

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA IMPORTANCIA DEL COLOR EN LA ERGONOMÍA

Manuel Gómez-Cano Hernández
Centro Nacional de Nuevas Tecnologías - Madrid. I.N.S.H.T.

INTRODUCCIÓN

Los avances técnicos y sociales que han tenido lugar en nuestra sociedad en los últimos años y que por tanto también afectan al ámbito laboral, han hecho que cada día sea más frecuente la necesidad de incorporar nuevos y variados aspectos ergonómicos en la propia concepción de los puestos de trabajo.

Entre aquellos aspectos que deben ser considerados se encuentran los relacionados con la ergonomía visual, que tiene como objetivos básicos y fundamentales por una parte favorecer al máximo la información visual y por otra asegurar una confortable y segura ejecución de las tareas.

En la práctica la mayor parte de estas consideraciones se han dirigido única y exclusivamente hacia los aspectos relacionados directamente con la iluminación de los puestos de trabajo, sin tener presente que un aspecto intimamente relacionado con ella es el del color, al que se le asigna exclusivamente una importancia estética.

Dentro del contenido de la Norma ISO 8995:1989 "Principio de Ergonomía visual. Iluminación de los sistemas de trabajo interiores", se considera que el color tiene un papel muy importante para la obtención de un desarrollo adecuado de las tareas visuales, al estar relacionado con las características de la tarea, aptitudes de los individuos para su percepción y con la composición espectral de los sistemas de iluminación.

Los diferentes parámetros que se deben considerar para la adecuada realización de una tarea visual, se representan en la figura nº 1.

A lo largo de este artículo vamos a intentar desarrollar desde un punto de vista muy general y en función de las experiencias llevadas a cabo por diferentes investigadores, el papel que desempeña el color en la concepción ergonómica de los puestos de trabajo, así como el establecer unas directrices muy básicas sobre la forma de utilizar los colores en la etapa de diseño de los locales, áreas y puestos de trabajo.

Asimismo trataremos de exponer las diferentes sensaciones que el color puede provocar sobre las personas que desarrollan unas actividades determinadas, con el ánimo de sensibilizar a los distintos colectivos que el que componen el mundo laboral sobre la importancia de estos aspectos, sin entrar en los relativos al diseño de sistemas de iluminación, más conocidos y difundidos en otros artículos y estudios.

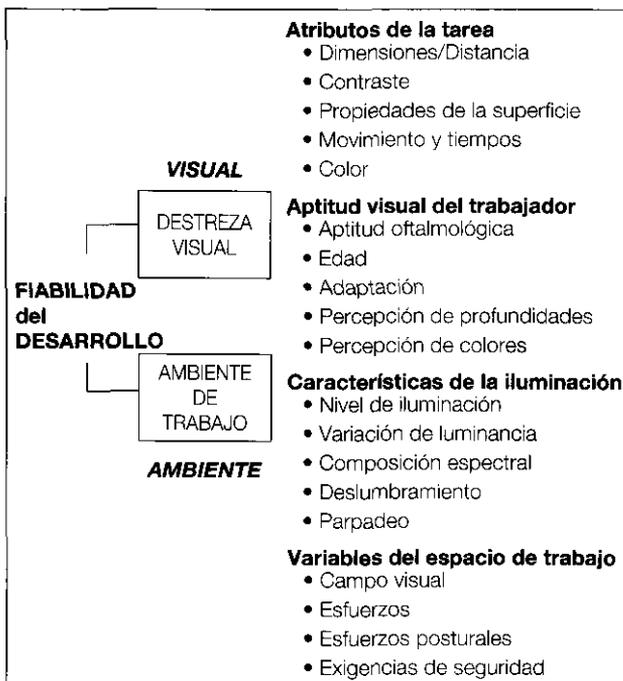


Figura 1

ASPECTOS FÍSICOS DEL COLOR

Como punto de partida habría que considerar que la luz, tanto natural como artificial, y el propio color están relacionados con la emisión de radiaciones electromagnéticas producidas dentro del espectro visible, es decir, con aquellas cuyas longitudes de onda están comprendidas entre 380 y 760 nm y que son capaces de producir sensaciones visuales en el ojo humano.

Por otra parte el espectro visible se puede subdividir en una serie de intervalos de longitudes de onda, correspondientes a los seis colores fundamentales en que la luz blanca se puede descomponer por medio de un prisma, aspectos que quedan reflejados en la figura nº 2 en la que se indican los intervalos de longitudes de onda correspondientes a estos seis colores.

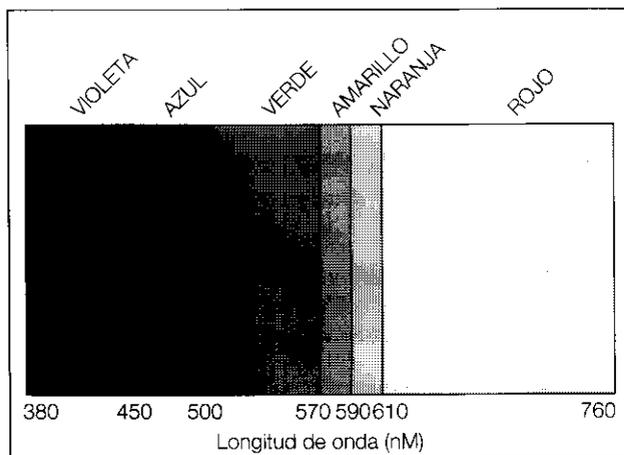


Figura 2.- Espectro visible

Teniendo en cuenta que la percepción del color se va a realizar a través del órgano de la visión, —el ojo— habría que hacer una breve descripción de cómo se produce dicha percepción.

La luz es recibida en la superficie interna del ojo —la retina— en donde existen dos tipos de células bien diferenciadas: los conos, que son muy sensibles a niveles altos de iluminación, permiten apreciar los colores en toda su magnitud, constituyendo la visión realizada a través de ellos, lo que se conoce como visión diurna o fotópica; y los bastones, sensibles a bajos niveles de iluminación, que no permiten apreciar los colores, sino únicamente las distintas gamas de grises, produciendo lo que se conoce como visión nocturna o escotópica.

En el mismo sentido habría que decir que el ojo no es igual de sensible a todas las frecuencias, y por lo tanto a todas las longitudes de onda, presentando para la visión fotópica una sensibilidad máxima a la longitud de onda de 555 nm., que corresponde al color amarillo-verdoso y para la visión escotópica a los 490 nm aproximadamente, correspondiente al color azul-verdoso, disminuyendo para el resto

de las longitudes de onda de la forma que representa la figura nº 3.

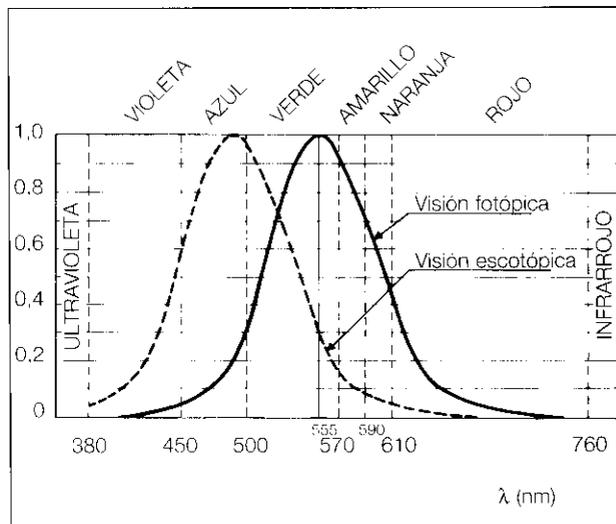


Figura 3.- Curva de sensibilidad del ojo

Por último hay que considerar que la luz que nosotros percibimos tanto en nuestra vida cotidiana como profesional, no se compone únicamente de radiaciones monocromáticas, (de una sola longitud de onda), sino que generalmente proviene de radiaciones policromáticas, (de varias y distintas longitudes de onda), por lo que suelen entonces presentar diferentes tonalidades o mezclas de colores.

En la práctica hay que señalar que gran parte de la luz y colores que nosotros percibimos, no proviene directamente de las fuentes productoras, sino que las recibimos a través de la luz reflejada por los objetos, lo que supone que pueda producir en nuestro órgano visual diferentes sensaciones de color.

Desde un punto de vista físico estas sensaciones van a depender de las siguientes características:

Longitud de onda. Principalmente de la predominante en el espectro de luz emitida por los sistemas de iluminación. Esto supone que la tonalidad que nosotros percibimos se corresponde con el color propio al de dicha longitud de onda (ver fig. nº 2), pero con diferente matiz dependiente del resto de las longitudes de onda presentes en el espectro emisión.

En este contexto se entiende como matiz las diferentes gamas o gradaciones correspondientes a un color sin que se llegue a dejar a apreciar como tal.

Saturación. Concepto que desde el punto de vista físico se puede considerar como la predominancia de una gama determinada de longitudes de onda respecto a una mezcla de diversas longitudes de onda y que nos determina el grado o concentración de un color con respecto a un gris cuando ambos son vistos bajo el mismo grado de luminosidad.

Luminancia o brillo fotométrico. Magnitud fotométrica indicadora de la cantidad de intensidad luminosa que realmente percibimos cuando observamos un objeto desde un determinado ángulo sólido, que para el caso del color tendrá una relación directa con la intensidad de éste.

Así por ejemplo el color magenta parece más brillante e intenso que el violeta; aunque en realidad se trata del mismo color, la diferencia de luminancia hace que parezcan colores distintos. Al oscurecer un color se reduce parte de la luz para que sea menos intenso o más tenue.

Todas estas características físicas de la luz, que pueden ser representadas mediante el cono cromático cuyo esquema se indica en la *figura nº 4*, tienen una gran importancia en lo que afecta a las percepciones de los colores con respecto al **matiz, la saturación y la luminosidad**.

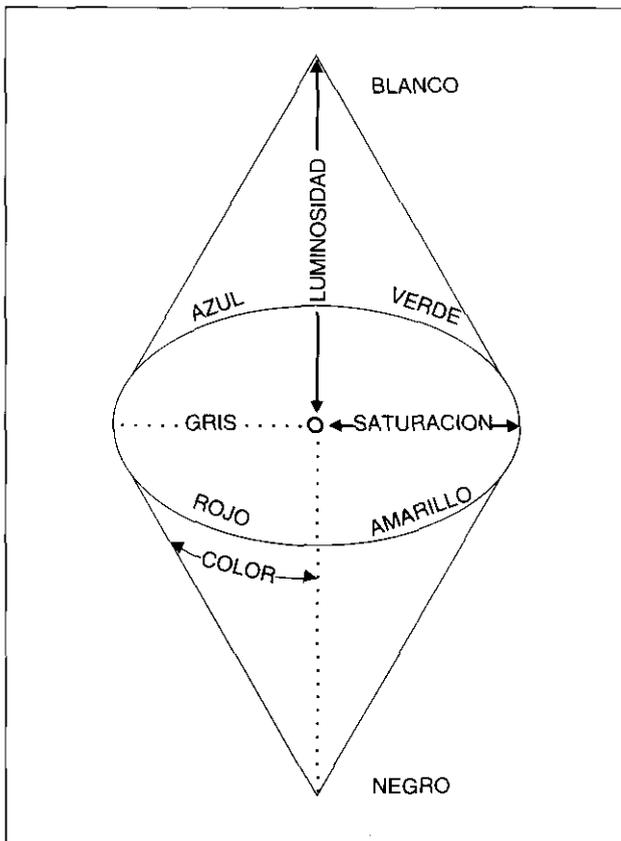


Figura 4.- Cono Cromático

ASPECTOS ERGONÓMICOS DEL COLOR

Como hemos visto el color no es más que una propiedad particular o atributo de la luz que afecta de una forma importante a la impresión de nuestro ambiente, así como a la percepción de los objetos o elementos de una tarea vi-

sual. Es, pues, una característica que permite identificar más o menos rápidamente y con mayor o menor seguridad los distintos objetivos o elementos situados en el espacio de trabajo.

En el caso de una inexistencia de color o con la presencia de inadecuados contrastes de ellos, no sería posible percibir los detalles de la tarea con todos los beneficios o perjuicios que ello puede suponer para la Salud, la Seguridad y las Condiciones de Trabajo. Un ejemplo que clarifica esta situación puede ser la opinión expresada por los pintores que dicen que sin los colores no sería posible percibir la naturaleza.

Generalmente la percepción de los colores aumenta con el nivel de iluminación, siempre que éste se encuentre situado dentro de unos límites razonables, y con la forma de ser percibidos por nuestro ojo, de tal manera que la percepción y discriminación de éstos tienen un nivel máximo en la zona central de la retina.

Así por ejemplo una luz azul es percibida rápidamente en la periferia del campo de visión, mientras que una luz roja no es tan rápidamente percibida hasta que penetre en el centro del ojo, aspectos de gran importancia cuando se hace necesario la utilización de colores para concebir un sistema de señales ópticas de aviso.

Otro punto importante a considerar es que el aspecto coloreado real no depende únicamente de la composición espectral de la luz, sino también de las características de la superficie contemplada, luminancia, contraste de colores y del estado de adaptación cromática del individuo.

Todas estas características del color nos lleva a la necesidad de considerar como más relevantes los siguientes aspectos del color a la hora de realizar la concepción de los puestos de trabajo:

- La selección de colores.
- La asociación de colores.
- Los contrastes de colores.
- Los efectos psicológicos de los colores.
- Los aspectos de color relacionados con las lámparas.

Aspectos que vamos a tratar a continuación individualmente.

Selección de colores

Como hemos expuesto anteriormente, en función de los colores seleccionados, éstos nos permitirán identificar y discernir los objetos más o menos rápidamente, por lo que es aconsejable que ya desde la fase de diseño de un local o puesto de trabajo se considere la elección de unos determinados colores en función de las características del trabajo y de la tarea.

Ahora bien, para poder realizar la selección de los colores debemos plantearnos unas cuestiones previas, como son la importancia y funciones que van a desempeñar y el tener en cuenta los factores psicológicos y fisiológicos de las personas en función de las tareas o actividades a desarrollar.

De una forma general la selección de los colores se debe realizar de manera que permitan:

Identificar y distinguir las cosas

Los colores se deben utilizar de manera que permitan conseguir estos objetivos de una forma rápida. Para ello, se deberán utilizar colores simples y que tengan un factor de reflexión en consonancia con el empleo previsto.

Resaltar los sistemas de seguridad

Los sistemas de señalización de seguridad deben emplearse en aquellas situaciones que se consideren estrictamente necesarias. Los colores deben seleccionarse de acuerdo a las Normativas vigentes para señalización y con el objetivo de resaltar los elementos más importantes de maquinarias, procesos, etc..., como son los botones de parada de emergencia y aquellos otros dispositivos de seguridad que deban ser localizados fácilmente en caso de emergencia.

Mantener unos contrastes adecuados

A fin de evitar problemas de fatiga visual, los colores seleccionados para la realización de una tarea deben ser tales que permitan mantener unos contrastes adecuados entre las diferentes partes de ella y entre ésta y su entorno. Así, las tareas que precisen una gran concentración y atención sostenida, deben estar diseñadas de forma tal que no exista gran diferencia de luminosidad y por tanto de colores, entre los diferentes elementos inherentes a la tarea y el campo visual.

Producir unos efectos psicológicos positivos

Como tónica general a este punto que será desarrollado con posterioridad, habría que considerar de forma muy importante el efecto que pueden causar los colores en los propios trabajadores. Se debe procurar que se consiga una satisfacción de éstos, de acuerdo con la actividad a desarrollar. Por ejemplo grandes superficies de color vivo que a simple vista parecen alegres y bien adaptados, pueden perder su atractivo si son utilizadas para trabajos cotidianos.

Comprender fácilmente la organización

El emplear sistemáticamente una serie de colores determinados para ciertos tipos de locales, áreas de trabajo, actividades, señales, etc..., hace que los propios trabajadores puedan asociar fácil y rápidamente, con la sola iden-

tificación de éstos, las distintas situaciones y locales de trabajo.

Mejorar la circulación interior de productos y servicios

La selección de colores en el interior de los locales de trabajo para estas actividades permite igualmente a los trabajadores asociar y distinguir estas actividades.

Como ejemplos que ilustran estos requisitos, se puede citar la necesidad de no utilizar colores muy intensos o vivos en zonas de trabajo de uso habitual, dejando estos tipos de colores sólo para zonas de paso, o bien el utilizar diferentes colores para separar áreas de trabajo en zonas de trabajo de muy grandes dimensiones.

Asociación de colores

Con el objeto de hacer adecuada una tarea o actividad determinada, no sólo se precisa el seleccionar y usar unos determinados colores según hemos expuesto en el punto anterior, sino que además se precisa que mantengan una determinada asociación y armonización entre ellos. Genéricamente se puede decir que los distintos colores seleccionados se deberían asociar de manera tal que cumplieran con los siguientes requisitos:

- Los colores asociados deben tener el mismo o por lo menos muy semejante coeficiente de reflexión a fin de mantener un equilibrio de luminancias en el campo visual evitando, en la medida de lo posible, una diferencia excesiva de luminancias que pudieran perjudicar o reducir la agudeza visual.

En la *tabla 1*, se indican a título orientativo los factores de reflexión de determinados colores en función de los diferentes materiales empleados.

TABLA 1
Poder de reflexión en porcentaje
de radiación luminosa incidente

Color y material	Poder de reflexión
<input type="checkbox"/> Blanco	100 %
<input type="checkbox"/> Aluminio; papel blanco	80 - 85 %
<input type="checkbox"/> Marfil, amarillo limón vivo	70 - 75 %
<input type="checkbox"/> Amarillo vivo, ocre claro, verde claro, azul pastel, rosa pálido, crema.	60 - 65 %
<input type="checkbox"/> Verde limón, gris pálido, rosa, naranja suave, gris azulado	50 - 55 %
<input type="checkbox"/> Madera clara, azul cielo	40 - 45 %
<input type="checkbox"/> Roble claro, cemento seco	30 - 35 %
<input type="checkbox"/> Rojo profundo, verde pradera, madera verde hoja clara, verde oliva, pardo	20 - 25 %
<input type="checkbox"/> Azul oscuro, púrpura, rojo oscuro, pardo oscuro	10 - 15 %
<input type="checkbox"/> Negro	0

- Los colores utilizados para colorear grandes superficies o áreas de trabajo así como para máquinas u objetos de gran tamaño deben ser saturados y de apariencia mate, evitando en la medida de lo posible los colores puros o pinturas fluorescentes que pudieran provocar una sobrecarga en la retina con la subsiguiente fatiga visual o persistencia de imágenes.
- Se debe huir de la utilización de un número excesivo de colores a la hora de la concepción de la tarea con el fin de evitar los problemas de cansancio o de fatiga visual y el que los distintos observadores pudieran desviar la atención de las partes fundamentales de su tarea en detrimento de otras menos importantes.
Estas situaciones se presentan al poner mensajes en recuadros con muchos y muy llamativos colores que pudieran hacer fijar más la atención en los propios colores, que en el mensaje objeto del cartel.

Contrastes de colores

La atención que debe prestar el ojo para poder percibir una serie determinada de aspectos de una tarea visual depende, en gran medida, del contraste de colores que existe entre dicha tarea y su ambiente inmediato.

Así dentro de una misma actividad se pueden utilizar elementos de diferentes colores para ayudar a discernir más rápidamente ciertos componentes importantes, como son los volantes, las válvulas etc..., que permiten reducir ostensiblemente el tiempo necesario para su localización.

Igualmente en determinadas tareas en las que se exige la discriminación o percepción de objetos coloreados y de pequeñas dimensiones (algunos cm² de superficie), el contraste de color se ve acentuado por las diferencias de color y de brillo.

Todo ello conlleva a la necesidad de utilizar colores más o menos contrastados entre sí, en función de las tareas visuales a realizar. En la *tabla 2* se expresan en orden decreciente los contrastes de un objeto sobre su fondo y que puede permitir seleccionar en función de las necesidades ya citadas, los colores precisos en una tarea visual.

EFFECTOS PSICOLÓGICOS DEL COLOR

Aunque no se pueden precisar de un modo general las impresiones que causan los colores en nuestro organismo, sabemos que éstos no sólo van a producir unas apariencias estéticas, aspecto al que se le debe conceder mucha importancia, sino que también pueden tener unas influencias fisiológicas y psicológicas sobre nosotros mismos.

Se podría decir que los efectos psicológicos causados por los colores son principalmente las impresiones visuales y fenómenos psíquicos producidos por ellos, así como el de producir diferentes sensaciones e inspirar distintos sentimientos.

Ciertos colores tienen unos efectos psicológicos particulares invariables para la mayoría de las personas, con in-

TABLA 2
Contraste de color de un objeto sobre un fondo en orden decreciente

<input type="checkbox"/>	Negro sobre amarillo
<input type="checkbox"/>	Verde sobre blanco
<input type="checkbox"/>	Rojo sobre blanco
<input type="checkbox"/>	Azul sobre blanco
<input type="checkbox"/>	Blanco sobre azul
<input type="checkbox"/>	Negro sobre blanco
<input type="checkbox"/>	Amarillo sobre negro
<input type="checkbox"/>	Blanco sobre rojo
<input type="checkbox"/>	Blanco sobre verde
<input type="checkbox"/>	Blanco sobre negro
<input type="checkbox"/>	Rojo sobre amarillo
<input type="checkbox"/>	Verde sobre rojo
<input type="checkbox"/>	Rojo sobre verde

dependencia de las diferencias subjetivas entre unas personas y otras.

Generalmente las sensaciones subjetivas más importantes provocadas por los colores está referidas a los siguientes aspectos:

- Distancia.
- Temperatura.
- Afectividad psíquica.

Para una mayor comprensión de estos aspectos, en la *tabla nº 3* se indican las distintas sensaciones causadas a las personas por los diferentes colores.

Igualmente los aspectos culturales y sociológicos tienen una importante relación con el color, así, en un local donde

TABLA 3
Efectos psicológicos de los colores
Impresión concerniente a

Color	Distancia	Temperatura	Efecto Psíquico
Azul	Lejano	Frío	Reposante
Verde	Lejano	Moderadamente frío	Muy reposante
Rojo	Próximo	Cálido	Muy estimulante
Naranja	Muy próximo	Muy cálido	Excitante
Amarillo	Próximo	Muy cálido	Excitante
Marrón	Muy próximo (Claustofobia)	Neutro	Excitante
Violeta	Muy próximo	Frío	Agresivo (Agitación-Violencia)

predominan colores de nuestro agrado las sensaciones producidas por éstos son muy diferentes de las causadas si predominaran colores contrarios a nuestro gusto.

En términos generales se puede decir que los colores oscuros dan una sensación de opresión y de fatiga, absorben la luz y producen una dificultad de mantenimiento de la visión, en tanto que los colores claros producen unos efectos totalmente diferentes.

Para los trabajos de tipo monótono es aconsejable que en las pequeñas y menos importantes tareas se empleen colores estimulantes, en tanto que para los trabajos que exijan una gran concentración se deben elegir colores que no sean fatigantes o excitantes, siendo los colores más recomendados para estas situaciones los colores claros y neutros.

ASPECTOS DE COLOR RELACIONADOS CON LAS LÁMPARAS

La percepción real del color no depende solamente de la superficie contemplada y del estado del observador, sino que también depende en gran medida de las cualidades de color de los dispositivos de producción de luz artificial empleados para producir la iluminación de los locales o puestos de trabajo.

Las principales cualidades de las lámparas relacionadas con el color se pueden caracterizar por las siguientes propiedades:

- Su color aparente.
- Su rendimiento en color.

Tanto el color aparente como el rendimiento en color de una lámpara dependen fundamentalmente de la composición espectral de la luz emitida.

Hay que considerar que en la práctica composiciones espectrales totalmente diferentes pueden dar lugar a que sean apreciadas como de un color aparente similar, siendo su rendimiento en color muy distinto.

TABLA 4
Grupo de colores aparentes de lámparas

Grupo de color aparente	Color aparente	Temperatura de color aproximada *K
1	Cálido	< 3.300
2	Medio	3.300 a 5.300
3	Frio	> 5.300

NOTA

El grupo 1 Es aconsejable en locales residenciales

El grupo 2 Es aconsejable en lugares de trabajo

El grupo 3 No deberá aplicarse más que para niveles elevados de iluminación o para tareas particulares (comparación o apareamiento de colores) o para ambientes calurosos

En la tabla n° 4 se especifican los diferentes grupos de color aparente de las lámparas según ISO 8995.

Un análisis de dicha tabla nos permite observar que el color aparente de las lámparas (cromaticidad) de la luz emitida, está íntimamente relacionada con la temperatura en color próxima, entendiéndose físicamente este concepto como la temperatura de un cuerpo negro que emite una radiación que tiene un aspecto cromático próximo o semejante al de la fuente de luz considerada.

Del mismo análisis también se puede extraer que la cromaticidad de la luz de las fuentes luminosas debe de estar en consonancia con el nivel de iluminación, así para una iluminación baja son preferibles colores cálidos (<3300°K), pero a medida que aumentan los niveles de iluminación también debería hacerlo la temperatura en color de las lámparas.

Para poder cuantificar los aspectos señalados anteriormente, la C.I.E. (Comisión Internacional de Iluminación) y la propia Norma ISO 8995:91 recomiendan utilizar el método del índice de rendimiento en color (R_a) de las lámparas, concepto basado en ensayos de cambio de color de distintas lámparas con respecto a otra de referencia con igual o muy semejante temperatura en color y que expresa numéricamente la proximidad del efecto cromático que produce una fuente de luz en relación a la tomada como de referencia.

El valor máximo que es 100, corresponde a la situación en la que la fuente de luz produce el mismo efecto que la de referencia disminuyendo dicho valor a medida que dicho efecto se aleja de la fuente de referencia.

En la tabla n° 5 se indican los índices de rendimiento en color de las fuentes generalmente utilizadas para la iluminación de locales, según ISO 8995, dividida en diferentes grupos que permiten clarificar y sintetizar estos conceptos.

TABLA 5
Grupo de rendimiento en colores de lámparas

Grupo de rendimiento de colores	Intervalo de rendimiento de colores	Color aparente	Ejem. de utilización	
			Preferibles	Aceptables
1 A	$R_a \geq 90$	Cálido Medio Frio	Combinación de colores. Exámenes clínicos	
1 B	$80 \leq R_a < 90$	Cálido Medio	Oficinas, Hospitales	
		Cálido Frio	Imprenta, Ind. textil, Ind. de pintura. Trabajos industriales delicados	
2	$60 \leq R_a < 80$	Cálido Medio Frio	Naves Industriales	Oficinas
3	$40 \leq R_a < 60$		Industria pesada	Naves industriales
4	$20 \leq R_a < 40$			Industria pesada

BIBLIOGRAFÍA

Ergonomics and Health in modern offices. ETIENNE GRANDJEAN. 1984.

Ergonomics design for people at work. volúmenes I y II. VAN NOSTRAND REINHOLD COMPANY.

Traité d'ergonomie. P. CAZAMIAN. 1987.

Ergonomia. ERNEST. J. Mc CORMICK.

Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. OIT. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social 1989.

Guide d'Ergonomie. Adaptación de la machine à l'homme. W.E. WOODSON AND D. W. CONOVER.

NORMA ISO 8995-89. Principles of visual ergonomics - The lighting of indoor work systems.

MASTER EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (3ª PROMOCIÓN) Sept. 1994 - Sept. 1995

- Dirigido a profesionales y futuros profesionales con titulación superior que, independientemente de su formación básica, trabajen o deseen orientarse en la gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Lugar:** Centro Universitario de Salud Pública. (Universidad Autónoma de Madrid)
- Duración:** 850 horas.
- Horario:** Tardes de 16,30 a 20,30 horas (lunes a jueves).
- Plazo de inscripción:** 17 de Mayo al 10 de Junio de 1994.
- Información:** Centro Universitario de Salud Pública. Secretaría Docente (dirigirse a Lydia Blanco Gómez)
General Oraa, 39 28006 Madrid.
Tel.: (91) 564 24 99 y (91) 561 96 01. Fax: (91) 4111 66 96
- Becas:** El Fondo Social Europeo concede subvención económica para las matrículas de quienes se encuentran en situación laboral de desempleo.

ORGANIZAN



CON LA COLABORACIÓN DE:
LA COMISIÓN DE
LAS COMUNIDADES EUROPEAS

