el alumbrado y el ambiente físico en la oficina

J. M. CASAL, Dr. ingeniero industrial

352-7

sinopsis

El autor expone la necesidad de estudiar y adecuar perfectamente los lugares de trabajo, desde los puntos de vista visual, climático y acústico, a fin de obtener el máximo confort y el mejor rendimiento, llegando a la conclusión de que este logro es un problema más económico que tecnológico.

Se dan normas y consejos acertados, recomendando especialmente la integración de tecnologías desde el momento del proyecto de un edificio, valorando siempre todos los aspectos y posibilidades, antes de encontrarse con realizaciones irreversibles.

1. GENERALIDADES

La calidad del ambiente total de una oficina está condicionada por factores muy diversos e interdependientes de difícil evaluación dada la enorme variabilidad existente en los criterios cualitativos de sus usuarios, que incluso se modifican en el tiempo para una misma persona.

Conseguir un óptimo ambiente desde el punto de vista físico, gradualmente está llegando a ser más un problema de si se está dispuesto a pagar el precio de los cambios necesarios que si la solución deseada es de hecho técnicamente posible.

COMITE D'EXPERTS E-1.6
Pub. C.I.E. Núm. 21, C. 1974

A pesar de ello, el actual conocimiento de las necesidades sensoriales del hombre permite definir y cuantificar, en unidades específicas, una gran parte de sus exigencias en relación con tres de los componentes determinantes del ambiente físico: el visual, el climático y el acústico, cuya satisfacción es hoy más un problema económico que tecnológico.

Uno de los factores definitorios del ambiente visual lo constituye el alumbrado, ya que influye en la visibilidad y en muchas reacciones psicológicas del usuario de la oficina, como la comodidad de visión, la sensación de armonía, etc., y, simultáneamente, es un factor decisivo en la rentabilidad de la inversión por condicionar la productividad de la tarea, por los recursos que exige su implantación y utilización, etc. (fig. 1).

La instalación de alumbrado de un edificio es solamente un subsistema del ambiente visual total (...). Además de la instalación de alumbrado eléctrico, otros elementos principales del sistema visual son: los ojos de los observadores, la tarea que debe realizarse, las superficies interiores del espacio.

GENERAL SERVICES ADMINISTRATION
Lighting Systems Study, 1974

Fig. 1. Alumbrado: condicionante ambiental.

Pero la iluminación de una oficina no sólo debe evaluarse desde el punto de vista funcional, ambiental y económico, sino que, al influir en el ambiente visual, climático y acústico, así como en las instalaciones que los condicionan, exige que se tengan en cuenta sus aspectos interdisciplinarios al realizarla y, aún, utilizarla.

2. AMBITO DE LAS NORMAS

En cuanto a las variables estocásticas que definen el nivel cualitativo de un alumbrado de oficinas, unas se conocen y cuantifican de manera aceptable, de otras sólo se tienen datos tentativos y, por último, muchas de ellas responden a criterios fundamentalmente subjetivos y, por tanto, aleatorios.

Pero ni aún aquellos factores que parece pueden fijarse de forma totalmente intuitiva o empírica deben establecerse así, ya que, en la mayoría de los casos, los conocimientos actuales determinan criterios o limitaciones, más o menos estrechos, para su elección.

(Este trabajo) parece apoyar la teoría de que el conocimiento del espacio iluminado es, en algún grado, una experiencia compartida en la que grupos de ocupantes de la habitación tienden a tener impresiones similares.

FLYNN, SPENCER, MARTYNIUK, HENDRICK
Interim Study of Procedures for Investigating the Effect
of Light on Impression and Behavior.
Journal I.E.S. IX.73

Por ejemplo, numerosas pruebas y trabajos han demostrado que para una temperatura de color correlacionada de la fuente de luz existe un cierto intervalo de valores de la iluminancia que proporcionan una sensación agradable (fig. 2). Otro ejemplo, la disposición espacial de las luminarias en la oficina condiciona, con frecuencia, la eficacia de la iluminación en relación con la actuación visual.

Por otro lado, en ningún caso es posible establecer valores definitorios de la iluminación de forma absoluta, en primer lugar, por el carácter subjetivo de la percepción, determinada por las características individuales del órgano de visión, su grado de fatiga, atención, experiencia y estado de adaptación. Por ejemplo, un ojo adaptado a la luminancia de una noche de luna, 0,35 cd/m², sería deslumbrado por una superficie de 35 cd/m², mientras que a la luz diurna, 3.500 cd/m², le parecería una sombra oscura.

Otra razón coadyuvante para ello es consecuencia de la interdependencia de los determinantes cualitativos de la iluminación. Por ejemplo, la actuación visual potencial depende del nivel de iluminancia, geometría, polarización y composición espectral del flujo luminoso, así como de la distribución espacial de luminancias en el campo visual.

Para intentar cuantificar la importancia de esta interdependencia se puede indicar como orientación que, por ejemplo, se logrará igual visibilidad de una tarea típica de oficina bajo una instalación convencional de alumbrado cuando el observador está situado entre dos líneas continuas de luminarias o debajo de una de ellas si la iluminancia, en este caso, es superior al doble de la alcanzada en la anterior posición (fig. 3).

Por último, las características de la tarea visual que se considere definitoria o típica de las que se realizan en una oficina serán determinantes del nivel técnico del alumbrado, el cual también se halla condicionado por factores económicos —el costo-beneficio de la Empresa— que, racionalmente, son los que fijarán la capacidad de actuación visual que debe lograrse y, como consecuencia, la calidad de la iluminación.

Por ejemplo, dos tareas visuales similares pueden tener una muy distinta incidencia sobre los «input-output» del alumbrado, debido de su distinta valoración empresarial, como consecuencia de que un error en la realización de una de ellas puede ser trascendental y carecer de importancia en la otra.

Una comparación de las recomendaciones vigentes en el mundo, en términos de iluminancias, invita inmediatamente a explicar las diferencias en los niveles de iluminación recomendados para idénticas tareas. Tales diferencias inevitablemente dan origen a una teoría por lo que respecta al origen de aquellas amplias discrepancias.

HOPKINSON, COLLINS
The Ergonomics of Lighting, 1970

Dentro de este contexto deben ponderarse los valores que se incluyen en las normas o recomendaciones existentes, a los cuales, en ningún caso, puede concedérsele un valor absoluto ni utilizarlos como recetas de cocina —a pesar del indudable atractivo que ello tiene para los pocos conocedores de la luminotecnia—, sino que exigen se utilicen conociendo sus bases, datos de partida y criterios determinantes, única forma de que constituyan un adecuado instrumento para facilitar la toma de decisiones válidas.

3. LA ILUMINACION

Ahora bien, dado que la iluminación de la oficina además de condicionar la actuación de los órganos de visión y, por consiguiente, la realización de la tarea, es también uno de los determinantes del ambiente visual que se logrará, su realización debe satisfacer, dentro del marco económico empresarial, las exigencias que lleva unido este complejo cometido.

Fig. 2. Iluminancia/temperatura de color: interdependencia.

Para ello es necesario tener en cuenta los factores exógenos a la propia oficina que deben condicionar el alumbrado, así como las exigencias espaciales, psicológicas y funcionales que es necesario, o aconsejable, satisfacer.

El convencimiento de que existe una clarísima conexión entre las formas y condiciones ambientales y el comportamiento humano va tomando carta de naturaleza.

R. SOMMER

Espacio y Comportamiento Individual, 1974

Los condicionantes externos a la propia oficina son, unos, de carácter ambiental, y otros, consecuencia del estado de adaptación visual de los usuarios —que llegan o están en su interior—, los cuales son determinantes de la evaluación subjetiva de las luminancias (fig. 4).

Por ello, la iluminación de una oficina o de una de sus zonas debe contribuir a encajar-

Fig. 3. Disposición espacial luminarias: condicionante visibilidad.

Fig. 4. Iluminación interior: condicionada por luz diurna.

la armónicamente en su entorno y jerarquizarla dentro de la escena visual, aspectos éstos que en algunos casos pueden llegar a ser factores decisivos del alumbrado.

Por ejemplo, la conveniencia de lograr que muchas oficinas presenten un aspecto atractivo y luminoso vistas desde el exterior, aun durante las horas diurnas, constituirá el factor definitorio de la iluminancia que debe alcanzarse en su interior. Otro ejemplo: la elección de una lámpara puede venir limitada por la conveniencia de minimizar las diferencias de color de las superficies vistas simultáneamente bajo ella y otra fuente de luz externa como, por ejemplo, la luz diurna.

Por otro lado, el estado de adaptación visual de los usuarios de la oficina, uno de los determinantes de la luminosidad de las superficies, es condicionante de la iluminancia que debe conseguirse. Por ejemplo, una zona de acceso directo desde el exterior del edificio exigirá, normalmente, un nivel luminoso superior en las horas diurnas que durante la noche.

Las exigencias espaciales del diseño arquitectónico es otro de los conceptos que debe condicionar la instalación de alumbrado, ya que la luz es elemento de primordial importancia en la percepción de superficies, volúmenes, texturas y color, y en la definición de formas, en el equilibrio de contrastes, en la armonía de luminancias; de ahí el carácter instrumental de la iluminación para la ordenación del espacio, la potenciación de elementos de composición, la valoración de la arquitectura, etc.

Por ejemplo: una diferencia de luminancias de 10 a 1 proporciona una sensación de cambio, de separación; una luz coloreada focal puede minimizar la monotonía de una zona con similar luminosidad; luminarias de baja luminancia integradas en la composición arquitectónica ocupan un lugar secundario en la escena visual; una luz con alta temperatura de color «separa» la superficie que ilumina, etc.

Dado que el comportamiento y sensación de comodidad y bienestar de los usuarios de la oficina están muy influidos por los atributos de la atmósfera visual, la manifestación psicológica debe ser otro de los factores condicionantes de la iluminación.

Con el estado actual de los conocimientos se definen y cuantifican, con más o menos precisión, diversos aspectos del alumbrado que condicionan la respuesta psicológica del individuo: la probabilidad de deslumbramiento molesto directo, la iluminancia ambiental preferida, etc., y se realizan serios trabajos sociológicos para conocer, evaluar y medir las variables que mejoran cualitativamente la manifestación psicológica: iluminación perimetral (fig. 5), luminancias en superficies extensas, etc.

Por último, la instalación de alumbrado debe permitir realizar la tarea visual con la rapidez y precisión requerida. Por ello, el nivel cualitativo de la iluminación, bajo consideraciones funcionales, está condicionado por las características de la tarea y por la capacidad de actuación visual deseada.

El nivel cualitativo de un alumbrado, con un criterio de actuación visual, se define normalmente por la iluminancia en las normas o recomendaciones actuales, las cuales facilitan, como complemento, orientaciones sobre la distribución de luminancias en el entorno de la tarea y sobre el posible control del deslumbramiento perturbador reflejado.

El criterio de actuación visual utilizado en el método I.E.S. para establecer la iluminancia se expresa en términos de actuación visual potencial, medida por la visibilidad de la tarea, ya que el conocimiento de este aspecto es muy completo.

I.E.S. LIGHTING HANDBOOK, 1972

Dada la influencia de éste sobre la visibilidad de la tarea típica de una oficina, la sola iluminancia constituye un índice poco válido, por lo que, en la reciente ANSI A. 132-1973 «Practice for Office Lighting», se especifica, por primera vez en una norma, la «iluminación equivalente en la esfera» (ESI).

De acuerdo con el «RQQ Report n.º 4, 1970» de la IES estadounidense —la Pub. CIE n.º 19 (TC-3.1) 1972 adopta muy similar terminología—, aquélla es la iluminancia que, en condiciones de referencia, produce una visibilidad de la tarea equivalente a la que proporciona la instalación considerada, y, de ahí, que los valores establecidos en la norma constituyan un índice cualitativo preciso de la iluminación.

Pero, a pesar de que este método de evaluación del alumbrado está contribuyendo espectacularmente a la optimización de la eficacia en relación con la visibilidad —al adecuar la fotometría de las luminarias y su implantación espacial— en la actualidad no es posible predeterminar el ESI de una instalación —aunque sí medirlo— por lo que el técnico, al proyectar, debe limitarse a utilizar juiciosamente los datos que proporcionan las mediciones obtenidas en instalaciones existentes (fig. 6).

Fig. 5. Alumbrado perimétrico: mejora ambiental.

Fig. 6. Medición visibilidad: espectacular avance.

Lógicamente, la dificultad o, aun, imposibilidad de conseguir satisfacer —con criterio económico— todas las exigencias que plantean los diversos aspectos del alumbrado de oficinas, algunas veces incluso con soluciones conflictivas, exige un estudio racional de las opciones existentes y una valoración juiciosa de los objetivos prioritarios.

4. ASPECTOS INTERDISCIPLINARIOS

Pero todo lo indicado sólo constituye un aspecto parcial de la problemática del alumbrado de oficinas, ya que, como consecuencia de ser interdependiente con los demás componentes del ambiente físico, su realización exige tener en cuenta cómo los condiciona y es condicionado por ellos.

De esta forma se evitará tomar decisiones inadecuadas que podrían ocasionar distorsiones en el ambiente físico, será posible optimizar la utilización de los recursos dinerarios y racionalizar la implantación de las diversas instalaciones y componentes arquitectónicos de la oficina e, incluso, utilizar elementos multifuncionales, uno de cuyos ejemplos más sofisticados lo constituyen los techos integrados.

Por ello, hoy es totalmente necesario proyectar y realizar el ambiente visual, acústico y climático mediante una adecuada integración de las diferentes tecnologías. Ello exige una colaboración ordenada, armoniosa y estrecha de los expertos en las diversas técnicas bajo la dirección del arquitecto, el cual debe valorar cada decisión parcial por su influencia sobre el ambiente físico y no sobre aspectos más limitados.

La búsqueda de una orientación debe empezar por eliminar la pregunta «¿Cómo se puede iluminar y climatizar un diseño de edificio preconcebido?» y sustituirla por esta otra «¿Cómo se puede diseñar un edificio para que armonice con las posibilidades actuales de realizar y controlar el ambiente sensorial interior?»

FLYNN, SEGIL

Architectural Interior Systems, 1970

Indudablemente esta sistemática no puede considerarse hoy como suficiente, ya que, dadas las actuales exigencias cualitativas y económicas, el proyecto y realización de un edificio debe efectuarse de forma integrada en todas y cada una de las etapas, es decir, valorando las decisiones por su influencia sobre la consecución de los objetivos prioritarios.

Por ejemplo, el consumo de energía en las instalaciones de climatización y alumbrado puede llegar a ser uno de los criterios decisivos de la forma de un edificio de oficinas.

Pues bien, el ambiente visual no sólo está determinado por la instalación de alumbrado, sino también por el esquema de color de la oficina, que está definido por la luminancia y cromaticidad de las diversas superficies, las cuales dependen de sus reflectancias, estado de adaptación cromática del observador, de las iluminancias alcanzadas y distribución espectral de las fuentes de luz utilizadas (fig. 7).

De ahí la necesidad de lograr un nivel luminoso suficiente para crear una atmósfera atractiva y utilizar fuentes de luz que tengan un rendimiento en color adecuado para satisfacer los objetivos fisiológicos y psicológicos deseados, mientras que el acabado de las superficies de la oficina debe adoptarse teniendo en cuenta que condiciona, en mayor o menor proporción, el color del iluminante total y el costo del alumbrado.

Como ejemplos aclaratorios de esta interdependencia se puede indicar que la superficie de luminosidad media entre el negro y el blanco es un gris de reflectancia 20 % ó 30 %, según que el nivel luminoso sea de 300 ó 100 lux; una oficina unipersonal, con una instalación de luminarias convencionales, puede exigir, para lograr la misma iluminancia, la instalación de un flujo un 40 % superior si la reflectancia de las paredes es del 10 % en lugar del 50 %.

También, como ya se indicó, el alumbrado de una oficina influye en el ambiente acústico, tanto si se utiliza como iluminante la luz artificial como la natural, aunque su incidencia es muy diferente.

Ello es debido a que la instalación de alumbrado artificial puede introducir ruido en el espacio ocupado, como consecuencia de vibraciones en el núcleo de las reactancias que pueden maximizarse si la luminaria hace de caja de resonancia o alguno de sus componentes también

Fig. 7. Esquema de color: condicionante visual.

Fig. 8. Techo tridimensional: exigencia múltiple.

vibra, pero normalmente su control, dentro de límites admisibles, no es difícil con un montaje adecuado y utilizando productos de calidad.

El punto más conflictivo entre la instalación de alumbrado artificial y el ambiente acústico de la oficina se presenta normalmente al utilizar el techo como soporte de luminarias y, al mismo tiempo, como absorbente y aislante del ruido. Ello puede llegar a exigir la utilización de fuentes luminosas de reducido tamaño, techos tridimensionales, etc. (fig. 8).

Una más compleja problemática lleva unida la utilización de la luz diurna como iluminante o componente cualitativo del ambiente visual; esto último consecuencia de su aportación a la mejora del comportamiento psicofisiológico del individuo y al modelado.

Esta complejidad es debida al nivel sónico existente en muchas zonas urbanas, con valores medios durante la jornada laboral superior a los 80 dB, y la conveniencia de mantener la oficina a un nivel comprendido entre 35 y 60 dB según sus características espaciales, el trabajo que se realiza y el nivel cualitativo deseado.

Ello obliga a utilizar no sólo ventanas que proporcionen un elevado aislamiento sónico, sino a dimensionar cuidadosamente la superficie acristalada a fin de conseguir satisfacer las condiciones acústicas deseadas, las cuales, con frecuencia, no son evaluadas adecuadamente y, de ahí, que sean la causa más usual de incomodidad en las oficinas.

Por ejemplo, en la publicación del «Building Research Station», de Gran Bretaña, «Modern Offices: a user survey», se recogen los resultados obtenidos en una encuesta realizada entre más de 9.000 ocupantes de 2.871 oficinas, de los cuales el 45 % consideraba incómodo el puesto de trabajo como consecuencia del ruido exterior, tanto por cien que llegaba al 65 % en calles con circulación de autobuses y sin que la reducción del acristalamiento mejorase sensiblemente el ambiente acústico: el 70 % se sentían incómodos con acristalamiento del 90 %, y el 50 % cuando se limitaba al 40 %.

Como ya se resaltó, también el alumbrado de la oficina es uno de los condicionantes del nivel cualitativo del ambiente climático y de los costos que lleva unido la consecución de un clima cómodo, agradable, estimulante.

Ello se debe a que toda la energía consumida por el alumbrado artificial se transforma en calor, el cual supone, con frecuencia, la mayor carga térmica en una oficina paisajista y, aún, en las convencionales con una baja relación de superficie perimétrica a total, reducido acristalamiento exterior o con ventanas que proporcionan un aceptable aislamiento térmico, etc.

Pero este calor no se introduce de forma inmediata en el espacio ocupado, sino que de un 75 al 80 % queda confinado un cierto tiempo en el interior de la luminaria. Pues bien, si se realiza una adecuada integración de la instalación de alumbrado y climatización es posible evitar que la mayor parte de dicho calor penetre en el espacio ocupado, y, en las realizaciones más

sofisticadas, incluso se utiliza en zonas que exigen aportación calorífica o se acumula para reciclarlo en aquellos momentos en que se necesita calefacción.

Por ello una adecuada integración de las instalaciones de climatización y alumbrado, merced al control del calor generado por este último, permite mejorar el ambiente climático y la utilización del espacio, incrementar la eficacia de la iluminación si se emplean tubos fluorescentes, reducir la inversión en instalaciones de climatización y en sus costos de utilización, así como conseguir otra serie de ventajas que coadyuvan a potenciar la conveniencia —quizá fuese más real decir necesidad— de la indicada integración, como pueden ser motivaciones de orden estético, de flexibilidad, etc. (fig. 9).

El efecto térmico del alumbrado ha tenido un enorme impacto en la situación total de la iluminación en América. Una decisión fundamental en cualquier proyecto de nuevo edificio que se ilumine bien implica el específico control y utilización del calor generado por el alumbrado.

DORSEY

Electrical space conditioning in the USA
Lighting Research and Technology, 1, 1969

Por ejemplo, es válido decir orientativamente que, en Madrid, una oficina con acristalamiento del orden del 35 % y 1.000 lux tiene su punto de inversión térmica por debajo de los 0° C, por lo que una adecuada utilización del calor generado por la iluminación mediante la integración de servicios hace innecesaria la calefacción hasta que se alcancen temperaturas exteriores inferiores a 0° C, salvo durante aquellos momentos en que la instalación de alumbrado ha estado, o está, desconectada.

Ello resalta cómo la interrelación de los diversos condicionantes del ambiente físico y la racional toma de decisiones, con una visión generalista, puede variar totalmente una específica instalación. Así, de acuerdo con lo indicado, las características de una calefacción serán modificadas básicamente, incluso el tipo de energía utilizada, si se realiza con un criterio convencional o bajo un lógico diseño integrado.

Claro está que la utilización del calor generado por el alumbrado exige que, en la práctica, la instalación esté conectada ininterrumpidamente durante la jornada laboral.

Ello es usual, dado que el empleo de la luz natural como iluminante de la oficina tiene cada vez menos importancia, al estar condicionado por exigencias espaciales: utilización del suelo disponible; por consideraciones económicas: costo de la luz diurna

Fig. 9. Integración alumbrado-climatización: aconsejable.

Fig. 10. Luz diurna en oficina:
difícilmente funcional.

en el interior; por dificultades cuantitativas: no pueden alcanzarse las iluminancias requeridas a 5-7 m de la ventana; por exigencias cualitativas: equilibrio de luminancias en el interior y exterior de la oficina, etc. (fig. 10).

Estos condicionantes obligarían a construir, la mayoría de las veces, oficinas con una alta relación espacio perimétrico a superficie de piso, costo elevado del edificio y desfavorable balance energético, contribuyendo a incrementar estos inconvenientes, con frecuencia, las superficies de acristalamiento necesarias.

Esta problemática, claro está, no supone la eliminación de las ventanas en la oficina, ya que, en todo caso, son exigidas por consideraciones ambientales al facilitar el contacto visual con el exterior y contribuir, la luz diurna, a la variación y movilidad de la iluminación —que favorece y estimula la actividad física, intelectual y aun moral del individuo— y a la consecución de un aceptable modelado.

La costumbre de diseñar (...) monolitos acristalados de oficinas que producen incomodidades sin número durante ocho horas diarias son, sin duda, pruebas y cargos suficientes contra nuestras prioridades actuales.

MOORE

Metodología del diseño arquitectónico, 1971

Por tanto, la posición y dimensionado de las ventanas se halla determinada, la mayor parte de las veces, por las exigencias psicológicas de los usuarios de la oficina, y de ahí el esfuerzo que se está realizando en la actualidad para conocer, bajo este punto de vista, cuál es el tamaño mínimo aceptable, prescindiendo así de realizaciones basadas en la actuación visual, que obligarían a satisfacer condiciones más conflictivas, menos flexibles y, en general, de mayor costo.

5. COSTOS

Por último, el alumbrado de la oficina, como toda realización empresarial lucrativa, debe responder a criterios económicos, es decir que, con el tipo de interés considerado como conveniente por el inversor, los costos —inversión y gastos de explotación— deben ser iguales o inferiores a los beneficios; ambos descontados al momento inicial.

Ello aconsejaría el planteamiento de un adecuado análisis costo-beneficio, a fin de reducir la incertidumbre que lleva unida toda inversión al facilitar la elección más conveniente dentro de las opciones existentes, logrando así optimizar los recursos económicos utilizados en alumbrado.

Pero el planteamiento completo y objetivo de un análisis costo-beneficio sobre el alumbrado de oficinas es, en la actualidad, muy difícil de realizar, dado el número de factores que influyen en aquellos aspectos que se ven afectados por el nivel cualitativo de la iluminación: productividad, absentismo, imagen empresarial, vida laboral, comodidad para el personal, etc. A ello se une la enorme dificultad de cuantificar, en términos monetarios, muchos de estos aspectos.

La oficina paisajista cuesta más de construcción que la convencional, en el caso que no sea necesario en esta última un total acondicionamiento de aire (...). Las oficinas paisajistas son más económicas que las convencionales en una total valoración.

WHITEHALL DEVELOPMENT GROUP

Planned open offices cost benefit analysis, 1971

A pesar de ello, no es arriesgado admitir que existe un número bastante reducido de opciones para la elección de la mayoría de los parámetros definitorios de la calidad de la iluminación: deslumbramiento molesto, índice de rendimiento en color de la fuente de luz, etc., y de ahí que el espectro de las decisiones que los condicionan sea lo suficiente limitado para que su fijación no lleve unido una incertidumbre poco admisible.

Otros parámetros cualitativos de la iluminación son más difíciles de elegir con un criterio económico objetivo; pero, probablemente, sólo uno de ellos, la iluminancia, deberá ser considerada en un análisis costo-beneficio, pues los demás tienen una influencia limitada sobre los costos del alumbrado y las ventajas que proporcionan en relación con la productividad y otros aspectos de valoración más subjetiva.

Por tanto, es lógico admitir que la dificultad del planteamiento de un análisis costo-beneficio se centre, la mayoría de los casos, en establecer la iluminancia que maximice la rentabilidad de la inversión efectuada en la instalación de alumbrado (fig. 11).

Lamentablemente existen muy pocos estudios sobre la influencia de la iluminancia en aspectos que quizá puedan evaluarse con objetividad, como el número de errores cometidos en la realización de la tarea o las ausencias laborales, y prácticamente no hay ningún trabajo que cuantifique la indudable influencia de la calidad del alumbrado sobre la satisfacción y el mantenimiento de la moral del personal, etc.

En cambio, existen diversos trabajos que relacionan la iluminancia con la productividad en las tareas que se desarrollan en la oficina, como los realizados por Simonson y Brocek y el Grupo de Investigación de Wiesbaden, que, por ejemplo, consideran se produce un incremento en la productividad del 2 % al aumentar la iluminancia de 300 a 1.000 lux.

Pero, en todo caso, la instalación que debe realizarse es aquella que, satisfaciendo el nivel cualitativo deseado, minimice el valor presente del costo total, es decir, la suma de los costos de capital, de funcionamiento y de conservación, cuyo estudio es hoy imprescindible para tomar una decisión racional dada la enorme dispersión que puede existir entre las diversas opciones.

Fig. 11. La tarea: determinante económico del alumbrado.

El «costo de utilización» es aplicable a las decisiones que deben ser tomadas por el equipo de diseño al decidir cómo debe construirse el edificio (...). El objetivo de un estudio de «costos de utilización» es determinar el método de satisfacer la exigencia de un específico edificio con el costo mínimo total.

MINISTRY OF PUBLIC BUILDING AND WORKS
The decision to build, 1970

Claro está que este ortodoxo planteamiento puede estar, y de hecho lo estará con frecuencia, condicionado por consideraciones financieras que justificarán elecciones distintas de la indicada, pero, como a todo lo largo de esta exposición, es imposible matizar adecuadamente en un artículo toda la problemática del alumbrado de oficinas, por lo que, aún con el riesgo que ello entraña, sólo se han enunciado sus bases más generales.

résumé

L'éclairage et l'ambiance physique dans les bureaux

J. M. Casal, Dr. ingénieur industriel

L'auteur expose le besoin d'étudier et d'aménager parfaitement les locaux de travail, du point de vue visuel, climatique et acoustique, afin d'assurer le maximum de confort et le meilleur rendement. Il en arrive à la conclusion qu'il s'agit là d'un problème plutôt économique que technologique.

Il donne des normes et des conseils opportuns et recommande particulièrement l'intégration de technologies du moment où un bâtiment est projeté, évaluant toujours tous les aspects et les possibilités, avant de se heurter à des réalisations irréversibles.

summary

The illumination and the physical environment in offices

J. M. Casal, Dr. industrial engineering

The author expounds the necessity of studying and adequately equipping the working places from the visual, climatic and acoustic points of view so as to achieve the greatest possible comfort and efficiency and reaches the conclusion that this task is more of an economic problem than a technological one.

Proper advice and norms are given including special recommendations to integrate the technologies from the starting moment of a building project, always considering every aspect and possibility so as to avoid a situation of irreversible facts.

zusammenfassung

Beleuchtung und die physische umgebung im büro

J. M. Casal, Dr. Gewerbeingenieur

Der Verfasser erklärt die Notwendigkeit vom gesichtlichen, klimatischen und akustischen Standpunkt aus die Arbeitsplätze eingehend zu studieren und perfekt auszurüsten, um möglichst grossen Komfort und grosse Leistung zu erlangen. Der Verfasser gelangt zu der Schlussfolgerung, dass diese Leistung eher ein ökonomisches als ein technologisches Problem ist.

Es werden Normen und geeignete Ratschläge geboten, mit besonderer Empfehlung, die Technologien schon vom ersten Entwurfsaugenblick eines Gebäudes an einzuverleiben, indem stets alle Gesichtspunkte und Möglichkeiten geschätzt werden, ehe die Situation zu einem unwiderruflichen Standpunkt gelangt.