

Capítulo 10

Iluminación de Espacios Exteriores Privados

José D. Sandoval

1. Criterios generales

- 1.1. Medio ambiente visual.
- 1.2. Medio ambiente visual e iluminación.
- 1.3. Creación de impresiones mediante la iluminación.
- 1.4. Caracterización del espacio: a) Interior; b) Exterior.

2. Características específicas

- 2.1. Espacio exterior público y privado. Ejemplos.
- 2.2. Iluminación de exteriores. Criterios generales.
- 2.3. Requerimientos de iluminación de los espacios exteriores
- 2.4. Compatibilidad con el arbolado.

3. La instalación de alumbrado

- 3.1. Fuentes luminosas aplicables en los EEP.
- 3.2. Luminarias para EEP.

Bibliografía

1. Criterios generales

1.1. Medio ambiente visual.

“El medio ambiente visual consiste en un patrón de luminancia y color percibido por un ser humano. Incluye emociones, sentimientos y valores estéticos que juegan un papel importante en el análisis y la valoración que haga el usuario de un ambiente determinado. Estos aspectos son, en general, menos fáciles de medir pero no menos importantes en el diseño” (Tonello 1999).

Según se desprende de esta definición, el *medio ambiente visual* está constituido no sólo por el medio físico que rodea a una persona en una situación dada, sino también por el tipo, cantidad y distribución de la luz que interactúa con los elementos que componen ese medio físico.

Esta interacción determina los rasgos y características de la iluminación que actúan como estímulos y disparadores tanto de funciones visuales de diverso grado de complejidad, como de funciones perceptuales y cognitivas, de asignación de significados y asociación.

Tales funciones “operan” sobre los estímulos y claves obtenidos del medio, arrojando resultados condicionados por el estado de los sistemas intervinientes (sistema visual, memoria, preferencias).

La particular combinación de los resultados específicos obtenidos en una situación determinada, pauta desde el tipo de actividades que la persona puede emprender y realizar en esa situación, hasta la efectividad que puede alcanzar en el desarrollo de esa actividad y el grado de satisfacción obtenido en su realización.

La gran cantidad de formas y tamaños que presentan los elementos que constituyen los diferentes medios físicos, sumado al enorme número de combinaciones y relaciones entre ellos, torna imposible la consideración individual de todos ellos en el proceso de determinación de la iluminación más adecuada a cada medio ambiente.

Una forma práctica de superar esta dificultad inicial consiste en agrupar los medios físicos en categorías según algún criterio general. En este caso, el eje vertebrador de la consideración y clasificación de los medios físicos son las *actividades* que se realizan en ellos y para las cuales fueron creados. Esta clasificación se puede afinar y precisar en alto grado, toda vez que se pueda definir una *tarea visual* (o un conjunto acotado de ellas) que sea representativa de la actividad y que reúna en su definición la esencia de las características y dificultades que la distinguen.

De este modo, la identificación de la o las tareas visuales que caracterizan a una actividad que se desarrolla en un medio físico determinado brinda gran parte de la información necesaria para empezar a resolver el problema de proveer a ese medio de la iluminación adecuada.

El medio ambiente visual diseñado y resuelto en base a estas consideraciones satisfará tanto más sus objetivos, alcanzando mayores niveles de valoración por parte de sus usuarios, cuanto mejor resueltos estén los siguientes aspectos:

- Correspondencia del medio físico, los elementos que lo componen y sus relaciones con las características de los usuarios a quienes está destinado y con las actividades que éstos desarrollarán en ese medio;
- Identificación de las actividades y tareas visuales a desarrollarse; exigencias y limitaciones; rendimientos esperables en su realización;
- Identificación de los usuarios principales del espacio bajo tratamiento; exigencias y limitaciones; condiciones específicas del sistema visual;

1.2. Medio ambiente visual e iluminación.

Hemos centrado la caracterización del medio ambiente visual en torno a las actividades que se realizan en el espacio considerado. Esta caracterización se simplifica cuando tales actividades pueden agruparse y representarse mediante una *tarea visual*.

El mayor o menor nivel de resultados alcanzados en la realización de una actividad depende en parte de las condiciones y la capacidad para realizar la porción visual involucrada por la tarea. A su vez, de los dos aspectos recién mencionados, las condiciones están determinadas por las características visuales de la tarea y la capacidad por las características físicas del observador y, de manera particular, por las de su sistema visual.

Así, una tarea puede tener una excelente “visibilidad” (como resultado de la combinación entre sus factores característicos y la iluminación provista) y a pesar de ello no ser bien realizada (es decir, no alcanzar buenos niveles de rendimiento en la realización de ese trabajo visual), por razones tales como el cansancio del observador, su edad, la falta de entrenamiento, distracciones en su realización, etc. Esto sugiere que es conveniente hacer una distinción entre *potencial visual*, (que estaría dado por el máximo rendimiento posible en una situación dada, cuando todos los aspectos intervinientes -factores de visibilidad de una tarea y características del sistema visual del observador o grupo de observadores- presentan un valor óptimo) y *rendimiento visual* (que estaría dado por el porcentaje del potencial que efectivamente se obtiene en una situación determinada y con un grupo de observadores de características determinadas).

Son cuatro los factores físicos de la visión, externos al ojo, que revisten una importancia primordial en la determinación de la capacidad de “ver” una tarea visual y por ende, de realizar trabajo visual. Estos factores externos principales son: tamaño, contraste, tiempo y luminancia. A estos se puede agregar un quinto: el color. Este factor no sólo afecta a la visión sino ejerce su influencia en un nivel más global como es la percepción de los objetos, los espacios en que están ubicados y sus interrelaciones.

La optimización de estos factores que influyen la visión determina el máximo rendimiento alcanzable en la realización de la tarea (Potencial Visual), pero no garantizan que ese rendimiento sea alcanzado.

Determinar con la mayor precisión posible las relaciones entre los factores mencionados puede permitir establecer criterios para prescribir la cantidad y el tipo de iluminación necesaria para realizar una tarea visual determinada.

Una condición básica para que la tarea visual pueda ser llevada a cabo consiste en que el observador se encuentre capacitado para recibir claramente la “señal” que la tarea envía hacia él (luz reflejada, transmitida o, en general, modificada por la tarea).

Esa capacidad de recepción se ve afectada asimismo por el resto de las radiaciones visibles provenientes del ambiente en el que está inmersa la tarea: éste constituye el “ruido” del sistema de iluminación y con frecuencia es tan intenso como la propia señal.

Otro factor que afecta nuestra capacidad de recepción de señales visuales es el ritmo con el que cambia la señal que estimula al sistema visual. Nuestro receptor visual, como los receptores de radio o televisión, tiene un límite superior en su capacidad de procesar señales rápidamente cambiantes.

También se debe considerar que la intensidad de la señal reviste gran importancia respecto de nuestra capacidad de detección de señales visuales. La intensidad es una función tanto de la densidad de flujo luminoso emitido por la tarea como del área de la misma.

Finalmente, al caracterizar la capacidad de detección de señales de nuestro sistema visual, se debe tener en cuenta el ancho de banda del canal visual (que es de unos $320 \cdot 10^6$ Hz para un observador normal, mientras que para un canal de radio es de aproximadamente 5 KHz y para un canal de televisión de alrededor de 6 MHz) y la ganancia o selectividad dentro de ese canal (que se identifican como Q para radio y TV y $V(\lambda)$ para el visible). Estas dos magnitudes - ganancia y ancho de banda- determinan la calidad (fidelidad de sonido, imagen o color) de la señal de salida.

Entonces, el *ruido del sistema*, la *señal rápidamente cambiante*, la *intensidad de la señal*, el *área de la superficie de la fuente* y el *ancho de banda* y la *selectividad* del sistema son nada más que otro modo de identificación de *contraste*, *tiempo*, *luminancia*, *tamaño* y *color* como factores externos de la visión (Murdoch 1985).

1.3. Creación de impresiones mediante la iluminación.

Una de las principales funciones de la iluminación es permitir que el trabajo se realice en forma rápida, precisa y cómoda, lo que a su vez significa que una buena iluminación ayuda a mejorar la productividad. Esto explica que el deseo altruista de proporcionar buena iluminación no es la única fuente de motivación, pues los costos y las posibilidades económicas también están involucrados. Más aún, es una regla general que el costo de la iluminación es tal que sólo un pequeño aumento en la “salida” (un pequeño incremento en la productividad) es suficiente para justificar la inversión que requiere mejorar la iluminación.

Según Peter Boyce (1981), *“la luz hace mucho más que tornar visibles las cosas. La iluminación de un espacio inevitablemente contribuye a la creación, en la gente que hace uso de él, de impresiones sobre ese espacio. Estas impresiones pueden ser buenas o malas, apropiadas o inapropiadas, definidas o vagas, pero existirán siempre y en todos los casos”*.

Esta innegable influencia de la iluminación sobre las impresiones tiene aspectos positivos y negativos. Los aspectos negativos se ponen de manifiesto a través de las quejas de la gente que experimenta situaciones en las que las condiciones de confort son deficientes en algún grado. Los aspectos positivos, en cambio, se hacen evidentes cuando las situaciones experimentadas involucran sentimientos y sensaciones de agrado.

Sin embargo, la situación no es ni tan sencilla ni tan clara ni se limita a esas impresiones. Por el contrario, es mucho más complicada que eso y el discomfort y el agrado no son las únicas impresiones posibles que la iluminación puede contribuir a evocar o producir (Boyce 1981).

La luz afecta profundamente nuestra disposición de ánimo, nuestros sentimientos de bienestar, de temor o admiración, de comodidad, nuestra motivación, etc., ejerce su influencia sobre la forma en que percibimos todos los otros elementos constituyentes del espacio iluminado.

La iluminación puede conferir *carácter* a un espacio interior. Tal carácter puede ser dramático, invitante, depresivo, aburrido, relajante, interesante, funcional, etc. Del mismo modo, con ligeras variaciones en las características y adjetivos empleados para su descripción, estas consideraciones pueden ser aplicadas a espacios exteriores: calles, veredas, plazas, parques, espacios parquizados entre edificios, caminerías, *áreas residenciales*, etc.

Por ello, debido a la sutileza y variedad de las impresiones que pueden ser evocadas y a la multiplicidad de formas prácticas, elementos y procedimientos que pueden utilizarse para lograrlo, es que la iluminación se torna en un medio tan importante de comunicación, de transmisión de información y significado y, a veces, hasta de manipulación.

El diseño de iluminación es un proceso creativo consistente en el desarrollo de soluciones de iluminación que posibiliten usar el ambiente construido de un modo seguro y productivo y disfrutar de él obteniendo el máximo de satisfacción posible en la realización de las actividades para las que fue pensado el espacio. Este diseño, adecuado a un determinado espacio, interior o exterior, es mucho más que la determinación de la *cantidad apropiada* de luz que se debe suministrar a una tarea o superficie de interés visual en ese espacio. También debe tenerse en cuenta la *calidad* de la luz y la iluminación suministrada, considerando no sólo la imprescindible limitación del deslumbramiento, sino otros factores como la correcta distribución, las cualidades cromáticas, etc.

La luz es una de las herramientas que el diseñador puede emplear para moldear visual y emocionalmente el ambiente bajo tratamiento. Una parte importante del atractivo de diseñar con luz reside en su naturaleza elusiva: sus efectos pueden ser casi palpables y sus características capturadas mediante el maravilloso sentido de la visión. Cuando los diseñadores o los usuarios hablan de “luz”, usualmente aluden a los efectos de la luz sobre los objetos o las superficies materiales. La luz revela formas: paredes planas, pisos desparejos, espacios tridimensionales, detalles arquitectónicos, obstáculos, claves de orientación, equipamiento, amoblamiento, estructura de objetos (ramas de árboles, p. e.), etc.

Por mucho que podamos cuantificar la luz y hablar de la “iluminación de la tarea” o “lux” o “potencia”, la luz trasciende a los científicos, aún cuando los diseñadores requieran más y más conocimientos científicos cada día, pues el corazón de la problemática de la iluminación continúa siendo la variedad de asociaciones emocionales que engendra, el modo en que se “siente” la luz.

1.4. Caracterización del espacio: a) Interior; b) Exterior.

La meta principal en la iluminación de espacios interiores consiste, en general, en proveer un nivel de iluminancia horizontal prescripto según las características de la o las tareas que han de desarrollarse en ese espacio. Esta meta puede ampliarse para abarcar magnitudes tales como iluminancia vertical o semicilíndrica, luminancia, la distribución de estas magnitudes en el espacio considerado, características de reproducción de color, etc.

Cuando se trata de iluminar espacios exteriores (espacios a cielo abierto) se emplean los mismos principios fundamentales que en el caso de interiores, pero su aplicación es bastante diferente. Estas diferencias obedecen a varias razones:

- Exceptuando la posibilidad de reflexión del piso o de las estructuras cercanas (que en general es muy pequeña), no hay componente reflejada que deba incluirse en el diseño de iluminación exterior.
- La iluminación de exteriores se realiza normalmente para cumplir con las exigencias de una variedad de tareas y satisfacer las necesidades de una variedad de personas (por ejemplo, en el alumbrado deportivo debe proveerse de luz a los jugadores, los árbitros, los espectadores y las cámaras de TV. Cada uno de estos observadores tiene diferentes requerimientos visuales, lo que impone diferentes condiciones en cuanto a tipo, distribución, color, nivel, etc.).
- La visión de superficies verticales u oblicuas es, con mucha frecuencia, de importancia fundamental en la iluminación de exteriores.
- En la iluminación de exteriores no hay ángulo standard de visión de 25° (o cualquier otro valor). La visión es frecuentemente en todas direcciones y por ello el problema que significa proveer una visión libre de deslumbramiento se hace mucho mayor.
- Muy frecuentemente, especialmente en el alumbrado deportivo, el objeto se ve en movimiento. (A veces, esta situación también se presenta en interiores, y en particular en interiores industriales, no así en escuelas, oficinas y otros espacios de este tipo).
- Los niveles de iluminancia generalmente son menores para las actividades al aire libre, aún cuando algunas de las tareas visuales pueden presentar tanta dificultad como las de interiores. Ésto se debe a que la mayor parte de las instalaciones de iluminación de exteriores cubren grandes áreas y se realizan con luminarias montadas sobre postes o mástiles cuya altura es mucho mayor que la media de 2.50 m que se encuentra en interiores. Para tales instalaciones, proporcionar un nivel de 500 lx es impracticable y hasta imposible, tanto desde el punto de vista de los costos como del consumo energético.
- La problemática de la seguridad es una preocupación de importancia primordial en la iluminación de exteriores: es malo que un trabajador de oficina cometa un error debido a una iluminación inadecuada, pero si un conductor no es capaz de ver a un peatón que se cruce en su camino porque éste no está suficiente y adecuadamente iluminado, es mucho peor.

- En el mismo sentido, es igualmente inaceptable que un peatón sufra algún accidente porque la iluminación no le permite percibir en forma adecuada los obstáculos e inconvenientes de la caminería, o que un visitante no sea capaz de encontrar su lugar de destino por no alcanzar a percibir la señalización, o verse expuesto a situaciones sorprendidas o peligrosas al resultarle imposible reconocer personas e identificar intenciones de quienes comparten con él el uso de la vía pública en un área residencial.

2. Características específicas

2.1. Espacio exterior público y privado. Ejemplos.

Los espacios exteriores de dominio público, cuyo uso y propiedad corresponden al conjunto de la sociedad, tales como calles, avenidas y demás componentes del sistema de vías de circulación de una ciudad, constituyen un campo de aplicación de la iluminación muy amplio y con algunas particularidades que lo caracterizan, que se engloba en general bajo la denominación de “*Alumbrado Público*”.

El Alumbrado Público y su problemática están fuera del alcance de este texto, por lo que sólo resta agregar que en nuestro país los aspectos básicos relacionados con él se rigen por la norma IRAM-AADL J2022.

Por otro lado, los espacios exteriores de dominio privado presentan una variedad de tipos, formas y escalas tan grande que hace prácticamente imposible establecer una clasificación que sea de utilidad. Los espacios exteriores privados (EEP) comprenden, entre muchos otros, a:

- Caminería y parqueizado en agrupamientos de viviendas colectivas (monoblocks, edificios torre, etc.);
- Lugares de estacionamiento de vehículos, caminería y accesos, jardines y puestos exteriores en grandes hipermercados y centros comerciales;
- Jardines y accesos en viviendas y edificios residenciales;
- Fachadas y accesos en edificios de importancia arquitectónica, ya sean industriales, comerciales, educativos u otros;

2.2. Iluminación de exteriores. Criterios generales.

La discusión acerca de los criterios generales que deben guiar la iluminación de espacios exteriores se desarrollará teniendo como eje dos situaciones particulares pero muy representativas de lo que debe ser este tipo de iluminación:

Por una parte, la iluminación (exterior) de grandes centros comerciales e hipermercados, en especial sus zonas de circulación (tanto peatonal como vehicular) y las zonas destinadas a estacionamiento.

Las nuevas técnicas de iluminación y equipamiento, así como las fuentes de luz más eficientes, proporcionan más y mejores herramientas a los diseñadores de iluminación para enfrentar el desafío que implican los requerimientos siempre cambiantes del mundo comercial y el creciente costo de la energía.

Por otro lado, la iluminación de los espacios exteriores de las concentraciones residenciales (grandes monoblocks, barrios privados, etc.). En muchos de estos casos, la problemática (y las soluciones propuestas) es compartida con lo que se denomina “alumbrado público”. A pesar de ello, este último tiene especificidades que lo ponen fuera del alcance de este texto.

Cuando hablamos de iluminación de exteriores residenciales estamos incluyendo la iluminación estética y funcional de edificios y estructuras, áreas parquizadas y jardines y la iluminación de puntos de interés específicos tales como esculturas, árboles, fuentes, etc.

Tanto en uno como en otro de los casos mencionados, se pone el acento en brindar condiciones adecuadas de iluminación al usuario prioritario de las zonas señaladas: el peatón.

Zonas Comerciales

Los roles de la iluminación exterior en el caso de grandes tiendas y centros comerciales son varios:

- debe atraer al cliente hacia el centro comercial y hacia puntos de venta específicos;
- debe identificar claramente áreas clave tales como entradas, salidas de emergencia, áreas de estacionamiento, los diferentes comercios, etc.;
- facilitar el tránsito seguro de peatones y conductores en las vías de circulación interna;
- contribuir a la vigilancia y seguridad de personas y propiedades;
- conferir unidad visual al área de compras, proveyendo iluminación adecuada y evitando la contaminación lumínica y la intrusión de luz en las áreas circundantes.

La entrada de los edificios comerciales es tanto o más efectiva que los carteles que anuncian su presencia al momento de recibir y brindar la bienvenida al lugar a los potenciales clientes. Por ello, es muy importante que se destaque de su entorno, actuando como un punto de referencia, un faro que invita y guía al público al interior tanto durante el día como en horario nocturno. Las entradas deben resultar claramente visibles e identificables desde cualquier sector, y tanto la arquitectura como la señalización y especialmente la iluminación juegan un papel muy importante en este sentido.

La iluminación juega un papel muy importante al brindarle al comprador información suficiente para trasladarse en el ámbito del centro de compras, conducirlo de una zona a otra y facilitar cada etapa de los procesos de identificación: desde la localización del centro comercial, la ubicación de los accesos, del área de estacionamiento y de cada tienda del centro (circuito de circulación vehicular) hasta la localización de cada tienda, la ubicación de cada departamento dentro de ella y finalmente de la mercancía que se busca (circuito de circulación peatonal).

Zonas residenciales

Los propósitos principales de la iluminación de estas zonas son proveer seguridad y confortabilidad tanto a residentes como a transeúntes. La satisfacción de estos propósitos plantea necesidades específicas que pueden, mediante un adecuado diseño, integrarse en una iluminación coherente, eficiente y agradable.

Que el alumbrado contribuya efectivamente a la seguridad implica que proporcione las condiciones adecuadas de visibilidad que permitan al usuario detectar obstáculos en su camino (tales como umbrales, bordes de canteros, elementos de equipamiento, etc.), cambios de nivel (tales como escalones, baches y roturas, etc.) u otros objetos (ya sean características permanentes del ambiente u objetos extraños que no deberían estar ahí). Implica además la creación o el refuerzo del sentimiento de seguridad, liberando al usuario de temores mediante la identificación de los límites del ambiente y la eliminación de posibles lugares oscuros donde esconderse.

Por otro lado, los aspectos estéticos están entre los principales propósitos que deben ser satisfechos por la iluminación nocturna de estas áreas: acentuar las características y los rasgos distintivos del ambiente y prolongar el tiempo durante el cual se puede disfrutar del espacio residencial.

La iluminación de los espacios residenciales exteriores plantea usos y necesidades específicas, que incluyen el acceso y recepción de gente en las viviendas (mediante la iluminación de caminos y entradas), la posibilidad de comunicación visual entre el interior y el exterior (y viceversa) y la realización de múltiples actividades nocturnas.

Las ideas sobre las que se apoyará el diseño de la iluminación en estas áreas se desarrollan a partir de una evaluación del espacio, el aspecto que éste presenta durante el día, los elementos que lo integran y sus interrelaciones.

Un esquema de iluminación no uniforme proporciona el máximo interés visual al espacio bajo tratamiento. El diseñador necesita determinar la importancia visual de todos los elementos y asignarle a cada uno de ellos un papel nocturno en la composición del espacio iluminado. De este proceso se obtiene un conjunto de valores de luminancia que, aplicados al espacio según la jerarquía determinada por la importancia de los elementos, darán como resultado una escena nocturna con orden y cohesión y que satisface las necesidades tanto funcionales como estéticas.

En la mayor parte de nuestra geografía nacional, las condiciones climáticas no imponen excesivas restricciones (nieve, bajas temperaturas, viento, lluvia) al uso de los espacios exteriores y la gente puede disfrutar de éstos durante gran parte del año.

Para lograr la composición deseada en el medio ambiente visual, esto es conferirle características estéticas y funcionales adecuadas al espacio residencial exterior mediante la iluminación, el diseñador debe conocer la disposición, función y características de los elementos del medio ambiente (pavimentos, revestimientos, plantas y otros).

El conocimiento de la reflectancia de los elementos que constituyen el paisaje que se desea iluminar es de gran importancia. Los efectos que la iluminación produce sobre la apreciación del paisaje tienen su origen en la luz reflejada por los elementos que lo constituyen. La importancia de cada objeto en la escena visual depende del contraste de claridad entre el objeto y el fondo contra el cual se lo verá y de la relación de contrastes entre los objetos. El contraste es el parámetro de mayor importancia en la iluminación de exteriores residenciales, pues determina dónde y cómo se verán los rasgos característicos de esos espacios.

Los elementos que actúan como puntos primarios de interés pueden alcanzar valores de claridad de hasta 10 veces los correspondientes al su alrededor, o de 3 a 5 veces los

correspondientes a los puntos secundarios de interés. Para satisfacer estas relaciones, puede ser necesario incrementar los niveles sobre los elementos del alrededor que tengan reflectancia más baja que los elementos primarios. La provisión de iluminación de “relleno” entre los elementos es esencial para crear una sensación de cohesión. El nivel de iluminación que se requiere en cada caso depende del nivel ambiental del alrededor. Las áreas residenciales ubicadas en zonas céntricas de las ciudades tienden a tener sus vías de circulación iluminadas con niveles más altos que las ubicadas en zonas rurales, suburbanas o periféricas. Por lo tanto, en áreas residenciales “céntricas”, los niveles de iluminación exterior pueden alcanzar valores más altos siempre que se tomen las precauciones necesarias para no producir perturbaciones visuales ni molestias en el vecindario.

2.3. Requerimientos de iluminación de los espacios exteriores

En las zonas mencionadas (residenciales, comerciales, de estacionamiento y circulación restringida) los peatones (a los que hemos definido como los usuarios prioritarios) realizan tareas visuales y tienen necesidades de iluminación diferentes a las de los conductores de vehículos.

Estas diferencias se verifican en muchos aspectos: la velocidad de movimiento es mucho menor, los objetos más cercanos al peatón son más importantes que los lejanos para determinar sus acciones, etc.

Asimismo, el tipo de superficie y la textura de los objetos que se encuentren sobre la calzada y la caminería tienen mucha importancia para los peatones pero no tanta para los conductores, para los que la visión de siluetas es determinante.

La consideración de tales diferencias indica que la aplicación de criterios de iluminación que satisfagan los requerimientos de los conductores puede no ser igualmente satisfactoria para los peatones y viceversa (CIE 1995).

Por las razones enunciadas, la iluminación de espacios exteriores en los que la actividad peatonal sea prioritaria requiere de un tratamiento específico y diferenciado.

Si bien en nuestro país no contamos con estudios y estadísticas locales que permitan establecer relaciones entre iluminación y seguridad, tanto respecto de accidentes como de criminalidad y vandalismo, la comunidad internacional ha desarrollado numerosos trabajos en este sentido, algunos de cuyos resultados se han recogido en la elaboración de la recomendación CIE 115 sobre iluminación de vías peatonales.

Entre los beneficios de una buena iluminación se citan el mejoramiento del aspecto general de la zona, el desaliento de los actos vandálicos y delitos contra las personas y la propiedad, la contribución a la detección de delitos, la provisión de mayores niveles y sensaciones de seguridad en el vecindario, etc. Por lo tanto, en la actualidad, la iluminación de áreas residenciales o su renovación se realiza como una medida de protección y prevención del delito. En especial en las áreas urbanas, este aspecto de la iluminación de áreas residenciales asume cada vez mayor importancia (CIE 1995).

La instalación de iluminación de los espacios exteriores correspondientes a las zonas mencionadas debe contemplar tanto los aspectos relacionados con el rendimiento visual de los usuarios como aquellos relacionados con el confort y las preferencias de los mismos.

El primero de estos aspectos implica que la instalación debe proporcionar las condiciones adecuadas para que el usuario (fundamentalmente el peatón) pueda desarrollar con eficacia tareas tales como la detección de obstáculos en la superficie del camino, la identificación de personas que compartan el uso del espacio, etc. Asimismo, debe ser capaz de orientarse correctamente en ese espacio y la iluminación debe contribuir a ello.

El segundo aspecto implica la creación de impresiones de comodidad y agrado, de sentimientos de ubicación y pertenencia, etc. Para ello se debe cuidar que la instalación no produzca deslumbramientos excesivos, que proporcione un factor de modelado adecuado, que el impacto visual provocado por la misma guarde relación con el entorno, que las características cromáticas de la iluminación se correspondan con los requerimientos de la escena iluminada, que las molestias producidas por la iluminación se reduzcan al mínimo, etc.

La orientación visual es un proceso complejo que implica:

- expectativa
- experiencia
- memoria, especialmente memoria visual
- afinidades personales (aumenta con el grado de familiaridad con el medio ambiente).

Tránsito peatonal. Clasificación de vías y valores recomendados

La clasificación recomendada por la CIE 115 (1995) para las instalaciones de iluminación de vías de tránsito peatonal se compone de siete categorías, P1 a P7, como se muestra en la Tabla 1.

La Clase P1 se emplea para áreas de importancia y prestigio, que requieren de altos niveles de iluminación con el objeto de producir impresiones de ambiente atractivo, estimulante, etc.

Las seis clases restantes se ordenan según las exigencias del tránsito peatonal y la necesidad de preservar el carácter del ambiente que enmarca a cada vía.

La recomendación aconseja emplear las Clases P5, P6 y P7 sólo en aquellos lugares en que el riesgo de criminalidad y comisión de delitos sea despreciable. Mientras que en aquellos casos en que la probabilidad de que se produzcan actos delictivos o vandálicos sea elevada, debe ponerse especial atención en elegir y aplicar una clase que esté ubicada uno o, en casos severos, dos escalones por encima de la que correspondería de no existir el riesgo de comisión de crímenes (por ejemplo, P4 o P3 en lugar de P5). Estas recomendaciones también se aplican a las vías de circulación empleadas por ciclistas y otros vehículos no motorizados.

Tabla 1: Clases de iluminación para diferentes calles en áreas peatonales.

| <i>Descripción de la vía de circulación</i> | <i>Clase de iluminación</i> |
|---|-----------------------------|
| Calles de gran importancia y prestigio | P1 |
| Calles de uso nocturno intenso por peatones o ciclistas | P2 |
| Calles de uso nocturno moderado por peatones o ciclistas | P3 |
| Calles de uso nocturno escaso por peatones o ciclistas solamente asociado a las propiedades adyacentes | P4 |
| Calles de uso nocturno escaso por peatones o ciclistas solamente asociado a las propiedades adyacentes. | P5 |
| Importante preservar el carácter arquitectónico del ambiente. | |
| Calles de uso nocturno muy escaso por peatones o ciclistas solamente asociado a las propiedades adyacentes. | P6 |
| Importante preservar el carácter arquitectónico del ambiente. | |
| Calles en las que sólo se requiere la guía visual proporcionada por la luz directa de las luminarias | P7 |

En la Tabla 2 se dan los valores recomendados por CIE para las magnitudes principales asociadas a las categorías establecidas en la Tabla 1. Para las Clases P1 a P6, estos valores se aplican a la totalidad de la superficie bajo consideración, lo que incluye tanto la calzada como las veredas y la caminería exclusivamente peatonal. Para la Clase P7 es esencial que las partes brillantes (luminosas) de las luminarias sean visibles desde la posición de la luminaria más cercana (y preferiblemente desde más lejos) para proporcionar una efectiva guía visual al usuario de esta vía.

Tabla 2. Requerimientos de iluminación en áreas de tránsito peatonal

| Clase de Iluminación | Iluminancia Horizontal (lx) sobre la totalidad de la superficie empleada. Mantenido. | |
|----------------------|--|---------------------------|
| | Valor Promedio | Valor Mínimo |
| P1 | 20 | 7.5 |
| P2 | 10 | 3 |
| P3 | 7.5 | 1.5 |
| P4 | 5 | 1 |
| P5 | 3 | 0.6 |
| P6 | 1.5 | 0.2 |
| P7 | No se aplica a esta Clase | No se aplica a esta Clase |

El diseño y la instalación del equipamiento de las vías de circulación (componentes arquitectónicos tales como columnas, refugios, bancos, señalización, etc.) puede determinar diferencias importantes en la imagen de la calle, tanto de día como de noche.

En la iluminación de áreas residenciales, donde la creación de un ambiente funcional y visualmente adecuado para sus usuarios es de suma importancia, debe tenerse específicamente en cuenta que la apariencia de la instalación de alumbrado afecta en alto grado la apariencia global del espacio. A su vez, la valoración de la apariencia de la instalación y las impresiones que ésta produce en el usuario, están determinadas por los siguientes factores característicos de la instalación, sus interrelaciones y su prevalencia en la escena visual (CIE 1995):

- *Altura de las columnas de alumbrado*, en relación con los edificios circundantes y el arbolado.
- *Ubicación de las columnas de alumbrado*, con respecto a los puntos de vista principales de la escena visual. Deben reducirse todo lo posible las obstrucciones.
- *Diseño de los elementos de soporte*.
- *Complejidad de la geometría de la instalación*.
- *Diseño de las luminarias*.

Iluminación de playas de estacionamiento

Las características de las playas de estacionamiento son de gran importancia en la actividad de centros comerciales, hipermercados, grandes instalaciones deportivas, centros de exhibición y convenciones, etc.

Los objetivos que debe satisfacer la iluminación de estos espacios no sólo tienen que ver con la seguridad de los usuarios sino también con el confort y la satisfacción que estos experimenten al hacer uso de ellos. La iluminación es un factor muy importante en la protección contra asaltos, robos y vandalismo, así como en la contribución a la creación de un ambiente propicio para la realización de actividades comerciales y/o recreativas.

Los requerimientos de iluminación de estos espacios dependen de sus dimensiones y la intensidad de su uso. En principio, pueden distinguirse tres niveles de actividad: **bajo**, **medio** y **alto**. Estos niveles tienen en cuenta la actividad tanto del tránsito automotor como de los peatones.

La Tabla 3 establece las características que debe tener la iluminación de estas zonas para cumplir con su cometido.

| Tabla 3. Niveles recomendados de iluminancia horizontal mantenida en zonas de estacionamiento. (Fuente: IES, 1993) | | | | |
|---|--|-------|---|-------|
| <i>Nivel de actividad</i> | <i>Áreas peatonales y de estacionamiento</i> | | <i>Áreas de uso vehicular solamente</i> | |
| | E (lx) (1) | U (2) | E (lx) (1) | U (2) |
| Alto | 10 | 4:1 | 22 | 3:1 |
| Medio | 6 | 4:1 | 11 | 3:1 |
| Bajo | 2 | 4:1 | 5 | 4:1 |

Notas:

(1) Valor de ILUMINANCIA mínimo sobre el pavimento

(2) Valor de UNIFORMIDAD DE ILUMINANCIA (medio/mínimo)

Las “Áreas peatonales y de estacionamiento” son aquellas en las que los conflictos entre vehículos y peatones tienen una probabilidad de ocurrencia considerable. En cambio, en las “Áreas de uso vehicular solamente” la probabilidad de ocurrencia de esos conflictos es muy baja. Debe notarse que en las primeras el nivel recomendado es el mínimo admisible, mientras en las últimas se recomienda un nivel medio.

En las zonas de estacionamiento se debe prestar la debida atención a la problemática del color, asegurando las condiciones mínimas para que cada usuario sea capaz de identificar sus

automóviles sin mayores problemas: tanto el nivel como las características de reproducción de color de las fuentes empleadas deben servir a este propósito.

La filosofía básica que guía la propuesta de una instalación de iluminación adecuada a los espacios exteriores y que cumpla con los requisitos antes señalados consiste en el aprovechamiento de las ventajosas características que ofrece la lámpara fluorescente compacta, sumada a su disponibilidad en potencias bajas (conservando una eficacia luminosa considerablemente elevada). Con estas bases, se plantea una instalación que sea capaz de suministrar valores luminotécnicos adecuados y pueda además integrarse al entorno en el cual ha de funcionar evitando conflictos funcionales, de escala y/o de colisión con otros elementos componentes de ese espacio, en especial la vegetación.

La satisfacción de estos criterios generales, más el cumplimiento de los requerimientos luminotécnicos específicos, conducen a las disposiciones adoptadas para la instalación propuesta para iluminar los espacios exteriores privados de uso común (tales como jardines y espacios parquizados de complejos habitacionales, playas de estacionamiento, maniobra y circulación de localizaciones comerciales, etc.):

- * Utilización de fuentes luminosas de menor potencia.
- * Incremento de los “puntos de luz” correspondientes a zona iluminada.
- * Menor altura de montaje de los “puntos de luz”.

La utilización de fuentes luminosas de menor potencia permite la reducción de la altura de montaje. Esto a su vez redundará en grandes ventajas respecto de la operación y el mantenimiento de las instalaciones resultantes y reduce los costos por estos rubros en forma considerable.

Los costos de instalación descienden en gran medida debido a que los elementos constituyentes de la instalación (especialmente de soporte) se hacen más livianos. Los costos de operación también se reducen por la menor potencia involucrada por punto de luz.

Si los elementos empleados en la realización de las instalaciones son más livianos y accesibles, es posible realizar los controles, reparaciones, acondicionamientos y reemplazos empleando equipo técnico más simple y económico, ahorrando no sólo en máquinas y herramientas, sino también en personal calificado para su operación. La concurrencia de estos factores da como resultado que el mantenimiento de estas instalaciones tenga menor incidencia en el costo total involucrado por la iluminación de estas zonas.

El aumento de la cantidad de puntos de luz, consecuencia de la menor potencia unitaria, es el que posibilita distribuir mejor la energía luminosa disponible, permitiendo alcanzar y superar los valores mínimos admisibles para las magnitudes principales determinantes de la calidad del alumbrado: nivel, uniformidad, etc.

2.4. Compatibilidad con el arbolado.

Finalmente, es absolutamente imprescindible que, en la iluminación de nuestras áreas residenciales, los diseñadores de iluminación sean capaces de considerar y logren conjugar adecuadamente la interacción entre el árbol, que en climas como los nuestros juega un papel

de gran importancia, y la instalación de iluminación en los aspectos funcionales y también estéticos (Kirschbaum 1997, Sandoval 1995, Manzano 1995).

La menor altura de montaje de la instalación alternativa tiene una ventaja adicional de gran importancia cuando se trata de iluminar espacios exteriores como los que se encuentran en áreas residenciales y comerciales en regiones geográficas como muchas de nuestro país (áreas subtropicales en las que la vegetación y el arbolado juegan un rol fundamental en la conformación del hábitat urbano): por su escala es capaz de compartir el espacio con la vegetación, otro de los componentes importantes de estas áreas, permitiendo que cada uno cumpla con su función de la mejor manera posible. De este modo se minimizan los problemas mencionados anteriormente: no se iluminan las copas de los árboles, se evita el efecto de “túnel vegetal” en las veredas, se evita que la luminaria se “sumerja” en la vegetación, etc.

3. La instalación de alumbrado

3.1. Fuentes luminosas aplicables en los EEP

Las fuentes luminosas adecuadas para ser usadas en la iluminación de espacios exteriores (jardines, parqueados, caminerías, áreas residenciales, vías peatonales, etc.) dependen fundamentalmente de la envergadura del proyecto, de los efectos que se pretendan lograr, del color de los elementos que constituyen la escena visual y de las dimensiones del espacio a iluminar.

En la Tabla 4 se indican algunas posibilidades de selección de fuentes según el colorido de los elementos presentes en el paisaje.

| <i>Color</i> | <i>Objetos/materiales</i> | <i>Tipo de fuente</i> | <i>CRI</i> | |
|--------------|---------------------------|---|---------------------------------|----|
| Cálido | Ladrillos rojos | Sodio Alta Presión (SAP) | 22 | |
| | Flores rojas o amarillas | SAP Color Corregido | 70 | |
| | Follaje otoñal | Incandescente (220 V) | 95 | |
| | Cortezas rojas | Incandescente halogenada (220 V) | 100 | |
| Neutro | Corteza de ciprés | Incand. halogenada (bajo voltaje) | 99 | |
| | Corteza de pino | Fluorescente compacta (2700 K) | 81 | |
| | Concreto | Halogenuros metálicos recubierta (3200 K) | 75 | |
| | Corteza de abedul | Fluorescente compacta (3500 K) | 74 | |
| | Follaje variado | Halogenuros metálicos standard | 65 | |
| | Material vegetal verde | Mercurio Color Corregido | 45 | |
| | Césped “Bermuda” | Fluorescente compacta (4100 K) | 70 | |
| | Césped | Halogenuros metálicos HQI (4100 K) | 88 | |
| | Frío | Flores azules | Mercurio clara | 15 |
| | | | Halogenuros metálicos “luz día” | 80 |

3.2. Luminarias para EEP

La selección de la luminaria a emplear es quizás la decisión más importante en la iluminación de exteriores, en especial cuando se trata de iluminar algunos espacios exteriores tales como áreas parquizadas.

Los equipos de iluminación deberían integrarse a la arquitectura del espacio que se va a iluminar. Es muy importante que las luminarias no sean demasiado notorias durante el día. Si es posible, no deben verse. Si no lo es, deben complementar el paisaje, integrándose a él. La escala de la luminaria, sus proporciones, estilo y terminación deben constituir un complemento arquitectónico adecuado. Los equipos deben ser capaces de soportar las exigencias que impongan las condiciones climáticas a las que estarán sometidos. Todos aquellos factores que faciliten la corrosión de los artefactos (niebla, lluvia, nieve, variaciones de temperatura, etc.) deben ser considerados cuidadosamente al momento de elegir el artefacto que se ha de utilizar.

Las características constructivas de las luminarias deben ser convenientemente evaluadas en la etapa de diseño, pues las condiciones imperantes en los ambientes exteriores pueden dañar, severamente en algunos casos, tanto la apariencia cuanto la estructura de las luminarias, llegando a ponerlas fuera de servicio antes de lo que se prevé para una instalación determinada. La luminaria escogida debe brindar una adecuada protección de la lámpara alojada en ella, especialmente contra el agua y los choques térmicos.

Las luminarias deben cumplir adecuadamente con todos los requerimientos desde el punto de vista de la seguridad de servicio, la resistencia al vandalismo, el control apropiado de la distribución luminosa de modo tal que sea posible cumplir con las recomendaciones relativas a la polución lumínica, al derroche de energía que resulta de enviar luz hacia donde no sólo es absolutamente innecesaria, sino que muchas veces es fuente de inconvenientes y perturbaciones de variada índole.

Los controles diseñados para los sistemas de iluminación deben ser flexibles y fáciles de operar. Controles bien diseñados y convenientemente ubicados permiten al usuario operar sólo aquellas luminarias que son necesarias para lograr el efecto deseado, con el consecuente ahorro de energía.

Bibliografía

Boyce, P. R. 1981. *Human Factors in Lighting*, Applied Science Publishers, London.

CIE, 1995. *Recommendations for the lighting of roads for motor and pedestrian traffic*, CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) Technical Report 115.

Henderson, S.T. y A. M. Marsden, 1979. *Lamps and Lighting*. Second Edition. Edward Arnold, London.

Kirschbaum, C.F., 1997. "Reconversión del alumbrado público", *Proceedings Reunión sobre Alumbrado Público en Brasil*, Río de Janeiro.

Manzano, E.R., 1995. *Iluminación de áreas residenciales: efecto del deslumbramiento sicológico y fisiológico*. Tesis de Magister en Luminotecnia, Universidad Nacional de Tucumán.

Murdoch, J.B. 1985. *Illumination Engineering - From Edison's Lamp to the Laser*, Macmillan Publishing Company, New York.

IES, 1993. *IES Lighting Handbook*, Rea, Mark S. (Ed.), Illuminating Engineering Society of North America, New York.

Sandoval, J. D. et al., 1995. "Considerations about colour lighting preferences in roads inside a park". *Proceedings 23rd Session of the CIE*, New Delhi.

Sandoval, J.D., 2000. *Factibilidad de uso de la lámpara fluorescente compacta en la iluminación de áreas residenciales*, Tesis de Magister en Luminotecnia, Universidad Nacional de Tucumán.

Tonello, G.L., 1999. Apuntes de la asignatura *Medio Ambiente Visual*, Depto. de Luminotecnia UNT.