recorrido la humanidad desde aquellas primeras ramas ardientes y las lámparas incandescentes, que ahora hay por doquier, para llegar a tecnologías nuevas, que ya no solo se basan en principios básicos como son la combustión, dando paso a la electrónica microscópica, como es el caso de los LEDS, (Siglas en inglés de Light-Emitting Diode).

PRINCIPIOS PRODUCTORES DE LUZ ARTIFICIAL

La luz producida de manera artificial, se debe a una transformación de la energía eléctrica, en energía radiante es decir en radiación electromagnética visible. Este proceso recibe diferentes denominaciones y se tienen de manera general; tres principios fundamentales en los que se basa la producción o creación de la luz artificial de las diversas fuentes que hoy en día utilizamos.

Incandescencia: Se obtiene la luz por medio de un proceso de agitación térmica de los átomos del material del que está hecho el filamento de la lámpara, que se comporta como un radiador térmico, con una emisividad espectral muy próxima a la unidad y que podemos determinar por la fórmula de Planck.

Al calentarse los materiales sólidos y líquidos, estos emiten radiación visible a temperaturas superiores a 1000 k. Una consecuencia de estos desplazamientos espectrales es que gran parte de la radiación desprendida no se emite en forma de luz, sino de calor en la región de infrarrojos.

Luminiscencia: Es la emisión de radiación óptica producida por átomos o moléculas de un material, que es originada por la excitación de éstos por diversas formas de energía (excepto térmica). Siendo la mayor aplicación en las fuentes artificiales de la luz la electroluminiscencia producida por la acción de un campo eléctrico, en un gas o en un material sólido. La luminiscencia se puede obtener de muy diversas formas, que dan lugar a todos los principios de obtención de luz, por este procedimiento, aunque muchos de ellos son solamente testimoniales, debido a que sus rendimientos, son tan bajos que no han tenido aplicación comercial y otros con aplicaciones muy reducidas. Estos procedimientos son: Quimioluminiscencia, Triboluminiscencia, Radio luminiscencia, Cato luminiscencia, Bioluminiscencia Electroluminiscencia, Fotoluminiscencia.

Hay dos tipos de fotoluminiscencia: la fluorescencia y la fosforescencia. La primera es una fotoluminiscencia, en la cual la emisión de radiación, resulta de transiciones directas de electrones entre el nivel de energía excitado y un nivel inferior. El tiempo transcurrido entre la excitación y la emisión es inferior a 10ns. La Fosforescencia es una forma de fotoluminiscencia retardada, como consecuencia del almacenamiento de energía, en un nivel intermedio. Por eso con la fosforescencia hay una emisión de luz durante cierto tiempo después que ha cesado la excitación.

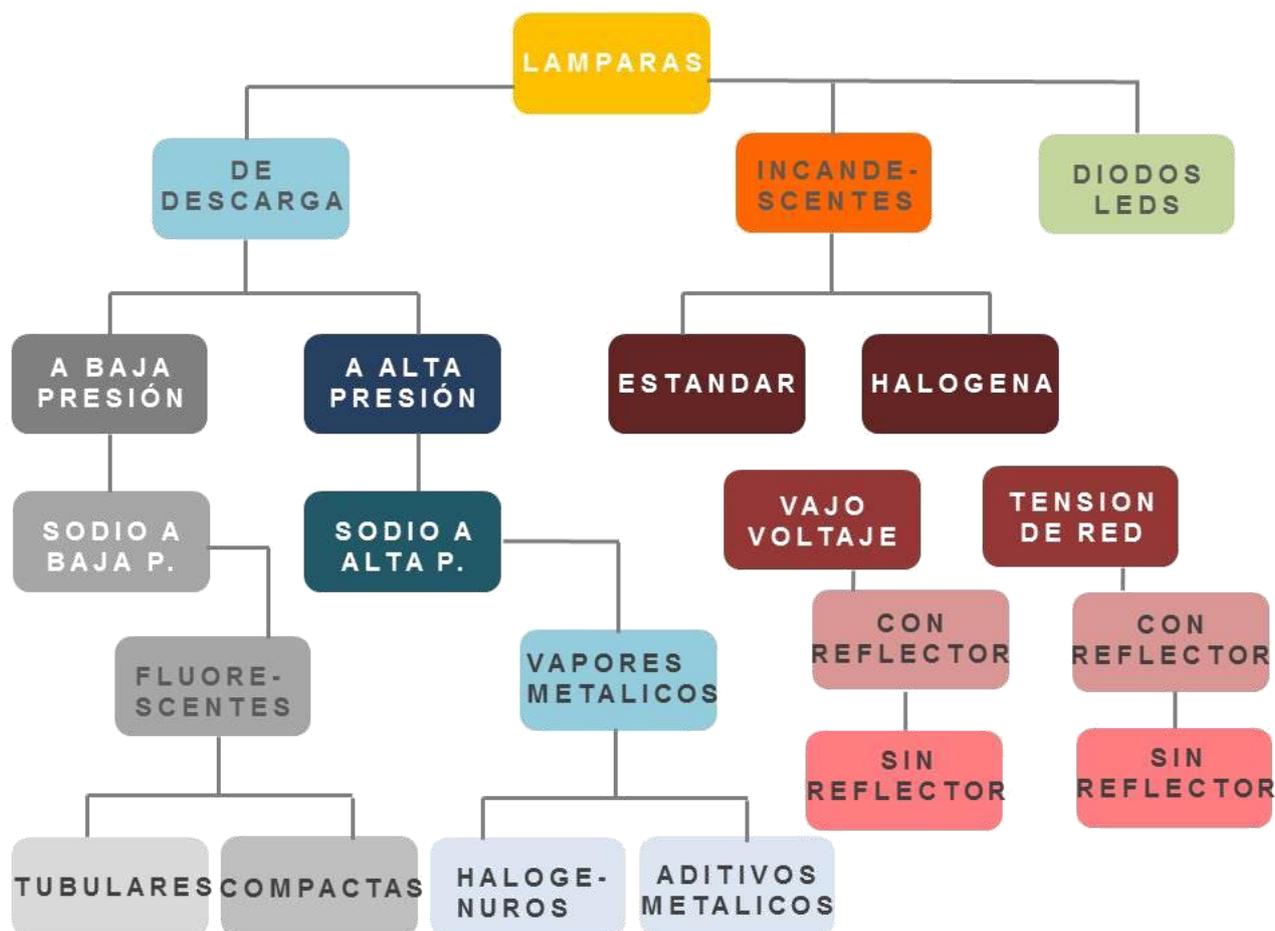
FUENTES DE LUZ ARTIFICIAL

A medida que las nuevas tecnologías van avanzando, cada vez mayor la variedad de fuentes de luz que el mercado nos brinda, de las cuales necesitamos tener mayor conocimiento tanto de sus características, como de sus aplicaciones, por lo que entre más sea este conocimiento, nos permitirá lograr un proyecto de iluminación correcto y de calidad, siendo por lo contrario una elección inadecuada de la fuente de luz, la causa de una mala iluminación.

En esta investigación las fuentes de luz artificial, a las que nos vamos a referir, son siempre aquellas que van a utilizar la transformación de la energía eléctrica en energía lumínica, utilizando para ellos alguno de los principios de generación ya mencionados. Se mencionarán de manera general, ya que el objetivo no es analizar en particular cada fuente. Las principales fuentes de luz artificial que podemos encontrar son:

En el diagrama mostrado a continuación (Diagrama A) se muestra una comparativa de las principales fuentes de luz artificial; en esta clasificación se muestran diferentes tipos de lámparas que se pueden encontrar en el mercado. Esta comparativa se hace de acuerdo a diversas características como son la eficacia, flujo luminoso, vida promedio de duración, IRC (Índice de reproducción de color), temperatura de color y distribución espectral.

Los datos contenidos fueron obtenidos de fichas técnicas de diversos fabricantes (principalmente Philips, Osram y GE) son datos promedios y se procuro estandarizarlos; ya que en la actualidad encontramos una gran diversidad de productos que varían y dependen de cada marca en particular.



▪ Fuentes de Iluminación Artificial

IMAGEN	LAMPARA	FLUJO LUMINOSO (lm)	GAMA POTENCIAS (W)	EFICACIA (sin equipo auxiliar) (lm/W)	VIDA MEDIA Horas	TEMPERATURA DE COLOR	ÍNDICE DE REPRODUCCIÓN CROMÁTICA
	INCANDESCENCIA	90-40000	15 - 2000	10.-20	1200	Blanco cálido	90-100
	HALÓGENAS	350-45000	20 - 2000	15-22	2000	Blanco cálido	90-100
	VAPOR MERCURIO ALTA PRESIÓN	2000-125000	50 - 2000	40-63	8000	Blanco neutro	40-59
	HALOGENUROS METÁLICOS	5000-14000	70 - 2000	75-95	5600	Blanco frío / Blanco neutro	80-89
	LUZ MEZCLA	2500-14000	160 - 500	19-28	5000	Blanco neutro	90-100
	VAPOR SODIO BAJA PRESIÓN	1800-33000	18 -180	100-183	10150	Blanco cálido	-
	VAPOR SODIO ALTA PRESIÓN	2300-130000	50 -1000	70-130	10000	Blanco cálido	40-59
	FLUORESCENCIA	150-5300	4 - 65	38-91	7000	Blanco neutro/Blanco cálido/Blanco frío	90-100 / 80-89 / 60-69 / 40-59
	FLUORESCENCIA COMPACTA	400-2900	7. - 36	59-78	5000	Blanco cálido	90-100 / 80-89 / 60-69 / 40-59
	INDUCCIÓN	1100-5500	23 - 100	50-65	10000-60000	Blanco cálido/Blanco neutro	80-89

▪ *Comparativa Fuentes de iluminación Artificial*

AHORRO ENERGÉTICO

La actividad desarrollada en una oficina típica se centra en un trabajo de gestión administrativa, cada vez más con equipos informáticos, y reuniones de distinto tipo, dependiendo del tipo de oficina. El consumo de energía en la oficina puede dividirse en distintos componentes

.El consumo en el puesto de trabajo se debe principalmente a la iluminación local y al empleo de equipos informáticos y electrónicos (ordenadores, impresoras, centralitas, fotocopiadoras, etc.). La energía utilizada por todos ellos es la electricidad, de cuyo origen se habla más adelante.

Por otro lado, y con una mayor demanda energética, se encuentran distintos tipos de servicios que proporcionan confort e higiene al puesto de trabajo.

Los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado suponen una parte importante de la factura energética de una oficina.

Como norma general la calefacción de los espacios destinados a usos administrativos se realiza con calderas de gas natural (allí donde está disponible), gasóleo, propano, butano e incluso electricidad (radiadores eléctricos o bomba de calor).

El aire acondicionado puede ser suministrado a través de unidades individuales en cada espacio a refrigerar o unidades centrales que distribuyen el aire frío mediante conductos.

Estos sistemas necesitan energía eléctrica para accionar los distintos motores y en algunos casos para calentamiento, y combustibles fósiles para el sistema de calefacción auxiliar. Otras sustancias utilizadas en el acondicionamiento de aire son las conocidas como refrigerantes. Estas sustancias pueden tener un impacto ambiental importante dependiendo de su composición, como se verá posteriormente.

Un tercer componente del consumo energético de una oficina lo constituyen otros servicios auxiliares distintos de la climatización. Se incluyen entre ellos ascensores, refrigeradores de bebidas, iluminación general, cafeteras, etc. Su consumo energético se reduce a electricidad.

El Tercer Informe de Evaluación del IPCC (Panel Intergubernamental de científicos sobre el Cambio Climático, establecido por las Naciones Unidas para conseguir una mejor comprensión del cambio climático y proporcionar información científica autorizada a los responsables políticos) ofrece nuevos y más precisos datos que confirman que a lo largo del último siglo las temperaturas globales en la superficie de nuestro planeta han aumentado. También se ha constatado el incremento de la frecuencia de ciertos fenómenos climáticos extremos, el retroceso en la extensión de la nieve y los glaciares y la subida del nivel del mar, confirmándose así cambios en el sistema climático global. Se señala además la estrecha relación entre las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero y los cambios observados.

Las políticas de mitigación del cambio climático pueden ayudar a promover el desarrollo sostenible, siempre que sean consistentes con unos objetivos sociales más amplios. Algunas acciones pueden dar lugar a beneficios extensivos en campos como, entre otros, la salud humana, el empleo, la protección de los bosques, los suelos y las aguas y la innovación tecnológica.

Entre las novedades que mejoran la capacidad de respuesta humana ante el problema podemos citar la mejora de la eficiencia y la gestión energética, el cambio a combustibles de biomasa (derivados de las plantas) y con bajo contenido en carbono, las energías renovables y las tecnologías de emisión cero.

El cambio climático es una realidad que obliga a adoptar políticas serias para evitarlo y mitigar sus consecuencias. El coste de no actuar será muy superior al de las inversiones necesarias para reducir las emisiones de gases de invernadero y prevenir los efectos.

BUENAS PRÁCTICAS ENERGÉTICAS EN LA OFICINA

Existen medidas que pueden ayudar a reducir el consumo energético en la oficina. Son medidas que no requieren gran inversión y que pueden ser observadas y adaptadas a situaciones particulares. Es conveniente además que todo el personal que trabaja en la oficina desarrolle hábitos y conductas ahorradoras de recursos y de energía. El ahorro de energía no es una cuestión exclusiva de expertos, como ya se ha indicado, es también una responsabilidad individual.

La calefacción: representa uno de los mayores gastos de energía en la oficina, por lo que constituye uno de los focos de mayor ahorro. Los sistemas más habituales son la calefacción por agua caliente mediante radiadores o por aire caliente mediante conductos y rejillas impulsoras. Su función es mantener unas condiciones de confort dentro de la oficina, controlándose la temperatura y, en algunos casos, la humedad relativa.

No son pocos los casos en los que la calefacción genera situaciones de discomfort. Pequeños ajustes ayudan a mejorar las condiciones ambientales de la oficina y a ahorrar dinero.

Por cada grado de sobrecalentamiento los costes aumentan en aproximadamente un 8 %.

Se debe considerar la reducción del nivel de calefacción en algunas zonas. Los almacenes y

pasillos, por ejemplo, o los lugares donde hay mucha actividad física pueden requerir menos calor.

Los termostatos y los sensores están colocados en los lugares adecuados: lejos de ventanas, fuentes de calor y corrientes de aire. Un termostato situado en una zona fría o con corriente de aire producirá sobrecalentamiento.

Si se está situado cerca de una fuente de calor, producirá un nivel de calefacción por debajo de las necesidades reales. Si los controles de la calefacción incorporan un sensor exterior de temperatura, es bueno asegurarse de que está situado fuera de la luz solar directa o de cualquier otra fuente de calor.

Los temporizadores de calefacción y ventilación deben estar programados para adecuarse a los patrones de ocupación.

Por cuestiones de inercia térmica, siempre es recomendable poner en funcionamiento la calefacción antes de ocupar una estancia y apagarla antes de abandonarla. Se debe comprobar que la calefacción y ventilación se apagan cuando el edificio está desocupado, fines de semana, etc.

Las superficies de calefacción y los filtros de ventilación de los calefactores deben limpiarse regularmente. Los filtros obturados y la suciedad reducen la capacidad de calefacción. Las válvulas y los reguladores atascados provocan, igualmente, una pérdida de dinero. Además, las tuberías de la calefacción y el agua caliente deberán estar siempre bien aisladas para evitar pérdidas inútiles de calor

Si se tiene que sustituir la calefacción, es mejor optar por los sistemas más eficientes

Sistemas de Aire Acondicionado: El mal uso del aire acondicionado es otra fuente por la que se escapa la energía y el dinero.

Antes de instalar o renovar el aire acondicionado, lo primero es actuar sobre la arquitectura general del edificio para disminuir la potencia de refrigeración necesaria. Se deben equipar las ventanas con cristales absorbentes y protecciones exteriores (toldos por ejemplo). Igualmente, se deberían utilizar colores reflectantes para las paredes exteriores y, si existiera la posibilidad, disponer de oficinas abiertas con vegetación (los árboles de grandes hojas son muy útiles para proteger el edificio del sol en verano).

La mejor manera de garantizar la máxima eficiencia de su instalación de aire acondicionado es contratar un servicio de mantenimiento. Ese servicio debe encargarse de que se mantengan limpios condensadores de aire, evaporadores y filtros (si están obstruidos su eficiencia disminuye); comprobar las conexiones eléctricas; verificar las presiones del circuito, etc.

La temperatura recomendada para conseguir una sensación de bienestar en verano se sitúa en torno a los 24 °C.

Pero la instalación no tiene por qué funcionar de noche ni los fines de semana. Los temporizadores permiten adecuar su funcionamiento según las necesidades.

Al escoger el lugar de instalación de las unidades exteriores (ventiladores, convectores o splits) se ha de tener cuidado de no colocar los aparatos demasiado cerca de la gente para evitar que llegue directamente el aire frío. De la misma manera, hay que colocar en el sitio correcto las unidades exteriores, a fin de evitar problemas de ruido y otras molestias.

Aislamiento: Permitir que entre aire frío en el edificio o que salga aire caliente de manera innecesaria es un despilfarro. De hecho, reduciendo la cantidad de aire

frío que entra se pueden evitar hasta un tercio de las pérdidas de calor.

Cerrar permanentemente todas las puertas y ventanas que no se utilizan. Son fuente de corriente de aire, por las que también se escapa el dinero. Por el contrario, las puertas y ventanas orientadas al sur pueden ser una buena fuente de entrada de calor.

Aislar adecuadamente las ventanas y las puertas exteriores e interiores que separan zonas frías y calientes. Para mayor seguridad es bueno instalar un sistema de cierre automático en las puertas exteriores. Lo más óptimo en caso de oficinas ya construidas es realizar un estudio del edificio para identificar con exactitud dónde se necesita este tipo de aislamiento.

Ventilación: Debido a que el aire interior viciado parece ser el responsable de ciertos problemas de salud (dolor de cabeza, cansancio, irritación ocular, etc., lo que se denomina “síndrome del edificio enfermo”) durante la construcción de un edificio se debe integrar cuidadosamente el sistema de ventilación. Ésta cumple además una función de refrigeración, sobre todo si se utiliza adecuadamente.

En general la ventilación natural será la más adecuada, dado que no utiliza ventiladores y, por tanto, no consume energía, la inversión inicial no es elevada y es fácil de instalar.

Sus mayores inconvenientes se encuentran en el mal control del intercambio de aire, que puede producir ruidos y sensación de frío cerca de las puertas.

En regiones donde exista una diferencia significativa entre las temperaturas diurnas y nocturnas, la ventilación nocturna es eficiente para refrescar los edificios, si tienen suficientemente inercia térmica.

Lo habitual, de todas maneras, es un sistema forzado de ventilación. En este caso se ha de elegir uno eficiente y llevar a cabo un mantenimiento periódico

(lavar y sustituir regularmente los filtros y los pasos de aire, verificar el correcto funcionamiento de los temporizadores, etc.) puede ayudar a ahorrar bastante energía.

Iluminación: Es muy importante priorizar el uso de la luz natural, aparte de ser gratuita es la mejor en cuanto a calidad cromática y confort. Se debe procurar que las zonas de trabajo reciban la mayor cantidad posible de luz natural, estudiando previamente posibles molestias, sobre todo si se trabaja delante de un ordenador.

Un buen sistema de alumbrado proporciona suficiente luz en el lugar correcto en el momento en que se necesita. Además, mejora el aspecto de un espacio, proporcionando un ambiente de trabajo agradable. En el caso de iluminación artificial a la hora de elegir una lámpara, el mercado ofrece cuatro opciones:

- **Bombillas incandescentes:** son las más conocidas y usadas. Emiten luz cuando la corriente eléctrica pasa por un delgado filamento que se calienta y se vuelve incandescente. Duran una media de 1.000 horas.
- **Lámparas halógenas:** en su interior disponen de un gas halógeno que requiere una menor cantidad de energía para generar luz. Son más caras pero su luz es más potente, blanca y nítida y su duración mayor que las incandescentes, unas 2.000 horas.
- **Tubos fluorescentes:** crean una descarga de gases (vapor de mercurio a baja presión y una pequeña cantidad de gas inerte) dentro de un tubo que emite radiación ultravioleta de baja intensidad.

La radiación impacta sobre un revestimiento de fósforo haciendo visible la luz ultravioleta. Estas lámparas no se encienden instantáneamente y “sufren” con cada encendido y apagado. Su vida se “alarga” hasta las 8.000 horas.

- **Lámparas fluorescentes compactas o de bajo consumo:** similares a los tubos fluorescentes, pero de tamaño parecido a una lámpara clásica. Duran más, unas 7.500 horas, y consumen menos que una lámpara convencional.

Las lámparas más eficientes son las fluorescentes compactas, roscables en el mismo portalámparas que las incandescentes de toda la vida. Para la misma luz el consumo es ostensiblemente menor. Tienen algunos inconvenientes. Son más caras, aunque cada vez la diferencia con las normales es menor. La luz que emiten es más difusa y la reproducción de colores no es tan óptima, aspectos que hay que tener en cuenta a la hora de su utilización. Tardan cierto tiempo en alcanzar toda su potencia, ello hace que en zonas de paso, de apagados y encendidos frecuentes, todavía sean preferibles las incandescentes.

	 INCANDESCENTE	 HALÓGENA	 FLUORESCENTE	 COMPACTA
Duración media	1.000 h	2.000 h	8.000 h	7.500 h

Con el mismo consumo, las lámparas halógenas proporcionan más luz que las bombillas incandescentes y duran el doble o el triple que éstas. Los tubos fluorescentes son recomendables en aquellos espacios en los que se necesita mayor cantidad de luz y donde permanece encendida muchas horas.

Dependiendo de la tarea a realizar es aconsejable recurrir a iluminación localizada en cada puesto de trabajo. Además se procurará que el control de la iluminación sea tan “local” como sea posible, es decir se evitará que un interruptor encienda demasiadas lámparas. Utilizando una combinación de iluminación general con lámparas que se puedan apagar localmente conseguirá ahorros de energía de hasta el 20 %.

El consumo en iluminación puede representar un porcentaje elevado del consumo total de energía en poblaciones, en empresas de servicios o en el hogar. Algunas medidas que pueden contribuir a reducir ese consumo son las siguientes:

- Reducir el nivel de iluminación al estrictamente necesario, iluminar con baja intensidad el recinto y con lámparas puntuales los puntos de trabajo.
- Emplear lámparas de alto rendimiento. Estudiar la relación coste de explotación / coste de adquisición.
- Mantener las lámparas limpias (incluidas luminarias, techos, paredes, ventanas).
- Aumentar la reflectividad de los locales iluminados, por ejemplo pintando los interiores con colores claros.
- En áreas que precisen distintos niveles de iluminación con periodicidad variable, resulta aconsejable instalar reguladores de intensidad luminosa.
- Emplear reactancias de elevado factor de potencia.
- Aprovechar y optimizar el uso de la luz diurna siempre que sea posible (utilizar superficies reflectoras adyacentes a las ventanas, instalar claraboyas, etc.).
- Sectorizar los circuitos de iluminación, de modo que se puedan conectar solamente las lámparas necesarias en la zona de trabajo.
- Instalar interruptores de tiempo / células fotoeléctricas (interruptor "crepuscular") para controlar el sistema de iluminación.

Ascensores: La mayoría de edificios con más de tres plantas tiene un ascensor. Aunque la eficiencia energética no suele ser un criterio principal para su elección, se pueden conseguir ahorros significativos si se escoge una tecnología eficiente.

El gestor del edificio puede desarrollar diferentes acciones: mejorar el sistema de motorización, utilizando una regulación de velocidad variable o modificando el modo de funcionamiento del ascensor.

Los motores de corriente alterna con regulación electrónica, más conocidos como motores de velocidad variable, son los más eficientes (hasta 30 % de ahorro) y permiten disminuir la potencia contratada debido a los inferiores picos de potencia de inicio. Cuanto más alto sea el edificio, la regulación de velocidad variable es más competitiva. Además presentan menores costes de mantenimiento, ya que no utilizan frenos, y el confort es superior, los arranques y paradas son más lentos.

El mayor consumo en los ascensores tiene lugar al comienzo de la jornada laboral, debido al alto pico de potencia demandado. La gestión del funcionamiento es un camino para mejorar el consumo energético global de los ascensores. Desde el más elemental en el que el ascensor va directamente desde el primer piso al destino final de la primera persona que lo ha llamado, sin ninguna parada y que tiene muy mala eficiencia energética. Hasta los más complejos, con varios ascensores que combinan distintos modos de funcionamiento según demanda.

Otro aspecto a tener en cuenta es la capacidad del ascensor. Éste no ha de estar sobredimensionado porque provocará un consumo superior durante las horas de menor utilización y cuando está vacío.

Si el edificio está bien diseñado, debería ser posible utilizar las escaleras en lugar del ascensor, especialmente para una distancia corta, el ahorro energético es importante.

Aparatos eléctricos: Se trata de una de las fuentes de consumo de energía que crece con mayor rapidez dentro de las empresas. Si se gestionan correctamente, se puede ahorrar hasta un 85 % de su coste de funcionamiento.

- Equipos informáticos. Estos equipos (ordenadores, impresoras, escáneres, etc) ya son muy comunes dentro de la oficina, por lo que es obligado referirse a ellos.

A la hora de adquirirlos comprobar que disponen de la función de ahorro energético (etiqueta EnergyStar) y mantenerla activada para reducir el consumo mientras no se estén empleando; aunque de manera general los equipos se deben apagar cuando no se utilicen.

La pantalla de un ordenador puede consumir hasta la mitad de energía del aparato. Por tanto, es mejor adquirir las de menor consumo (los fabricantes suelen resaltarlo en la etiqueta).

- **Impresora.** En general, las impresoras láser son más rápidas pero también las que consumen más energía. Active el modo en espera si la máquina va a permanecer en espera durante un tiempo relativamente largo.

- **Fotocopiadora.** Una fotocopiadora consume, aproximadamente, el 75% de la energía para calentar el tambor, un 15% para controles electrónicos y el 10% para accionamientos y luz. Desconectando la máquina cuando no se precise reduce de forma considerable su consumo de calentamiento del tambor.

- **Fax.** Puesto que las máquinas fax están conectadas muchas horas al día, incluso las 24 horas, debe procurarse que consuman poco en el modo en espera. En este modo suelen consumir alrededor del 75% de la energía total.

- **Neveras.** En un edificio de oficinas puede haber muchas más neveras de las que imaginamos, todas ellas consumiendo energía para dar muy poco servicio.

Algunos aspectos como la elección adecuada de la misma (tamaño, clase energética, con o sin congelador, etc.) evitarán consumos energéticos innecesarios. Otras medidas como no introducir alimentos calientes, no abrir continuamente la puerta, controlar la temperatura interior, etc., también ayudan a reducir el consumo energético.



- **Televisores, cámaras de vídeo y otros aparatos.** Adquiera sólo los que realmente necesita, adaptados a sus necesidades y no los deje innecesariamente encendidos.

- **Cafeteras y teteras.** Acostumbran a estar en la mayoría de edificios de oficinas. Son pequeñas, pero funcionando y consumiendo energía siempre.

Es recomendable apagar siempre la cafetera cuando se haya terminado de beber el café. De lo contrario, la cafetera funcionará durante todo el día.

Algunos modelos de cafetera tienen un sistema de control especial que después de 2 horas interrumpe la resistencia eléctrica, que se utiliza para mantener el café a una temperatura constante. Otra solución es escoger una cafetera o una tetera con termo que mantendrá el café lo suficientemente caliente sin consumo energético.

- **Las máquinas expendedoras.** Se utilizan a menudo en los edificios para suministrar bebidas al personal, que pueden ser frías o calientes. Normalmente están en funcionamiento durante todo el año.

Se puede adquirir programable o colocarle un programador de manera que no esté en funcionamiento cuando la oficina esté vacía o cerrada.

Las máquinas de frío deben evitar la exposición al sol y otras fuentes de calor, siendo preferibles los lugares frescos.

GESTIÓN ENERGÉTICA

En cualquier empresa se lleva gestión de almacén, de ventas, de administración, etc. Se consigue con ello tener controladas las distintas facetas y poder tomar decisiones de forma acertada. En el terreno del consumo energético se puede realizar también una gestión.

La gestión energética es una herramienta de planificación y seguimiento de medidas de control y ahorro del consumo de la energía. La gestión energética, sobre la base de la mejora del medio ambiente, persigue tener controlados los consumos energéticos como primer paso para reducirlos manteniendo los niveles de confort.

Mediante la gestión energética se consiguen entre otros los siguientes beneficios: reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera, ahorro de dinero y ambiente de trabajo más confortable.

Para hacer un uso eficiente de la energía y, como consecuencia, para ahorrarla, pueden establecer tres tipos de acciones: conservación, recuperación y sustitución de la energía.

Evaluación inicial: En cualquier caso, como primera etapa de la gestión se realizará una evaluación inicial de la situación de las oficinas, incluyendo espacios que alberguen instalaciones auxiliares (como las instalaciones de climatización..).

Se revisarán los equipos instalados, su grado de aislamiento, los contratos con las compañías distribuidoras, el nivel de iluminación y el confort térmico, se recogerán las aportaciones de las personas implicadas, las facturas, etc.

Con toda esta información se elaborará una “fotografía” del estado actual de las oficinas, la cual se estudiará detenidamente y del que se extraerán unas conclusiones. Este diagnóstico permite además de

identificar todos los costes asociados al consumo de energía. Con ellos y con las conclusiones se establecerá un plan de acción a llevar a cabo para una utilización racional de la energía.

Se tendrán distintos tipos de medidas, dependiendo fundamentalmente de su coste. Desde medidas perfectamente asumibles con poco o ningún coste, entre las cuales figuran las distintas buenas prácticas enumeradas anteriormente, hasta otras en las que las inversiones sean importantes. Para éstas últimas será necesario un estudio de rentabilidad adecuado.

Factores en la gestión energética:

- **Personas.** Normalmente, el principal problema es que las personas tienen unos hábitos de uso de la energía que se deben mejorar, siendo la formación una de las tareas más importantes de la gestión.
- **Ocupación.** El número de horas que el edificio está ocupado es un factor que influye en la demanda de energía.
- **Edificio.** La disponibilidad de luz solar, tanto para iluminación como para calefacción, la distribución del sistema energético, la posibilidad de ventilación natural, etc, son factores que influyen en un mayor o menor consumo de energía.
- **Tipo de energía utilizada.** Algunos servicios energéticos se pueden conseguir con diferentes tipos de energía. La calefacción se puede obtener con el gas, combustibles sólidos, petróleo, electricidad o el sol. Se puede considerar el cambio del tipo de energía que se utiliza para conseguir un ahorro energético. El coste de la energía se debe incluir en los costes de los equipos. Generalmente, el equipo de calefacción eléctrica es más barato que los paneles solares, pero como el sol es gratis, disminuye el gasto corriente (la factura de la luz). Por otra parte se puede contratar con una compañía que produzca la electricidad con fuentes renovables.

- Control de carga. Controlando la secuenciación de las cargas eléctricas se puede reducir el coste de la electricidad sin reducir el consumo. Podemos evitar las puntas de carga o el consumo en niveles de tarifa altos.
- Equipo instalado. El equipamiento ya instalado será el que principalmente determine el consumo energético, se puede estudiar la posibilidad de sustituirlo si ya se encuentra obsoleto o deteriorado.
- Factores externos. Hay algunos factores como las condiciones meteorológicas, que influyen en la demanda energética y, por tanto, en la gestión de la misma. Por ejemplo, cuando en invierno las temperaturas externas son altas, la demanda de calefacción normalmente debe reducirse.

EL GESTOR, LA DIRECCIÓN Y EL PERSONAL.

Para conseguir cuántas más mejoras posibles en la utilización de la energía, se necesita la colaboración de todos.

Este es el punto más importante de una estrategia de gestión energética. El mejor programa resulta inútil si no se implican los protagonistas del consumo de la energía.

Lo habitual es que una persona adquiera la responsabilidad de asumir la coordinación de la gestión energética, de alguna manera debe dedicar tiempo a ello de forma planificada, estará fuertemente respaldado por la dirección y contará con el apoyo del resto de trabajadores.

Su labor consistirá en gestionar la energía, al igual que se gestiona el almacén o las ventas. También deberá tener motivación, tener capacidad de transmitir esta sensibilidad ambiental, e irá adquiriendo, si no la tiene, una formación técnica.

Con ello, su labor será de gestor, es decir, las acciones específicas será realizadas por todo el personal y la dirección pondrá a su disposición recursos. Una buena planificación, implicación y ejecución consigue, con la práctica, cuantificar el consumo energético, identificar las posibilidades de ahorro y llevarlas a cabo. Todo ello redundando en una mejora del medio ambiente.

La dirección deberá respaldar el sistema de gestión e interiorizarlo como actividad habitual de la empresa. A la hora de realizar la planificación anual se dispondrán partidas para llevar a cabo esta actividad a la vez que se considerarán los proyectos de inversión en ahorro energético como otros cualquiera. En definitiva redunda en una reducción de costes

ANÁLISIS ENTRE ILUMINACIÓN NATURAL Y ARTIFICIAL

Tanto la iluminación artificial como la iluminación natural son validas para la iluminación de espacios interiores y cada una de ellas tiene un aporte valioso, sin embargo se deben tomar en cuenta sus características para proponerla, no sólo en relación a la cantidad sino también a la calidad de la iluminación.

Ventajas de la luz artificial: Tiempo de utilización se puede extender a cualquier momento del día sin importar clima ni horario, Su duración en cuanto a tiempo disponible útil, Es posible el control de su direccionalidad e Intensidad, puede aportar efectos en color y omite la radiación solar.

Ventajas de la luz natural: Es por excelencia la mejor fuente para la visibilidad, proporciona aspectos psicológicos en el confort, es regidora del sistema circadiano, proporciona la mas alta reproducción del color, es una fuente gratuita, abarca todo el espectro de luz visible.

Es importante tomar en cuenta que en la iluminación natural se abarca todo el espectro de luz visible, mientras que en la mayoría de las fuentes artificiales de luz, dependiendo su tipo, solo abarcan una parte de este espectro; existe un término llamado full-spectrum, el cual es utilizado en terapias de luz el cuál ha sido aconsejado para combatir el Síndrome de Afección Estacional y otras deficiencias relacionadas con la producción de melatonina; este término "full-spectrum" se refiere a la luz que cubre todo el espectro desde infrarrojo hasta ultravioleta. Por lo que podríamos decir que en términos generales la luz natural es una full-spectrum light.

Investigaciones llevadas a cabo en el Lighting Research Centre at the Rensselaer Polytechnic Institute in New York, USA han demostrado que usando full spectrum lámparas con una intensidad de 100 to 200 lux (en el ojo) es posible modular la secreción de melatonina hasta cierto grado.

La investigación llevada a cabo por la IEA ha demostrado que el trabajar bajo condiciones de luz artificial durante prolongados lapsos de tiempo es perjudicial para la salud humana, ésta misma institución también ha demostrado a través de varios estudios, que la luz natural ayuda a disminuir estrés e incomodidad en los usuarios de espacios interiores en la arquitectura.

Por ello es importante considerar las diferencias que se tienen entre la iluminación natural y la artificial para poder utilizarlas de la mejor manera; en mi opinión en los diseños se debe incluir como primer recurso la luz natural, reforzando con un buen diseño y selección de luz artificial, para integrar ambos recursos.

EFICACIA LUMINOSA

La luz directa del sol, cuando esta iluminando superficies perpendiculares a ella, puede alcanzar valores de entre 60,000 y 100,000 lux, por lo que es muy intensa y generalmente si se quiere utilizar directamente puede ocasionar deslumbramiento y aumento de la temperatura. Por estas razones, regularmente en los diseños se prefiere excluir, si no en su totalidad, casi por completo la luz solar en espacios interiores; lo que constituye un gran error, debido a que si bien sabemos, prácticamente toda la energía proveniente de las fuentes de luz se convierte finalmente en calor, la proporción de calor inducida por lúmenes de luz solar directa es menor que en la mayoría de las fuentes de iluminación eléctrica, sobre todo en las fuentes incandescentes, que en la actualidad a pesar de su ineficiencia, siguen siendo las fuentes más utilizadas en México a nivel residencial.

En la tabla mostrada a continuación la eficacia luminosa, expresada en lúmenes por watts, de diversas fuentes luminosas, incluyendo en esta la luz directa del sol (la cual depende de la altitud) y la proveniente del cielo, en contraste con fuentes de

iluminación artificial que son comúnmente utilizadas en diversas aplicaciones, incluyendo la fluorescente utilizada en oficinas.

Se deben considerar las calidades cambiantes de la luz natural, debido a que nos mantienen conectados a los procesos naturales de la tierra y el tiempo, y la luz artificial hasta hace poco no había podido aproximarse, sin embargo hoy en día existen avances tecnológicos que nos permiten acercarnos a las bondades de la Luz natural.

Por otra parte, un mismo espacio interior, puede dar impresiones visuales muy diferentes, según el tamaño y la ubicación de las ventanas o vanos por donde accede la luz. Además, su color y calidad espectral, está influida a su vez por el color y texturas de las superficies donde se refleja, determinando la tonalidad lumínica, por lo que deben considerarse todas las variables y efectos para lograr un adecuado diseño de iluminación.

FUENTE LUMINOSA	EFICACIA (lm / W)
SOL	90 - 117
CIELO CLARO	150
CIELO PROMEDIO	125
LAMPARA INCANDESCENTE (150W)	16 - 40
TUBO FLUORESCENTE (150 cm)	50 - 80
LAMPARA DE SODIO DE ALTA PRESIÓN	40 - 140
LAMPARA FLUORESCENTE COMPACTA (26W)	70

- *Eficacia luminosa de diversas fuentes de luz.
Fuente: Moore, Fuller.*

LUZ NATURAL Y SALUD EN EL SER HUMANO

Una iluminación inadecuada en el trabajo puede originar fatiga ocular, cansancio, dolor de cabeza, estrés y accidentes. El trabajo con poca luz daña la vista. También cambios bruscos de luz pueden ser peligrosos, pues ciegan temporalmente, mientras el ojo se adapta a la nueva iluminación.

El grado de seguridad con el que se ejecuta el trabajo depende de la capacidad visual y ésta depende, a su vez, de la cantidad y calidad de la iluminación. Un ambiente bien iluminado no es solamente aquel que tiene suficiente cantidad de luz.

Para conseguir un buen nivel de confort visual se debe conseguir un equilibrio entre la cantidad, la calidad y la variabilidad de la luz de acuerdo a las investigaciones mencionadas en el inicio de este trabajo, de tal forma que se consiga una ausencia de reflejos y de parpadeo, uniformidad en la iluminación, ausencia de excesivos contrastes, etc. Todo ello, en función tanto de las exigencias visuales del trabajo como de las características personales de cada usuario.

Una iluminación incorrecta puede ser causa, además, de posturas inadecuadas que generan a la larga alteraciones músculo-esqueléticas, obligando a adoptar posturas inadecuadas desde el punto de vista ergonómico.

El contraste de brillo y la distribución espacial de la luminosidad, los deslumbramientos y las imágenes residuales afectan a la agudeza visual, es decir, la capacidad de distinguir con precisión los detalles de los objetos del campo visual.

El constante ir y venir por zonas con mala iluminación causa fatiga ocular y puede dar lugar a una reducción de la capacidad visual.

Los deslumbramientos constantes y sucesivos también producen fatiga visual y con el tiempo dolores de cabeza, insatisfacción y alteraciones del ánimo.

LUZ DINAMICA

El concepto de iluminación dinámica, actualmente se está llevando al campo de la salud y el confort y se está utilizando como la luz que logra producir el mismo estímulo neurofisiológico de la luz natural. Por lo que entre sus cualidades primordiales, están, que es capaz de variar la iluminancia y la temperatura de color a lo largo del día, esto mediante variaciones cromáticas y de intensidad luminosa.

Según George Brainard investigador pionero de este concepto, esto debe considerarse de acuerdo al entorno y en función de variables tanto geográficas como climáticas, esto con el objetivo de brindar una iluminación correcta que estimule el sistema circadiano, y que la luz sea considerada como principal elemento para la sincronización del reloj biológico, coordinado con una duración de 24 hrs.

Si bien los primeros experimentos acerca de las repercusiones del ciclo luz-obscuridad sobre el ser humano demostraron que la luz artificial de bajos niveles no producían ningún cambio en nuestro ritmo biológico, al día de hoy, ya se ha descubierto que altos niveles de luz (alrededor de 2500 lux) aplicados durante la noche, suprimen la producción de melatonina; la cual si recordamos es la hormona del sueño, razón que hace evidente que la luz puede alterar al ritmo circadiano del hombre. Este hallazgo médico, es la base de la importancia y la experimentación de la iluminación llamándola bio-dinámica.

En un principio se utilizó para fines terapéuticos junto con la administración de melatonina para curar trastornos del sueño, y pronto se convirtió en la base de algunos experimentos para demostrar que, iluminando los espacios de trabajo nocturnos con

estos niveles de luz, se podrían reducir los riesgos de somnolencia experimentados por algunos trabajadores, puesto que, al suprimirse la producción de melatonina se engaña al organismo haciéndole creer que es de día. Esta es una aplicación que deberá tomarse con algunas consideraciones, debido a que como se ha comentado el dormir es fundamental, y privar del sueño, puede provocar alteraciones de diversa índole.

Es por esto que debemos tener bien claro, que si las actividades que desarrollamos dentro de espacios construidos, no cuentan con iluminación natural; o su mayor fuente de iluminación es la artificial, podemos proponer que los niveles de luz artificial sean cambiantes, es decir no estáticos o sin variaciones periódicas importantes; esto sumado con las variaciones de temperatura de color, las cuales nos permitirían reproducir los tonos que se tienen a lo largo del día, nos daría la oportunidad de diseñar y proponer una iluminación artificial variable, más acorde con nuestra biología, una "iluminación saludable".

LUZ BIO-DINAMICA

La luz que es el factor principal para el análisis del sistema visual y el sistema circadiano, se puede dividir en diferentes magnitudes primarias mismas que influyen en las prestaciones y en la salud de los seres humanos.

Estas magnitudes son: cantidad, intensidad, espectro, distribución, tiempo y duración; para cumplir con el objetivo de la iluminación biodinámica, se debe tener una correcta valoración de estos parámetros, sobre todo del tiempo de la duración del ciclo noche-día, y de obtener el análisis de las horas luz disponibles de acuerdo a la latitud en la que vivimos.

De acuerdo a investigaciones realizadas en el Lighting Research Center, del Instituto Politécnico de Troy, NY, USA, encabezadas por el doctor en Biofísica y director del centro de investigaciones de la iluminación, Mark

Rea; la cantidad de luz, su composición espectral, su distribución espacial, el tiempo y la duración, necesarios para el sistema visual son diferentes que los necesarios para las funciones circadianas, por ello cuando se utilizan los términos como "good lighting", "right light", "lighting quality", (los cuales son términos que se han utilizado últimamente en artículos y publicaciones acerca del tema), deberán ser evaluados por diferentes criterios y será necesario para tener una evaluación real, el desarrollo de un nuevo sistema de fotometrías para el sistema circadiano, porque de no hacerlo no se podrá tener bien definido cual es la verdadera luz saludable para el ser humano.

Hasta este momento se ha desarrollado un sistema internacional de fotometrías, el cual ha sido desarrollado e institucionalizado para cuantificar, medir y comunicar las propiedades de la luz, y de una fuente específica, sin embargo considerando las recientes investigaciones del sector médico se deben establecer nuevos parámetros para considerar una buena iluminación; ya que debemos considerar que la luz actualmente se genera, se entrega, se fabrica, se comercializa y vende; por ello se deben implementar nuevas ideas para el desarrollo de nuevas fuentes de iluminación, luminarias y aplicaciones, siempre y cuando se considere el impacto incuestionable de la luz, lo cual como se ha mencionado requerirá del desarrollo de un sistema de fotometrías para el sistema circadiano. Porque, por ejemplo se sabe que la luz brillante es necesaria para activar el sistema circadiano, pero los niveles típicos de iluminación para una oficina son de 500 lux aproximadamente, los cuales regularmente provienen de fuentes fluorescentes, lo que es completamente inefectivo para la supresión de melatonina. Y por otro lado se tiene diversas hipótesis que sostienen también que muy bajos niveles 3.5 lux aproximadamente, pueden afectar a nivel circadiano, con esto se hace aún más evidente que es necesario un sistema que sea más práctico para poder implementarse, a nivel de diseño y

saber cuál es la cantidad y tipo de luz necesaria para el sistema circadiano.

Cantidad: El primer concepto para desarrollar es la cantidad, cuando se utiliza este término en el campo de la iluminación se refiere únicamente a la cantidad de luz expresada en términos de iluminancia (lux). Se dice que la cantidad de luz necesaria es aquella con la que el usuario u operario puede realizar el trabajo sin esfuerzo ni agotamiento visual y con seguridad.

La cantidad de luz adecuada para el sistema visual, dependerá básicamente del tipo de trabajo que se realiza, de la fineza de los detalles que se van a observar, del color y reflectancia del objeto y del medio circundante, entre algunos otros factores, sin embargo como hemos visto la cantidad de luz adecuada para el sistema circadiano es distinta a la necesaria para el sistema visual.

Otro concepto que debe tenerse claro cuando estamos hablando de cantidad de iluminación, es que la iluminancia es la cantidad de luz que recibe una superficie determinada, no cuanta de esta luz es percibida por la retina; ya que depende de la orientación (tanto de la iluminancia horizontal para un plano de trabajo, como de la iluminancia vertical cerca del plano de la retina), porque podemos encontrar que la misma cantidad de luz emitida por una fuente de luz, puede producir variaciones en la medida de la iluminancia, si se considera este factor.

En general se recomienda y es común que se midan los niveles de iluminación, en términos de cantidad sobre el plano horizontal de trabajo; naturalmente si el luxómetro está orientado hacia arriba o se está midiendo en esta dirección, es decir hacia las fuentes de luz en el techo, se obtendrá un valor mayor que si se encontrara verticalmente cerca de la línea de visión.

La orientación correcta para hacer una medición con respecto a la orientación de la retina, no necesariamente garantizaría la exactitud de la

medición de la cantidad de luz, debido a que teniendo la misma iluminación, la iluminancia de la retina puede variar sustancialmente dependiendo tanto del medio ambiente, como de las diferencias individuales; por ejemplo las diferentes reflectancias que produce el objeto dentro del campo visual, la densidad óptica de la retina, la estructura física de la frente, nariz y otras características de la cara, pudieran producir discrepancias entre la iluminancia percibida por la retina y la iluminancia medida.

Estos son sólo algunas de las muchas fuentes de confusión que se presentan en una inadecuada especificación para estimular el sistema circadiano. Como otro ejemplo se tiene la investigación realizada en la Universidad de Harvard, donde se menciona que un eficiente sistema de iluminación, no solo depende de la fuente de luz sino también de los materiales en la arquitectura, relacionado con las diferentes superficies y texturas de suelos, techos y paredes.

ESPECTRO CROMÁTICO						
VIOLETA	AZUL	VERDE	AMARILLO	NARANJA	ROJO	Nm
380	435	495	565	590	625	780

Espectro: Como se ha mencionado con anterioridad el espectro de la luz visible tiene un rango de valores teóricos de 380nm a 780nm, los cuales no son límites absolutamente rigurosos, ya que dependen de varios factores, como la intensidad energética, la capacidad de visión de cada individuo y del grado de fatiga que en un momento determinado tenga el ojo; sin embargo estas son las únicas radiaciones que son capaces de activar la retina del ojo humano para producir sensación visual.

Es importante tener en cuenta que este espectro visible se divide en seis tramos que corresponden a los colores fundamentales en los que se descompone la luz blanca, de acuerdo a la teoría corpuscular de la luz de Newton, siendo en orden de longitud de onda creciente: violeta, azul, verde, amarillo, naranja y rojo.

Es posible que unos colores de luz iguales produzcan unas reproducciones diferentes del color propio a causa de una composición espectral diferente. Los espectros continuos resultan en una reproducción cromática uniforme.

Los espectros de rayas únicas saben reproducir correctamente sólo una zona de colores muy pequeña. Los espectros de rayas múltiples están compuestos por diferentes espectros de rayas, y mejoran de este modo la reproducción cromática. Estos criterios son muy importantes para hacer una correcta elección del tipo de fuente luminosa para la iluminación.



▪ *Descomposición del Espectro según Newton 1985*

Si relacionamos la influencia y eficacia del espectro en relación al Sistema Visual y el Sistema Circadiano, debemos notar que ambos tienen su estímulo conductor en la retina.

Sin embargo el Sistema Circadiano tiene un punto de activación mucho más alto relacionado con la intensidad y una alta sensibilidad a la luz con alta frecuencia.

Distribución espacial: Aunque la retina inferior parece ser más sensible a la luz que la retina superior, el Sistema Circadiano es altamente indiferente a la distribución espacial de la luz.

Tiempo: Una de las principales diferencias entre ambos sistemas es el factor tiempo, mientras el Sistema Visual responde a una fracción de segundo, el Sistema Circadiano requiere varios minutos para activarse.

Duración: El sistema visual opera bastante rápido, la mayoría de las funciones visuales responden inmediatamente, toda la información es captada, integrada y transmitida al cerebro, obteniendo una respuesta en poco menos de cien milisegundos. Sin embargo el sistema circadiano opera mucho más lento.

FUENTE DE LUZ	EFICACIA LUMINOSA FOTÓPICA (lm/W)	EFICACIA LUMINOSA CIRCADIANA (lm/W)	PROPORCIÓN RELATIVA CIRCADIANA-FOTÓPICA (lm)
3000 K Fluorescente	87 (1,00)	149 (1,00)	1
4100 K Fluorescente	87 (1,00)	275 (1,00)	1,85
7500K Fluorescente	65 (0,75)	285 (1,91)	2,56
Vapor de Sodio	108 (1,24)	300 (2,02)	1,63
Sodio de Alta Presión	127 (1,46)	115 (0,77)	0,53
Incandescente	15 (0,17)	32 (0,21)	1,25
Led Rojo (630 nm)	44 (0,51)	2 (0,02)	0,03
Led Amarillo (590nm)	36 (0,41)	10 (0,07)	0,17
Led Verde (520 nm)	25 (0,29)	88 (0,59)	2,06
Led Azul (460 nm)	11 (0,13)	681 (4,58)	36,2
Led Blanco (460nm)+ Fósforo	18 (0,21)	90 (0,60)	2,91
Luz de Día (650 K)			2,78

- Eficacias Fotópica y Circadiana y sus eficacias relativas (en paréntesis) Fuente: REa M, "Light Much More Than visión"

ILUMINACIÓN CIRCADIANA

El objetivo de la iluminación circadiana teniendo como contexto, ambientes con iluminación artificial, es lograr que ésta se base en una correcta valoración de los parámetros fundamentales de cantidad, espectro, distribución, duración y tiempo del ciclo noche-día, para poder asegurar la adaptación del reloj biológico al esquema de actividad-reposo requerido por las exigencias actuales.

La luz es el factor principal para el análisis del sistema visual y de l sistema circadiano, es importante recalcar que el concepto de luz válido para el sistema visual es muy diferente del concepto válido para el sistema circadiano.

La luz es el elemento que incide en la retina como hemos mencionado, y estimula dos sistemas diferentes pero interconectados entre sí, cada uno de los cuales efectúa operaciones funcionales muy diferentes, necesarias para la supervivencia del ser humano. El sistema visual es un sistema de detección a distancia que nos permite valorar el ambiente que nos rodea para establecer oportunidades y amenazas, durante las fases más luminosas del día y durante las noches. En primer lugar, nos permite mantener una elevada fidelidad del espacio; mediante la refracción óptica por parte de la cornea y de la lente del cristalino y mediante la potenciación de la imagen por parte de las neuronas de la retina, el sistema visual preserva una representación exacta espacial del ambiente dentro del cerebro. Esta elevada resolución espacial nos permite distinguir objetos pequeños a gran distancia, leer textos con caracteres muy pequeños, entre muchas otras cosas. Además este sistema es muy rápido proporcionando respuestas, la mayor parte de elaboración visual se efectúa en medio

segundo y esto ha contribuido a garantizar la supervivencia de la especie.

El sistema visual extrae la información sobre los colores del ambiente a través de las combinaciones de tres foto receptores en forma de cono y de las neuronas de la retina distal, que crean los contrastes espectrales de los canales de color rojo-verde y amarillo-azul. La capacidad del sistema visual de discriminar entre los reflejos espectrales ligeramente diferentes nos permite diferenciar rápidamente, el grado con el que el sistema visual puede efectuar estas operaciones tan extraordinarias está influido por la cantidad de luz disponible en la retina.

Aunque se sabe que el sistema visual puede funcionar en condiciones que van desde la plena luz solar hasta la luz nocturna tenue de las estrellas (un intervalo de 12-14 tipos de magnitudes de sensibilidad), la exactitud visual, los tiempos de reacción y la visión en color quedan afectados progresivamente por la reducción del nivel de iluminación. A pesar de ello, una sensación visual elemental puede ser generada por una cantidad mínima de fotones que lleguen a la retina. Esta excepcional cualidad del sistema visual se contrapone con la del sistema circadiano, si bien es importante recordar que ambos sistemas comparten un gran número de foto receptores y neuronas de la retina necesarios para percibir la luz.

En primer lugar, el sistema circadiano a diferencia del visual, es relativamente insensible a la información espacial del ambiente visual. Los fotoreceptores y las neuronas del sistema circadiano, según Berson, parece que forman una delgada red que envuelve toda la retina. La

luz absorbida por cualquier punto de la retina estimula el sistema circadiano. Pero al parecer, existe una forma de sensibilidad preferente para la luz que llega a la parte inferior de la retina. La luz que procede de la parte que se encuentra bajo la línea visual (como es la del cielo), parece que puede proporcionar una estimulación mayor del sistema circadiano.

El sistema circadiano posee unos tiempos de respuesta muy lentos y requiere una estimulación luminosa prolongada para asegurar la activación en condiciones de vida normales. La unidad para medir los efectos de la luz en el sistema circadiano es el minuto y no las fracciones de segundos como sucede en el sistema visual. Este primero está orientado para poder excluir la respuesta a breves impulsos luminosos, como pueden ser las lámparas nocturnas.

Un elemento importante de diferencia entre ambos sistemas, es que en el circadiano, la sensibilidad espectral, es principalmente a las longitudes de onda muy breves, a pesar de que ambos sistemas comparten los fotorreceptores y las neuronas de la retina.

NIVEL LUMÍNICO Y SALUD LABORAL

Los trabajadores en su actividad laboral requieren de luz natural o artificial adecuada al trabajo que desempeñen, siendo esta iluminación un complemento importante en el rendimiento laboral así como en la disminución de riesgos a la seguridad y salud de los colaboradores de las empresas.

La fatiga visual es una modificación funcional, de carácter reversible, debida a un esfuerzo excesivo del aparato visual los síntomas consisten en molestias oculares, trastornos visuales y síntomas extra

oculares, puede llegar a presentarse por diversas situaciones como el uso de anteojos con graduaciones inadecuadas, edad avanzada, enfermedades crónicas degenerativas como por ejemplo diabetes mellitus, glaucoma, cataratas, degeneración macular, hipertensión arterial etc. Otras causas de fatiga visual están relacionadas con el puesto de trabajo que son causadas por deficiencias del alumbrado, contrastes inadecuados, deficiencias en la ubicación del puesto de trabajo, entre muchas más.

CONSIDERACIONES ARQUITECTÓNICAS

Desde hace mucho tiempo se sabe que la ergonomía y el diseño de oficina influyen decididamente en la forma de trabajar. Diseñamos nuestros espacios para minimizar el estrés, favorecer la concentración y optimizar el rendimiento. Y lo hacemos cuidando al máximo todos los factores, desde la estación de trabajo que ocupamos o el ruido de fondo, hasta la calidad del aire y, por supuesto no debemos dejar a un lado a la iluminación.

Además de permitirnos ver, la buena iluminación también afecta a nuestras sensaciones. La sensación de bienestar es buena tanto para el trabajador como para la empresa.

La iluminación de los ambientes interiores en áreas de oficinas, tiene por objeto:

- Contribuir a crear un ambiente de trabajo seguro
- Ayudar a realizar tareas visuales
- Crear un ambiente visual adecuado

La creación de un ambiente de trabajo seguro, tiene que estar en el primer lugar de la lista de prioridades al momento de realizar un diseño y, en general, se aumenta la seguridad haciendo que los peligros sean claramente visibles. El orden de prioridad de las otras dos necesidades dependerá en gran medida del uso requerido. La realización de la tarea puede mejorarse haciendo que sea más fácil ver todos sus detalles, mientras que se crean ambientes visuales apropiados variando el énfasis de iluminación dado a los objetos y superficies existentes dentro del ambiente interior.

La luz y el color influyen en nuestra sensación general de bienestar, incluyendo la moral y la fatiga. Con bajos niveles de iluminación, los objetos tienen poco o ningún color o forma y se produce una pérdida de perspectiva. A la inversa, el exceso de luz puede ser tan incómodo como su escasez. En general, la gente prefiere una habitación sin ventanas. Además, se

considera que el contacto con el mundo exterior contribuye a la sensación de bienestar.

La introducción de controles de iluminación automáticos, junto con la atenuación de altas frecuencias en las lámparas fluorescentes, ha permitido proporcionar a los ambientes interiores una combinación controlada de luz natural y luz artificial. Aunando a esto se añade la reducción de los costos energéticos.

En la percepción del carácter de un ambiente interior influyen el brillo y el color de sus superficies visibles, tanto interiores como exteriores. Las condiciones de iluminación general de un ambiente interior pueden conseguirse utilizando luz natural o iluminación artificial, o lo que es más probable, con una combinación de ambas.

Al realizar un diseño de iluminación se deben considerar las siguientes variables espaciales:

- Proporciones del local (ancho, largo y alto)
- Mobiliario
- Colores y acabados (Reflectividad y Brillo)
- Distribución
- Tareas a desempeñar

Los sistemas de iluminación utilizados en interiores pueden subdividirse en tres categorías principales:

- A. Iluminación general
- B. Iluminación localizada
- C. Iluminación local

Normalmente, las instalaciones de iluminación general proporcionan una iluminancia aproximadamente uniforme en todo el plano de trabajo. Los sistemas de iluminación localizada proporcionan iluminancia en áreas de trabajo generales con un nivel reducido de iluminancia en áreas adyacentes. Los sistemas de iluminación locales proporcionan iluminancia para áreas relativamente pequeñas que incorporan tareas visuales.

Normalmente, estos sistemas se complementan con un nivel especificado de iluminación general. En la ilustración a continuación se pueden observar las diferencias típicas entre los sistemas mencionados.



▪ Iluminación Directa



▪ Iluminación Directa e Indirecta



▪ Iluminación de Destaque



▪ Iluminación Indirecta

Cuando hay que realizar tareas visuales, es esencial alcanzar el nivel exigido de iluminancia y estudiar las circunstancias que afectan a su calidad; siempre buscando la visibilidad, estética, confort y salud del observador.

Con el objeto de producir un ambiente que proporcione satisfacción, confort y rendimiento visual, es preciso equilibrar las luminancias existentes dentro del campo de visión. Lo ideal es que las luminancias existentes alrededor de una tarea disminuyan gradualmente, evitándose así fuertes contrastes.

Se establece a continuación algunos principios muy básicos a considerar para la iluminación en oficinas:

- Utilizar la luz natural siempre que sea posible, y evitar la ausencia total de luz natural.
- Evitar la iluminación demasiado difusa. Este tipo de iluminación reduce los contrastes de luces y sombras, empeorando la percepción de los objetos en sus tres dimensiones.
- Situar las luminarias respecto al puesto de trabajo de manera que la luz llegue al trabajador lateralmente. En general, es recomendable que la iluminación le llegue al trabajador por ambos lados con el fin de evitar también las sombras molestas cuando se trabaja con ambas manos.
- Apantallar todas aquellas lámparas que puedan ser vistas, desde cualquier zona de trabajo, bajo un ángulo menor de 45° respecto a la línea de visión horizontal. Otra alternativa es elevar las fuentes de luz si están suspendidas.
- Evitar los deslumbramientos indirectos producidos por superficies reflectantes situadas en la zona de operación o sus proximidades y cuidar los colores tanto de muros como del mobiliario y la decoración.
- Evitar el deslumbramiento, controlando todas las fuentes luminosas existentes dentro del campo visual. Utilizando persianas o cortinas en las ventanas, así como el empleo de luminarias con difusores o pantallas que impidan la visión del cuerpo brillante de las lámparas.

NIVELES RECOMENDADOS

Cada actividad requiere un nivel específico de iluminación en el área donde se realiza. En general, cuanto mayor sea la dificultad de percepción visual, mayor deberá ser el nivel medio de la iluminación. El Comité Técnico 169 del Comité Europeo Normalizador (CENTC 169) establece los siguientes niveles:

Iluminación recomendada (LUX)



Cada tipo de actividad descrita abarca tres valores LUX

- Iluminación general en zonas de poco tráfico o de requisitos visuales sencillos
- Iluminación general para trabajo en interiores
- Iluminación adicional para tareas visuales exigentes

Niveles Mínimos:

Zona o Parte del Lugar de Trabajo en la Oficina	Nivel Mínimo de Iluminación (Lux)
Zonas donde se ejecuten tareas con:	
1.- Bajas exigencias visuales	100
2.- Exigencias Visuales Moderadas	200
3.- Exigencias Visuales Altas	500
4.- Exigencias Visuales muy Altas	1 000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

VARIABLES A CONSIDERAR RELATIVAS AL USUARIO

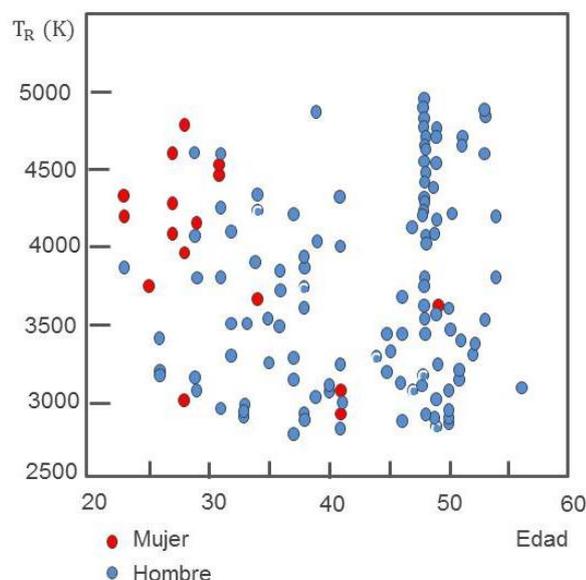
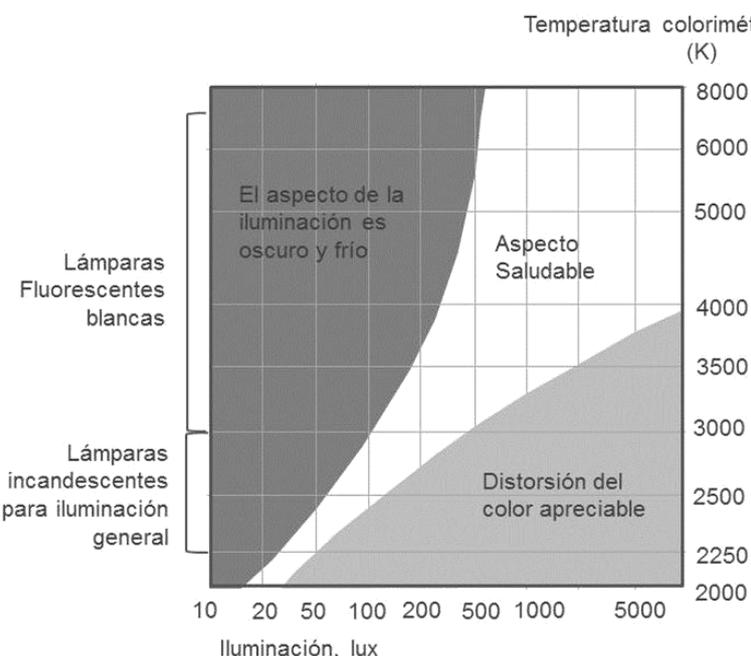
El color o “coloración” de la iluminación no solo depende del color de la luz, sino también de la intensidad luminosa. La temperatura de color está relacionada con las diferentes formas de iluminación. La sensación de satisfacción con la iluminación de un ambiente determinado depende de esta temperatura. De este modo, por ejemplo, la temperatura de color de una lámpara incandescente de 100 W es de 2700 K, la de un tubo fluorescente es de 4000 K y la de un cielo nublado es de 10.000 K.

Kruithof definió, a través de observaciones empíricas, un diagrama de bienestar para diferentes niveles de iluminación y temperaturas de color en un ambiente determinado. Mediante ésta, demostró que es posible sentirse cómodo en ciertos ambientes con bajos niveles de iluminación si la temperatura colorimétrica también es baja (si el nivel de iluminación es de una candela, por ejemplo, con una temperatura colorimétrica de 1.750 K).

Estudios sobre el color preferido de la luz en un entorno de oficina, han demostrado que no existe una tendencia en la preferencia entre los individuos en este sentido: cada uno tiene su propia preferencia personal.

Estudios sobre el color preferido de la luz en un entorno de oficina, han demostrado que no existe una tendencia en la preferencia entre los individuos en este sentido: cada uno tiene su propia preferencia personal.

En la ilustración a continuación se muestra una gráfica de la preferencia de temperatura de color de iluminación artificial en oficinas, dividido por género (hombres y mujeres), resultado de investigaciones realizadas por Tenner en 1997, publicadas en el artículo “Luz de día, luz artificial y la gente en un entorno de oficina, descripción general de las respuestas visuales y biológicas”

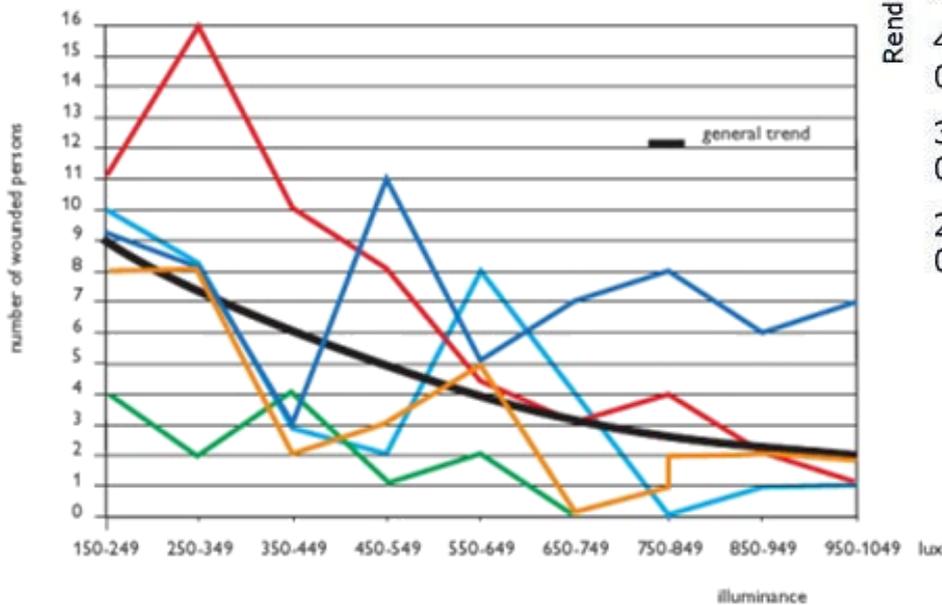
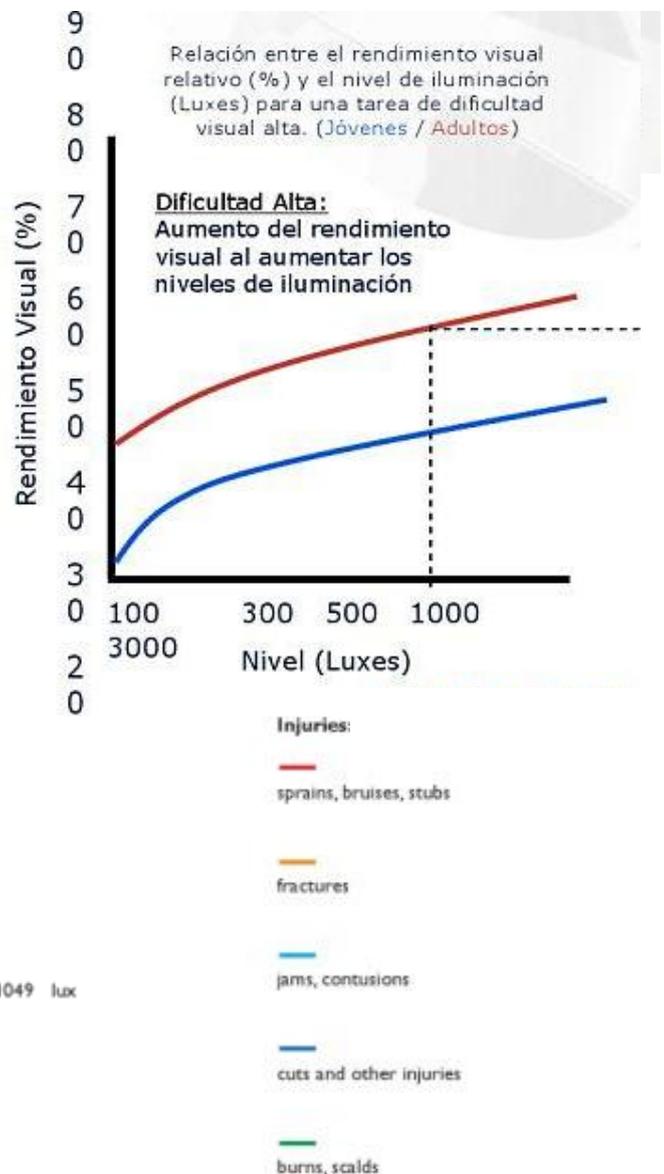
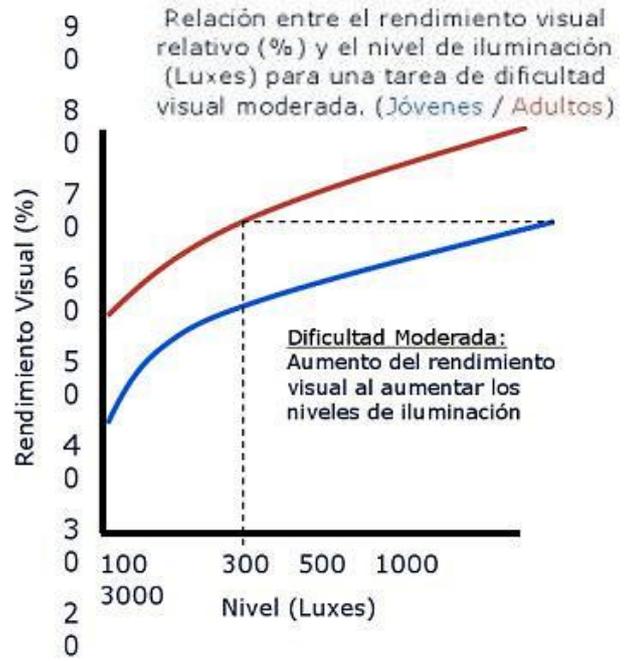


▪ *Curva de Kruithof*

▪ *Preferencia de Temperatura de color en oficinas*

LA INFLUENCIA DEL ALUMBRADO EN LA PRODUCTIVIDAD

La buena iluminación en la tarea que se esté desempeñando y en el lugar de trabajo, es esencial para conseguir un rendimiento óptimo de la tarea visual, y un buen desempeño de los trabajadores. Debemos considerar que en términos de productividad una mejor iluminación contribuye positivamente en: el rendimiento en las tareas (mayor velocidad y menor porcentaje de errores), en la seguridad y el porcentaje de accidentes, en el ausentismo, en el rendimiento visual), en la salud y bienestar; es decir el efecto general de todo esto es una mayor productividad. Otros estudios realizados sobre el efecto de una buena iluminación en el rendimiento del personal dentro de las fábricas ha demostrado que; en una sala de composición, el incremento del nivel de luz de 100 a 1000 lux aumentó la productividad en un 30% y redujo los artículos defectuosos en un 18%.



- *Número de accidentes en Función del Nivel de Iluminación, Völker, Rüschemschmidt and Gall, 1995*

Para un entorno industrial (tarea visual moderadamente difícil), se ha investigado el posible incremento resultante de la productividad total como resultado de la mejora del nivel de iluminación, lo que arrojó el siguiente resumen de resultados.

Debemos considerar que este es un estudio particular, que no se puede tomar como una generalidad, ya que se requiere más investigación al respecto para poder considerar que los porcentajes de productividad mostrados, se pueden aplicar en todos los campos; debido a que se sabe que la iluminación no es el único factor que contribuye a la productividad laboral, sin embargo es evidente que influye en ella.

Improvement of lighting level	Productivity increase
From 300 to 500 lux	8 %
From 300 to 2000 lux	20 %

Para confirmar los resultados, se están llevando a cabo investigaciones de la productividad real, de la vida en una serie de entornos industriales donde la iluminación ha sido recientemente renovada. Conscientes de la importancia del componente biológico en el aumento de la productividad, se cree que cifras similares, se pueden obtener en un entorno de oficina. Al poner atención en los niveles de iluminación, que sean flexibles, variables, adaptables y en los colores y en la intensidad para los nuevos diseños, las ventajas de productividad, serán aún más impresionantes.

Transtornos: Como se ha mencionado la luz es factor de bienestar o por el contrario, puede provocar diversos trastornos en el ser humano, al estar expuesto por prolongadas horas a una mala iluminación o bien al no contar con ella. Estos trastornos pueden ser desde un simple dolor de cabeza, alteraciones en el ciclo del sueño, aumento de niveles de estrés, baja autoestima, depresión, síndromes de depresión estacional, falta de atención, baja productividad, entre muchos otros.

Estrés: Algunos de los estudios realizados en referencia a los niveles de estrés en las personas que trabajan en ambientes interiores; se han llevado a cabo mediante la comparación de un grupo de personas que trabajan bajo luz artificial, y otro grupo de trabajo bajo una combinación de luz artificial y luz natural. Como puede verse, en la Ilustración; en enero, cuando la penetración de la luz del día no es suficiente para hacer una contribución sustancial al nivel de iluminación, no hay prácticamente ninguna diferencia entre los dos grupos, pero en mayo, cuando la luz del día contribuye realmente, el grupo que se beneficia de la luz del día tiene un nivel considerablemente inferior de estrés. Otro estudio muestra que la luz artificial brillante en interiores en invierno tiene un efecto positivo sobre el estado de ánimo y la vitalidad.

Síndrome de depresión estacional "SAD":

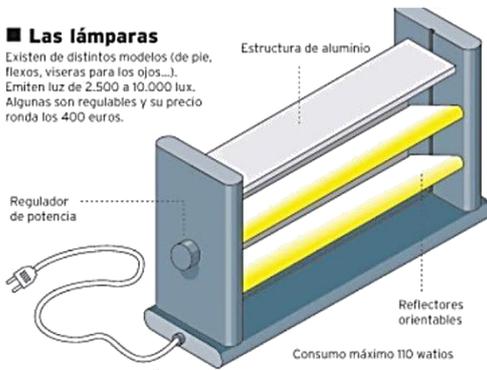
Se le conoce como SAD, por sus siglas en inglés, "Seasonal Affective Disorder". El trastorno afectivo estacional es un trastorno del estado de ánimo caracterizado por depresión en relación con una determinada estación del año, especialmente el invierno. Sin embargo, el SAD no suele describirse como un trastorno separado del estado de ánimo sino como una especie de "indicador" que hace referencia al patrón estacional de los episodios de depresión grave que pueden suscitarse dentro de la depresión grave y del síndrome maniaco depresivo.

El SAD es un diagnóstico clínico aceptado globalmente por la comunidad médica. El Dr. Norman E. Rosenthal, es el investigador a quien se le atribuye el descubrimiento del trastorno afectivo estacional.

La variación anual de la cantidad de horas de luz solar, junto con un cambio de fase inapropiado del ritmo circadiano, se consideran las principales causas tanto del letargo común del pleno invierno en la estación oscura, como de los estados agudos de depresión que ocurren durante otoño y primavera.

■ **Las lámparas**

Existen de distintos modelos (de pie, flexos, viseras para los ojos...). Emiten luz de 2.500 a 10.000 lux. Algunas son regulables y su precio ronda los 400 euros.

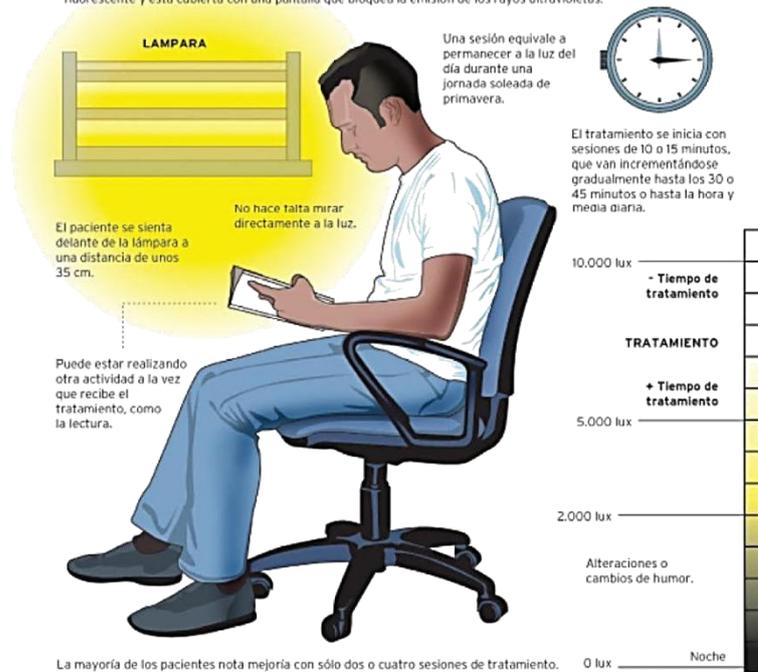


■ **Efectos secundarios**

- **Fotofobia**
- **Dolores de cabeza**
- **Fatiga**
- **Irritabilidad**
- **Hipomanía:** Trastorno caracterizado por una irritabilidad excesiva, hiperactividad, optimismo exagerado y disminución del sueño.
- **Insomnio:** Si se aplica en las últimas horas del día.
- **Riesgo de lesión en la retina**

■ **Cómo se administra**

El tratamiento consiste en colocarse entre 15 y 60 minutos al día, principalmente a primera hora de la mañana, frente a una lámpara difusora de luz blanca muy viva (de 2.500 a 10.000 lux). Se compone de tubos que emiten luz fluorescente y está cubierta con una pantalla que bloquea la emisión de los rayos ultravioletas.



■ **Fototerapia**

FACTORES DE INFLUENCIA EN LA VISIBILIDAD

La visibilidad de un objeto puede resultar alterada de diversas maneras, existen diversos factores de influencia en ella; entre los más importantes encontramos:

Contraste: Se debe considerar el contraste de luminancias debido a factores de reflexión, a sombras, o a los colores del propio objeto y a los factores de reflexión del color. En la Tabla XI se muestran los contrastes entre diversos colores por orden descendente. En realidad, lo que el ojo realmente percibe son las diferencias de luminancia entre un objeto y su entorno o entre diferentes partes del mismo objeto.

Luminancia: También debe considerarse que la luminancia de un objeto, de su entorno y del área de trabajo influye en la facilidad con que puede verse un objeto. Por consiguiente, es de suma importancia analizar el área donde se realiza la tarea visual y sus alrededores a detalle.

Tamaño de objeto: Otro factor es el tamaño del objeto a observar, que puede ser adecuado o no, en función de la distancia y del ángulo de visión del observador.

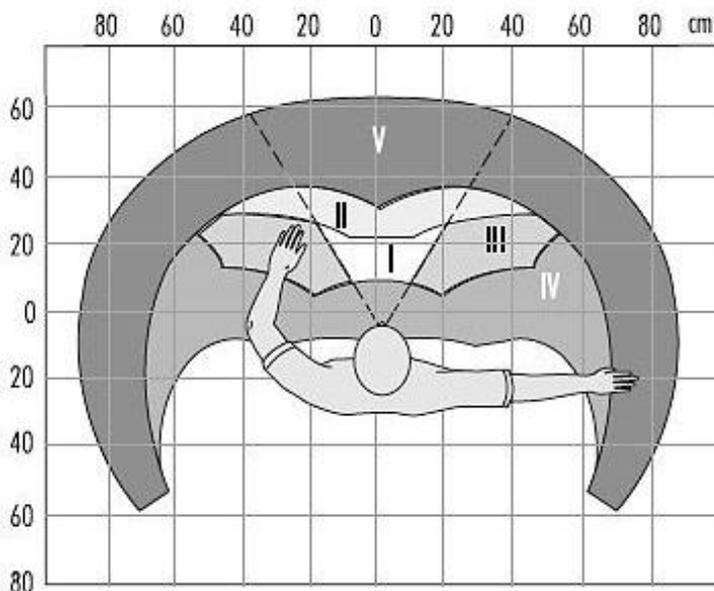
Los dos últimos factores determinan la disposición del puesto de trabajo, clasificando las diferentes zonas de acuerdo con su facilidad de visión. De acuerdo a la Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo Se pueden establecer cinco zonas en el área de trabajo.

Un factor adicional es el intervalo de tiempo durante el que se produce la visión. El tiempo de exposición será mayor o menor en función de si el objeto y el observador están estáticos, o de si uno de ellos o ambos se están moviendo. La capacidad del ojo para adaptarse automáticamente a las diferentes iluminaciones de los objetos también puede influir considerablemente en la visibilidad.

COLOR DEL OBJETO	COLOR DEL FONDO
NEGRO	AMARILLO
VERDE	BLANCO
ROJO	BLANCO
AZUL	BLANCO
BLANCO	AZUL
NEGRO	BLANCO
AMARILLO	NEGRO
BLANCO	ROJO
BLANCO	VERDE
BLANCO	NEGRO

■ **Constrastes de color por orden descendente**

Con esto podemos decir que los factores esenciales en las condiciones que afectan a la visión son la distribución de la luz y el contraste de luminancias. En cuanto a la distribución de la luz, es preferible tener una buena iluminación general en lugar de una iluminación localizada, con el fin de evitar deslumbramientos. Por esta razón, las luminarias deberán distribuirse lo más uniformemente posible con el fin de evitar diferencias de intensidad luminosa y evitar la fatiga ocular.



ZONAS VISUALES EN LA ORGANIZACIÓN DEL ESPACIO DE TRABAJO

	Movimientos de trabajo	Esfuerzo visual
Gama I	Movimientos frecuentes, implican que se emplea mucho tiempo	Gran esfuerzo visual
Gama II	Movimientos menos frecuentes	Esfuerzo visual frecuente
Gama III	Implican poco tiempo	La información visual no es importante
Gama IV	Aún menos frecuentes, poco tiempo	No requiere un esfuerzo visual en particular
Gama V	Deben evitarse	Debe evitarse

- *Distribución de las zonas visuales en el puesto de trabajo*

NIVELES DE ILUMINACIÓN DE OFICINAS

El nivel de iluminación siempre ha sido utilizado como parámetro de diseño, y ha estado presente en las recomendaciones y normativas de diversas organizaciones nacionales e internacionales dedicadas a la Luminotecnia, esto debido a que se ha demostrado ser un parámetro cuantificable y da gran influencia en al ambiente lumínico; sin embargo como hemos contemplado en el desarrollo de esta investigación, es solo una variable a considerar puesto que hay otros puntos igual o más relevantes que se deben contemplar, pero a diferencia de otros parámetros el nivel de iluminación siempre se considera.

Desde el siglo XIX con la creciente industrialización, el ámbito de la iluminación para puestos de trabajo se estudió intensamente la influencia de la iluminancia y del tipo de iluminación en la eficiencia de la producción. De este modo aparecieron reglamentos exhaustivos que establecían iluminancias mínimas, así como calidades para la reproducción cromática y la limitación del deslumbramiento.

Este catálogo normativo sirvió, trascendiendo ampliamente en el ámbito de los espacios laborales, como directriz para la iluminación y determina hasta el presente la práctica de los proyectos de iluminación. Sin embargo este planteamiento no tenía en cuenta la psicología de la percepción ni la influencia a nivel biológico en el ser humano. Las reglas de la iluminación cuantitativa no contemplaban la forma en que el ser humano percibe claramente las estructuras ni el hecho de que la iluminación también transmite una impresión estética y emociones.

Tras la segunda guerra mundial, surgió en los Estados Unidos una nueva filosofía de iluminación que ya no tenía en cuenta exclusivamente aspectos cuantitativos. Al incorporar la psicología de la percepción a la fisiología del aparato visual, se

consideraron todos los factores de la interacción entre la persona, el objeto observado y la luz como elemento mediador. Esta planificación de la iluminación orientada a la percepción comenzó a interesarse primordialmente en factores cualitativos.

En las décadas de los 50's y 60's Richard Kelly uno de los pioneros de los proyectos de iluminación cualitativos, integró en un concepto unitario las ideas procedentes de la psicología de la percepción y de la iluminación de escenarios. Kelly se distanció de la estipulación de una iluminancia unitaria como criterio central del proyecto de iluminación y sustituyó la cuestión e idea 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 como perceptor. En este sentido en los años 50 estableció una distinción entre tres funciones básicas: "luz para ver" (ambient luminescence), "luz para mirar" (focal glow), "luz para contemplar" (play of brilliants).

Ya en los años 70, William M.C. Lam, elaboró un catálogo de criterios, un vocabulario sistemático para la descripción contextualizada de los requisitos planteados a una instalación de iluminación. Lam distingue entre dos grupos principales de criterios; las "necesidades por actividad" (activity needs), que son los requisitos derivados de la participación activa en un entorno visual y las "necesidades biológicas" (biological needs), las cuales agrupan en cada contexto los requisitos psicológicos vigentes planteados a un entorno visual.

NORMAS INTERNACIONALES

Los niveles de iluminación indicados en las recomendaciones varían dependiendo según las actividades, y además fluctúan entre diferentes países. Por otra parte, según el país a que se refiera, estas cambian en los niveles de iluminación recomendados desde 1930. En general, las recomendaciones de los niveles adecuados son

efectuadas con el fin de mejorar la seguridad de los trabajadores en la industria, productividad, el aprendizaje en las escuelas, y la recuperación de los pacientes en los hospitales. Muchos son los grupos que tienen interés en influir en la selección de niveles de iluminación recomendados.

CIE: La guía de iluminación interior de la CIE (Comisión Internacional de Iluminación), es en la cual se basan para determinar las condiciones de ambiente lumínico en Europa, en estas se hace referencia a los niveles de iluminación recomendados en función a la actividad visual a desarrollar y se establecen recomendaciones generales de iluminación, basándose en conceptos como satisfacción visual, visibilidad, ejecución de tareas, rendimiento visual, nivel de adaptación, direccionalidad y factor de luminancia.

RANGO DE ILUMINANCIA RECOMENDADA (lux)	TIPO DE ÁREA O ACTIVIDAD
20 - 30 - 50	áreas de trabajo
50 - 100 - 150	Áreas de circulación, orientación sencilla o visitas de corto tiempo
100 - 150 - 200	utilizan de forma continua
200 - 300 - 500	Tareas con exigencia visual simple
300 - 500 - 750	Tareas con exigencia visual media
500 - 750 - 1000	Tareas con exigencia visual alta
750 - 1000 - 1500	Tareas con exigencia visual difícil
1000 - 1500 - 2000	Tareas con exigencia visual especial
Por encima de 2000	Realización de una tarea visual muy exacta

- *Rangos de Iluminancia recomendados según CIE por tipo de actividad*

También cabe mencionar que en diversas publicaciones de la CIE, TC 6-1175, coinciden y mencionan las consecuencias de la modificación de los hábitos humanos del trabajo y el descanso por el uso extendido de la iluminación artificial y las alteraciones que ello produce en sus sistema

endócrino, incidiendo directamente en el ánimo, la salud y el comportamiento de las personas.

IESNA: La última edición de la IESNA (Illuminating Engineering Society of North America), especifica valores para aproximadamente 250 actividades visuales que se realizan en interiores de edificios no residenciales y cerca de 300 específicas aplicaciones industriales, la IESNA especifica sus categorías de acuerdo al grado de las tareas visuales y de acuerdo al local. Para el caso de oficinas recomiendan un rango de 300 a 500 luxes promedio.

Orientación y tareas visuales simples		
A	Espacios públicos	30 lx
B	Orientación simple para vistas cortas	50 lx
C	Espacios de trabajo donde se realizan tareas visuales simples	100 lx
Tareas Visuales comunes		
D	Tareas visuales de alto contraste y gran tamaño	300 lx
E	Tareas visuales de alto contraste y tamaño pequeño, o tareas visuales de bajo contraste y gran tamaño	500 lx
F	Tareas visuales de bajo contraste y tamaño pequeño	1000 lx
Tareas Visuales especiales		
G	Realización de tareas visuales cercanas al umbral	300 a 10000 lx

NORMA EUROPEA EN12464-1

El alumbrado debe garantizar que las personas en su sitio de trabajo pueden realizar sus tareas incluso en circunstancias difíciles y durante largos períodos de tiempo. Asimismo, debe ayudarles a sentirse a gusto, lo que indirectamente ayudará a aumentar su eficiencia y productividad. Por último, debe ayudar a promocionar la seguridad en el lugar de trabajo.

Entre varias cosas la norma de alumbrado interior EN 12464-1 establece un nivel de 500 lux para casi todas las tareas, cuando la mayoría de la población mundial vive en zonas en las que fácilmente se alcanzan los 1.500 lux al aire libre, incluso los días nublados. Es decir, la exposición a la luz natural que normalmente se experimenta en exteriores es bastante más alta que la exposición típica en interiores.

NORMAS NACIONALES

En México las recomendaciones en cuanto a nivel de iluminación se basan en las dadas por la Sociedad Mexicana de Ingenieros en Iluminación (SMII), las cuales están basadas principalmente en las de la IESNA. También se tiene como parámetros la NOM-025-STPS-2008 y la NOM-007 ENER-2004

NOM-025-STPS-2008: Esta es la Norma Oficial Mexicana, expedida por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, la cual da los lineamientos para las condiciones de iluminación de los centros de Trabajo (Ver tabla XIV), esta acaba de tener su última modificación el 30 de diciembre de 2008, misma que entró en vigor el 2 de marzo de 2009.

Destaca en la nueva norma oficial mexicana la incorporación de la disposición en la cual se determina que el Reporte del Estudio que cumpla con los niveles de iluminación estará vigente mientras se conserven las condiciones de iluminación bajo las cuales se llevó a cabo el reconocimiento y evaluación.

El estudio le permite al patrón identificar los puestos y las áreas visuales, para proveer una eficiente y confortable visión en las actividades que realiza el trabajador para que el ambiente de trabajo sea seguro.

La norma incorpora el seguimiento anual para la salud del trabajador, a través de exámenes visuales de agudeza visual, campimetría y percepción de colores, que forman parte de las medidas preventivas, a fin de evitar riesgos de trabajo en aquellas áreas que requieren una iluminación especial. Lo que significa un gran reto, para que efectivamente se lleve este control periódico y se puedan mejorar las condiciones lumínicas de los trabajadores.

NIVELES DE ILUMINACIÓN		
Tarea Visual del Puesto de Trabajo	Area de Trabajo	Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En interiores.	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado con pulidos finos.	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1.000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales: • de bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados; • exactas y muy prolongadas, y • muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño.	2.000

- *Niveles de iluminación según NOM-025-STPS-2008, México*

NOM-007 ENER-2004: Esta es la Norma Oficial Mexicana, expedida por la Secretaría de Energía, la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE), la cual tiene como finalidad establecer niveles de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado, con que deben cumplir los sistemas de alumbrado para uso general de edificios no residenciales nuevos, ampliaciones y modificaciones de los ya existentes; con el fin de disminuir el consumo de energía eléctrica y contribuir a la preservación de recursos energéticos y la ecología de la Nación. Teniendo su última modificación el 15 de abril del 2005.

COMPARATIVA DE NORMAS DE ILUMINACIÓN EN DIFERENTES PAISES

Las recomendaciones de niveles de iluminación tienden a ser más específicas con el tiempo. Algunos países registran valores muy detallados para algunas aplicaciones y generales para otras, en un análisis llevado a cabo recientemente, se muestran los niveles de iluminación recomendados en varios países incluyendo México, en donde se revela que los niveles de iluminación han estado cambiando rápidamente desde los años 30.

Los países varían considerablemente en la frecuencia con que ellos revisan sus recomendaciones. Por un período de más que cuatro décadas (1948-1990), Suecia no cambio sus niveles de iluminación recomendados, para la iluminación general en oficinas, mientras que Alemania la cambió seis veces. Bélgica no cambió sus recomendaciones entre 1964 y

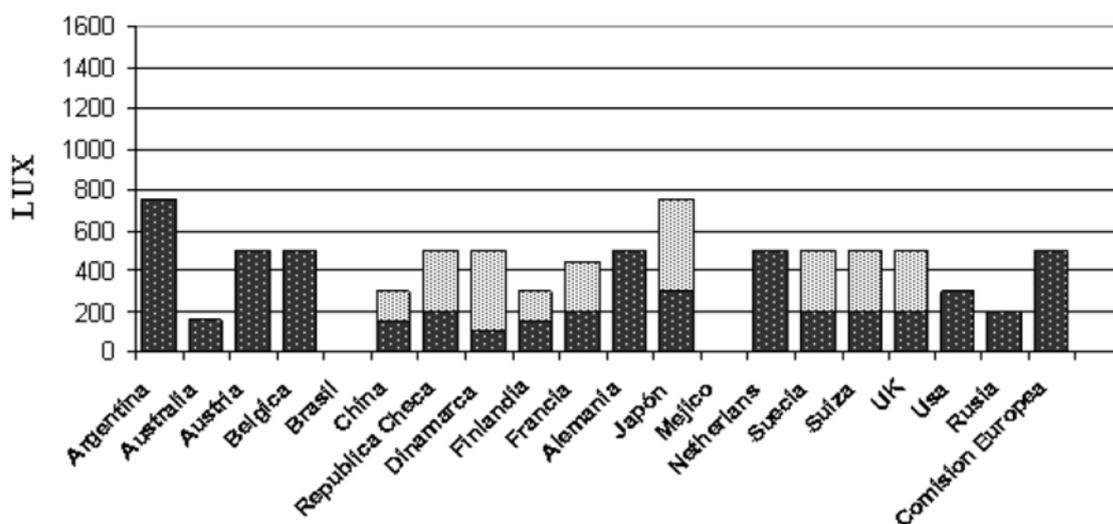
1992. En Finlandia, la primera recomendación no fue publicada hasta 1971, y en Argentina hasta 1972.

Recientemente se han incorporado a las recomendaciones los puestos de trabajo en oficina con Computadoras y pantallas de video (PC).

incluyendo México, en donde se revela que los niveles de iluminación han estado cambiando rápidamente desde los años 30.

Los países varían considerablemente en la frecuencia con que ellos revisan sus recomendaciones. Por un período de más que cuatro décadas (1948-1990), Suecia no cambio sus niveles de iluminación recomendados, para la iluminación general en oficinas, mientras que Alemania la cambió seis veces. Bélgica no cambió sus recomendaciones entre 1964 y 1992. En Finlandia, la primera recomendación no fue publicada hasta 1971, y en Argentina hasta 1972.

COMPARACION DE NIVELES DE ILUMINACION RECOMENDADOS POR DISTINTOS PAISES PARA OFICINAS PC



- Comparativa de niveles de recomendados en diversos países para oficinas

Recientemente se han incorporado a las recomendaciones los puestos de trabajo en oficina con Computadoras y pantallas de video (PC).

En este caso los niveles se presentan con más uniformidad que las recomendaciones para aulas. Correspondiéndole los valores más altos a Argentina (750) y Japón (300750). La mayoría se encuentra en los 500 lux y los mínimos en Australia con 160lux.

La tabla anterior muestra los valores indicados según diferentes países para los valores recomendados de iluminación, en todos los casos se refiere a iluminación sobre plano horizontal. En algunos casos los valores son recomendados en un rango y en el caso de oficinas, puesto de trabajo con computadoras (PC) el rango indica "recomendado-máximo".

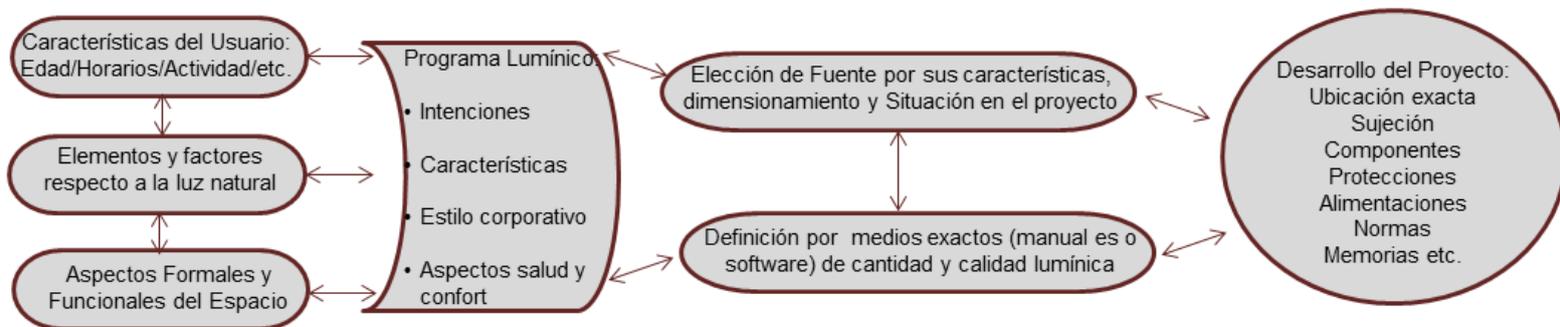
OFICINAS	Argentina	Australia	Austria	Bélgica	Brasil	China	República Checa	Dinamarca	Finlandia	Francia	Alemania	Japón	México	Holanda	Suecia	Suiza	UK	USA	RUSIA
General	200	160	500	300-750	750-1000	100-150-200	200-500	50-100	150-300	425	500	300-750	200	100-200	100	500	500	200-300-500	300
PC	750	160	160	500		150-200-300	300-500	200-500	150-300	250-425	500	300-750		500	300-500	300-500	300-500	300	200
Plano de trabajo	300-750	320	320	500-1000		150	300-500		500-1000	425	500	300-750	600	400-500	300	300	500	200-300-500	300
Lectura		320	320	500-1000	200-500	75-100-150	500	500	500-1000	425		300-750	900	400	500	500	300	200-300-500	300
Dibujo	1000	600	600	1000	3000	200-300-500	750	100-0	1000-2000	850	750	750-1000	1100	1600	1500	1000	750	1000-1500-2000	500

- Niveles recomendados de iluminancia horizontal (lux) para oficinas, en diferentes países.

En el caso de las áreas de oficinas, las variaciones más significativas se dan entre tareas de lectura (75 a 1000lux), dibujo a detalle (200 a 3000 lux)

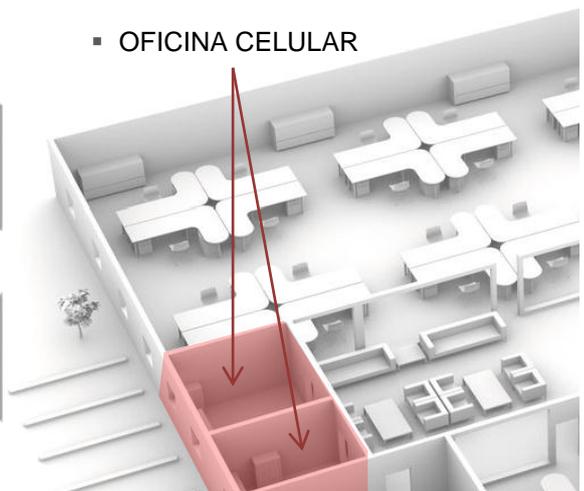
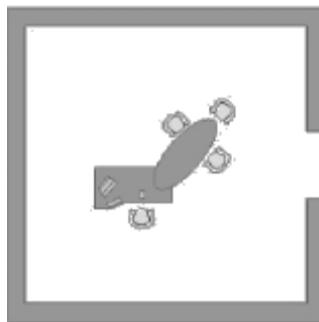
TIPOLOGIAS DE OFICINAS

Con base en la investigación realizada en los anteriores capítulos, se concretan como resultado, distintas estrategias y pautas de diseño, que si bien no pueden generalizarse como normas, resultan útiles como modelos que engloban aspectos fundamentales a considerar en el diseño de oficinas.



OFICINA CELULAR

Se conforma como una sala de trabajo, en la que una sola persona desarrolla sus actividades de manera privada. Acoge empleados que desarrollan un trabajo individual que requiere un grado relativamente alto de concentración. La necesidad de comunicación entre compañeros no es demasiado importante. El confort lumínico para las oficinas celulares está, por lo tanto, orientado a favorecer de manera importante la concentración de la gente en el espacio.

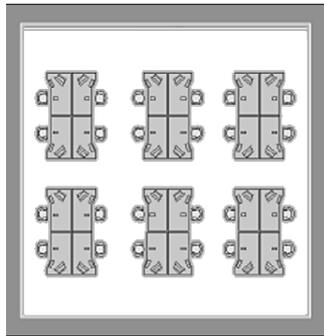


- Es recomendable disponer las oficinas privadas en relación a las orientaciones este y oeste (según la latitud y ubicación geográfica), ya que por lo general, para estas orientaciones se requiere un control individual de las protecciones solares

OFICINA DE PLANTA ABIERTA

Se desarrolla como una estructura totalmente diáfana con plena libertad de distribución, su utilidad resulta muy directa, y aunque la comunicación sin obstáculos es una ventaja, el concepto debe ser bien estudiado para evitar molestias recíprocas entre los usuarios. La iluminación en este tipo de oficinas debe unificarse por lo que las tareas a desarrollarse deben ser 100% compatibles.

▪ OFICINA DE PLANTA ABIERTA

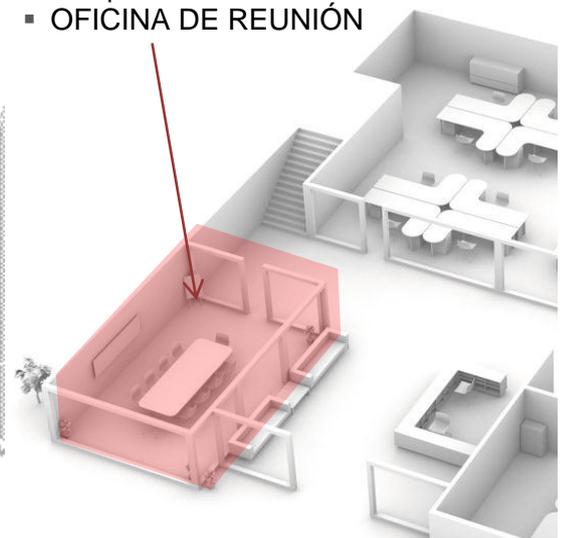
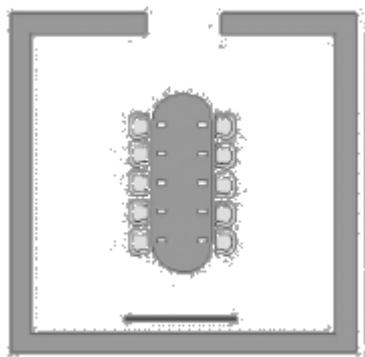


- Para la organización espacial se recomienda localizar las estaciones de trabajo de planta abierta junto a las ventanas. Utilizar paneles divisorios de materiales translúcidos o de corta altura entre cada puesto de trabajo para que la luz natural penetre profundamente en el edificio.
- Localizar los pasillos entre las estaciones de trabajo de planta abierta y oficinas privadas ayuda a utilizar la luz derramada, y así minimizar en luz artificial para los pasillos
- Es recomendable disponer las oficinas de planta abierta en la orientación noreste sur (según la latitud y ubicación geográfica), ya que por lo general, en estas orientaciones no se requiere un control individual de las protecciones solares.

OFICINA DE REUNIÓN

Casi todas las organizaciones de oficinas cuentan con áreas expresamente dedicadas a la función REUNIÓN. En estas zonas, lo esencial es la comunicación interna de los equipos (en ocasiones constituidos con carácter temporal). El carácter puede considerarse como exclusivo, y la autonomía de la reunión y los participantes como variable. La infraestructura está optimizada para la tarea de comunicación. Esta función no se limita únicamente a las salas de reuniones especiales, las mesas de recepción, las salas de conferencias (incluidas las de videoconferencias), y la mesa de conferencias de unas instalaciones más pequeñas, también forman parte de la función reunión de las oficinas.

▪ OFICINA DE REUNIÓN



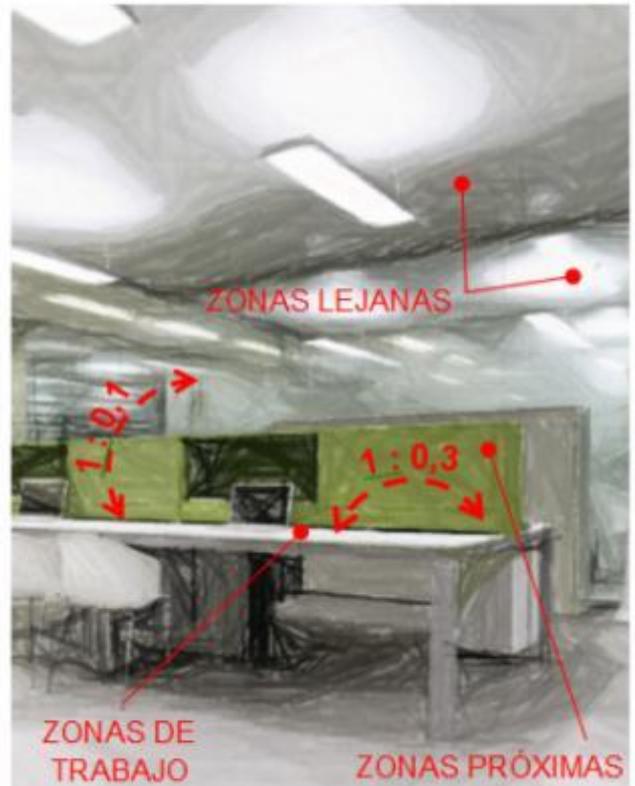
- En este tipo de espacios de trabajo las luces indirectas son muy importantes, sobre todo cuando se necesita apagar la iluminación general para usar un proyector. En muchos casos será necesario que se pueda personalizar la luz a cada momento. De ahí que no puedan faltar luces indirectas que además de conseguir crear un ambiente más agradable y natural, nos permita optimizar el uso del espacio.

ASPECTOS APLICABLES A CUALQUIER TIPOLOGÍA

▪ ASPECTOS DE LA ENVOLVENTE

- Poner atención en la elección de los tonos y acabados de todas las superficies en techos, muros, suelo y mobiliario ayudará a distribuir la densidad lumínica (la luminosidad) en la oficina de modo armónico, equilibrado.

Para ello hay que concertar detalladamente los grados de reflexión de todas las superficies y la distribución de las fuentes luminosas en el local. El ojo humano se adapta inconscientemente a los diferentes grados de luminosidad en un local. Sin embargo, si estas diferencias son extremas, se presentan fenómenos de cansancio, debido a la necesidad de una adaptación continua. Por esta razón hay que evitar contrastes excesivamente altos de densidad lumínica dentro del campo visual.



- Ver la posibilidad de aumentar el aporte de luz natural

▪ LOS NIVELES

De acuerdo a las normas estudiadas y comparadas se podría decir que para oficinas se requiere de una intensidad de iluminación promedio de 500 lux .

Para oficinas de puestos de trabajo orientados a la luz diurna puede reducirse la intensidad de iluminación a 300 Lux en las zonas próximas a las ventanas.

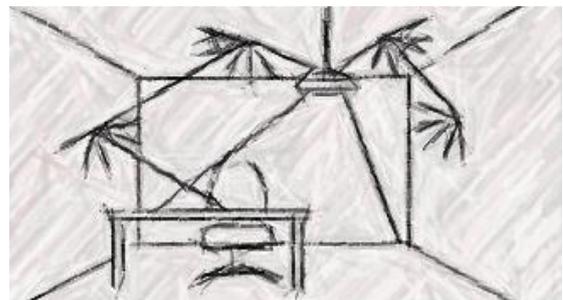
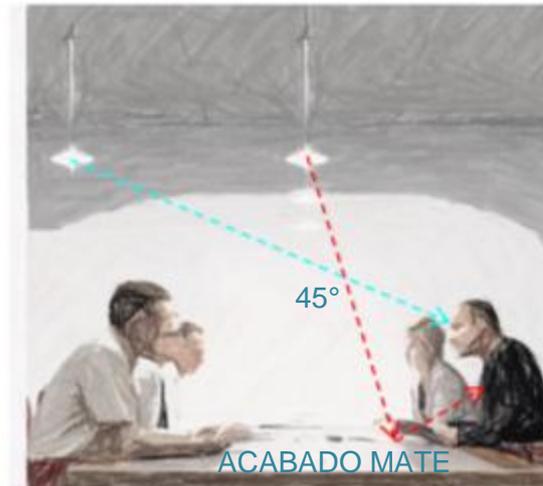
Para grandes oficinas, hay que prever una intensidad de iluminación de 750 Lux si existe elevada reflexión, o de 1000 lux para reflexión media.

Es importante calcular la intensidad de iluminación en función de las necesidades de visibilidad en el puesto de trabajo. A la hora de dimensionar la instalación sería recomendable aumentar la intensidad de iluminación nominal en un 25% (factor de planificación 1,25), para compensar los efectos del envejecimiento y la suciedad.



▪ ASPECTOS DE LA LAMPARA Y LUMINARIA

- Las lámparas solas deslumbran. Cualquier forma de deslumbramiento perjudica la visibilidad, reduce la capacidad de rendimiento del personal y crea una fuente innecesaria de errores en las personas que trabajan bajo estas condiciones. Por ello, hay que evitar los deslumbramientos: tanto los directos producidos por las lámparas, como los indirectos producidos por reflexión. El deslumbramiento indirecto es más difícil de evitar. Se rige por la ley –el ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia–, y exige un emplazamiento correcto de las luminarias en relación a los puestos de trabajo. Con incidencia lateral de la luz se evita el deslumbramiento reflejado. Al mismo tiempo, no se deben utilizar materiales brillantes en la zona de trabajo, por ejemplo, superficie de la mesa, papeles, etc.
- El alumbrado elegido no debe provocar reflejos molestos sobre la pantalla, ni producir una intensidad luminosa excesiva, que reduzca el contraste en la misma. Los reflejos en la pantalla cansan la vista y se traducen en un aumento de la frecuencia de errores. Luminarias con reflectores bien apantalladas evitan reflejos en la pantalla
- Una distribución uniforme de luz –esto es, un alumbrado difuso dificulta la visión en relieve y produce cansancio. En la planificación del alumbrado general de locales cerrados hay que conseguir sombras equilibradas con los contornos suaves. La distribución de luz de las luminarias y la disposición de éstas en el local, determinan la dirección de la luz, que debe estar adaptada a las necesidades de visibilidad en los puestos de trabajo. El componente indirecto del alumbrado produce sombras Visuales, equilibradas, mientras que el componente directo aumenta la intensidad de iluminación en la zona de trabajo y facilita la concentración y rendimiento del empleado.



COMENTARIOS FINALES

La arquitectura hoy en día esta pasando por un proceso de transformación en la cual se incorporan una gran cantidad de conocimientos que hace 50 años no se consideraban en la creación de objetos arquitectónicos y en especial de los ambientes lumínicos de trabajo.

Las herramientas, producto de los avances en la investigación y la tecnología, hacen posible que los arquitectos puedan abordar los proyectos de una forma más objetiva y permiten que las decisiones que se tomen se alejen de criterios subjetivos. Sin embargo la falta de conocimiento sobre estas técnicas proyectuales y herramientas tecnológicas impide su utilización de forma correcta. El resultado de esto se ve reflejado en el desempeño de las edificaciones donde se manifiestan estos errores en la carencia de funcionalidad. Los errores de los arquitectos serían imperceptibles siempre y cuando no existan usuarios que los detecten y a su vez los manifiesten en su salud física y psicológica.

Como se presentó en este documento, la salud de los usuarios es afectada por las condiciones en las cuales desarrollan sus actividades laborales cotidianas dentro de las oficinas. Es por ello que el estudio de las condiciones físicas que interactúan dentro de la envolvente arquitectónica es un requisito indispensable para poder garantizar que cualquier espacio cumpla con los requerimientos mínimos de habitabilidad. Todos los fenómenos físicos que se originan en la naturaleza influyen sobre las edificaciones y los usuarios, por lo tanto pueden y deben ser objeto de análisis por parte del arquitecto.

Esta investigación está basada principalmente en la necesidad de proporcionar a los usuarios de oficinas ambientes adecuados para su correcto desempeño y productividad, tomando como base las investigaciones primarias de carácter médico en donde se ha comprobado la fuerte influencia que tiene la luz en el ser humano; y está enfocada principalmente a la difusión y al seguimiento del desarrollo de las nuevas tecnologías en el sector de la iluminación arquitectónica para oficinas.

Si bien el desarrollo del concepto de la iluminación bio-dinámica ya se está implementando en otros algunos países de Europa y en Estados Unidos, en México actualmente no existen desarrollos verdaderos implementando estas técnicas. Es por esto que se pretende contribuir con esta investigación prospectiva, para tener mayor conocimiento de las condiciones en particular que se deben tener en México, así como conocer los criterios base del diseño de iluminación biodinámica con la perspectiva de mostrar la importancia de la iluminación en estos espacios y la influencia que tiene, para con esto poder continuar con el estudio de la iluminación artificial desde el enfoque de la salud del ser humano para una posible mejora de la Legislación actual.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- CIE Central Bureau. Kegelgasse 27 A-1030 Viena (Austria). Internet: <http://www.cie.co.at>.
- 2.- The 1st CIE Symposium on "Lighting Quality" 9-10 May 1998, National Research Council Canada, Ottawa-Ontario, Canada.
- 3.- informe final de la investigación publicada en 1996, en ocasión de la Conferencia Nacional de Iluminación de CIBSE
- 4.- Investigación llevada a cabo en iGuzzini illuminazione srl, CNR, Spazio sas, Lighting Research Center, Futuro srl
- 5.- IEA, International Energy Agency, 2000.
- 6.- CIE, Commission Internationale de l'Eclairage, 2003
- 7.- Tregenza PR, Standard skies for maritime climates. Lighting Res. Technol. 1999
- 8.- Daylighting Performance and Design, John Wiley & Sons, USA, 2003
- 9.- : CIBSE, The Chartered Institution of Building Services Engineers, (Estandarización Británica.)
- 10.- Organización Internacional del Trabajo, O.I.T., 3era edición, 2001
- 11.- Tenner, A.D., Unpublished "Daylight, artificial light and people in an office environment, overview of visual and biological responses", International Journal of Industrial Ergonomics, 1997
- 12.- Borg, N.Y. Mills, E., 1998 "Rethinking Light Levels, IAEEEL
- 13.- Boubekri M., Daylighting, architecture and health, Architectural Press, Inglaterra, 2008
- 14.- • Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía (IDAE): www.idae.es
- 15.- Energy Office: www.energyoffice.org
- 16.- • ISTAS (Instituto Sindical Trabajo, Ambiente y Salud): www.ccoo-istas.es
- 17.- Boyce, P., P. Y C., Cuttle, 1998. "Effect of Correlated colour temperature on the perception of interiors and colour discrimination index"
- 18.- Angyle, Michael. (1977) Psicología social del trabajo . España: Deustos S.A.
- 19.-Katzeb, Richard. (1992) The impact of energy-efficient office lighting strategies on employee satisfaction and productivity. Environmental and behavior , November.
- 20.- Garcia, Aurora A. Método práctico de iluminación de oficinas. (1982) Montaje e instalaciones
- 21.- Bean, A. R., & Bell, R. I. (1992). The CSP index: A practical measure of office lighting quality as perceived by the office worker. Lighting Research and Technology.
- 22.- Caminada, J.F. Los años 60. (1989b) Revista internacional de Luminotecnia
- 23.- Wouters, Marius; Bommel, Woul van, (1998) Las mil caras de la oficina, Revista Internacional de Luminotecnia
- 24.- Bate, J.; Burges, R. (1985) La oficina informatizada. España: G.G.
- 25.- Diani, Marco. (1986) Towards a new definition of the office. Modo: mayo.
- 26.- Diener, E. (1994). Assessing subjective well-being: Progress and opportunities. Social Indicators Research ,
- 27.-Jimenez, Carlos. (1997) Manual de luminotécnica – oficina . España: CEAC.
- 28.-. Donald, E. Super. (1962) Psicología de la vida profesional . Madrid: Rialp
- 29.- Butler, D., Biner, P.M. (1987a) Preferred lightings, behaviours, and individuals. Environment and behaviour .
- 30.-Llorens, T.; Canter, D.; Stinger, P.; Sommer, R.; lee, t.r. (1973) Hacia una Psicología de arquitectura: teoría y métodos . España: Publicaciones del colegio oficial de Cataluña y Baleares

- 31.-Oleguer, Marc. La nueva oficina. (1994) ON oficina . España: Mc Graw Lewis.
- 32.-Philips. (1975) Manual del alumbrado. España: Paraninfo
- 33.- Phillips, Alan. (1992) Diseño interior de oficinas . Barcelona: Gustavo Gili.
- 34.-Re, Victoria. (1989) Iluminación interna. España: Marcombo S.A.,.
- 35.-Sánchez, Laura Murguia. (2002) La luz en la Arquitectura. Su influencia sobre la salud de las personas. Estudio sobre la variabilidad del alumbrado artificial en oficinas . Espanha: UPC.
- 36.- Vroom, Victor H. (1964) Work and motivation . Estados Unidos: John Wiley and sons. Inc.
- 37.-Stoer, G.W.. (1986) History of light and lighting. Netherlands: Philips lighting B.V.