

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

LIBRO 3

INSTALACIONES DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO RETILAP

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

LIBRO 3 – INSTALACIONES DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

Tabla de contenido

TÍTULO 1 – REQUISITOS GENERALES PARA LA REALIZACIÓN DE PROYECTOS DE ILUMINACIÓN.....	4
Artículo 3.1.1. Consideraciones generales	4
Artículo 3.1.2. Fotometrías	5
Artículo 3.1.3. Aspectos previos para la realización de un proyecto de iluminación	5
Artículo 3.1.4. Fases para la realización de un proyecto de iluminación.....	8
TÍTULO 2 – INSTALACIONES DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN INTERIOR	11
Artículo 3.2.1. Criterios para realizar un proyecto de iluminación interior	11
Artículo 3.2.2. Requisitos de iluminación interior	21
Artículo 3.2.3. Cálculos para iluminación interior.....	48
Artículo 3.2.4. Iluminación de emergencia	49
Artículo 3.2.5. Eficiencia energética en las instalaciones de sistemas de iluminación interior... ..	59
Artículo 3.2.6. Eficiencia energética mediante control del alumbrado	61
Artículo 3.2.7. Domótica e inmótica en la iluminación interior	62
TÍTULO 3 – INSTALACIONES DE PROYECTOS DE ALUMBRADO PÚBLICO	63
Artículo 3.3.1. Criterios generales de diseño de alumbrado público	63
Artículo 3.3.2. Procedimiento para realizar un proyecto de alumbrado público	89
Artículo 3.3.3. Administración, operación y mantenimiento de los sistemas de alumbrado público	99
Artículo 3.3.4. Mantenimiento del sistema de alumbrado público	103
TÍTULO 4 – INSTALACIONES DE PROYECTOS DE ILUMINACIÓN EXTERIOR	106
Artículo 3.4.1. Requisitos de iluminación de grandes áreas en espacios exteriores.....	106
Artículo 3.4.2. Iluminación de escenarios deportivos o recreativos	108
Artículo 3.4.3. Requerimientos para realizar un proyecto de iluminación deportiva.....	110
Artículo 3.4.4. Cálculos fotométricos y diseños para iluminación deportiva profesional con transmisión de televisión	111
Artículo 3.4.5. Contaminación lumínica de exteriores.....	111
Artículo 3.4.6. Instalaciones en aeródromos, aeropuertos y helipuertos.....	111
Artículo 3.4.7. Operación y mantenimiento de los sistemas de iluminación exterior.....	112
TÍTULO 5 – INSTALACIONES DE PROYECTOS DE ILUMINACIÓN EN TÚNELES	112
Artículo 3.5.1. Requisitos específicos de diseño de iluminación en túneles	112
Artículo 3.5.2. Parámetros de diseño para la iluminación de túneles.....	113
Artículo 3.5.3. Clasificación de los túneles según su ubicación	113
Artículo 3.5.4. Clasificación de los túneles según su longitud	114
Artículo 3.5.5. Requisitos para la iluminación de túneles	115
Artículo 3.5.6. Tipos de distribuciones luminosas en túneles	121
TÍTULO 6 – INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN DE ÁREAS CLASIFICADAS Y ESPECIALES	122

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Artículo 3.6.1. Requisitos generales de diseño de áreas clasificadas y especiales	123
TÍTULO 7 – SISTEMAS DE TELEGESTIÓN	123
Artículo 3.7.1. Arquitectura funcional y características generales de los sistemas de telegestión	124
Artículo 3.7.2. Requisitos funcionales del sistema de telegestión	127
Artículo 3.7.3. Requisitos específicos del sistema de telegestión	128

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

LIBRO 3 – INSTALACIONES DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

ALCANCE – Los requisitos y prescripciones técnicas de este Reglamento serán de obligatorio cumplimiento en Colombia, en **todas las instalaciones de sistemas de iluminación nuevas, expandidas o modernizadas, públicas o privadas**, de conformidad con lo siguiente:

- 1) Instalaciones de sistemas de iluminación nuevas: Se consideran como aquellas construidas con posterioridad al 1 de abril de 2010, fecha de entrada en vigencia del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP, adoptado mediante Resolución 180265 del 19 de febrero de 2010 y el Anexo General del RETILAP (Resolución 180540 del 30 de marzo de 2010).
- 2) Expansión de Instalaciones de sistemas de iluminación interior, exterior y alumbrado público: Se entenderá como expansión de una instalación de iluminación la que implique el aumento de área con requerimientos de iluminación. Dicha expansión incluye la instalación de nuevas fuentes de iluminación, la modificación de las potencias de las fuentes o el montaje adicional de dispositivos, equipos y luminarias.
- 3) Modernización de Instalaciones de sistemas de iluminación interior, exterior y alumbrado público: Se entenderá como modernización de una instalación de iluminación la que implique la actualización o sustitución tecnológica de dispositivos, equipos, controles, luminarias y demás componentes de la instalación de iluminación. En caso de que la modernización consista únicamente en el reemplazo de los equipos y/o productos de iluminación se deben cumplir todos los requisitos establecidos en este Reglamento que le sean aplicables y anexar los certificados de conformidad de los nuevos productos a la memoria de cálculo.
- 4) Modificación de instalaciones de sistema de iluminación interior, exterior y alumbrado público: Se entenderá como modificación de una instalación de iluminación, la que implique cambios arquitectónicos tales como cambios de altura, ubicación o tamaño de puertas y/o ventanas, al igual que cambio en el uso o tipo de tarea visual (ejemplo: Al pasar de un área de bodegaje a un área de producción, o al cambiar un área de ambiente normal a uno que requiera equipos para áreas clasificadas) o una vía pública que por un reordenamiento de la ciudad cambie de categoría o de uso.

Parágrafo 1: Las prescripciones técnicas del presente Reglamento serán exigibles en condiciones de operación normal de las instalaciones. En los casos de fuerza mayor o situaciones de orden público que las alteren, el propietario de la instalación procurará restablecer las condiciones exigidas por el presente Reglamento en el menor tiempo posible.

TÍTULO 1 – REQUISITOS GENERALES PARA LA REALIZACIÓN DE PROYECTOS DE ILUMINACIÓN

Artículo 3.1.1. Consideraciones generales

Para el caso de iluminación interior, donde se involucre no solo el componente técnico sino la parte arquitectónica, se deben conjugar los diferentes tipos de equipos de iluminación y sus diferentes características con los entornos, materiales y amoblamientos, de manera que se logren los resultados estéticos esperados; esto, sin dejar de lado el confort visual, el uso racional y eficiente de energía y el tipo de tarea visual a realizar.

El diseño de los sistemas de iluminación debe cumplir con los requisitos específicos de iluminación, iluminancia, uniformidad, Ra y UGRL, entre otros, establecidos en el presente Reglamento, según el espacio a iluminar.

Las partes involucradas con el diseño deben atender y respetar los derechos de autor y propiedad intelectual de los diseños; la construcción debe ceñirse a ellos y cualquier

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

modificación debe ser consultada con el diseñador, en caso de que este manifieste expresamente su no participación en la ejecución del proyecto, el constructor debe tener registro de tal manifiesto por parte del diseñador y cualquier modificación al diseño inicial estará bajo responsabilidad del constructor.

En caso de que por fuerza mayor no haya disponibilidad de los equipos originalmente determinados para la instalación, se debe consultar al diseñador para definir las alternativas y realizar nuevamente el diseño para asegurar que cumpla con los requerimientos del presente Reglamento. Para proyectos de alumbrado público B y C, se debe realizar la implementación con la segunda o la tercera alternativa, de acuerdo con lo estipulado en el numeral de *Categorización de los proyectos de Alumbrado Público*, de este Reglamento.

En caso de que la modernización consista únicamente en el reemplazo de los puntos luminosos, se deberán cumplir todos los requisitos establecidos en este reglamento que le sean aplicables y anexar los certificados de conformidad de los nuevos productos a la memoria de cálculo.

Para los productos instalados en sistemas de iluminación que en el presente reglamento no se les establezca un grado de protección IP o NEMA mínimo requerido, deben tener un grado de protección IP o NEMA adecuado para la aplicación y condiciones ambientales que se esperan, y deben identificar este uso.

Artículo 3.1.2. Fotometrías

Para realizar la escogencia de los equipos de iluminación adecuados a instalar en un proyecto, es necesario utilizar la información fotométrica de cada equipo. Con base en estas características técnicas, el diseñador realizará la implementación de aquellos que mejor se acomoden al tipo de espacio o proyecto. Los documentos para utilizar en este proceso son:

3.1.2.1. Matriz de intensidades

Este documento debe estar disponible en medio digital para todo el público; el archivo en formato digital es utilizado por los softwares especializados para la realización de cálculos y diseños de iluminación. Puede ser generada en varios formatos, siendo el más común el archivo de matrices fotométricas con extensión (.ies), el cual es compatible con todos los programas de cálculo y diseños de iluminación, aunque son aceptados otros formatos similares, (como por ejemplo los formatos EULUMDAT, el de la IES LM 63, ANSI/IES TM-33, UNI 1603054, entre otros) o información fotométrica contenida en familias de productos de iluminación bajo metodologías BIM (*Building Information Modeling*).

Para el caso de luminarias en LED y debido a que esta tecnología permite el cambio de corrientes de alimentación en el mismo modelo de luminaria, el fabricante y/o comercializador del producto debe especificar en la matriz de intensidades, las corrientes utilizadas y los flujos luminosos entregados por el equipo, de cada corriente de alimentación informada, en conjunto con el consumo de potencia asociada a estos parámetros eléctricos.

3.1.2.2. Curva polar de distribución de intensidades

Debe ser usada en el proceso de diseño como herramienta de consulta para la determinación de la mejor opción. Para las luminarias diseñadas para alumbrado público se debe disponer del diagrama de los planos transversales, longitudinales, así como aquellos que contengan las curvas polares de distribución de máximas intensidades.

Artículo 3.1.3. Aspectos previos para la realización de un proyecto de iluminación

Dentro de los aspectos que se deben considerar antes de realizar cualquier proyecto de iluminación, se encuentran los siguientes:

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

1. Conocer las condiciones físicas y arquitectónicas del sitio o espacio a iluminar, sus condiciones ambientales y su entorno.
2. Conocer los requerimientos óptimos de fuentes de iluminación, temperatura de color, rendimiento de color.
3. Determinar los niveles de iluminación de acuerdo con las actividades o tareas visuales y las condiciones visuales de quien las desarrolla, el tiempo de permanencia y los fines específicos que se pretendan con la iluminación, entre otros aspectos.
4. Evitar una iluminación inadecuada, por exceso o por defecto.
5. Los requerimientos de iluminación de emergencia, en caso de falla en las instalaciones de alumbrado normal o del suministro de energía.
6. Los factores asociados a la perturbación de la vida animal y vegetal a causa de la iluminación propuesta.
7. Otros que el diseñador considere relevantes para la seguridad y el buen desempeño del sistema de iluminación propuesto.

3.1.3.1. Selección de fuentes luminosas o luminarias

Los diseñadores son responsables de elegir las luminarias y/o fuentes luminosas que cumplan con los requisitos del presente Reglamento, para tal efecto, se deben escoger los equipos o fuentes, teniendo en cuenta como mínimo las siguientes características:

- 1) Para las fuentes luminosas:
 - a) Flujo luminoso (en lúmenes, lm).
 - b) Eficacia luminosa (en lúmenes/vatio, lm/W), incluyendo pérdidas.
 - c) Índice de reproducción cromática (CRI o IRC).
 - d) Temperatura del color (en Kelvin, K).
 - e) Vida promedio de la fuente (en horas, h).
 - f) Potencia máxima de operación.
 - g) Tensión eléctrica o rangos de tensión de alimentación del equipo.
 - h) Especificación del accesorio o accesorios eléctricos o electrónicos necesarios, incluyendo niveles o rangos de tensión óptimos para su funcionamiento.
 - i) Aplicación o uso dado por el fabricante.
 - j) Condiciones especiales de montaje o instalación.
 - k) Condiciones ambientales de funcionamiento.
 - l) Condiciones de mantenimiento sugeridas por el fabricante.
 - m) Certificado de conformidad de producto vigente.
- 2) Para las luminarias:
 - a) Flujo luminoso (en lúmenes, lm).
 - b) Eficacia luminosa (en lúmenes/vatio, lm/W), incluyendo las pérdidas de los accesorios eléctricos o electrónicos.
 - c) Índice de reproducción cromática (CRI o IRC).
 - d) Temperatura del color (en Kelvin, K).
 - e) Vida promedio de la fuente (en horas, h).
 - f) Potencia máxima de operación.
 - g) Tensión eléctrica o rangos de tensión de alimentación del equipo.
 - h) Especificación del accesorio o accesorios eléctricos o electrónicos necesarios, incluyendo niveles o rangos de tensión óptimos para su funcionamiento.
 - i) Aplicación o uso declarado por el fabricante.
 - j) Condiciones especiales de montaje o instalación.
 - k) Condiciones ambientales de funcionamiento.
 - l) Condiciones de mantenimiento sugeridas por el fabricante.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

- m) Certificado de conformidad de producto vigente.
- n) Tipo de fuente luminosa para la cual está diseñado el equipo (tipo de bombilla y fuente cuando aplique).
- o) Fotometrías realizadas en laboratorio acreditado (Matriz de intensidades).
- p) Características físicas: Dimensiones y formas.
- q) Especificación del conjunto óptico. (Tipo de encerramiento cuando aplique: vidrio, policarbonato).
- r) Grado de protección contra entrada de polvo y agua (IP).
- s) Grado de protección contra choque mecánico (IK).

Así mismo, deben disponer y usar la información adicional que se encuentra en catálogos, fichas técnicas, manuales de instalación y montaje en impreso y/o digital. Además, esta información debe ser referenciada en las memorias de cálculo para ser contrastadas con la información técnica disponible y posterior seguimiento en las etapas de inspecciones RETILAP, mediciones en campo y recibos de obra.

Todo diseñador debe seguir y cumplir con las condiciones constructivas estipuladas por el fabricante de la luminaria o dispositivo de iluminación, por lo tanto, en ningún caso podrán cambiar dispositivos o equipos que no estén estipulados en los manuales del fabricante, debiendo estar siempre en concordancia con lo que entregue el fabricante o distribuidor.

3.1.3.2. Consideraciones sobre flujo luminoso

Para los diseños de iluminación, incluyendo alumbrado público, los cálculos se deben hacer tomando el valor del flujo luminoso nominal entregado por el equipo, con base en los valores obtenidos de la matriz de intensidades, de acuerdo con lo estipulado en el referente normativo IES LM-79.

Para el caso de productos de tecnología LED, no es aceptado el cambio del número de LEDs utilizada en el diseño, ni los accesorios con los cuales se realizó la matriz de intensidades.

3.1.3.3. Uso de software

El software empleado en el cálculo y diseño de sistemas de iluminación debe cumplir con los siguientes requisitos:

- 1) Debe demostrar que cumple con los estándares internacionales de acuerdo con el tipo de diseño realizado ya sea interior, exterior, deportivo, alumbrado público, túneles, entre otros, o los requisitos estipulados para cada caso en el presente Reglamento, incluyendo la ubicación de los puntos de cálculo, algoritmos usados para calcular niveles, uniformidades e índices de deslumbramiento y demás parámetros requeridos.
- 2) Debe disponer de rutinas de ingreso para la información del diseño geométrico. De la misma forma, debe permitir ingresar la información relacionada con la identificación del objeto de diseño y del diseñador, la cual debe estar contenida en los reportes de resultados que arroje el software.
- 3) Debe disponer de interfaces gráficas que permitan la importación de planos en CAD (diseño asistido por computadora, por sus siglas en inglés *Computer Aided Design*) o cualquier otro formato gráfico, de tal forma que se pueda realizar la ubicación de objetos y ser integrados en la presentación final de la memoria de cálculo. De la misma forma, debe tener la capacidad de realizar renderizado de imágenes como complemento, para mejorar la presentación estética del proyecto.
- 4) Debe aceptar al menos un estándar de formatos de matrices de intensidad, como por ejemplo archivos con extensiones (.ies), (.iec), etc. o formatos ajustados a EULUMDAT, IES LM 63, ANSI/IES TM-33, UNI 1603054, GLDF, entre otros compatibles con el software.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

- 5) Debe permitir la identificación y/o selección de los parámetros correspondientes a la información de los equipos de iluminación tales como:
 - a) Tipo de coordenadas de la fotometría empleada.
 - b) flujo luminoso.
 - c) Altura de montaje e inclinación de la luminaria.
 - d) Distancias entre luminarias.
 - e) Posiciones relativas de las luminarias respecto del local, vía o área a iluminar.
 - f) Debe permitir visualizar en su interfaz las características de la luminaria que se está utilizando en el diseño, tales como temperatura de color y potencia.
- 6) Debe permitir la identificación y/o selección de los parámetros correspondientes a la información de los datos inherentes al diseño, dentro de los cuales se encuentran: condiciones ambientales, tipos de superficies e índices de reflexión asociados a materiales utilizados en paredes, techos, pisos, así como los utilizados en el amoblamiento en general.
- 7) Debe permitir e identificar las posiciones de las mallas de cálculo, de los observadores y del plano de trabajo.
- 8) Debe considerar las formas y tamaños de los obstáculos presentes en el espacio a modelar.
- 9) Para el caso de cálculos de iluminación vial, debe entregar en los resultados claramente la información correspondiente a longitud de brazos, ángulo de inclinación de la luminaria, avance o retranqueo del equipo de iluminación con respecto al borde de la vía, altura libre de la luminaria con respecto al piso, interdistancia entre luminarias, tipo de recubrimiento, índices de reflexión de las superficies de la vía, posiciones de las mallas de cálculo de acuerdo con la metodología de la norma EN 13201 del 2015 o la que la reemplace y/o la norma CIE 140 última versión o la que la sustituya, así como la posición de los observadores, tanto de cada carril como la del observador para la determinación del índice de deslumbramiento (TI).
- 10) El software debe permitir aplicar las normas internacionales vigentes o de reconocimiento internacional usadas en sus algoritmos de cálculo (tales como CIE, IESNA, ANSI, etc.).
- 11) El software debe permitir incluir el factor de mantenimiento a utilizar, de acuerdo con los lineamientos dados en el presente Reglamento.
- 12) Las unidades para los datos a ingresar al software y las de los resultados deben ser claramente identificables, seleccionables y visibles, para ello se deben emplear las unidades de medida y luminotécnicas del sistema internacional de unidades.

Artículo 3.1.4. Fases para la realización de un proyecto de iluminación

En este artículo se especifican las fases para la realización de un proyecto de iluminación, las cuales incluyen los requisitos para desarrollar el análisis del proyecto y diseño para las instalaciones de sistemas de iluminación, junto con los parámetros mínimos que se deben tener en cuenta. Dependiendo de la naturaleza del proyecto, el diseño de iluminación puede ser básico o detallado, las cuales se deben desarrollar de la siguiente forma:



Figura 3.1.4 a. Fases para la realización de un proyecto de iluminación. (Fuente propia)

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

3.1.4.1. Análisis del proyecto

Para todos los proyectos de sistemas de iluminación se requiere realizar un análisis del proyecto, en el cual se debe:

- 1) Recopilar la información del proyecto consistente en planos de planta, de corte de cubiertas, fotografías y demás información necesaria para poder realizar el proyecto.
- 2) Identificar la ubicación geográfica del proyecto y orientación de la edificación respecto al norte.
- 3) Identificar las condiciones físicas y arquitectónicas del sitio o espacio a iluminar.
- 4) Identificar condiciones ambientales presentes en el sitio, tales como, temperatura, niveles de contaminación, humedad, altura sobre el nivel del mar.
- 5) Indagar con el cliente final el alcance del proyecto, las áreas a iluminar, las preferencias sobre intereses y resultados finales esperados. Tanto para proyectos de iluminación interior como de iluminación exterior, se debe considerar la información adicional que permita prever posibles problemas de ubicación de equipos y soportes, con el fin de atender a las demandas del proyecto.
- 6) Identificar si el proyecto pertenece a un proyecto de iluminación exterior o interior, o si se trata de un proyecto que contempla los dos.
- 7) Identificar las áreas o espacios a iluminar y las condiciones del espacio y de su entorno, tipo de aplicación, labor o trabajos a realizar en el sitio.
- 8) Determinar las demandas de seguridad del proyecto.
- 9) Considerar las variables económicas y energéticas del proyecto: Costos de instalación inicial y de funcionamiento durante la vida útil del proyecto tendientes a garantizar un uso racional y eficiente de la energía (URE), seleccionando los productos más eficientes tras la comparación de diferentes alternativas.
- 10) Determinar alternativas de ubicación de equipos e identificar obstáculos que puedan presentarse en la implementación de las alternativas planteadas.
- 11) Identificar la necesidad de retiro de infraestructura existente.
- 12) Realizar un desplazamiento al sitio para identificar aspectos complementarios que puedan servir para realizar la planificación del proyecto, así como realizar mediciones de niveles de iluminación para identificar las condiciones actuales del sitio a iluminar. Si no es posible el desplazamiento se debe justificar.
- 13) Realizar un documento de presentación del proyecto que incluya los ítems aplicables de la etapa de análisis del proyecto, el cual se debe adjuntar a la memoria de cálculo del proyecto.

Con base en la información recopilada se debe determinar el tipo de diseño a realizar, de acuerdo con lo siguiente:

3.1.4.2. Diseño básico

Todos los proyectos de iluminación de áreas menores a 100 m² y los proyectos de alumbrado público de máximo cuatro luminarias deben realizar un diseño básico.

Se exceptúan de realizar diseño básico los proyectos destinados a iluminar áreas privadas en instalaciones de uso final residencial.

El diseño básico de los proyectos de iluminación debe cumplir con los siguientes requisitos:

- 1) **Memoria de cálculo** descriptiva realizada con base en los resultados obtenidos en software para diseños de sistemas de iluminación, en la que se muestre como mínimo la siguiente información:
 - a) Resumen general de niveles de iluminación obtenidos en cada zona calculada, con sus respectivas uniformidades, y dependiendo si es proyecto de iluminación interior o exterior, los valores exigidos en los artículos del presente Reglamento, correspondientes para cada tipo de aplicación específica, los valores complementarios exigidos tales como valores de UGR_L, TI, uniformidades longitudinales, GR, etc.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

- b) Determinar los índices de reproducción de color óptimos para cada tipo de aplicación.
 - c) Especificar la vida promedio de las fuentes o equipos de iluminación.
 - d) Mallas de cálculo en las que se especifique la zona a la cual corresponde y que muestre los valores promedio obtenidos, con sus respectivas uniformidades (min/med) y (min/máx. cuando aplique). Las mallas de cálculo deben mostrar la altura de trabajo en las que se encuentran, para que se pueda determinar si estas alturas cumplen con las condiciones requeridas para cada caso, incluyendo su respectivo diagrama en el que se observe la forma y ubicación de la misma.
 - e) Diagrama de distribución de luminarias por zona, en el que se puedan observar en conjunto las luminarias y las zonas determinadas como mallas de cálculo.
- 2) **Diseños de iluminación de emergencia** cuando se trate de iluminación interior, iluminación exterior y espacios con concentración de 50 personas o más. Los diseños deben contener la evaluación de los requisitos exigidos en el presente Reglamento para la iluminación de emergencia, dispuestos en el Artículo 3.2.4. Por su parte, para los espacios con concentración de menos de 50 personas se debe emplear la señalética adecuada para indicar la ubicación de la(s) salida(s).
- 3) **Anexos:** Se deben incluir los siguientes documentos en el diseño básico:
- a) Plano básico que muestre la distribución de las luminarias, las mallas de cálculo, las cuales deben especificar a qué zona corresponden, con sus respectivos valores de iluminación, uniformidades, valores de deslumbramiento y demás datos necesarios, tales como: la altura a la cual deben ser instalados los equipos y los ángulos de inclinación (cuando aplique) entre otros. El plano debe incluir las respectivas convenciones y cuadro de cantidades.
 - b) Fichas técnicas de las fuentes luminosas o equipos y especificaciones de instalación y montaje.
 - c) Declaración de cumplimiento con el RETILAP del diseñador.
 - d) Programa de mantenimiento. En todo proyecto de iluminación interior, exterior o de alumbrado público, el diseñador debe determinar el factor de mantenimiento adecuado para cada caso y estructurar un programa de mantenimiento preventivo del sistema que garantice el cumplimiento de los requisitos mínimos de iluminación durante la vida útil del proyecto. El constructor de la instalación debe poner en conocimiento el programa de mantenimiento al propietario y a los usuarios de la instalación para su implementación.

3.1.4.3. Diseño detallado

Todos los proyectos de sistemas de iluminación con las siguientes características deben realizar un diseño detallado:

- 1) Proyectos de iluminación de áreas iguales o superiores a 100 m².
- 2) Proyectos de alumbrado público de más de cuatro luminarias.
- 3) Lugares con alta concentración de personas (mayor o igual a 50) o aquellas que en cualquier momento puedan reunir simultáneamente 50 personas o más.
- 4) Instalaciones de sistemas de iluminación industrial.
- 5) Proyectos de iluminación deportiva.
- 6) Todas las instalaciones que requieren de Certificación Plena establecidas en el Libro 4.

El diseño detallado de los proyectos de iluminación debe cumplir con los siguientes requisitos:

- 1) Los requisitos establecidos para *Diseño básico*.
- 2) Información básica de las luminarias utilizadas en cada zona, en la que se muestre la marca, referencia del equipo, la cual debe coincidir con la ficha técnica del producto, potencia, tipo de fuente, temperatura de color y la curva fotométrica del equipo, ángulo de inclinación, tipo de recubrimiento de la calzada, esto último, para

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

proyectos de alumbrado público específicamente en calzada o zona de circulación vehicular.

- 3) El cálculo de requerimiento energético de los equipos de iluminación, incluyendo las pérdidas asociadas a los accesorios eléctricos o electrónicos. En alumbrado público, cuando aplique, se deben incluir los consumos de fotoceldas y consumos de equipos asociados a los sistemas de telegestión.
- 4) Tipos de requerimientos de control y equipos asociados, cuando aplique.
- 5) Evaluación técnico-económica de tres fabricantes diferentes, para los sistemas de iluminación de alumbrado público.
- 6) Para proyectos de iluminación deportiva, se deben entregar los planos detallados de instalación de los equipos con alturas y fotometrías utilizadas. Adicionalmente, si el proyecto utiliza proyectores se debe presentar el plan de enfoque en el que se estipule en coordenadas (x, y) para cada equipo, los puntos de impacto donde el centro óptico del proyector debe ser orientado sobre el campo de juego.

TÍTULO 2 – INSTALACIONES DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN INTERIOR

En el presente título se especifican los criterios que se deben cumplir para realizar la instalación de un proyecto de iluminación interior, los cuales son necesarios para contribuir al desarrollo de las tareas visuales y así atender los requerimientos de confort, rendimiento y seguridad visual de los usuarios, manteniendo valores de consumo energético adecuados. Así mismo, se determinan los requisitos generales en los sistemas de iluminación de emergencia, incluyendo la especificación de las instalaciones que requieren de este tipo de iluminación y sus requisitos generales, así como los particulares para la iluminación de emergencia de la ruta de evacuación, la iluminación de emergencia o de seguridad antipánico, la iluminación de emergencia en áreas de trabajo de alto riesgo, la iluminación de emergencia de continuidad y la señalización de evacuación.

Artículo 3.2.1. Criterios para realizar un proyecto de iluminación interior

El diseño de la iluminación debe estar íntimamente ligado con el área que va a ser iluminada. Todo diseño de sistemas de iluminación interior debe atender los requisitos generales establecidos en el Título 1 del Libro 3, del presente Reglamento que le sean aplicables. Adicionalmente, se debe tener en cuenta la forma y tamaño de los espacios, el amoblamiento, los colores y las reflectancias de las superficies del área a iluminar, la actividad a ser desarrollada, la disponibilidad de la iluminación diurna y también los requerimientos estéticos requeridos por el cliente.

Una vez sean tenidos en cuenta los requerimientos previos al diseño de iluminación interior, se deben seguir y cumplir los siguientes criterios para desarrollar el diseño, los cuales se especifican en los siguientes numerales, adaptados de la NTC 6519-1 y la EN 12464-1.

- 1) Distribución de luminancias (numeral 3.2.1.1.).
- 2) Iluminancia (numeral 3.2.1.2.).
- 3) Uniformidad (numeral 3.2.1.3.).
- 4) Deslumbramiento e índice de deslumbramiento unificado (UGR) (numeral 3.2.1.4.).
- 5) Iluminación en el espacio interior (numeral 3.2.1.5.).
- 6) Aspectos cromáticos de las fuentes de luz (numeral 3.2.1.6.).
- 7) Consideraciones energéticas y aprovechamiento de la luz diurna (numeral 3.2.1.7.).
- 8) Iluminación de las estaciones de trabajo con pantallas VDT (numeral 3.2.1.8.).
- 9) Parpadeo y efecto estroboscópico (numeral 3.2.1.9.).
- 10) Operación y mantenimiento de los sistemas de iluminación interior (numeral 3.2.1.10.).

Los valores de diseño de los parámetros cuantificables, que dan cumplimiento a los requisitos específicos del presente Reglamento, tales como los niveles mínimos de iluminancia, uniformidad requerida, el valor límite de deslumbramiento y el índice mínimo de reproducción cromática, para diferentes espacios interiores, puestos de trabajo y tipos de tarea visual, se establecen en el numeral 3.2.2.6, del presente Reglamento.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Los productos usados en instalaciones de iluminación interior deben tener un grado de protección mínimo de IP 20 o NEMA 1. Por otra parte, los productos usados en instalaciones de iluminación interior destinados a ambientes húmedos deben tener un grado de protección mínimo de IP 65 o NEMA 4.

Este Reglamento no proporciona soluciones específicas, ni restringe la libertad de los diseñadores al momento de realizar el diseño, siempre y cuando se conserven los criterios mínimos de confiabilidad y seguridad en el sitio a iluminar y se cumplan los requisitos aquí establecidos. La iluminación puede proporcionarse mediante luz diurna, iluminación eléctrica o una combinación de ambas. No obstante, en pro del uso racional y eficiente de la energía (URE) se sugiere la utilización de inmótica y domótica aplicada a la iluminación.

3.2.1.1. Distribución de luminancias

La distribución de luminancias en el campo de visión controla el nivel de adaptación de los ojos, lo cual impacta en la visibilidad de la tarea. Por lo tanto, se requiere una adaptación balanceada de la luminancia en el campo visual para aumentar la agudeza visual (nitidez de la visión), la sensibilidad al contraste (discriminación de diferencias de luminancia relativamente pequeñas) y la eficiencia de las funciones oculares (como la acomodación, la convergencia, la contracción de las pupilas, los movimientos oculares, entre otros).

Los siguientes cambios abruptos de luminancias en el campo de visión también afectan la comodidad visual y deben evitarse:

- 1) Luminancias demasiado altas, pueden provocar deslumbramiento.
- 2) Contrastes de luminosidad demasiado altos, causan fatiga visual debido a la continua readaptación de los ojos.
- 3) Luminancias demasiado bajas y los contrastes de luminancia demasiado bajos, generan como resultado un ambiente de trabajo tedioso y poco estimulante.
- 4) Cambios abruptos de los niveles de iluminación al pasar de una zona a otra dentro de una edificación.

En un espacio interior, principalmente se tienen tres tipos de reflectancias: Del techo, de paredes y del plano de trabajo. Las altas reflectancias de la superficie contribuyen al ahorro de energía y pueden conducir a un mejor confort visual, sin descuidar el aspecto de especularidad de los materiales, donde estos no deben generar exceso de reflejo molesto en el espacio a iluminar.

Para los casos en donde no se conocen los valores de reflectancia expresados en porcentaje del área a iluminar o como base para la elección de materiales, se deben aplicar las siguientes reflectancias:

- 1) Para Techo: 0,7 a 0,9
- 2) Paredes: 0,5 a 0,8
- 3) Piso: 0,2 a 0,6
- 4) Objetos principales, como muebles o maquinaria: 0,2 a 0,7, y cuando se trate de vidrio interior transparente una reflectancia típica de 0,1.

3.2.1.2. Iluminancia

A continuación, se establecen requisitos asociados a la iluminancia que se deben considerar en el diseño de sistemas de iluminación interior, los cuales fueron basados en la norma EN 12464-1.

Las áreas a iluminar son las áreas de tareas visuales y actividades, el área circundante inmediata y el área de fondo, paredes, techo y objetos en el espacio.

Todos los valores de iluminancia especificados en este Reglamento deben ser especificadas para proporcionar seguridad visual del usuario y para satisfacer las necesidades de rendimiento y confort visual.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

En el caso de inmuebles que se alquilan para diferentes tipos de labores y procesos industriales, las Administradoras de Riesgos Laborales - ARL exigirán a la entidad contratante la adecuación de las instalaciones de iluminación para evitar el riesgo laboral. En cualquier caso, los valores de iluminancia mantenida no deben estar por debajo de los establecidos en las tablas del numeral 3.2.2.6. de este Reglamento.

Para que se produzca una diferencia de percepción, según la norma EN 12665 los pasos de iluminancia (en lux) deben ser:

5 - 7,5 - 10 - 15 - 20 - 30 - 50 - 75 - 100 - 150 - 200 - 300 - 500 - 750 - 1 000 - 1 500 - 2 000 - 3 000 - 5 000 - 7 500 - 10 000

Reconociendo que los requisitos de iluminación de las áreas de trabajo, para cumplir con las tareas visuales, se relacionan estrechamente con el espacio en el que se llevan a cabo, se hace necesario evidenciar la relación que hay entre el área en la cual se ejecuta la tarea visual, su entorno inmediato y el área de fondo. Por lo tanto, para la determinación de los valores de iluminancia a considerar en el diseño, se deben establecer las siguientes áreas del espacio a iluminar, las cuales se detallan en la Figura 3.2.1.2. a. (adaptada de la NTC 6519-1) y se deben indicar en la respectiva memoria de cálculo.

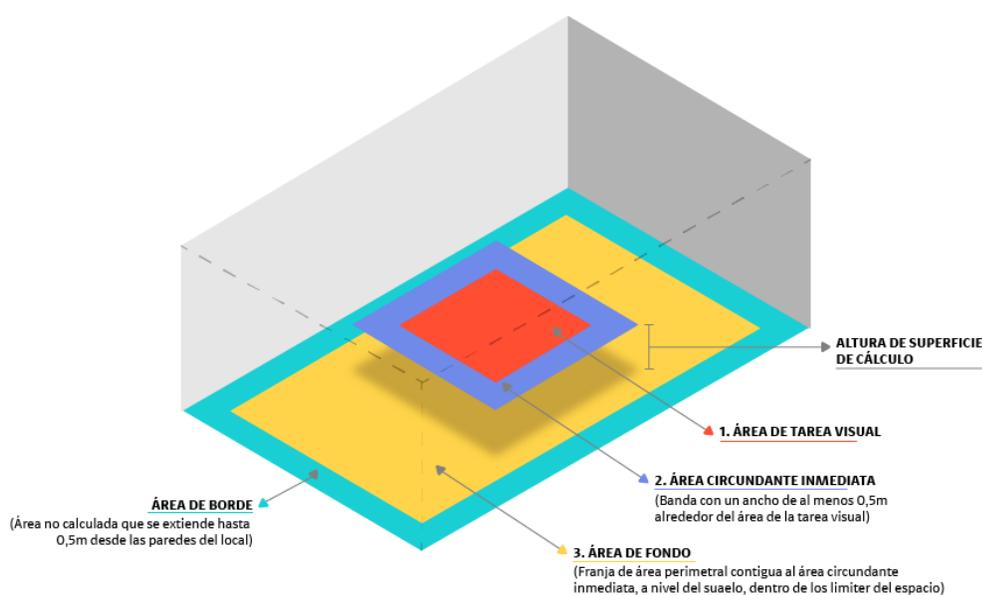


Figura 3.2.1.2. a. Ubicación y dimensiones del área circundante inmediata, área de fondo y área de borde, en relación con el área de la tarea visual (Adaptada de la NTC 6519-1).

El área de la tarea visual se considera como la porción dentro de la cual se ubica y realiza la tarea visual. Por ejemplo, la superficie de un escritorio donde se efectúa escritura de textos.

Para lugares de trabajo donde se desconoce el tamaño y/o la ubicación del área de la tarea visual, toda el área del lugar donde la tarea podría ser realizada sería el área de la tarea visual. Para la iluminancia en el área de tarea visual, los valores establecidos en el numeral 3.2.2.6 son las iluminancias medias mantenidas sobre el plano del área de la tarea visual, que puede ser horizontal, vertical o inclinado. La iluminancia media mantenida de cada tarea visual no debe ser inferior a los valores indicados en el numeral 3.2.2.6., independientemente de la edad y las condiciones de la instalación.

Los valores que son válidos para condiciones visuales normales tienen en cuenta, aspectos psicofisiológicos como el bienestar y el confort visual, requisitos para las tareas visuales, ergonomía visual, experiencia práctica, seguridad y costos de implementación.

A criterio del diseñador se aplicará el concepto de iluminación integradora. Dicho concepto considera criterios de diseño en función de apoyar y ajustar el ritmo circadiano e influir en

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

el estado fisiológico y psicológico de las personas, a través de cambios en niveles de iluminancias en el tiempo, la variación en las temperaturas de color correlacionadas del sistema de iluminación e integrando tanto efectos visuales como no visuales, con el fin de mejorar el bienestar de las personas. Se deben considerar requisitos especiales en relación con las iluminancias y contrastes para las personas con discapacidad visual, en los casos que sea necesario.

El diseñador debe determinar y documentar el tamaño y la ubicación de la superficie de cálculo (área de la tarea visual) (Ver Figura 3.2.1.2 a.). Para los puestos de trabajo donde el tamaño y/o la localización de las áreas de la tarea visual no son conocidas, el área completa se considerará como el área de tarea visual, en este caso no existiría área circundante inmediata, ni área de fondo; y el área completa será iluminada uniformemente a un nivel especificado por el diseñador, de acuerdo con el numeral 3.2.2.6.

Si el área de la tarea visual se vuelve conocida, el esquema de iluminación debe ser diseñado nuevamente para proporcionar las iluminancias requeridas o modificadas. Si el tipo de tarea visual no se conoce, el diseñador tiene que indagar con el cliente o usuario sobre los posibles usos que tendrá el espacio a iluminar, las tareas visuales más probables, los requisitos de las mismas y documentar su decisión. Cuando se realicen múltiples tareas en el área, se cumplirán los requisitos que abarcan todas las zonas que involucren el área general. Cuando no se desarrolla una tarea visual en específico dentro del espacio, se calculará y evaluará la iluminancia mediante un plano útil.

El área circundante inmediata es la franja alrededor del área de la tarea visual dentro del campo de visión (fuente: EN 12464-1). Esta corresponderá a una banda alrededor del área de la tarea visual de al menos 0,5 m. (Ver numeral 2 en Figura 3.2.1.2 a).

La iluminancia del área circundante inmediata estará relacionada con la iluminancia del área de tarea visual y debe proporcionar una distribución de luminancia equilibrada en el campo visual. El tamaño y la posición del área circundante inmediata deben establecerse y documentarse. La iluminancia de las áreas circundantes inmediatas puede ser inferior a la iluminancia del área de la tarea visual, pero no debe ser menor que los valores dados en Tabla 3.2.1.2. a. Se debe tener en cuenta que el valor de la uniformidad del área circundante inmediata debe ser $U_0 \geq 0,40$, de acuerdo con lo descrito en el numeral 3.2.1.3. *Uniformidad.*

Tabla 3.2.1.2. a. Valores de iluminancia media sobre el área circundante inmediata en relación con el área de la tarea visual.

Iluminancia de área de la tarea visual - E_m (lx)	Iluminancia del área circundante inmediata (lx)
≥ 750	500
500	300
300	200
200	150
≤ 150	La misma iluminancia del área de la tarea visual

Se considera área de fondo, como el sector adyacente al área circundante inmediata, la cual está tomada de la norma EN 12464-1. Esta área conocida como el “área del fondo” corresponde a una franja perimetral contigua al “área circundante inmediata” dentro de los límites del espacio, que por lo general es horizontal y se evalúa a nivel del piso (Ver numeral 3 en Figura 3.2.1.2. a).

En lugares de trabajo interiores, particularmente aquellos que carecen de luz diurna, deben ser iluminados además del área circundante inmediata, un área de fondo que puede estar o no ocupada, y sobre la cual no se realiza la tarea visual. El área de fondo debe tener una iluminancia mantenida de 1/3 del valor del área circundante inmediata y una uniformidad $U_0 \geq 0,10$, de acuerdo con lo descrito en el numeral 3.2.1.3. *Uniformidad.* En espacios

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

grandes con relación al puesto de trabajo, la franja del área de fondo podrá tener un ancho de al menos 3 m.

Finalmente, el área de borde se extiende hasta 0,50 m desde las paredes del local hacia su parte interior y que normalmente se excluye del área de cálculo, excepto cuando el área de la tarea se encuentra ubicada dentro o se extiende hacia esta área de borde. El ancho de esta banda se especifica como el 15 % de la dimensión más pequeña del área considerada o 0,5 m, cualquiera de las dos dimensiones del área que sea menor. Cuando no se desarrolla una tarea visual en específico dentro del espacio, se calculará y evaluará la iluminancia mediante un plano útil, el cual se considerará como el área resultante entre el área general de un espacio menos el área de borde del mismo espacio. También puede considerarse como la superficie de referencia definida como el plano en el que normalmente se realiza alguna actividad.

3.2.1.3. Uniformidad

En el área de la tarea visual y sobre planos útiles, la uniformidad de la iluminancia (U_o) no debe ser menor que los valores de uniformidad mínimos dados en la Tabla 3.2.2.6. a. del numeral 3.2.2.6. del presente Reglamento.

La uniformidad del área circundante inmediata debe ser $U_o \geq 0,40$

En el área de fondo, las paredes y el techo la uniformidad debe ser $U_o \geq 0,10$

Los niveles de uniformidad de iluminancia cuando hay luz diurna disponible no son aplicables porque la intensidad y distribución de la luz cambia continuamente debido a las condiciones climáticas y el contexto exterior. Por ende, el referente de uniformidad es el indicado en la Tabla 3.2.2.6 a.

3.2.1.4. Deslumbramiento e índice de deslumbramiento unificado (UGR)

Se deben cumplir los siguientes requerimientos para limitar el deslumbramiento e índice de deslumbramiento unificado (UGR):

Se debe limitar el deslumbramiento para prevenir errores, fatiga y accidentes. Así mismo, se debe tener un cuidado especial para evitar el deslumbramiento cuando la dirección de visión está por encima de la dirección de visión horizontal. Por ejemplo, en los casos en los que una tarea habitual del trabajo sea mirar hacia arriba o hacia las luminarias, como en los estantes de almacenamiento, etc.

El índice de deslumbramiento molesto debe determinarse mediante el método del Índice de Deslumbramiento Unificado de la Comisión Internacional de la Iluminación (CIE), "Unified Glare Rating" (UGR), de la publicación CIE 117 "Discomfort glare in interior lighting- 1995", en el cual se tiene en cuenta la contribución de cada una de las luminarias que forman parte de un determinado sistema de iluminación. El valor UGR determinado utilizando el método antes indicado no debe exceder el valor límite UGR_L establecido en las tablas del numeral 3.2.2.6. a. de este Reglamento. Todas las suposiciones realizadas en la determinación del UGR deben indicarse en la documentación del proyecto por parte del diseñador. Este debe localizar múltiples observadores para evaluar las peores condiciones de deslumbramiento molesto, en cada uno de los espacios objeto de diseño.

Se deben considerar las posibles variaciones en la posición del observador, teniendo en cuenta su ubicación a una altura de 1,2 m si está sentado y a una altura de 1,6 m si se encuentra realizando las labores de pie, la dirección de visión, hasta el desplazamiento o rotación esperados de la cabeza de una persona. Por ende, se deben presentar los escenarios en los que se encuentre girando al observador con un paso de 15° , desde 0° hasta 360° sobre su eje, para cada ubicación propuesta del observador, lo cual se debe realizar obligatoriamente para espacios como oficinas, aulas de clase y zonas de trabajo donde el campo de visión de los usuarios implique movimiento en toda la extensión del área a iluminar, con sus respectivos cambios en ángulos de visión.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Es a criterio profesional del diseñador, en casos particulares, limitar el campo de visión de los usuarios dentro del área de análisis, estableciendo observadores orientados hacia la posición normal de uso del espacio y proporcionales en cantidad al área iluminada.

Parágrafo 1: El método de cálculo UGR no aplica para las luminarias: Bañadoras de pared (*wall washers*), Totalmente indirectas, Asimétricas y doblemente asimétricas, *Spots* ajustables y con superficies luminosas muy pequeñas $\leq 0,005 \text{ m}^2$ o muy grandes $\geq 1,5 \text{ m}^2$.

3.2.1.5. Iluminación en el espacio interior

Además de la iluminación del área de la tarea visual, el diseñador debe iluminar el espacio arquitectónico ocupado por los usuarios, en todas las instalaciones de iluminación interior objeto del presente Reglamento, cumpliendo con los valores establecidos en la Tabla 3.2.2.6. a. Esta iluminación se requiere para realzar objetos, revelar texturas, y evitar distorsionar la apariencia de las personas y las características arquitectónicas del entorno.

Los términos “iluminancia cilíndrica media”, “modelado” e “iluminación localizada”, describen las condiciones de este tipo de iluminación. El diseñador debe contemplar el volumen del espacio, con el propósito de iluminar también otras superficies (paredes, techo, otros) de los lugares interiores, considerando que el campo visual abarca no solo el plano horizontal, sino también múltiples planos objetivo que conforman la iluminación general.

Dentro de los parámetros de diseño se debe tener en cuenta:

- 1) Iluminancia cilíndrica media, donde una adecuada comunicación visual entre las personas y el reconocimiento de objetos dentro de un espacio requieren que el volumen del espacio en el que las personas se mueven o trabajan esté iluminado. Esto se logra proporcionando una iluminancia cilíndrica media adecuada, \bar{E}_z , en el espacio. La iluminancia cilíndrica promedio mantenida requerida (\bar{E}_m, z) que se determinará en un plano horizontal en la habitación y el espacio (para dar cumplimiento a los requisitos de la tabla 3.2.2.6. a) para cada tipo de tarea visual.

La uniformidad de la iluminancia cilíndrica media será $U_0 \geq 0,10$. La altura del plano horizontal será de 1,2 m para personas sentadas y de 1,6 m para personas de pie sobre el suelo. Cuando el espacio completo se trata como el área de tarea visual y se usa para el cálculo de la iluminancia promedio horizontal requerida, \bar{E}_m , la iluminancia cilíndrica promedio mantenida, \bar{E}_m, z , se calculará para el mismo tamaño y posición de área. Cuando el área de tarea visual, el área circundante inmediata y el área de fondo se definen por separado, el requisito de iluminancia cilíndrica dado en las Tabla 3.2.2.6. a, deben calcularse y cumplirse para el espacio, incluyendo el cumplimiento del requisito para cada área. Como una aproximación de la iluminancia cilíndrica, se puede utilizar el valor medio de cuatro iluminancias verticales ortogonales entre sí.

- 2) Modelado, el cual es el efecto de la luz direccional para revelar la profundidad, forma y textura de un objeto o persona, debe ser considerado un criterio válido de la calidad de la iluminación en prácticamente todas las aplicaciones. Se debe aplicar el concepto de apariencia general de un ambiente interior, cuando sus características arquitectónicas, formales, de materialidad, artísticas y los objetos relevantes del espacio son iluminados de modo que se destaquen. Esto sucede cuando la luz proviene predominantemente de una dirección; las sombras que se forman son esenciales para un buen modelado, con lo cual, el modelado y la iluminación direccional hacen parte de la iluminación de acento.

La iluminación direccional no debe ser utilizada al punto de producir sombras muy pronunciadas, tampoco debe ser demasiado difusa o el efecto de modelado se perderá por completo, creando un espacio luminoso monótono. En la instalación se debe evitar generar sombras múltiples causadas por la iluminación direccional desde más de una posición, ya que esto puede resultar en un efecto visual confuso. La relación de iluminancia cilíndrica a la horizontal entre 0,30 y 0,60 es un indicador de un buen modelado. Los criterios de modelado pueden variar dependiendo del

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

concepto de diseño o de interiorismo, siempre y cuando cumplan con los requisitos de iluminación descritos en el numeral 3.2.2.6 del presente Reglamento.¹

- 3) Iluminación localizada, que debe tener en cuenta la iluminación localizada para los diseños de iluminación que lo requieran, a criterio del diseñador, entendiendo esta como la iluminación adicional para una tarea visual específica y que es controlada por separado de la iluminación general. Se debe implementar para las tareas de texturización fina y grabaciones/marcas. Así mismo, deben evitarse reflejos de velo y deslumbramiento reflejado no deseados²

3.2.1.6. Aspectos cromáticos de las fuentes de luz

Las cualidades del color de una fuente de luz se caracterizan por dos atributos:

- 1) Apariencia del color de la fuente de luz: Se debe considerar la clasificación según la temperatura de color correlacionada, establecida en la Tabla 3.2.1.6. a., tomada de la NTC 6519-1.

Tabla 3.2.1.6. a. Rangos de apariencia de color para fuentes de “luz blanca”

Apariencia de color	La temperatura de color correlacionada
Cálida	< 4000 K
Neutra	4000 K a 5000 K
Fría	> 5000 K

En el numeral 3.2.2.6. del presente Reglamento, se dan algunos rangos de temperaturas de color correlacionadas para tareas visuales específicas. Para las especificaciones de licitaciones se debe indicar el valor o rango de la temperatura de color relacionada aceptada dentro del proyecto, el cual puede estar dentro de los valores presentados como de referencia (por ejemplo: la temperatura de color correlacionada para las fuentes luminosas a implementar en el proyecto debe ser entre 4000 y 4200 K).

- 2) Índice de reproducción cromática donde el valor mínimo Ra, para diferentes tipos de espacios, tareas o actividades se indica en el numeral 3.2.2.6. del presente Reglamento. No obstante, aclara que no se deben utilizar fuentes de luz con Ra inferior a 80 en espacios interiores donde las personas trabajan o permanecen durante largos períodos. Esta consideración debe ser tenida en cuenta por el diseñador y constructor del sistema de iluminación.

3.2.1.7. Consideraciones energéticas y aprovechamiento de la luz diurna

Se deben utilizar los controles apropiados y de aprovechamiento de la luz diurna disponible si el dueño del proyecto decide incluirlo, para esto se debe tener en cuenta:

- 1) La sostenibilidad de la instalación de iluminación. Aplicando los principios de Uso Racional y Eficiente de la Energía - URE, utilizando equipos de iluminación adecuados para cada aplicación en particular.
- 2) La luz diurna puede suministrar en ciertos momentos del día, toda o parte de la iluminación necesaria para la ejecución de las tareas visuales, por tanto, puede generar ahorros de energía eléctrica, siempre y cuando se utilice el concepto de Domótica en Inmótica, donde sea utilizado un sistema de control automático que realice una regulación de los niveles de iluminación, adaptando los flujos luminosos

¹ FUENTE: CIE S 017/E:2020 CIE 17-29-170

² FUENTE: CIE S 017/E:2020 CIE 17-29-008.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

de las luminarias o fuentes a los cambios de niveles de iluminación a lo largo del día.

- 3) Se permite la localización de claraboyas o lumiductos en edificaciones. Las ventanas deben contar con dispositivos apropiados para controlar la entrada de luz directa, la ventilación, la sombra, etc. (Figura 3.2.1.7 a.), el usuario será el responsable de que esa condición se cumpla durante la operación del sistema de iluminación. En el diseño y construcción de la edificación se deben tener en cuenta requerimientos estáticos y dinámicos de la construcción para la instalación de tales dispositivos. Los dispositivos de control de la entrada de luz diurna pueden ser manuales o automáticos.



Figura 3.2.1.7. a. Ejemplo de dispositivos para controlar el ingreso de la luz diurna. (Fuente propia)

- 4) El diseño de iluminación no debe tener en cuenta para los cálculos de iluminación la integración con la Luz Diurna.

3.2.1.8. Iluminación de las estaciones de trabajo con pantallas VDT

A criterio del diseñador, la iluminación de los puestos de trabajo con pantallas VDT (Terminal de visualización de video), se tendrá en cuenta para las tareas que se realicen en el puesto de trabajo, por ejemplo, lectura en pantallas, texto impreso, escritura en papel, uso del teclado, entre otros. Este parámetro dependerá de la información suministrada al diseñador de iluminación con respecto a la distribución y altura de los equipos.

Por lo tanto, para estas áreas, los criterios y sistemas de iluminación se elegirán conforme con el área de trabajo, tarea visual o actividad, de acuerdo con la tabla del numeral 3.2.2.6. del presente Reglamento. La luminancia de la pared de fondo debería equilibrarse con el brillo de la pantalla.

El diseñador debería determinar la zona de montaje crítica que puede causar reflejos sobre las pantallas VDT, elegir las luminarias adecuadas y proyectar las alturas de montaje que no puedan causar reflejos perturbadores. Los límites de luminancia para luminarias de distribución de flujo directo, que pueden reflejarse en las pantallas VDT para las direcciones normales de visión, se muestran en la Tabla 3.2.1.8 a. Los límites de la luminancia media de las luminarias para los puestos de trabajo en los que se utilizan pantallas de visualización verticales o inclinadas hasta un ángulo de 15° , se dan en cada plano C a intervalos de 15° empezando por 0° y a elevación en ángulos γ (gamma) de 65° , 70° , 75° , 80° y 85° .

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Tabla 3.2.1.8. a. Límites de luminancia media de luminarias que pueden ser reflejadas en las pantallas VDT.

Tipo de Pantalla VDT	Pantalla de luminancia alta $L > 200 \text{ cd/m}^2$	Pantalla de luminancia media y baja $L \leq 200 \text{ cd/m}^2$
Caso A (Pantalla ISO de polaridad positiva y/o requisitos normales relativos al color y detalles de la información mostrada, como se utiliza en oficina, educación, etc.)	$\leq 3000 \text{ cd/m}^2$	$\leq 1500 \text{ cd/m}^2$
Caso B (Pantalla ISO de polaridad negativa y/o mayores requisitos relativos al color y detalles de la información mostrada, como se utiliza para algunos programas CAD, etc.)	$\leq 1500 \text{ cd/m}^2$	$\leq 1000 \text{ cd/m}^2$

Para ciertos lugares especiales que utilizan, por ejemplo, pantallas sensibles o inclinación variable, los límites de luminancia mencionados deben aplicarse para ángulos de elevación más bajos (por ejemplo, 55°) de la luminaria. Para algunas tareas, actividades o tecnologías de pantalla de visualización, particularmente pantallas de alto brillo requieren diferente tratamiento de iluminación (por ejemplo, límites de luminancia más bajos, sombreado especial, atenuación individual, etc.). Se aclara que los requisitos para iluminación de las estaciones de trabajo con pantallas VDT, en caso de ser tenidas en cuenta por diseñadores, se indicarán en la documentación del proyecto, en caso tal que el espacio a iluminar cuente con las estaciones de trabajo con pantallas VDT en mención, con el fin de satisfacer los niveles de iluminación y calidad sobre las pantallas.

3.2.1.9. Parpadeo y efecto estroboscópico

El efecto de parpadeo y estroboscópico puede provocar efectos no deseados, como la reducción del confort visual y del rendimiento de la tarea, y puede dar lugar a efectos fisiológicos como fatiga o dolores de cabeza.

Deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones, para la eliminación de los efectos mencionados anteriormente:

- 1) El uso de una fuente eléctrica de corriente continua.
- 2) El uso de luminarias de alta frecuencia (alrededor de 30 kHz).
- 3) El uso adecuado de dispositivos de alimentación y control (drivers).
- 4) La distribución de la alimentación eléctrica en más de una fase del suministro.
- 5) La iluminación de los elementos giratorios de las máquinas mediante un sistema auxiliar.
- 6) La repartición de la conexión de las fuentes de descarga de cada luminaria a las tres fases de la red.
- 7) La alimentación de las fuentes luminosas de descarga con balastos electrónicos de alta frecuencia, cuando aplique.

3.2.1.10. Operación y mantenimiento de los sistemas de iluminación interior

Se debe elaborar en el proyecto de iluminación un plan de mantenimiento de las Instalaciones de sistemas de iluminación que contemple, reposición de luminarias, fuentes luminosas o componentes de la luminaria con la frecuencia de reemplazo y limpieza de luminarias y de la zona iluminada, incluyendo en ambas la periodicidad necesaria.

El diseñador debe entregar el plan de mantenimiento, los manuales de instalación y montaje de los equipos que hacen parte del sistema de iluminación y la información adicional que permita la adecuada operación del sistema, al dueño del proyecto quien debe dar una copia al usuario final de la instalación de iluminación, con el fin de que pueda ejecutar las acciones de mantenimiento allí dispuestas.

En la siguiente Figura 3.2.1.10. a., se muestra un esquema de mantenimiento para una instalación de iluminación interior, donde:

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

- La curva A indica la reducción de la iluminancia si solo actuara la depreciación de la bombilla (DLB).
- La curva B corresponde a la depreciación del local.
- La curva C corresponde a la variación real de los niveles de iluminancia como resultado del mantenimiento.

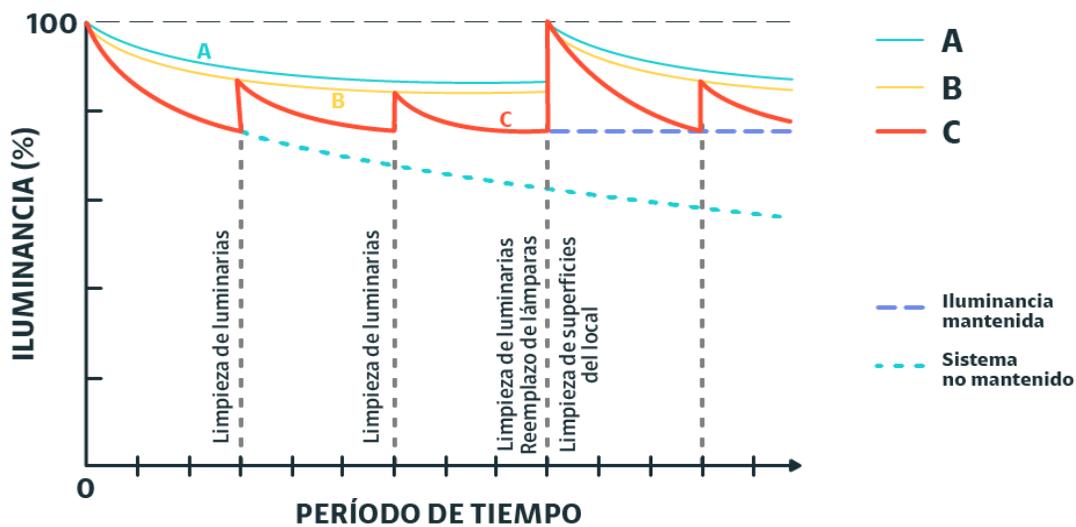


Figura 3.2.1.10. a. Ejemplo de esquema de mantenimiento para una instalación de iluminación interior. (Fuente propia)

Cuando se efectúa limpieza de luminarias únicamente (por ejemplo, al final de los años 1 y 2), no se restablece el nivel de iluminancia hasta el nivel dado por la curva A, ya que actúa también la depreciación del local (curva B).

Hay que resaltar, como se puede ver en la Figura 3.2.1.10. a, que con el mantenimiento nunca se restablecen las condiciones iniciales, por cuanto hay factores que son no controlables.

3.2.1.10.1. Factor de mantenimiento

Todo diseño de un sistema de iluminación debe considerar el factor de mantenimiento. El esquema de iluminación se debe diseñar teniendo en cuenta un factor de mantenimiento general (f_m) calculado para cada equipo de iluminación seleccionado, el entorno y el programa de mantenimiento especificado, de acuerdo con la ISO/CIE TS 22012.

El diseñador debe:

- 1) Establecer el f_m y documentar todas las suposiciones realizadas en la obtención de este valor.
- 2) Especificar el equipo de iluminación adecuado para el entorno de la aplicación.
- 3) Elaborar un programa de mantenimiento completo que incluya la frecuencia de sustitución de las fuentes luminosas y luminarias, los intervalos de limpieza de luminarias (difusor/ópticas), de las superficies del espacio, habitaciones, locales o espacios a iluminar y especificar el método de limpieza, entre otros.

A efectos de obtener más información sobre la obtención del f_m para sistemas eléctricos de iluminación interior, se puede acudir a la norma CIE 97.

El factor de mantenimiento se determina mediante la siguiente ecuación 1:

$$f_m = f_{LF} \times f_S \times f_{LM} \times f_{SM} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde,

f_{LF} es el factor de (depreciación) flujo luminoso,
 f_S es el factor de supervivencia,

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

f_{LM} es el factor de mantenimiento (ensuciamiento) de la luminaria,
 f_{SM} es el factor de mantenimiento (ensuciamiento) de la superficie.

Para ello, se deben aplicar las siguientes definiciones:

Factor de (depreciación) flujo luminoso (f_{LF}): Expresa la depreciación del flujo luminoso a lo largo del tiempo debido al envejecimiento de la fuente luminosa o luminaria durante el funcionamiento normal (excluyendo factores externos). Se define como la relación entre el flujo luminoso depreciado (en un momento dado de su vida) y su flujo luminoso inicial.

Factor de supervivencia (f_S): Expresa la probabilidad de que la fuente luminosa y/o luminaria continúen funcionando en un momento dado.

Factor de mantenimiento de la luminaria (f_{LM}): Expresa la salida relativa de la luminaria debido a la suciedad depositada sobre las fuentes luminosas, componentes ópticos u otros componentes que influyen en el rendimiento de la luminaria.

Factor de mantenimiento de la superficie (f_{SM}): La depreciación de la reflexión de la superficie se tendrá en cuenta mediante el factor de mantenimiento de la superficie. Para aplicaciones en interiores, se refiere a todas las superficies reflectantes relevantes, como paredes y techos. Este factor se basa en la distribución de la luminaria, la reflectancia de las superficies principales (techo / pared / suelo), la categoría de contaminación ambiental y el intervalo de renovación de la superficie.

Por lo general, en exteriores, las paredes y/o techos no se tienen en cuenta en el diseño de iluminación (es decir, la reflexión de la luz sobre estas superficies no se considera dentro de los resultados de cálculo), el factor de mantenimiento de la superficie, f_{SM} , generalmente se establece en 1,00.

Para túneles y pasos subterráneos se puede consultar más información en CIE 088.

El método de cálculo se describe en la norma ISO/CIE 22012. En el Anexo A de la norma en mención puede consultar los ejemplos demostrativos para la determinación de los factores que componen el factor de mantenimiento.

Artículo 3.2.2. Requisitos de iluminación interior

A continuación, se presentan los requisitos generales de iluminación para oficinas, instituciones educativas, salas de lectura y auditorios, iluminación en industrias y en establecimientos comerciales, además de los requisitos específicos de iluminación para diferentes áreas de tarea visual, en los que se especifican los niveles mínimos de iluminancia, uniformidad, UGR y CRI, indicando observaciones para algunos de los espacios incluidos en la Tabla 3.2.2.6. a, de este Reglamento.

3.2.2.1. Requisitos de iluminación en oficinas

A parte del cumplimiento de los niveles de iluminancia, uniformidad, UGR y CRI que se deben cumplir para los ambientes, áreas de trabajo, tareas visuales y las actividades a desarrollar en espacios interiores, dados en la Tabla 3.2.2.6. a. (los cuales fueron adaptados de la norma EN 12464-1), se deben cumplir los siguientes requisitos:

- 1) Usar luminarias empotradas en el techo o adosadas a él.
- 2) Las luminarias, respecto al control de deslumbramiento, pueden estar provistas de rejillas, difusores opales, cubiertas prismáticas o elementos especulares para que la instalación cumpla con los valores de UGR establecidos en el presente Reglamento.
- 3) Se puede hacer uso de alumbrado localizado adicional para conseguir ahorro de energía, por ejemplo, concentrando las luminarias sobre los puestos de trabajo y zonas adyacentes. En tal caso, la instalación debe diseñarse para lograr la

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

iluminancia requerida sobre los puestos de trabajo, con menores valores sobre las zonas de circulación y de descanso, siempre respetando los valores de uniformidad mínima y deslumbramiento máximo de la Tabla 3.2.2.6. a.

3.2.2.2. Requisitos de iluminación en instituciones educativas, salas de lectura y auditorios

La iluminación de este tipo de lugares requiere especial cuidado y una gran responsabilidad por parte de diseñadores y constructores de sistemas de iluminación, una iluminación deficiente en estos lugares puede generar serias afectaciones visuales especialmente a niños y adolescentes.

Se deben garantizar los niveles de iluminancia, uniformidad, UGR y CRI, dispuestos en la Tabla 3.2.2.6. a, el diseñador debe especificar un área de tarea visual que incluya varias de las áreas específicas mencionadas. En la Figura 3.2.2.2. a. se muestra un ejemplo.



Figura 3.2.2.2. a. Ejemplo de selección del área de tarea visual para el diseño de iluminación. (Fuente propia)

Adicionalmente, se deben cumplir los siguientes requisitos:

- 1) Tener especial cuidado en prevenir el deslumbramiento
- 2) Verificar si es necesario instalar un alumbrado localizado sobre el tablero en la pared. El nivel de iluminación vertical no debe ser menor de 300 luxes y uniformidad (min/prom) no menor de 0,7.
- 3) Contar con un panel de control que permita encender y apagar los distintos grupos de luminarias, manejar el equipo de regulación de alumbrado y eventualmente controlar el sistema automático de proyección.
- 4) Instalación de iluminación de emergencia y de señalización de las salidas.
- 5) Se aplicarán distribuciones fotométricas difusas, en recintos con presencia de superficies especulares, con el objetivo de limitar la reflexión de luz directa hacia el ojo de los usuarios.

3.2.2.3. Requisitos de iluminación en industrias

Debido a la complejidad de las estructuras presentes en este tipo de construcciones, es necesario en instalaciones existentes que el diseñador se desplace al sitio para determinar la presencia de obstáculos que se puedan presentar y que no se pueden evidenciar con la revisión de los planos constructivos y arquitectónicos, con el fin de evitar errores conceptuales y de diseño, que implicarían en etapas posteriores realizar ajustes de último momento. Para proyectos nuevos, en su etapa final de construcción, el interventor y/o el constructor debe solicitar los ajustes necesarios para que se cumplan los niveles de iluminación y así garantizar las condiciones mínimas requeridas para la realización de los trabajos que allí se realicen.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Al diseñar un sistema de iluminación industrial se deben considerar los siguientes factores:

- 1) Cuando el alumbrado general no sea suficiente para cumplir los requisitos especiales de una determinada tarea visual, se debe complementar con un alumbrado localizado, teniendo en cuenta como mínimo alguna de las siguientes consideraciones:
 - a) Inspección de objetos pequeños o ensamble de partes mecánicas diminutas o de componentes electrónicos. Muchas veces estas tareas pueden simplificarse mediante el uso de un lente de aumento iluminado.
 - b) Verificación de dimensiones. Esto suele hacerse proyectando una imagen muy ampliada del objeto en una pantalla.
 - c) Inspección de partes de una máquina en movimiento. Una bombilla estroboscopia ofrece una solución muy satisfactoria: La frecuencia del destello estroboscópico puede ajustarse de forma que el objeto iluminado parezca estacionario. Esta condición requiere de entrenamiento especial en el puesto de trabajo de forma tal que el operario tenga consciencia del movimiento de la máquina.
 - d) Inspección de ciertos materiales. Objetos fabricados de materiales tales como el vidrio pueden inspeccionarse mejor con luz monocromática.
- 2) Se utilizarán luminarias con un componente indirecto de luz, normalmente entre el 10 y el 30 %, para proporcionar un buen componente de luz en el techo o estructura superior, reduciendo las luminancias entre los campos de acción de las luminarias y el fondo. La luz hacia arriba (hacia techos), reduce la percepción del deslumbramiento de la luminaria, mitiga el efecto “*caverna*”, efecto de iluminación directa, y crea un ambiente más cómodo y confortable.
- 3) Se deben usar equipos de iluminación que satisfagan los requerimientos mecánicos para cumplir las condiciones propias de cada tipo de trabajo, además los requerimientos de sistemas de montaje y funcionamiento.
- 4) Se debe utilizar equipo seguro, fácil y práctico de mantener.
- 5) Localización adecuada de las luminarias: Las líneas de luminarias se deben instalar perpendiculares a las filas de bancos de trabajo o máquinas. Esto evita la formación de sombras en la tarea visual y al mismo tiempo reduce la posibilidad de luz reflejada en los ojos de los trabajadores. La disposición alternada de luminarias con difusor y paralelas a las filas de bancos de trabajo dan una mejor impresión de conjunto y produce una mayor sensación de confort. Sin embargo, no siempre se pueden obtener los beneficios de ambas disposiciones al mismo tiempo. Normalmente, las buenas condiciones en el plano de trabajo son más importantes que una impresión de conjunto confortable.
- 6) Instalar luminarias suplementarias para casos especiales de iluminación industrial, donde en ciertos procesos de fabricación y en la inspección de algunos artículos, la instalación de alumbrado general no satisface las exigencias requeridas, caso en el cual, se deben utilizar las siguientes soluciones especiales, las cuales se aplican a las siguientes situaciones:
 - a) Para evitar reflexiones que originan luminancia de velo; la dirección de la luz reflejada no debe coincidir con el ángulo de visión.
 - b) Para observación de detalles especulares contra un fondo difuso se facilita si la dirección de la luz reflejada coincide con el ángulo de visión.
 - c) La iluminación rasante hace resaltar irregularidades de la superficie que se examina.
 - d) La luz reflejada desde una fuente de luz de gran superficie facilita la inspección de manchas en una superficie pulimentada.
 - e) La luz difusa de una fuente de gran superficie facilita la composición tipográfica.
 - f) Las irregularidades de un material transparente se descubren mediante la luz difusa que lo atraviesa.
 - g) La iluminación por silueta es muy efectiva en el control de contornos.
 - h) La iluminación direccional es necesaria para poner de relieve la forma y la textura de un objeto.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

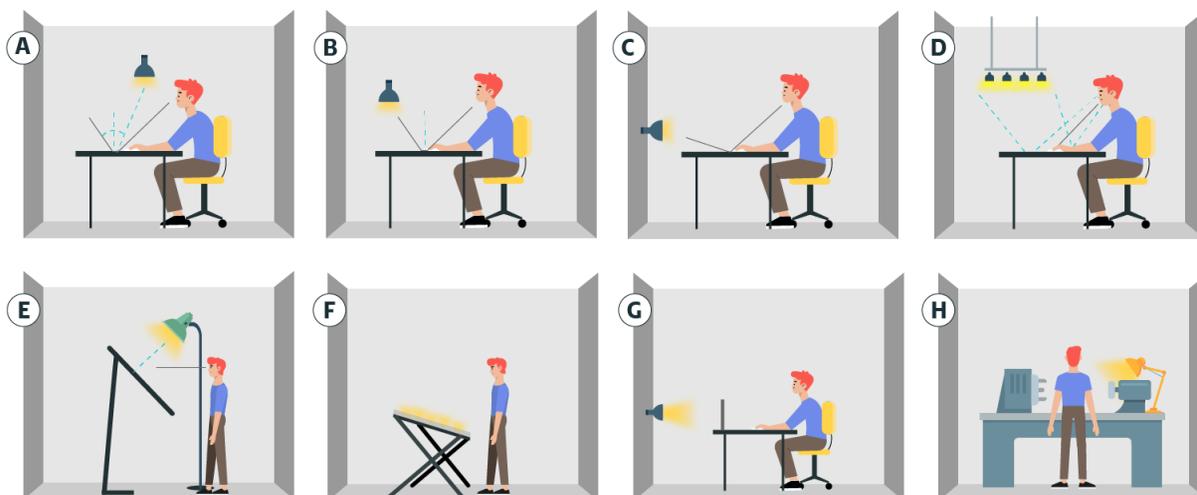


Figura 3.2.2.3. a. Ejemplos para colocación de luminarias suplementarias. (Fuente propia)

- 7) En la Iluminación de bodegas industriales, como complemento se deja a criterio del diseñador o dueño del proyecto, el implementar un techo en forma de lucernario, o la utilización de lumiductos con el fin de aportar en su interior más luz procedente del exterior. Cualquiera que sea el tipo de trabajo, es necesario añadir iluminación eléctrica a la iluminación diurna ya existente.
- 8) Iluminación de naves de una planta de gran altura. Las fuentes de luz se deben mantener fuera del campo de acción de las grúas o maquinaria similar. Para esta aplicación se deben usar luminarias con fotometrías optimizadas para grandes alturas o tipo *high bay*.

3.2.2.4. Requisitos de iluminación en establecimientos comerciales

En los locales destinados a la exposición de objetos (tiendas, almacenes y salas de exposición), se debe evitar que la iluminación sea excesivamente direccional porque producirá fuertes sombras, como tampoco que sea excesivamente difusa porque se perderá el efecto modelado, dando lugar a un ambiente muy apagado o monótono.

Para almacenes por departamentos o supermercados considerados como grandes superficies donde se presenta alta concentración de personas, se deben cumplir como mínimo con los siguientes niveles de iluminación en los pasillos de circulación donde se exponen los productos a un plano de trabajo al piso (0 m) y para la zona de cajas (0,75 m):

Tabla 3.2.2.4. a. Niveles de iluminación general en áreas de almacenes por departamentos o supermercados de grandes superficies.

Área en metros cuadrados	Iluminancia media \bar{E}_m (lx)	Uniformidad	Altura de verificación
Entre 600 y 1000	750	Mayor o igual a 0,4	A nivel del suelo
Mayores de 1000	1000	Mayor o igual a 0,4	A nivel del suelo

Para estos espacios, se deben cumplir con los niveles de iluminación de emergencia.

Para las áreas comunes interiores dentro de centros o complejos comerciales, se les debe dar el tratamiento respectivo y cumplimiento de los requisitos específicos de niveles (numeral 3.2.2.6) y requisitos para iluminación de zonas exteriores dados en el presente Reglamento.

3.2.2.5. Requisitos de iluminación en instituciones de asistencia médica

En las instalaciones de asistencia médica se deben tener en cuenta los siguientes parámetros:

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

- 1) La iluminación de salas de cirugía y las áreas quirúrgico-obstétricas tener iluminación localizada con luminarias especializadas para áreas limpias.
- 2) Las luminarias usadas en los espacios de imagen por resonancia magnética (MRI, *Magnetic Resonance Imaging*) deben ser libres de metales ferrosos. Para tales instalaciones se deben emplear luminarias que operen en conjunto con filtros MRI.
- 3) Se deben utilizar luminarias con tecnología LED de fácil mantenimiento, larga vida útil y fácil limpieza.
- 4) La temperatura y la reproducción del color deben ser adecuadas para el procedimiento. En las áreas de examen, de tratamiento, los espacios quirúrgicos y donde los procedimientos involucran fuentes luminosas de combinación de colores, se debe cumplir con una temperatura de color correlacionada ≥ 4000 K y CRI ≥ 80 .
- 5) En áreas de radiología y los espacios de imagen por resonancia magnética, la iluminación de las cabinas de control debe atenuarse independientemente de la iluminación de la sala de tratamiento del paciente.
- 6) En áreas donde se dispensan y almacenan los medicamentos la, iluminación debe facilitar una evaluación oportuna y precisa. Dado que la discriminación de color es importante, se utilizarán fuentes luminosas que presenten un CRI ≥ 80 .
- 7) En las habitaciones de pacientes, para limitar mejor la alteración del ritmo circadiano durante el ciclo del sueño, son apropiadas las fuentes de longitud de onda larga, como los LED, que producen espectros entre 600 y 620 nm.

3.2.2.6. Requisitos específicos de iluminación - Iluminancia, uniformidad, R_a y UGR_L

Los requisitos de iluminación para diversas tareas visuales y actividades se indican en las diferentes secciones de la Tabla 3.2.2.6. a. de este numeral, la cual fue adaptada de la EN 12464-1.

El valor de iluminancia media (promedio mantenido) \bar{E}_m , relacionado en la tabla en mención, debe considerarse como el objetivo de diseño y no debe ser menor a los niveles de iluminación allí estipulados. En la misma tabla se encuentran los requisitos de uniformidad de la iluminancia, los valores mínimos para el índice de reproducción cromática y el límite máximo de UGR_L , para cualquier posición del observador. Además, los requisitos para el espacio en el que se llevan a cabo las tareas o actividades vienen dados por \bar{E}_m, z para la percepción de objetos y personas dentro de cada espacio y \bar{E}_m , pared y \bar{E}_m , techo para la luminosidad de la habitación. Estos últimos se utilizan para diseñar el espacio a iluminar, incluido los valores de UGR_L . Las columnas de \bar{E}_m , U_o y R_a son usadas para el diseño del área de tarea visual. Se debe tener en cuenta que, más de una de estas áreas de tarea visual pueden ocurrir dentro de un mismo espacio.

Para la lectura e interpretación de la tabla en mención se deben tener en cuenta las siguientes convenciones:

- 1) **Columna 1 (Ref.):** Enlista el número de referencia para área de tarea visual, ambiente interior, área de trabajo o actividad.
- 2) **Columna 2 (Tipo de tarea o área de actividad):** Especifica las áreas de tareas o áreas de actividades para las que se establecen requisitos específicos. Si la tarea o actividad en particular no figura en la lista, se deben adoptar los valores dados para una situación similar y comparable. Las áreas de tareas o áreas de actividad también pueden ser una habitación, p. Ej. un pasillo o sala de descanso.
- 3) **Columna 3 (\bar{E}_m):** Establece la iluminancia media (promedio mantenido) en la superficie de cálculo para el interior, la tarea visual o la actividad dada en la columna 2 (véase numeral 3.2.1.2. Iluminancia). Puede requerirse un control de iluminación para conseguir una flexibilidad adecuada, cuando existen variedad de tareas visuales en un mismo espacio.
- 4) **Columna 4 (U_o):** Establece la uniformidad de iluminancia mínimo sobre la superficie de cálculo, para la iluminancia mantenida dada en la columna 3.
- 5) **Columna 5 (R_a (CRI)):** Establece los índices mínimos de reproducción cromática en los ambientes que se enuncian en la columna 2, (véase numeral 3.2.1.6. Aspectos cromáticos de las fuentes de luz).

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

- 6) **Columna 6 (UGRL):** Proporciona el límite máximo de UGRL aplicable a los ambientes enunciados en la columna 2, (véase numeral 3.2.1.4. Deslumbramiento e índice de deslumbramiento unificado (UGR)).
- 7) **Columna 7 ($\bar{E}_{m, z}$):** Proporciona la iluminancia cilíndrica mantenida $\bar{E}_{m, z}$ para el reconocimiento de objetos y personas, como se describe en el numeral 3.2.1.5. Este valor se exige en el diseño, pero no en la inspección de la instalación.
- 8) **Columna 8 ($\bar{E}_{m, pared}$):** Proporciona la iluminancia mantenida en paredes. Este valor se exige en el diseño, pero no en la inspección de la instalación.
- 9) **Columna 9 ($\bar{E}_{m, techo}$):** Proporciona la iluminancia mantenida en techos. Este valor se exige en el diseño, pero no en la inspección de la instalación.
- 10) **Columna 10 (Requisitos específicos):** Proporciona requisitos específicos para los ambientes presentados en la columna 2.

Cuando no se indique la altura de la superficie de cálculo, el diseñador debe indicar la altura según corresponda con el área de trabajo, actividad o tarea visual que se realiza en el espacio.

Tabla 3.2.2.6 a. Requisitos de iluminación de ambientes, áreas de trabajo, tarea visual y actividades en interiores

Columna									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ref.	1. Zonas de tráfico en el interior de los edificios	\bar{E}_m (Lx)	U_o	R_a	UGR _L	$\bar{E}_{m,z}$ (lx)	$\bar{E}_{m, pared}$ (lx)	$\bar{E}_{m, techo}$ (lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
1,1	Corredores y zonas de circulación	100	0,40	40	28	50	50	30	1. Iluminancia a nivel del suelo. Ra y UGRL similares a las áreas adyacentes. 2. 150 lx si hay vehículos en la ruta, incluyendo la circulación compartida con peatones en los parqueaderos cubiertos. 3. La iluminación de las salidas y entradas debe proporcionar una zona de transición para evitar cambios bruscos en la iluminancia entre el interior y el exterior durante el día o la noche. 4. Se debe tener cuidado para evitar el deslumbramiento a conductores y peatones
1,2	Escaleras, escaleras mecánicas, travoladores	100	0,40	40	25	50	50	30	1. Iluminancia a nivel del suelo. 2. Requiere un mayor contraste en el borde de los escalones.
1,3	Ascensores, montacargas	100	0,40	40	25	50	50	30	1. Iluminancia a nivel del suelo. 2. Luz en frente del ascensor, ver Ref. 1.4. de esta tabla
1,4	Área frente a ascensores y escaleras mecánicas	200	0,40	40	25	75	75	50	1. Iluminancia a nivel del suelo. 2. Superficie de hasta 1 m en frente a ascensor, montacarga y escaleras mecánicas.
1,5	Rampas/bahías de carga	150	0,40	40	25	50	50	-	
1,6	Entrada de edificio con toldo o marquesina	30	0,40	-	-	-	-	-	

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Columna									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1,7	Pasarelas tripuladas	150	0,40	60	25	-	50	30	1. Iluminancia a nivel del suelo. 2. Para la cara del bastidor de almacenamiento, consulte el numeral 4. Logística y almacenes de esta tabla.
Ref.	2. Zonas generales en el interior de los edificios – Salas de descanso, saneamiento y primeros auxilios	Ēm (Lx)	U _o	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
2,1	Comedores y zonas de descanso	200	0,40	80	22	75	75	50	
2,2	Salas de descanso	100	0,40	80	22	50	50	30	
2,3	Salas para ejercicio físico	300	0,40	80	22	100	100	75	
2,4	Áreas de guardarropas, baños, vestidores, casilleros, duchas, lavabos e inodoros	200	0,40	80	25	75	75	50	En cada inodoro individual si estos están completamente cerrados.
2,5	Iluminación facial frente a espejos	200	0,40	80	-	-	-	-	Iluminancia vertical, 0,5 m delante del espejo a la altura de la cabeza.
2,6	Enfermería	500	0,60	80	19	150	150	100	
2,7	Habitaciones para atención médica	500	0,60	90	19	150	150	100	4 000 K ≤ TCC ≤ 5 000 K
2,8	Limpieza general	100	0,40	-	-	50	50	30	Aplicable cuando sea necesaria una limpieza regular.
Ref.	3. Zonas generales en el interior de los edificios – Salas de control	Ēm (Lx)	U _o	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
3,1	Salas de planta, salas de operación de maquinaria	200	0,40	80	25	50	50	30	
3,2	Clasificación de correos, tableros de conmutadores	500	0,60	80	19	150	150	100	
3,3	Estación de vigilancia	300	0,60	80	19	100	100	75	1. Los paneles de control son a menudo verticales 2. La iluminación debe ser regulable 3. Para el trabajo con pantallas VDT, consulte el numeral 3.2.1.8.
Ref.	4. Zonas generales en el interior de los edificios – Almacenes, cámaras frigoríficas	Ēm (Lx)	U _o	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
4,1	Almacenamiento y alacenas, lavamanos y filtros sanitarios	220	0,40	80	25	50	50	30	De acuerdo con la Resolución 242 del Ministerio de Salud y Protección Social o la que la modifique o reemplace.
4,2	Áreas de manipulación y de empaque	300	0,60	80	25	100	50	30	

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Columna									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4,3	Dispensa	200	0,40	80	25	-	-	-	Se deben aplicar suficientes iluminancias verticales a las estanterías
4,4	Puntos de inspección, salas de sacrificio, procesamiento o desprese y áreas en las que se trabaja con cuchillos, rebanadoras, molinos y sierras	550	0,60	80	25	100	50	30	De acuerdo con la Resolución 242 del Ministerio de Salud y Protección Social o la que la modifique o reemplace.
Ref.	5. Logística y almacenes	Ēm (Lx)	Uo	Ra	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
5,1	Área de descarga / carga	200	0,40	80	25	50	50	30	
5,2	Área de empaque / agrupación	300	0,50	80	25	100	100	30	
5,3	Configuración y remanipulación	750	0,60	80	22	150	150	30	
5,4	Almacenamiento abierto de mercancías	200	0,40	80	25	50	50	30	
5,5	Almacenamiento en estante - suelo	150	0,50	80	25	-	-	30	1. Iluminancia a nivel del suelo. 2. UGRL sólo en la dirección de visualización de la luminaria.
5,6	Almacenamiento en estante: cara del estante	75	0,40	80	-	-	-	-	1. En la cara del estante del pasillo. 2. Una banda de 1,0 m podrá excluirse del perímetro (consulte el numeral 3.2.3.1.).
5,7	Corredor logístico central (tráfico pesado)	300	0,60	80	25	100	100	30	
5,8	Zonas automatizadas (no tripuladas)	75	0,40	80	25	-	-	-	
Ref.	6. Actividades industriales y artesanales – Agricultura	Ēm (Lx)	Uo	Ra	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
6,1	Carga y operación de mercancías, manipulación de equipos y maquinaria	200	0,40	80	25	50	50	-	
6,2	Edificios para ganado	50	0,40	40	-	-	-	-	
6,3	Corrales para animales enfermos, establos de parto	200	0,60	80	25	50	50	-	
6,4	Preparación de alimento, lácteos, lavado de utensilios	200	0,60	80	25	50	50	-	
Ref.	7. Actividades industriales y artesanías – Panaderías	Ēm (Lx)	Uo	Ra	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
7,1	Preparación y horneado	300	0,60	80	22	100	100	50	
7,2	Acabado, glaseado, decoración	500	0,70	80	22	150	150	75	

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Columna									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ref.	8. Actividades industriales y artesanías – Cemento, productos de cemento, hormigón, ladrillos	Ēm (Lx)	U _o	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
8,1	Secado	50	0,40	20	28	-	-	-	Los colores de seguridad deben ser identificables.
8,2	Preparación de materiales; trabajo en hornos y mezcladores	200	0,40	40	28	50	50	-	
8,3	Trabajo general de la máquina	300	0,60	80	25	100	100	-	
8,4	Formas ásperas	300	0,60	80	25	100	100	-	
Ref.	9. Actividades industriales y artesanías: cerámica, azulejos, vidrio, cristalería	Ēm (Lx)	U _o	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
9,1	Secado	50	0,40	20	28	-	-	-	Los colores de seguridad deben ser identificables.
9,2	Preparación, trabajo general de la máquina	300	0,60	80	25	100	100	-	
9,3	Esmaltado, laminado, prensado, conformación de piezas simples, acristalamiento, soplado de vidrio	300	0,60	80	25	100	100	-	
9,4	Molienda, grabado, pulido de vidrio, conformación de piezas de precisión, fabricación de instrumentos de vidrio	750	0,70	80	19	150	150	100	
9,5	Molienda de vidrio óptico, cristal, molienda a mano y grabado	750	0,70	80	16	150	150	100	
9,6	Trabajos de precisión, por ejemplo, molienda decorativa, pintura a mano	1 000	0,70	90	16	150	150	100	4 000 K ≤ TCC ≤ 6 500 K
9,7	Fabricación de piedras preciosas sintéticas	1 500	0,70	90	16	150	150	100	4 000 K ≤ TCC ≤ 6 500 K
Ref.	10. Actividades industriales y artesanías: industria química, del plástico y del caucho	Ēm (Lx)	U _o	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
10,1	Instalaciones de procesamiento operadas a distancia	50	0,40	20	-	-	-	-	Los colores de seguridad deben ser identificables.
10,2	Instalaciones de procesamiento con intervención manual limitada	150	0,40	40	28	50	50	30	

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Columna									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10,3	Estaciones de trabajo constantemente atendidas en instalaciones de procesamiento	300	0,60	80	25	100	100	50	
10,4	Salas de medición de precisión, laboratorios	500	0,60	80	19	150	150	75	
10,5	Producción farmacéutica	500	0,60	80	22	150	150	75	
10,6	Producción de neumáticos	500	0,60	80	22	150	150	75	
10,7	Inspección de color	1 000	0,70	90	19	150	150	100	4 000 K ≤ TCC ≤ 6 500 K
10,8	Corte, acabado, inspección	750	0,70	80	19	150	150	100	
Ref.	11. Actividades industriales y artesanías: Industria eléctrica y electrónica	Ēm (Lx)	Uo	Ra	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Uo ≥ 0,10								
11,1	Fabricación de cables y alambres	300	0,60	80	25	100	100	50	
11,2	Devanados:								
11.2.1	- bobinas grandes	300	0,60	80	25	100	100	50	
11.2.2	- bobinas de tamaño medio	500	0,60	80	22	150	150	75	
11.2.3	- bobinas pequeñas	750	0,70	80	19	150	150	100	
11,3	Impregnación de bobinas	300	0,60	80	25	100	100	50	
11,4	Galvanizado	300	0,60	80	25	100	100	50	
11,5	Trabajo de montaje:	--	--	--	--	--	--	--	
11.5.1	- Rudo, por ejemplo, transformadores grandes	300	0,60	80	25	100	100	50	
11.5.2	- medio, por ejemplo, tableros de control	500	0,60	80	22	150	150	100	
11.5.3	- fino, por ejemplo, teléfonos, radios, equipos informáticos (computadores)	750	0,70	80	19	150	150	100	
11.5.4	- precisión, por ejemplo, equipos de medición, placas de circuito impreso	1 000	0,70	80	16	150	150	100	
11,6	Talleres electrónicos, pruebas, ajustes	1 500	0,70	80	16	150	150	100	
Ref.	12. Actividades industriales y artesanías: Productos alimenticios e industria alimentaria de lujo	Ēm (Lx)	Uo	Ra	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Uo ≥ 0,10								

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Columna									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12,1	Puestos de trabajo y zonas en: - cervecerías, malteado, - para lavar, rellenar barriles, limpiar, tamizar, pelar. - cocinar en fábricas de conservas y chocolate, - estaciones y zonas de trabajo en fábricas de azúcar, - para secado y fermentación de tabaco crudo, bodega de fermentación	200	0,40	80	25	50	50	30	
12,2	Clasificación y lavado de productos, molienda, mezcla, envasado	300	0,60	80	25	100	100	50	
12,3	Puestos de trabajo y zonas críticas en mataderos, carnicerías, centrales lecheras, en pisos de filtración en refinerías de azúcar	500	0,60	80	25	150	150	75	
12,4	Corte y clasificación de frutas y hortalizas	300	0,60	80	25	100	100	50	
12,5	Fabricación de alimentos delicatessen, trabajos de cocina, fabricación de puros y cigarrillos	500	0,60	80	22	150	150	75	
12,6	Inspección de vasos y botellas, control de productos, recorte, clasificación, decoración	500	0,60	80	22	150	150	100	
12,7	Laboratorios	500	0,60	80	19	150	150	100	
12,8	Inspección de color	1 000	0,70	90	19	150	150	100	4 000 K ≤ TCC ≤ 6 500 K
Ref.	13. Actividades industriales y artesanales. Fundiciones y fundición metálica	Ēm (Lx)	Uo	Ra	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Uo ≥ 0,10								
13,1	Túneles subterráneos, sótanos, etc.	50	0,40	20	-	-	-	-	Los colores de seguridad deben ser identificables.
13,2	Plataformas	100	0,40	40	25	50	50	30	
13,3	Preparación de arena	200	0,40	80	25	50	50	30	
13,4	Revestimiento	200	0,40	80	25	50	50	30	
13,5	Puestos de trabajo en cúpula y mezclador	200	0,40	80	25	50	50	30	
13,6	Bahía de fundición	200	0,40	80	25	50	50	30	
13,7	Áreas de agite	200	0,40	80	25	50	50	30	
13,8	Moldeado a máquina	200	0,40	80	25	50	50	30	

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Columna									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13,9	Moldeado manual y de núcleo	300	0,60	80	25	100	100	50	
13.10	Fundición a presión	300	0,60	80	25	100	100	50	
13,11	Construcción de modelos	500	0,60	80	22	150	150	75	
Ref.	14. Actividades industriales y artesanales – Peluquerías	Ēm (Lx)	Uo	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
14,1	Peluquería	500	0,60	90	19	150	150	100	
Ref.	15. Actividades industriales y artesanías. Fabricación de joyas	Ēm (Lx)	Uo	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
15,1	Trabajo con piedras preciosas	1 500	0,70	90	16	150	150	100	4 000 K ≤ TCC ≤ 6 500 K
15,2	Fabricación de joyas	1 000	0,70	90	16	150	150	100	
15,3	Fabricación de relojes (manual)	1 500	0,70	80	16	150	150	100	
15,4	Fabricación de relojes (automático)	500	0,60	80	19	150	150	100	
Ref.	16. Actividades industriales y artesanales – Lavanderías y tintorerías	Ēm (Lx)	Uo	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
16,1	Marcado y clasificación de mercancías	300	0,60	80	25	100	100	50	
16,2	Lavado y tintorería	300	0,60	80	25	100	100	50	
16,3	Planchado, prensado	300	0,60	80	25	100	100	50	
16,4	Inspección y reparaciones	750	0,70	80	19	150	150	100	
Ref.	17. Actividades industriales y artesanía – Cuero y marroquinería	Ēm (Lx)	Uo	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
17,1	Trabajos en cubas, barriles, pozos	200	0,40	80	25	75	75	30	
17,2	Descarnado, pelado, frotado, volteo de pieles	300	0,40	80	25	100	100	50	
17,3	Trabajo de talabartería (elaboración de artículos de cuero), fabricación de zapatos: puntadas, costura, pulido, modelado, corte, punzado	500	0,60	80	22	150	150	100	
17,4	Clasificación	500	0,60	90	22	150	150	100	4 000 K ≤ TCC ≤ 6 500 K
17,5	Teñido de cuero (máquina)	500	0,60	80	22	150	150	100	
17,6	Control de calidad	1 000	0,70	80	19	150	150	100	
17,7	Inspección de color	1 000	0,70	90	19	150	150	100	4 000 K ≤ TCC ≤ 6 500 K
17,8	Fabricación de zapatos	500	0,60	80	22	150	150	100	
17,9	Fabricación de guantes	500	0,60	80	22	150	150	100	

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Columna									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ref.	18. Actividades industriales y artesanías – Elaboración y transformación del metal	Ēm (Lx)	U _o	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
18,1	Forja de troquel abierto	200	0,60	80	25	50	50	30	
18,2	Forja por goteo	300	0,60	80	25	75	75	30	
18,3	Soldadura	300	0,60	80	25	75	75	30	
18,4	Mecanizado áspero y medio: tolerancias ≥ 0,1 mm	300	0,60	80	22	75	75	30	
18,5	Mecanizado de precisión; molienda: tolerancias < 0,1 mm	500	0,70	80	19	150	150	75	
18,6	Grabado; inspección	750	0,70	80	19	150	150	100	
18,7	Talleres de trefilado de cables y tuberías; formación en frío	300	0,60	80	25	75	75	30	
18,8	Mecanizado de placas: espesor ≥ 5 mm	200	0,60	80	25	50	50	30	
18,9	Trabajo en placas metálicas: espesor < 5 mm	300	0,60	80	22	75	75	30	
18,10	Fabricación de herramientas; fabricación de equipos de corte	750	0,70	80	19	150	150	75	
18,11	Ensamblaje:								
18.11.1	- áspero	200	0,60	60	25	50	50	30	
18.11.2	- medio	300	0,60	80	25	75	75	30	
18.11.3	- fino	500	0,60	80	22	150	150	75	
18.11.4	- precisión	750	0,70	80	19	150	150	100	
18,12	Galvanización	300	0,60	80	25	75	75	30	
18,13	Preparación de superficies y pintura	750	0,70	80	25	150	150	100	
18,14	Fabricación de herramientas, plantillas, mecánica de precisión, micromecánica	1 000	0,70	80	19	150	150	100	
Ref.	19. Actividades industriales y artesanías - Papel y artículos de papel	Ēm (Lx)	U _o	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
19,1	Bordeado, fábricas de celulosa	200	0,40	80	25	50	50	30	
19,2	Fabricación y procesamiento de papel, máquinas de papel y cartón ondulado, fabricación de cartón	300	0,60	80	25	75	75	50	
19,3	Trabajos de encuadernación estándar, por ejemplo, plegado,	500	0,60	80	22	150	150	100	

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Columna									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	clasificación, pegado, corte, estampado, costura								
Ref.	20. Actividades industriales y artesanales. Centrales eléctricas	Ēm (Lx)	U _o	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
20,1	Planta de suministro de combustible	50	0,40	20	-	-	-	-	Los colores de seguridad serán identificables.
20,2	Sala de calderas	100	0,40	40	28	50	50	30	
20,3	Salas de máquinas	200	0,40	80	25	50	50	30	
20,4	Salas laterales, por ejemplo, cuartos de bombas, cuartos de condensadores, etc.; tableros de distribución (dentro de los edificios)	200	0,40	80	25	50	50	30	
20,5	Salas de control	500	0,70	80	19	150	150	100	1. Los paneles de control suelen ser verticales. 2. Es posible que sea necesario atenuar. 3. Para el trabajo con pantallas VDT, consulte el numeral 3.2.1.8.
Ref.	21. Actividades industriales y artesanías – Imprentas	Ēm (Lx)	U _o	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
21,1	Corte, estampado, realce, grabado en bloque, trabajos sobre piedras y platinas, máquinas de impresión, fabricación de matrices	500	0,60	80	19	150	150	75	
21,2	Clasificación de papel e impresión a mano	500	0,60	80	19	150	150	75	
21,3	Ajuste de tipos, retoques, litografía	1 000	0,70	80	19	150	150	100	
21,4	Inspección de color en impresión multicolor	1 500	0,70	90	16	150	150	100	4 000 K ≤ TCC ≤ 6 500 K
21,5	Acero y cobre grabado	2 000	0,70	80	16	150	150	100	Para iluminación localizada, consulte numeral 3.2.1.5. Iluminación en el espacio interior
Ref.	22. Actividades industriales y artesanales – Laminadores, siderurgia	Ēm (Lx)	U _o	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
22,1	Plantas de producción sin operación manual	50	0,40	20	-	-	-	-	Los colores de seguridad deben ser identificables.
22,2	Plantas de producción con operación manual ocasional	150	0,40	40	28	50	50	30	

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Columna									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22,3	Plantas de producción con operación manual continua	200	0,60	80	25	50	50	30	
22,4	Tienda de losas	50	0,40	20	-	-	-	-	Los colores de seguridad deben ser identificables.
22,5	Hornos	200	0,40	20	25	50	50	30	Los colores de seguridad deben ser identificables.
22,6	Tren del molino; enrollado; línea de corte	300	0,60	40	25	75	75	30	
22,7	Plataformas de control; paneles de control	300	0,60	80	22	75	75	30	
22,8	Ensayo, medición e inspección	500	0,60	80	22	150	150	100	
22,9	Túneles subterráneos; secciones de cinta, bodegas, etc.	50	0,40	20	-	-	-	-	Los colores de seguridad deben ser identificables.
Ref.	23. Actividades industriales y artesanías – Fabricación y transformación de textiles	Ēm (Lx)	U _o	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
23,1	Puestos de trabajo y zonas en baños, apertura de fardos	200	0,60	60	25	50	50	30	
23,2	Cardado de textil, lavado, planchado, trabajo en máquina dentada, dibujo, peinado, dimensionamiento, corte de tarjetas, pre-hilado, hilado de yute y cáñamo	300	0,60	40	22	100	100	50	
23,3	Zonas de hilado o bobinado en carretes	500	0,60	40	22	150	150	75	Prevenir efectos estroboscópicos.
23,4	Deformado, costura, trenzado, tejido de punto	500	0,60	60	22	150	150	75	Prevenir efectos estroboscópicos.
23,5	Cosido, tejido fino, tomada de puntadas	750	0,70	80	22	150	150	100	
23,6	Diseño manual, patrones de dibujo	750	0,70	90	22	150	150	100	4 000 K ≤ TCC ≤ 6 500 K
23,7	Acabado, teñido	500	0,60	80	22	150	150	100	
23,8	Sala de secado	100	0,40	60	28	50	50	30	
23,9	Impresión automática de telas	500	0,60	90	25	100	100	50	
23,10	Terminado (remoción de motas, nudos, hilos), recolección o selección y recorte	1 000	0,70	80	19	150	150	100	
23,11	Inspección del color; control de tejido	1 000	0,70	90	19	150	150	100	4 000 K ≤ TCC ≤ 6 500 K
23,12	Reparación invisible	1 500	0,70	90	19	150	150	100	4 000 K ≤ TCC ≤ 6 500 K
23,13	Fabricación de sombreros	500	0,60	80	22	150	150	75	
Ref.	24. Actividades industriales y artesanías. Construcción y reparación de vehículos	Ēm (Lx)	U _o	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Columna									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Tipo de tarea o área de actividad						Uo ≥ 0,10		
24,1	Taller de prensa - piezas grandes	300	0,60	80	25	100	50	30	
24,2	Taller de prensa - inspección visual	500	0,60	80	22	150	50	30	
24,3	Trabajo de carrocería y montaje - línea automática	300	0,60	80	25	100	50	30	
24,4	Trabajo de carrocería y montaje - soldadura manual	500	0,60	80	22	150	50	30	
24,5	Pintura, cámara de pulverización, cámara de pulido	750	0,70	80	22	150	150	30	
24,6	Pintura, inspección, retoque y pulido	1 000	0,70	90	19	150	150	30	4 000 K ≤ TCC ≤ 6 500 K
24,7	Fabricación de tapicería (manual)	1 000	0,70	80	19	150	50	30	
24,8	Detallado: - Montaje de subpartes (puertas, salpicadero, tapicería) - Montaje bajo chasis - Montaje mecánico - Línea transportadora de montaje final	750	0,70	80	22	150	50	30	
24,9	Detallado: - trabajo con electrónica	750	0,60	90	22	150	50	30	
24,10	Inspección final	1 000	0,70	90	19	150	150	30	
24,11	Servicios generales de vehículos, reparación y ensayos	500	0,60	80	22	100	50	30	Considere la iluminación localizada. Consulte numeral 3.2.1.5. Iluminación en el espacio interior
Ref.	25. Actividades industriales y artesanías – Elaboración y transformación de la madera	Ēm (Lx)	Uo	R_a	UGR_L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
25,1	Procesamiento automático, por ejemplo, secado, fabricación de madera contrachapada	50	0,40	40	28	-	-	-	
25,2	Pozos de vapor	150	0,40	40	28	50	50	30	
25,3	Marco de sierra	300	0,60	60	25	100	100	50	Prevenir efectos estroboscópicos.
25,4	Trabajo en banco de carpintería, encolado, montaje	300	0,60	80	25	100	100	50	
25,5	Pulido, pintura, carpintería de lujo	750	0,70	80	22	150	150	100	
25,6	Trabajos en máquinas para trabajar la madera, por ejemplo, torneado, estriado, revestimiento, rebatido, ranurado, corte, aserrado, hundimiento	500	0,60	80	19	150	150	75	Prevenir efectos estroboscópicos.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Columna									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
25,7	Selección de maderas de chapa	750	0,70	90	22	150	150	100	4 000 K ≤ TCC ≤ 6 500 K
25,8	Marquetería, trabajo de incrustación	750	0,70	90	22	150	150	100	4 000 K ≤ TCC ≤ 6 500 K
25,9	Control de calidad, inspección	1 000	0,70	90	19	150	150	100	4 000 K ≤ TCC ≤ 6 500 K
Ref.	26. Oficinas	Ēm (Lx)	Uo	Ra	UGRL	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
26,1	Área de copiado, impresión, etc.	300	0,40	80	19	100	100	75	
26,2	Escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos	500	0,60	80	19	150	150	100	1. Para el trabajo con pantallas VDT, consulte el numeral 3.2.1.8. 2. La iluminación debe ser regulable 3. Para oficinas celulares más pequeñas el requisito de la pared se aplica a la pared delantera. Para otras paredes un requisito más bajo de mínimo 75 lx es aceptado.
26,3	Dibujo técnico	750	0,70	80	16	150	150	100	Para el trabajo con pantallas VDT, consulte el numeral 3.2.1.8.
26,4	Estaciones de trabajo CAD	500	0,60	80	19	150	150	100	Para el trabajo con pantallas VDT, consulte el numeral 3.2.1.8.
26.5.1	Salas de conferencias y reuniones	500	0,60	80	19	150	150	100	La iluminación debe ser regulable
26.5.2	Mesa de conferencias	500	0,60	80	19	150	150	100	La iluminación debe ser regulable
26,6	Recepción	300	0,60	80	22	100	100	75	Si el mostrador de recepción incluye tareas regulares de la estación de trabajo, estas deben iluminarse en consecuencia.
26,7	Área de archivo	200	0,40	80	25	75	75	50	
Ref.	27. Locales comerciales	Ēm (Lx)	Uo	Ra	UGRL	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
27,1	Área general de ventas	300	0,40	80	22	75	75	30	Asegurar suficiente iluminancia vertical en los estantes.
27,2	Área de la caja registradora	500	0,60	80	19	100	75	30	
27,3	Área/mesa de empacado	500	0,60	80	22	100	-	50	
27,4	Área de almacenamiento	300	0,40	80	25	50	-	-	
27,5	Vestuario/probador (vestidor)	300	0,4	90	-	-	-	-	Considere la iluminancia vertical y el modelado frente al espejo.
Ref.	28. Lugares de reunión pública – Zonas generales	Ēm (Lx)	Uo	Ra	UGRL	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
28,1	Pasillos de entrada	100	0,40	80	22	50	50	30	UGRL sólo si aplica
28,2	Guardarropa	200	0,40	80	25	75	75	50	
28,3	Salones	200	0,40	80	22	75	75	50	
28,4	Taquillas	300	0,60	80	22	75	75	50	

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Columna									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ref.	29. Lugares de reunión pública – Restaurantes y hoteles	Ēm (Lx)	Uo	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
29,1	Mostrador de recepción / cajero, escritorio de porteros	300	0,60	80	22	100	100	75	
29,2	Cocina	500	0,60	80	22	100	100	75	Debe haber una zona de transición entre la cocina y el restaurante.
29,3	Restaurante, comedor, salón de reuniones/eventos	-	-	80	-	-	-	-	La iluminación debe diseñarse para crear la atmósfera adecuada.
29,4	Restaurante de autoservicio	200	0,40	80	22	75	75	50	
29,5	Buffet	300	0,60	80	22	75	75	50	
29,6	Salas de conferencias	500	0,60	80	19	150	150	100	La iluminación debe ser controlable.
29,7	Pasillos	100	0,40	80	25	50	50	30	Iluminancia a nivel del suelo
Ref.	30. Lugares de reunión pública – Teatros, salas de conciertos, cines, lugares de entretenimiento	Ēm (Lx)	Uo	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
30,1	Salas de práctica/ensayo	300	0,60	80	22	100	100	75	
30,2	Vestieres	300	0,60	90	22	100	100	75	La iluminación de los espejos para el maquillaje debe ser "libre de deslumbramiento". Se debe evitar el deslumbramiento por discapacidad en los espejos para maquillaje.
30,3	Zonas de estar – mantenimiento, limpieza	200	0,50	80	22	50	50	30	Iluminancia a nivel del suelo.
30,4	Zona de suspensión de equipos en el área del escenario	300	0,40	80	25	75	75	30	Iluminancia a nivel del suelo.
Ref.	31. Lugares de reunión pública – Ferias comerciales, salas de exposiciones	Ēm (Lx)	Uo	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
31,1	Iluminación general	300	0,40	80	22	50	50	30	
Ref.	32. Lugares de reunión pública – Museos	Ēm (Lx)	Uo	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
32,1	Exposiciones insensibles a la luz	-	-	80	-	-	-	-	La iluminación está determinada por los requisitos de visualización.
32,2	Exposiciones sensibles a la luz	-	-	80	-	-	-	-	1. La iluminación está determinada por los requisitos de visualización. 2. La protección contra la radiación dañina es primordial.
Ref.	33. Lugares de reunión pública – Bibliotecas	Ēm (Lx)	Uo	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Columna									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Tipo de tarea o área de actividad					Uo ≥ 0,10			
33,1	Estanterías	200	0,40	80	19	-	-	-	1. Iluminancia vertical en estantes. 2. Para la iluminación de estantería dedicada, no se aplica el valor de UGRL.
33,2	Área de lectura	500	0,60	80	19	100	100	50	Se debe lograr un ambiente agradable
33,3	Área de bibliotecarios	500	0,60	80	19	150	150	50	
33,4	Iluminación general	300	0,40	80	22	75	75	50	
Ref.	34. Lugares de reunión pública – Parqueaderos (interiores)	Ēm (Lx)	Uo	R_a	UGR_L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
34,1	Rampas de entrada/salida (durante las horas del día)	300	0,40	40	25	75	75	50	1. Nivel de iluminancia para extenderse 5 m en el piso del estacionamiento 2. Iluminancias a nivel del suelo.
34,2	Rampas de entrada/salida (por la noche)	75	0,40	40	25	50	50	30	1. Iluminancias a nivel del piso.
34,3	Carriles de circulación de vehículos, rampas internas y sendas peatonales adyacentes a los carriles de circulación vehicular	75	0,40	40	25	50	50	30	1. Iluminancias a nivel del suelo. 2. Una alta iluminancia vertical aumenta el reconocimiento de los rostros de las personas y, por lo tanto, la sensación de seguridad.
34,4	Áreas de estacionamiento – no abiertas al público	75	0,25	40	-	50	30	15	1. Iluminancias a nivel del suelo. 2. Una alta iluminancia vertical aumenta el reconocimiento de los rostros de las personas y, por lo tanto, la sensación de seguridad.
34,5	Áreas de estacionamiento: abiertas al público con un gran número de usuarios, por ejemplo, centros comerciales, plazas.	150	0,40	40	-	50	50	15	1. Iluminancias a nivel del suelo. 2. Una alta iluminancia vertical aumenta el reconocimiento de los rostros de las personas y, por lo tanto, la sensación de seguridad.
34,6	Taquilla	300	0,60	80	19	75	75	50	1. Se deben evitar los reflejos en las ventanas. 2. Se debe evitar el deslumbramiento del exterior.
Ref.	35. Locales educativos – Guarderías	Ēm (Lx)	Uo	R_a	UGR_L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
35,1	Sala de juegos	300	0,40	80	22	100	100	75	Se deben evitar las luminancias altas en las direcciones de visualización desde abajo, mediante el uso de cubiertas difusas.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Columna									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
35,2	Guarderías	300	0,40	80	22	100	100	75	Se deben evitar las luminancias altas en las direcciones de visualización desde abajo, mediante el uso de cubiertas difusas.
35,3	Sala de manualidades	300	0,60	80	19	100	100	75	
Ref.	36. Locales educativos. Edificios educativos.	Ēm (Lx)	U _o	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	U _o ≥ 0,10								
36,1	Aula o salón de clases, salas de lectura - Actividades generales	500	0,60	80	19	150	150	100	La iluminación debe ser controlable, para diferentes actividades y ajustes de escena.
36,2	Auditorio, salas de conferencias	500	0,60	80	19	150	150	50	La iluminación debe ser controlable para satisfacer las necesidades de presentaciones audiovisuales.
36,3	Áreas para sentarse en auditorios y salas de conferencias	200	0,60	80	19	75	75	50	1. La iluminación debe ser controlable 2. Para el trabajo con pantallas VDT, véase el numeral 3.2.1.8.
36,4	Tableros negros, verdes y blancos	500	0,70	80	19	-	-	-	1. Luminancias verticales. 2. Se deben evitar las reflexiones especulares. 3. El presentador/profesor se deberá iluminar con una iluminación vertical adecuada.
36,5	Tableros negros, verdes y blancos en auditorios y salas de conferencias	500	0,60	80	19	-	-	-	1. Luminancias verticales. 2. Se deben evitar las reflexiones especulares. 3. El presentador/profesor se debe iluminar con una iluminación vertical adecuada.
36,6	Presentación de proyector y smartboard	-	-	-	-	-	-	-	1. La iluminación debe ser controlable 2. Se deben evitar las reflexiones especulares. 3. 200 lx verticalmente detrás (alrededor) de la pantalla. 4. Se debe evitar la iluminación directa en pantalla al mostrar contenido.
36,7	Tablero de visualización/Pantalla	200	0,60	80	19	-	-	-	Iluminancias verticales
36,8	Mesa de demostración en auditorios y salas de conferencias	750	0,70	80	19	-	-	-	
36,9	Luz sobre el profesor / presentador	-	-	80	-	150	-	-	A 1,6 m sobre el suelo. Iluminancia vertical adecuada.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Columna									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
36,10	Luz sobre el área del podio	300	0,70	80	-	-	-	-	1. La iluminancia debe ser vertical en la dirección de la audiencia. 2. La iluminación debe ser controlable para satisfacer las necesidades de presentaciones audiovisuales.
36,11	Sólo trabajos con computadoras	300	0,60	80	19	100	100	75	1. La iluminación debe ser controlable 2. Para el trabajo con pantallas VDT, véase el numeral 3.2.1.8.
36,12	Salas de arte en las escuelas de arte	750	0,70	90	19	150	150	100	La iluminación debe ser controlable 4 000 K ≤ TCC ≤ 6 500 K
36,13	Salas de dibujo técnico	750	0,60	80	19	150	150	100	La iluminación debe ser controlable
36,14	Salas de prácticas y laboratorios	500	0,60	80	19	150	150	100	La iluminación debe ser controlable
36,15	Salas de manualidades / Artesanías	500	0,60	80	19	150	100	100	La iluminación debe ser controlable
36,16	Taller de enseñanza	500	0,60	80	19	150	150	100	La iluminación debe ser controlable
36,17	Salas de preparación y talleres	500	0,60	80	22	150	150	100	La iluminación debe ser controlable
36,18	Hall de entrada del edificio / Pasillos principal de entrada del edificio	200	0,40	80	22	75	75	50	
36,19	Zonas de circulación, corredores	100	0,40	80	25	50	50	30	Nivel de suelo de iluminancia horizontal.
36,20	Escaleras dentro de edificios educativos	150	0,40	80	25	50	50	30	Iluminancia horizontal a nivel del suelo.
36,21	Salas comunes para estudiantes y salones de reuniones	200	0,40	80	22	75	75	50	
36,22	Salas de profesores	300	0,60	80	19	100	100	50	Para el trabajo de oficina, véase la Sección 26. Oficinas.
36,23	Biblioteca: estanterías	200	0,60	80	19	-	-	-	Iluminancia vertical en estantes. Para las estanterías dedicadas que iluminan, el valor UGRL no se aplica.
36,24	Biblioteca: áreas de lectura	500	0,60	80	19	100	100	50	Consulte la sección 33. Lugares de reunión pública – Bibliotecas
36,25	Almacenes para materiales didácticos	100	0,40	80	25	50	50	30	
36,26	Pabellones deportivos, gimnasios, piscinas	300	0,60	80	22	100	75	30	Estos requisitos solo son aplicables para las escuelas. Para uso no escolar, formación y competencia, aplicar los requisitos específicos dados en la EN 12193.
36,27	Comedores escolares	200	0,40	80	22	75	75	50	
36,28	Cocina	500	0,60	80	22	100	100	75	
Ref.	37. Cuidado de la salud – Locales de uso general.	Ēm (Lx)	Uo	R_a	UGR_L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad					Uo ≥ 0,10			
37,1	Salas de espera	200	0,40	80	22	75	75	30	
37,2	Pasillos: durante el día	100	0,40	80	22	50	50	30	Iluminancia a nivel del suelo.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Columna									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
37,3	Pasillos: limpieza	100	0,40	80	22	50	50	30	Iluminancia a nivel del suelo.
37,4	Pasillos: durante la noche	50	0,40	80	22	-	-	-	Iluminancia a nivel del suelo.
37,5	Pasillos multipropósito (por ejemplo, preexamen de pacientes)	200	0,60	80	22	75	75	50	Iluminancia a nivel de la tarea visual
37,6	Salas de estar	300	0,60	80	22	75	75	50	
37,7	Ascensores para personas y visitantes	100	0,60	80	22	50	50	30	Iluminancia a nivel del suelo.
37,8	Ascensores de servicio	200	0,60	80	22	75	75	50	Iluminancia a nivel del suelo.
Ref.	38. Cuidado de la salud – Salas de personal.	\bar{E}_m (Lx)	U_o	R_a	UGR_L	$\bar{E}_{m,z}$ (Lx)	\bar{E}_m , pared (Lx)	\bar{E}_m , techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
						$U_o \geq 0,10$			
38,1	Oficina del personal	500	0,60	80	19	150	150	100	
38,2	Salas de personal	300	0,60	80	19	100	100	50	
Ref.	39. Cuidado de la salud – Salas o habitaciones de pacientes, salas de maternidad.	\bar{E}_m (Lx)	U_o	R_a	UGR_L	$\bar{E}_{m,z}$ (Lx)	\bar{E}_m , pared (Lx)	\bar{E}_m , techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
						$U_o \geq 0,10$			
39,1	Iluminación general	100	0,40	80	19	50	50	30	1. Iluminancia a nivel del suelo. 2. La iluminación de las paredes debe ser controlable.
39,2	Iluminación para lectura	300	0,70	80	19	100	100	75	La iluminación debe ser controlable y limitada a cada cama.
39,3	Pabellones - Exámenes simples	300	0,60	80	19	100	100	75	Para los exámenes normales y los tratamientos especiales, consulte también la Sección 40. Cuidado de la salud – Salas de examen (general) y la Sección 51. Cuidado de la salud – Salas de autopsia y morgues.
39,4	Examen y tratamiento	1 000	0,70	90	19	150	150	100	La iluminación debe ser controlable
39,5	Iluminación nocturna, iluminación para observación	5	-	80	-	-	-	-	Iluminancia a nivel del suelo. $2200\text{ K} \leq TCC \leq 3000\text{ K}$
39,6	Baños para pacientes	200	0,40	90	22	75	75	50	
Ref.	40. Cuidado de la salud – Salas de examen (general)	\bar{E}_m (Lx)	U_o	R_a	UGR_L	$\bar{E}_{m,z}$ (Lx)	\bar{E}_m , pared (Lx)	\bar{E}_m , techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
						$U_o \geq 0,10$			
40,1	Iluminación general	500	0,60	90	19	150	150	100	$4\ 000\text{ K} \leq TCC \leq 5\ 000\text{ K}$
40,2	Área de examinación y tratamiento	1 000	0,70	90	19	150	150	100	$4\ 000\text{ K} \leq TCC \leq 5\ 000\text{ K}$
Ref.	41. Cuidado de la salud– Salas de examen de la vista	\bar{E}_m (Lx)	U_o	R_a	UGR_L	$\bar{E}_{m,z}$ (Lx)	\bar{E}_m , pared (Lx)	\bar{E}_m , techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
						$U_o \geq 0,10$			
41,1	Iluminación general	500	0,60	90	19	150	150	100	$4\ 000\text{ K} \leq TCC \leq 5\ 000\text{ K}$
41,2	Examen de la parte externa del ojo	1 000	-	90	-	150	150	100	$4\ 000\text{ K} \leq TCC \leq 5\ 000\text{ K}$

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Columna									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
41,3	Pruebas de lectura y visión del color con gráficos de visión	500	0,70	90	16	150	150	100	4 000 K ≤ TCC ≤ 6 500 K
Ref.	42. Cuidado de la salud – Salas de examen del oído	Ēm (Lx)	U _o	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
42,1	Iluminación general	500	0,60	90	19	150	150	100	4 000 K ≤ TCC ≤ 5 000 K
42,2	Área de examen del oído	1 000	-	90	-	150	150	100	4 000 K ≤ TCC ≤ 5 000 K
Ref.	43. Cuidado de la salud – Salas de escáneres	Ēm (Lx)	U _o	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
43,1	Iluminación general	300	0,60	80	19	100	100	75	
43,2	Escáneres con potenciadores de imagen y sistemas de televisión	50	-	80	19	-	-	-	Para el trabajo con pantallas VDT, véase el numeral 3.2.1.8.
Ref.	44. Cuidado de la salud – Salas de parto	Ēm (Lx)	U _o	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
44,1	Iluminación general	300	0,60	90	19	100	100	75	La iluminación debe ser controlable
44,2	Área de examinación y tratamiento	1 000	0,70	90	19	150	150	100	La iluminación debe ser controlable
Ref.	45. Cuidado de la salud – Salas de tratamiento (general)	Ēm (Lx)	U _o	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
45,1	Diálisis	500	0,60	80	19	150	150	100	La iluminación debe ser controlable
45,2	Dermatología	500	0,60	90	19	150	150	100	
45,3	Endoscopia	300	0,60	80	19	100	100	75	
45,4	Enyesado	500	0,60	80	19	150	150	100	
45,5	Baños médicos	300	0,60	80	19	100	100	75	
45,6	Masaje y radioterapia	300	0,60	80	19	100	100	75	
Ref.	46. Cuidado de la salud. Zonas de operaciones	Ēm (Lx)	U _o	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
46,1	Salas preoperatoria y de recuperación	500	0,60	90	19	150	150	100	
46,2	Alrededores de la mesa de operación	1 000	0,60	90	19	150	150	100	La iluminancia del área de operación debe tener luminancia equilibrada en los alrededores inmediatos.
46,3	Quirófano	1 000	0,60	90	19	-	-	-	
46,4	Área de operación	-	-	90	-	-	-	-	Aplicar los requisitos específicos dados en la EN 60601-2-41:2009.
Ref.	47. Cuidado de la salud – Unidad de cuidados intensivos	Ēm (Lx)	U _o	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Columna									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
47,1	Iluminación general	300	0,60	90	19	50	50	30	Iluminancia a nivel del suelo.
47,2	Exámenes sencillos	500	0,60	90	19	100	100	75	Iluminancia a nivel de la cama.
47,3	Examen y tratamiento	1 000	0,70	90	19	150	150	100	Iluminancia a nivel de la cama.
47,4	Observación nocturna	20	-	90	19	-	-	-	Se debe tener en cuenta la temperatura de color.
Ref.	48. Cuidado de la salud – Dentistas	\bar{E}_m (Lx)	U _o	R _a	UGR _L	\bar{E}_m,z (Lx)	\bar{E}_m , pared (Lx)	\bar{E}_m , techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
						U _o ≥ 0,10			
48,1	Iluminación general	500	0,60	90	19	150	150	100	La iluminación debe ser libre de deslumbramiento para el paciente.
48,2	En el paciente	1 000	0,70	90	-	150	150	100	
48,3	Atención de caries / Operación en la cavidad oral	-	-	-	-	-	-	-	Aplicar los requisitos específicos dados en la norma EN ISO 9680.
48,4	Blanqueamiento dental	-	-	-	-	-	-	-	Aplicar los requisitos específicos dados en la norma EN ISO 9680.
Ref.	49. Cuidado de la salud – Laboratorios y farmacias	\bar{E}_m (Lx)	U _o	R _a	UGR _L	\bar{E}_m,z (Lx)	\bar{E}_m , pared (Lx)	\bar{E}_m , techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
						U _o ≥ 0,10			
49,1	Iluminación general	500	0,60	80	19	150	150	100	
49,2	Inspección de color	1 000	0,70	90	19	150	150	100	4 000 K ≤ TCC ≤ 6 500 K
Ref.	50. Cuidado de la salud – Salas de descontaminación	\bar{E}_m (Lx)	U _o	R _a	UGR _L	\bar{E}_m,z (Lx)	\bar{E}_m , pared (Lx)	\bar{E}_m , techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
						U _o ≥ 0,10			
50,1	Esterilización	500	0,60	80	22	100	100	75	
50,2	Desinfección	500	0,60	80	22	100	100	75	
Ref.	51. Cuidado de la salud – Salas de autopsia y morgues	\bar{E}_m (Lx)	U _o	R _a	UGR _L	\bar{E}_m,z (Lx)	\bar{E}_m , pared (Lx)	\bar{E}_m , techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
						U _o ≥ 0,10			
51,1	Iluminación general	500	0,60	90	19	150	150	100	
51,2	Mesas de autopsia y mesas de disección	5 000	0,70	90	-	150	150	100	Es posible que se requieran valores superiores a 5 000 lx.
Ref.	52. Zonas de transporte – Aeropuertos	\bar{E}_m (Lx)	U _o	R _a	UGR _L	\bar{E}_m,z (Lx)	\bar{E}_m , pared (Lx)	\bar{E}_m , techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
						U _o ≥ 0,10			
52,1	Salas de llegadas y salidas, zonas de reclamo de equipaje	200	0,40	80	22	75	75	30	
52,2	Áreas de conexión	150	0,40	80	22	50	50	30	
52,3	Mostradores de información, mostradores de facturación y check-in.	500	0,70	80	19	150	150	100	Para el trabajo con pantallas VDT, véase el numeral 3.2.1.8.
52,4	Áreas de aduanas y control de pasaportes	500	0,70	80	19	150	150	100	Debe proporcionarse reconocimiento facial.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Columna									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
52,5	Áreas de espera	200	0,40	80	22	50	50	30	
52,6	Salas de almacenamiento de equipaje	200	0,40	80	25	50	50	30	
52,7	Áreas de control de seguridad	300	0,60	80	19	100	100	75	Para el trabajo con pantallas VDT, véase el numeral 3.2.1.8.
52,8	Torre de control del tráfico aéreo	500	0,60	80	16	50	-	-	1. La iluminación debe ser regulable 2. Para el trabajo con pantallas VDT, véase el numeral 3.2.1.8. 3. Se debe evitar el deslumbramiento de la luz del día. 4. Se deben evitar los reflejos en las ventanas, especialmente por la noche.
52,9	Tareas en hangares: - Áreas de prueba y reparación - Áreas de prueba del motor - Áreas de medición	500	0,60	80	22	50	50	30	
Ref.	53. Zonas de transporte – Instalaciones ferroviarias	Ēm (Lx)	Uo	R_a	UGR_L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad								
53.1.1	Plataformas totalmente cubiertas, pequeño número de pasajeros, por ejemplo, estaciones pequeñas, estaciones en zonas apartadas no urbanas, etc.	50	0,30	80	-	-	-	-	1. Prestar especial atención al borde de la plataforma 2. Evite el deslumbramiento de los conductores y pasajeros. 3. Iluminancia a nivel del suelo en zona de referencia.
53.1.2	Plataformas totalmente cubiertas, número medio de pasajeros, por ejemplo, estaciones intermedias, etc.	100	0,40	80	-	-	-	-	1. Prestar especial atención al borde de la plataforma 2. Evite el deslumbramiento de los conductores y pasajeros. 3. Iluminancia a nivel del suelo en zona de referencia.
53.1.3	Plataformas totalmente cubiertas, gran número de pasajeros, número grande de pasajeros, por ejemplo, terminales/estaciones de integración, de cabecera o portales, grandes estaciones de transporte masivo, terminales de transporte terrestre, etc.	200	0,50	80	-	-	-	-	1. Prestar especial atención al borde de la plataforma 2. Evite el deslumbramiento de los conductores y pasajeros. 3. Iluminancia a nivel del suelo en zona de referencia.
53.2.1	Metro de pasajeros totalmente cerrado (pasos subterráneos), pequeño número de pasajeros	50	0,30	80	-	-	-	-	1. Evite el deslumbramiento de los pasajeros. 2. Iluminancia a nivel del suelo en zona de referencia.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Columna									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ref.	53. Zonas de transporte – Instalaciones ferroviarias	Ēm (Lx)	U _o	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad					U _o ≥ 0,10			
53.2.2	Metro de pasajeros totalmente cerrado (pasos subterráneos), número medio de pasajeros	100	0,40	80	-	-	-	-	1. Evite el deslumbramiento de los pasajeros. 2. Iluminancia a nivel del suelo en zona de referencia.
53.2.3	Metro de pasajeros totalmente cerrado (pasos subterráneos), gran número de pasajeros	200	0,50	80	-	-	-	-	1. Evite el deslumbramiento de los pasajeros. 2. Iluminancia a nivel del suelo en zona de referencia.
53.3.1	Escaleras, escaleras mecánicas, pequeño número de pasajeros	50	0,30	80	-	-	-	-	1. Evite el deslumbramiento de los pasajeros. 2. Prestar especial atención a los desembarcos.
53.3.2	Escaleras, escaleras mecánicas, número medio de pasajeros	100	0,40	80	-	-	-	-	1. Evite el deslumbramiento de los pasajeros. 2. Prestar especial atención a los desembarcos.
53.3.3	Escaleras, escaleras mecánicas, gran número de pasajeros	200	0,50	80	-	-	-	-	1. Evite el deslumbramiento de los pasajeros. 2. Prestar especial atención a los desembarcos.
53,4	Taquilla y vestíbulo	200	0,50	80	28	75	75	50	Iluminancia a nivel del suelo en el área de referencia
53,5	Mostradores de venta de tiquetes y oficinas de equipaje	300	0,50	80	19	100	100	75	Iluminancia en áreas de tareas
53,6	Salas de espera	200	0,40	80		75	75	30	
53,7	Pasillos de entrada y de la estación	200	0,40	80		75	75	30	
53,8	Salas de máquinas e interruptores	200	0,50	80		50	50	30	Iluminancia en áreas de tareas (horizontales, verticales, inclinadas), individualmente regulables en áreas de las tareas visuales.
Ref.	53. Zonas de transporte – Instalaciones ferroviarias	Ēm (Lx)	U _o	R _a	UGR _L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
	Tipo de tarea o área de actividad					U _o ≥ 0,10			

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Columna									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
53.8.1	Centro de control ferroviario (zona de despachador)	200	0,50	80		-	-	-	Iluminancia en áreas de las tareas visuales y uniformidad (horizontal, vertical, inclinada). 1. La iluminación debe ser controlable preferiblemente mediante atenuación. 2. Para el trabajo con pantallas VDT, véase el numeral 3.2.1.8. 3. Se debe evitar el deslumbramiento de la luz diurna. 4. Se deben evitar los reflejos en las ventanas, especialmente por la noche. 5. Los colores de seguridad deben ser identificables. 6. Los escritorios de control y las paredes de control requieren una iluminancia constante sobre toda la superficie.
53,9	Túneles de acceso	50	0,40	20		-	-	-	Iluminancia a nivel del suelo.
53.10.1	Trabajos de montaje en cobertizos de mantenimiento - áspero	200	0,40	80		-	-	-	Evite el deslumbramiento de los pasajeros.
53.10.2	Trabajos de montaje en cobertizos de mantenimiento - medio	300	0,50	80		-	-	-	Evite el deslumbramiento de los pasajeros.
53.10.3	Trabajos de montaje en cobertizos de mantenimiento - fino	500	0,60	80		-	-	-	Evite el deslumbramiento de los pasajeros.
53.10.4	Trabajos de montaje en cobertizos de mantenimiento - precisión	750	0,70	80		-	-	-	Evite el deslumbramiento de los pasajeros.
53.10.5	Áreas de circulación para zonas de mantenimiento de vehículos ferroviarios (sin tráfico vehicular adicional)	100	0,25	80		-	-	-	
53.10.6	Áreas de circulación para zonas de mantenimiento de vehículos ferroviarios (con tráfico vehicular adicional)	150	0,40	80		-	-	-	

Parágrafo 1: Para lugares no contemplados en la anterior tabla se deben aplicar valores establecidos en la norma referenciada (EN 12464-1), la norma IESNA o la NTC 6519-1, para los mismos propósitos. En el evento que el espacio a iluminar no esté dentro de los comprendidos en la tabla o las normas referenciadas, el diseñador, con criterio profesional, debe escoger de la tabla el que más se asimile a las condiciones del lugar y dejará evidencia del hecho.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

3.2.2.7. Requisitos de iluminación de los medios de evacuación

El objetivo de la iluminación de los medios de evacuación para cada edificio, y la estructura donde sea requerida, es ayudar a la salida segura de los ocupantes de un recinto en condiciones normales de funcionamiento. Los medios de evacuación deben incluir únicamente las escaleras, los pasillos, los corredores, las rampas, las escaleras mecánicas y los pasadizos que conducen a una salida. La zona de salida debe incluir únicamente las escaleras, los pasillos, los corredores, las rampas, las escaleras mecánicas, las pasarelas y los pasadizos que conducen al exterior.

Se deben cumplir los siguientes requisitos de iluminación para los medios de evacuación:

- 1) La iluminación de los medios de evacuación debe ser continua y disponible para el uso durante todo el tiempo en que las condiciones de la ocupación así lo requieran.
- 2) La iluminación artificial se debe utilizar durante los períodos de tiempo requeridos para mantener la iluminación a los mínimos valores que se establecen en la tabla 3.2.2.6. a del presente Reglamento. Como excepción se deben permitir los conmutadores de iluminación automáticos, del tipo sensible al movimiento, dentro de los medios de evacuación, siempre que los controladores de los conmutadores estén equipados para las operaciones a prueba de falla, los cronómetros de iluminación estén dispuestos para una duración de un mínimo de 15 minutos y que el sensor de movimiento sea activado por el movimiento de cualquier ocupante en el área servida por las unidades de iluminación, siguiendo lo establecido en el artículo 3.2.6.
- 3) Los pisos y otras superficies de tránsito dentro de una salida y de partes de los medios de evacuación y de la zona de salida, deben estar iluminados según lo establecido en la tabla 3.2.2.6. a, del presente Reglamento.
- 4) En las ocupaciones de reunión, la iluminación de los pisos del medio de evacuación debe ser de por lo menos 2 lux durante los períodos de actividades o proyecciones que involucren luz dirigida.
- 5) Cualquier iluminación requerida debe estar dispuesta de manera que la falla de una sola unidad de iluminación no resulte en un nivel de iluminación menor que 2 lux en cualquier área designada. Una vez identificada la falla, se debe proceder con el cambio de la unidad de iluminación en el menor tiempo posible.
- 6) No se deben emplear luces eléctricas activadas por baterías y otros tipos de lámparas linternas portátiles, como iluminación principal de los medios de evacuación.

Artículo 3.2.3. Cálculos para iluminación interior

En los cálculos de iluminación interior se deben tener en cuenta los requisitos de Iluminancia, la uniformidad y el índice de deslumbramiento. El nivel de iluminancia de un local se debe expresar en función de la iluminancia promedio en el plano de trabajo. Para la aplicación del presente Reglamento se deben cumplir los valores de la Tabla 3.2.2.6. a. del numeral 3.2.2.6.

Si no se especifica la altura del plano de trabajo (m), se debe tomar un plano imaginario a:

- 1) 0 m para pasillos y escaleras teniendo en cuenta que el plano de trabajo está definido a la altura del suelo. Esto incluye las intersecciones, zonas de cambio de dirección y rutas de evacuación relacionadas con la iluminación de emergencia.
- 2) 0,75 m sobre el nivel del suelo para trabajar sentados.
- 3) 0,85 m para trabajos de pie.

3.2.3.1. Superficie de cálculo de iluminancia

La superficie de cálculo debe crearse para indicar los puntos en los que se calcula el valor de iluminancia y para verificar que el plano útil, el área de tarea visual, el área circundante inmediata y el área de fondo, cumplen con los niveles de iluminación requeridos.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

El tamaño de la malla (retícula, cuadrícula, rejilla, grilla, etc.), necesaria para el cálculo y su medición, se establece dependiendo de la tarea visual o actividad, la geometría del área de la tarea visual, la precisión requerida y las magnitudes fotométricas a evaluar. Las celdas de cuadrícula deben aproximarse a un cuadrado, la relación entre la longitud y el ancho de una celda de cuadrícula se mantendrá entre 0,5 y 2.

Los valores de iluminancia se calculan en el punto central de los rectángulos de la malla. En la Figura 3.2.3.1 a, se muestra una malla típica, la cual normalmente es generada por los softwares de diseño, con base en la EN 12464-1.

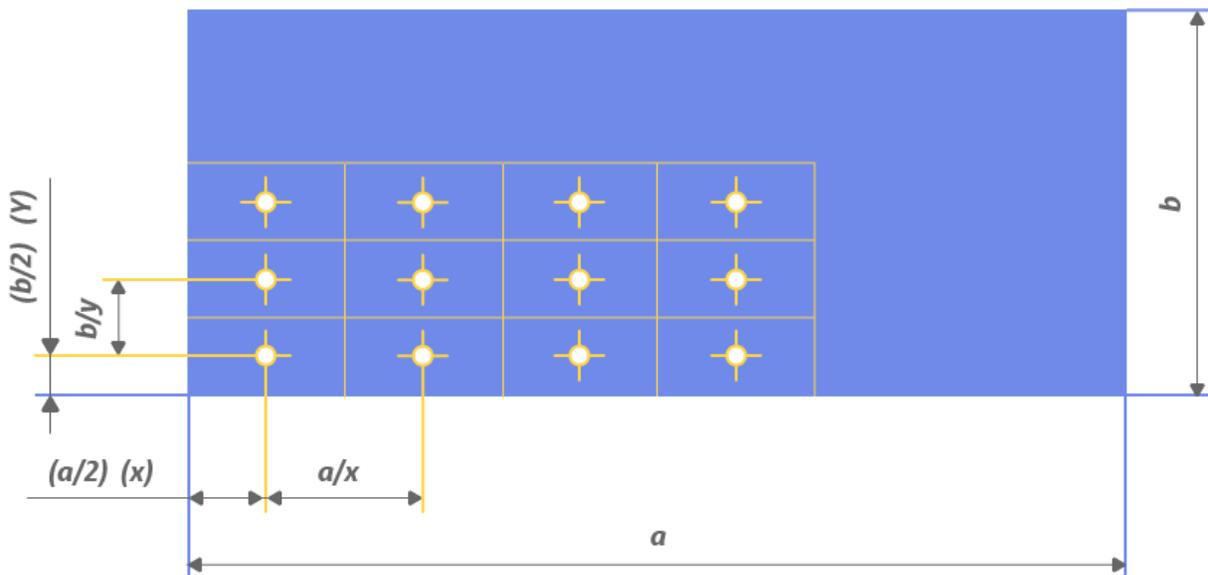


Figura 3.2.3.1. a. Malla típica para el cálculo y verificación de los valores de iluminancia (Adaptada de EN 12464-1)

Donde:

- a: dimensión del lado más largo del área de cálculo / área de verificación
- b: dimensión del lado más corto del área de cálculo / área de verificación
- x: número de puntos a lo largo del lado más largo
- y: número de puntos a lo largo del lado más corto

Se excluye del área calculada general una franja (distancia al borde) de hasta 0,50 m desde las paredes, excepto cuando un área de la tarea visual está en o se extiende dentro de esta área límite.

Se debe aplicar un tamaño de cuadrícula apropiado a las paredes y al techo y también se puede aplicar una banda de 0,5 m. El espaciado de los puntos de la cuadrícula no debe coincidir con el espaciado de las luminarias.

Artículo 3.2.4. Iluminación de emergencia

La iluminación de emergencia debe funcionar automáticamente cuando falla el suministro o alimentación de energía eléctrica del sistema de alumbrado normal y, por ello, opera desde una fuente de energía diferente (independiente) a la del sistema de iluminación general.³

Para los propósitos del presente Reglamento la iluminación de emergencia se considera como un término genérico del que existen varias formas específicas (Ver Figura 3.2.4. a)

³ La sección de iluminación de emergencia del presente Reglamento adapta los requisitos de los referentes normativos NTC 6556, CIE S 020/E (ISO 30061) y EN 1838.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”



Figura 3.2.4. a. Formas específicas de iluminación de emergencia (Adaptado de NTC 6556)

El diseñador de iluminación o el responsable, debe especificar el sistema de iluminación de emergencia, en cada espacio del proyecto, considerando, según aplique:

- 1) La iluminación de emergencia de la ruta de evacuación.
- 2) La iluminación de emergencia (de seguridad) antipánico.
- 3) La Iluminación de emergencia en áreas de trabajo de alto riesgo.
- 4) La iluminación de emergencia de continuidad.
- 5) La señalización de evacuación

En áreas de interiores a cielo abierto (terrazas, patios, etc.), los criterios de iluminación de emergencia serán aplicables de acuerdo con los criterios del profesional en seguridad humana de acuerdo con la aplicación y aglomeración de personas. En piscinas tanto interiores como exteriores, es obligatoria la implementación de iluminación de emergencia.

Se deben ignorar las contribuciones de las inter-reflexiones en las superficies de los espacios con iluminación de emergencia, esto es considerar nulo (cero) las reflectancias de techos, muros y pisos. Los valores medidos deben ser iguales o mayores a los estipulados en la memoria de cálculo.

Para proporcionar la visibilidad necesaria para la evacuación de la edificación en caso de una emergencia, todas las salidas destinadas a ser utilizadas para evacuar la edificación y la señalética a lo largo de las rutas de evacuación deben estar iluminadas, para indicar claramente la ruta de evacuación a un lugar seguro.

La determinación de las rutas de evacuación, zonas puntuales que contengan equipos o dispositivos (camillas, extintores, gabinetes contra incendios, etc.), señalética de emergencia y espacios de alto riesgo, serán establecidos por el profesional en seguridad humana o equivalente, identificándolos y señalándolos en la información documental y planimétrica entregada al responsable de la iluminación de emergencia (diseñador, constructor, instalador, propietario, inspector, interventor, entre otros).

Para identificar colores de seguridad, el valor mínimo del índice de reproducción cromática de las fuentes de luz de las luminarias de emergencia debe ser $R_a \geq 70$.

El diseñador o responsable de la ubicación de las luminarias de emergencia, debe asegurarse que la intensidad luminosa de los equipos de iluminación, en su ubicación, no generan en el campo de visión deslumbramiento perturbador, para eso se deben atender los siguientes lineamientos:

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Para iluminación de rutas de evacuación, que se encuentren a nivel horizontal, la intensidad luminosa de las luminarias no debe exceder los valores de la Tabla 3.2.4. a. dentro de la zona de 60° a 90° con relación al campo de visión (ver Figura 3.2.4. b).

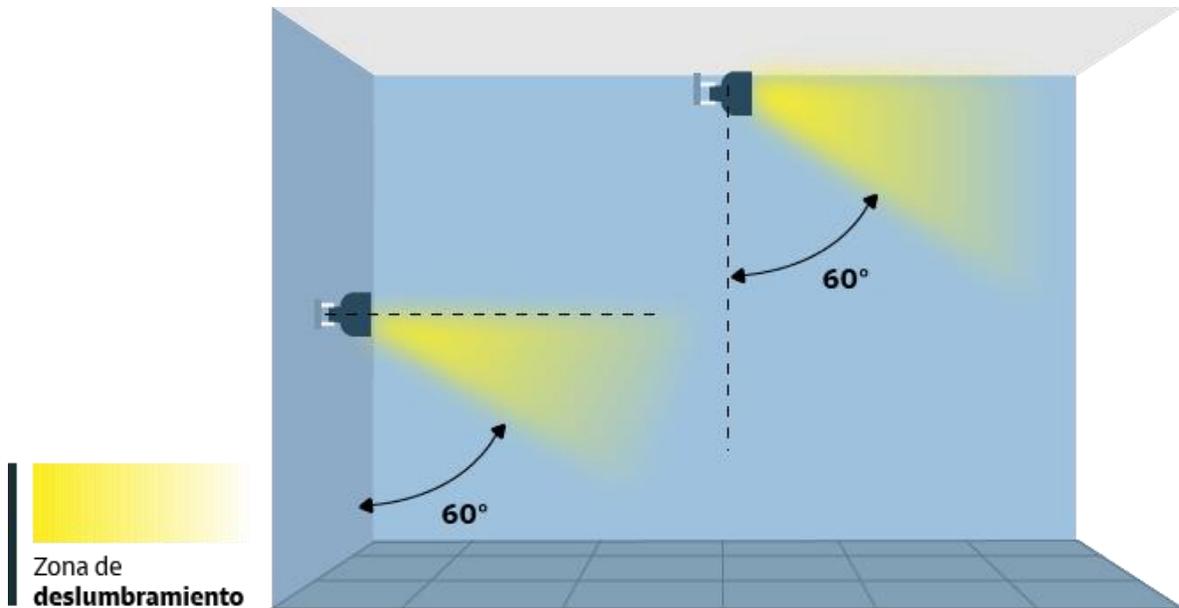


Figura 3.2.4. b. Zonas de deslumbramiento en rutas de evacuación a nivel horizontal. (Adaptado de NTC 6556)

Para iluminación de zonas de énfasis, (de seguridad) antipánico y áreas de alto riesgo, la intensidad luminosa de las luminarias en cualquiera de los ángulos (C , γ) no debe exceder los valores de la Tabla 3.2.4 a (ver Figura 3.2.4. c.).

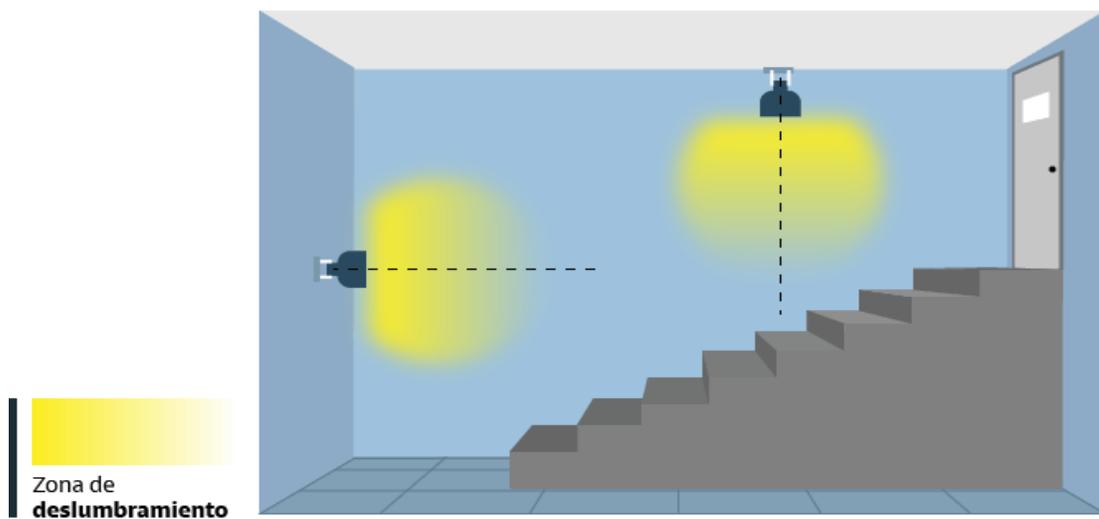


Figura 3.2.4. c. Zonas de deslumbramiento en zonas de énfasis, antipánico, áreas de alto riesgo. (Adaptado de NTC 6556)

Tabla 3.2.4. a. Límites de deslumbramiento para luminarias de iluminación de emergencia. (Tomada de NTC 6556)

Altura h de instalación de luminarias de emergencia sobre el nivel del suelo (m)			Intensidad luminosa máxima $Imáx$ (cd) de la luminaria, para iluminación de emergencia en ruta de evacuación y (de seguridad) antipánico.	Intensidad luminosa máxima $Imáx$ (cd) de la luminaria, para iluminación de emergencia en áreas de alto riesgo.
	h	< 2,5	500	1000
2,5 ≤	h	< 3,0	900	1800
3,0 ≤	h	< 3,5	1600	3200
3,5 ≤	h	< 4,0	2500	5000
4,0 ≤	h	< 4,5	3500	7000
4,5 ≤	h		5000	10000

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Se determina que la separación entre puntos de cálculo de iluminancia para las superficies de cálculo sea $\leq 0,5$ m. La cantidad de puntos de cálculo tanto en dirección transversal como longitudinal debe ser un número impar. En las superficies de cálculo para rutas de evacuación, la hilera central de puntos debe quedar ubicada justo en la línea o eje central. Las superficies de cálculo inclinadas deben evaluarse por parámetros de iluminancia horizontal.

3.2.4.1. Instalaciones que requieren de iluminación de emergencia

La determinación de las instalaciones que requieren de iluminación de emergencia la debe realizar el profesional competente en seguridad humana o equivalente, según la necesidad de evacuación de cada espacio. Para tal fin, a continuación, se establecen los espacios del proyecto que requieren:

- 1) Iluminación de emergencia de evacuación (en cualquier caso.
 - a) Iluminación de la ruta de evacuación.
 - b) Iluminación de las zonas de énfasis: las indicadas en la Tabla 3.2.4.5 a.
- 2) Iluminación de emergencia antipánico, tales como salones multipropósito, restaurantes, comedores, cafeterías, plazoletas de comidas, salas de espera/descanso, áreas de ejercicio, gimnasios, baños, salas de conferencias, auditorios y reuniones, aulas para clases y laboratorios, salas de lectura en bibliotecas, teatros, salas de conciertos, salas de cine, museos, discotecas, graderías de escenario deportivos y de actividades culturales o de entretenimiento, instalaciones de culto, salas de llegada y salida de pasajeros, áreas de recogida de equipajes, área para compra de boletos y vestíbulos, revisión de pasajeros y equipajes, plataformas de espera de Instalaciones de transporte masivo, ferroviario y terrestre, entre otras.
- 3) Iluminación de emergencia en áreas de trabajo de alto riesgo, las cuales pueden corresponder con tareas, actividades, operación de equipos, manipulación de herramientas, entre otros, que supongan riesgos físicos relacionado con la seguridad de las personas; por ejemplo, trabajos en espacios confinados, trabajos en caliente, trabajos con energías peligrosas, trabajos con sustancias químicas peligrosas, entre otros.
- 4) Iluminación de emergencia de continuidad.
- 5) Señalización de evacuación. Iluminación de emergencia de evacuación (ruta de evacuación y zonas de énfasis)
- 6) Parqueaderos cerrados o cubiertos, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- 7) Zonas de baños en edificios de uso público.
- 8) Lugares en los que se ubican tableros de distribución o de accionamiento de la instalación de iluminación y subestaciones eléctricas.
- 9) Sitios de esparcimiento tales como bares, discotecas, casinos, entre otros.

3.2.4.2. Requisitos generales de la iluminación de emergencia

Las instalaciones de sistemas de iluminación de emergencia deben cumplir los siguientes requisitos:

- 1) Para la iluminación de emergencia de la ruta de evacuación y las zonas de énfasis, los equipos de iluminación de emergencia deben ser fijos y estar provistos de baterías recargables integradas como parte integral de la luminaria (de acuerdo con el artículo 2.4.2) o kits balasto-batería.
- 2) Debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse una falla de la alimentación en la instalación de alumbrado normal en las zonas cubiertas por la iluminación de emergencia. Se considera como falla de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70 % de su valor nominal.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

- 3) Los equipos de iluminación de emergencia, no debe demorar más de 1 segundo en estar en funcionamiento luego de presentarle la falla en el suministro de energía de la red eléctrica.
- 4) La instalación cumplirá las condiciones de servicio continuo durante 1 hora (60 minutos), como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar la falla
- 5) Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las fuentes de luz debe ser 70.
- 6) Los sistemas de iluminación de emergencia deben estar diseñados e instalados de modo que garantice un nivel de iluminancia, en caso del daño de un elemento del sistema de iluminación se debe realizar el cambio o reparación del equipo de forma inmediata, con el fin de no dejar en completa oscuridad los espacios que requieran iluminación de emergencia.
- 7) Las baterías que se utilicen como fuentes de alimentación para sistemas de emergencia deben tener una capacidad nominal de corriente adecuada para alimentar y mantener durante 1 hora (60 minutos) como mínimo la carga total conectada, sin que la tensión aplicada a la carga caiga por debajo del 87,5 % de la tensión nominal. La instalación debe contar con un medio de carga automática de las baterías. No se deben utilizar baterías tipo automotriz.
- 8) Los circuitos de iluminación de emergencia no deben alimentar otros artefactos ni luminarias que no sean destinadas para el uso de emergencia, que sean instalados de acuerdo con las secciones 700.10 a 700.19 de la NTC 2050 (segunda actualización).

3.2.4.3. Localización de las luminarias de emergencia

Con el fin de proporcionar una iluminación de emergencia adecuada, se deben cumplir las siguientes condiciones:

- 1) Se deben situar por lo menos a 2 metros por encima del nivel del suelo, salvo que la evaluación de riesgos evaluada por el profesional experto en seguridad humana determine ajustes en la ubicación de estos elementos. Salvo que donde deben evaluarse las condiciones en que el espacio pueda acumular humo en el cielorraso, lo cual podría obstruir la visibilidad de la iluminación para evacuación, en ese caso es se deben ubicar las luminarias de emergencia y señales de evacuación por debajo de la altura superior de la ventana más próxima. En caso de que no sea posible ubicar la señalización de evacuación por debajo de la zona de acumulación posible de humo, se debe ubicar una señal de evacuación adicional en la región inferior cerca de las salidas de emergencia.
- 2) Se debe disponer de iluminación de emergencia en las zonas descritas en la Tabla 3.2.4.5. a.

3.2.4.4. Iluminación de emergencia de la ruta de evacuación

El objetivo de la iluminación de las rutas de evacuación es ayudar a la salida segura de los ocupantes de un recinto, proporcionando las condiciones visuales y de orientación adecuadas, y asegurando que los equipos de lucha contra el fuego y de seguridad puedan ser fácilmente localizados y usados.

Los requisitos de iluminación de emergencia para las rutas de evacuación son:

- 1) Para rutas de evacuación de hasta 2 m de ancho, las iluminancias horizontales en el suelo a lo largo de la línea central de una ruta de evacuación no deben ser menor que 1 lx. La banda central que comprende no menos de la mitad del ancho de la ruta de evacuación debe iluminarse a un mínimo del 50 % de ese valor. Tal como se muestra en la Figura 3.2.4.4. Para rutas de evacuación más anchas, pueden ser tratadas mediante varias franjas de hasta 2 m de ancho o estar provistas de iluminación de emergencia (de seguridad) antipánico. En el caso que la ruta de evacuación contenga zonas de énfasis (véase numeral 3.2.4.5.), los requisitos de

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

iluminación de emergencia serán los indicados en el numeral mencionado del presente Reglamento.

- 2) La relación de diversidad U_d de la iluminancia mínima en relación con la máxima no debe ser menor de 1:40 equivalente a 0,025 a lo largo de la línea o eje central de la ruta de evacuación.
- 3) La duración mínima de la iluminación de emergencia para evacuación debe ser el período de tiempo en el cual exista riesgo para las personas mientras evacuan la edificación en caso de una emergencia, sin ser este valor inferior a 60 minutos. Para el caso que la ruta de evacuación requiera mayores tiempos de iluminación por su recorrido desde el punto más lejano a la salida de emergencia, la duración mínima permitida de iluminación de emergencia debe evaluarse con el profesional competente y documentar la decisión; por ejemplo, edificaciones de atención médica, edificaciones de gran altura, espacios subterráneos, minas, edificaciones de entretenimiento, sistemas de transporte masivo, entre otros.

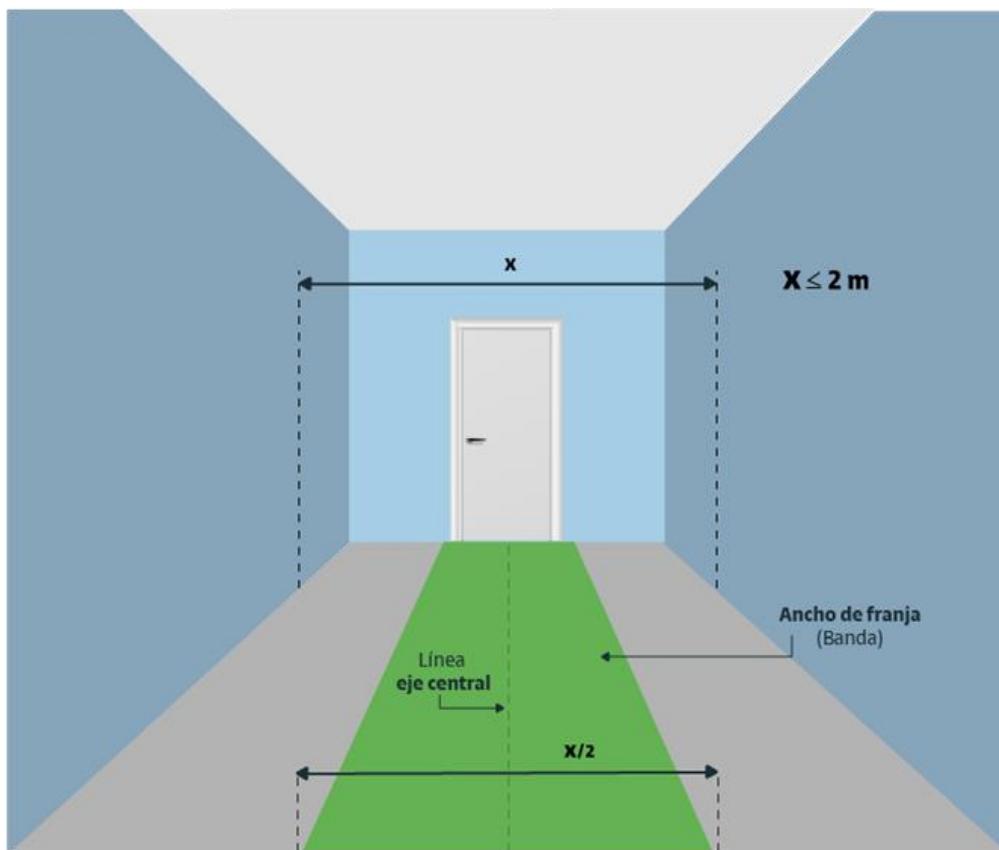


Figura 3.2.4.4. a. Ejemplo de superficie de cálculo para ruta de evacuación (Adaptada de NTC 6556)

3.2.4.5. Requisitos de iluminación de emergencia para zonas de énfasis

En caso de una emergencia y adicional a la iluminación de evacuación, antipánico y de áreas de alto riesgo, las luminarias de emergencia deben situarse de manera que proporcionen un nivel de iluminación de emergencia apropiado para destacar algún peligro potencial o la ubicación de equipos de seguridad que puedan ser requeridos en un evento de emergencia, para esto deben iluminarse con énfasis las siguientes zonas y cumpliendo con los siguientes requisitos:

Tabla 3.2.4.5. a. Requisitos de iluminación de emergencia para zonas de énfasis.

Zonas de énfasis	E_{hm} in (lx)	E_{vm} in (lx)	U_d	Altura de superficie de cálculo (m)	Dimensiones de superficie de cálculo
Cada puerta de salida destinada a ser usada en una emergencia	5	-	0,025	0	La superficie de cálculo será de largo 1 m antes de la salida y al menos del ancho de la salida (puerta) de emergencia.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Zonas de énfasis	Ehm in (lx)	Evm in (lx)	Ud	Altura de superficie de cálculo (m)	Dimensiones de superficie de cálculo
Las escaleras ubicadas en la ruta de evacuación.	5	-	0,025	A la superficie inclinada paralela a los vértices superiores de la huella y contrahuella.	La superficie de cálculo corresponderá al largo y ancho de la escalera. Los descansos deben ser calculados en un plano horizontal a nivel del vértice entre huella y contrahuella.
Las rampas ubicadas en la ruta de evacuación.	5	-	0,025	A la superficie inclinada en la pendiente de la rampa a nivel de suelo.	La superficie de cálculo corresponderá al largo y ancho de la rampa. Los descansos deben ser calculados en un plano horizontal a nivel del suelo.
Cambios de nivel ubicados en la ruta de evacuación.	5	-	0,025	A la superficie inclinada en la pendiente dada por el cambio de nivel.	La superficie de cálculo corresponderá al largo del cambio de nivel y al menos 2 m de ancho.
Cualquier cambio de dirección y cada intersección en la ruta de evacuación.	5	-	0,025	0	La superficie de cálculo corresponderá a 2 m antes y después del cambio de dirección o intersección, y al menos el ancho de la franja de la ruta de evacuación.
Equipos de primeros auxilios.	-	5	0,025	A la altura de uso del equipo.	La superficie de cálculo corresponderá con las dimensiones del equipo y la altura del mismo.
Gabinetes contra incendios, extintores.	-	5	0,025	A la altura de uso del equipo/dispositivo.	La superficie de cálculo corresponderá con las dimensiones del equipo/dispositivo y la altura del mismo.
Botones de pánico, pulsadores de alarmas luminosas y sonoras.	-	5	0,025	A la altura de uso del dispositivo.	La superficie de cálculo corresponderá con las dimensiones del dispositivo y la altura del mismo.
Cabina de baños para personas con movilidad reducida.	5	-	0,025	0	La superficie de cálculo corresponderá con las dimensiones limitadas por el área de la cabina del baño
Los equipos de evacuación previstos para personas con movilidad reducida.	5	-	0,025	0	La superficie de cálculo corresponderá con las dimensiones limitadas por el área que contiene los equipos.
Zonas de refugio para personas con movilidad reducida.	5	-	0,025	0	La superficie de cálculo corresponderá con las dimensiones limitadas por esta área.
Cuarto eléctrico	5	15	0,025	0	La superficie de cálculo horizontal corresponderá con el área que contenga el cuarto, excluyendo un borde de 0,5 m del perímetro de área evaluada. La superficie de cálculo vertical corresponderá con las dimensiones del equipo y la altura del mismo

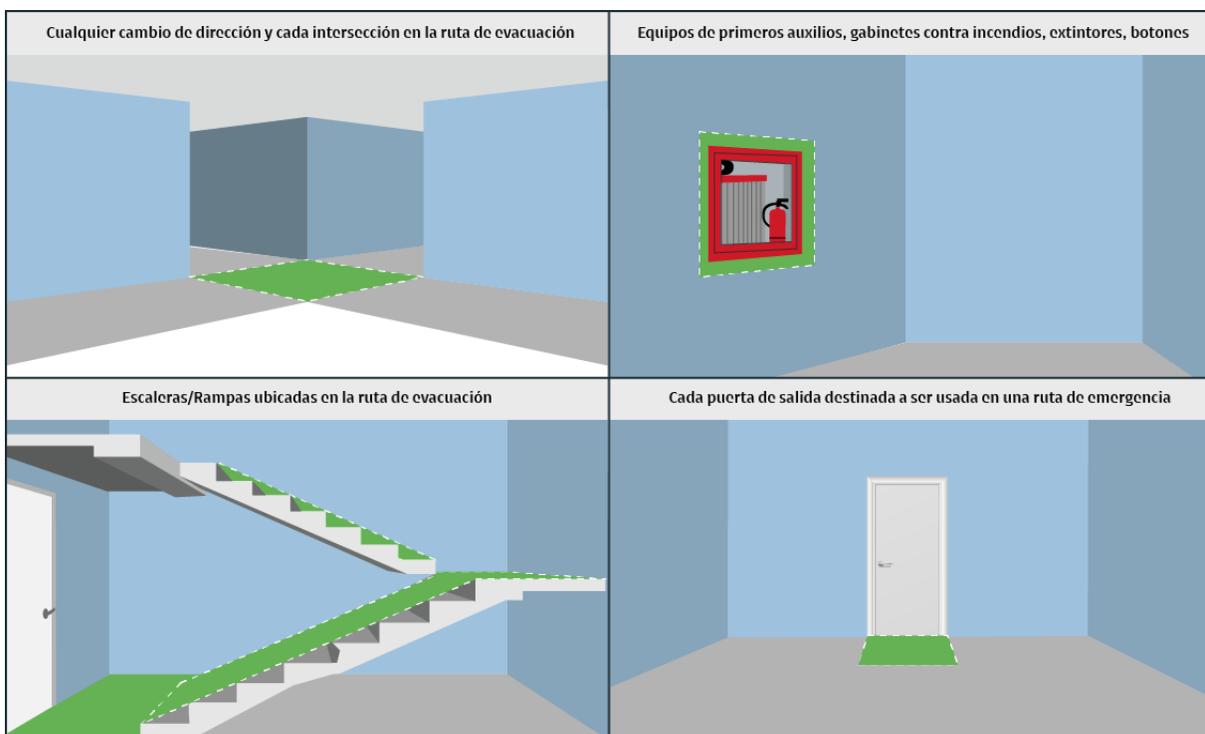


Figura 3.2.4.5. a. Ejemplo de superficies de cálculo para zonas de énfasis (Adaptada de NTC 6556).

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

3.2.4.6. Requisitos de iluminación de emergencia de señalización para evacuación.

El propósito de la señalización para evacuación es proporcionar suficientes condiciones visuales y direccionales para ayudar a ubicar y utilizar la ruta de evacuación con facilidad hasta la salida de emergencia. Se deben cumplir los siguientes requisitos:

- 1) Cuando no es posible la visión directa de una salida final de emergencia, se debe proporcionar una señalización de evacuación iluminada (o una serie de señales de evacuación iluminadas) para ayudar a la progresión hacia la salida de emergencia, incluyendo señalización al interior y exterior de la salida de emergencia final. La salida de emergencia final debe ser claramente identificable al exterior de la edificación, con el fin de informar a entidades de apoyo en caso de un evento de emergencia.
- 2) Las señales para evacuación deben contar con iluminación incorporada y autónoma para asegurar que sean visibles y legibles en cualquier momento que se requiera evacuar la edificación o espacio. Las señales de dirección de la ruta de evacuación, señales de salida de emergencia y otras señales de seguridad, que la evaluación de riesgos del profesional competente en seguridad humana o equivalente considere claramente identificables y necesarias en condiciones de emergencia. La señalización de evacuación debe considerar los requisitos de las normas ISO 3864-1 y ISO 7010.

Los requisitos de iluminación de emergencia de señalización para evacuación deben:

- 1) En las señales para evacuación, el texto debe estar en idioma español o deben poseer pictogramas siguiendo nomenclaturas internacionales de entendimiento universal.
- 2) La duración mínima de la iluminación de emergencia para señalización debe ser el período de tiempo en el cual pueda existir riesgo para las personas mientras evacuan la edificación en caso de una emergencia, sin ser este valor inferior a 60 minutos.
Para el caso que la evacuación requiera mayores tiempos de iluminación por su recorrido desde el punto más lejano a la salida de emergencia, la duración mínima permitida de iluminación de la señalización para evacuación debe evaluarse con el profesional competente y documentar la decisión.
- 3) Las señales de evacuación iluminadas interiormente son perceptibles a una distancia mayor que una señal iluminada exteriormente del mismo tamaño. La distancia de visión máxima (véase figura 4) debe determinarse por la siguiente fórmula:

$$D_o = h \times z \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

Do: Es la distancia de observación (m)
h: Es la altura de la señal de evacuación (m)
z: Es el factor de distancia, z=200 para señales de evacuación con iluminación de emergencia incorporada.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

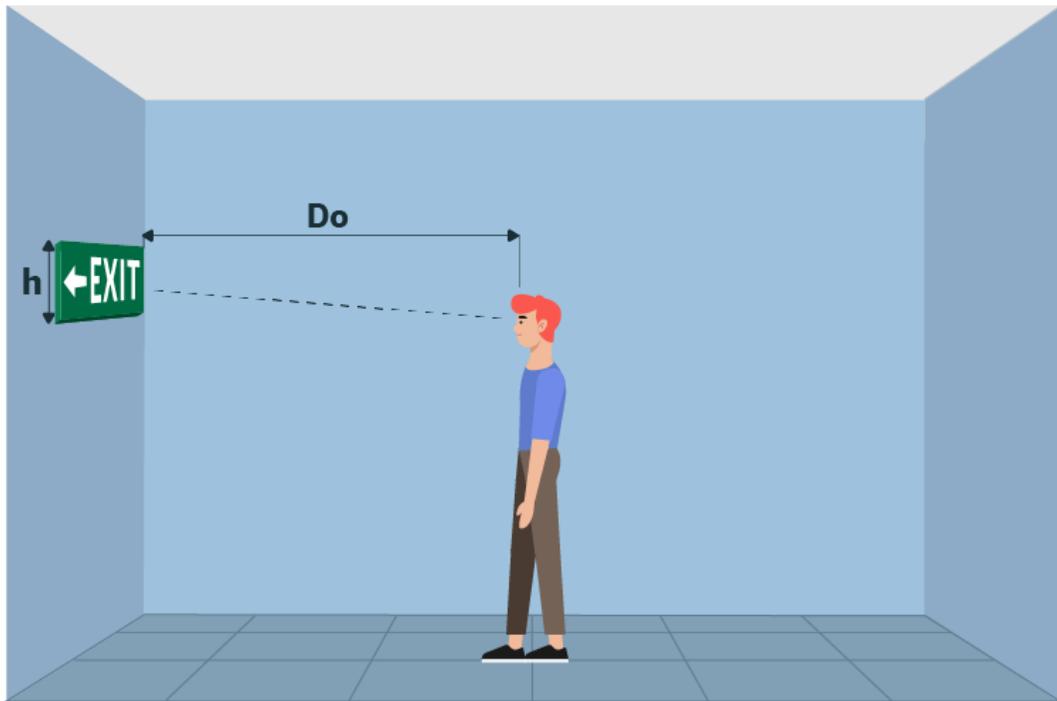


Figura 3.2.4.6. a. Distancia de observación (D_o) en función del alto (h) de la señal de evacuación. (Fuente propia)

- 4) Para obtener una lectura más clara de la señal de evacuación, estas deben instalarse en una posición no superior a 20° de la horizontal en el campo de visión.

3.2.4.7. Requisitos de iluminación de emergencia (de seguridad) antipánico

El propósito de la iluminación (de seguridad) antipánico es reducir la posibilidad de percepción de miedo y/o pánico ante la emergencia, al proveer suficientes condiciones visuales y direccionales que permitan identificar posibles obstáculos, garantizando el movimiento seguro cuando los ocupantes de un espacio se dirigen hacia la ruta de evacuación. Esta iluminación se aplica en espacios donde existe concentración y/o permanencia de personas, y que la falta de iluminación ante una emergencia pueda producir miedo y/o pánico.

Al interior de las cabinas de los ascensores que puedan ser usados por personas, deben contar con iluminación de emergencia (de seguridad) antipánico. Otros espacios que requieren iluminación de este tipo de iluminación son, salones multipropósito, restaurantes, comedores, cafeterías, plazuelas de comidas, salas de espera/descanso, áreas de ejercicio, gimnasios, baños, salas de conferencias, auditorios y reuniones, aulas para clases y laboratorios, salas de lectura en bibliotecas, teatros, salas de conciertos, salas de cine, museos, discotecas, graderías de escenario deportivos y de actividades culturales o de entretenimiento, instalaciones de culto, salas de llegada y salida de pasajeros, áreas de recogida de equipajes, área para compra de boletos y vestíbulos, revisión de pasajeros y equipajes, plataformas de espera de Instalaciones de transporte masivo, ferroviario y terrestre, entre otras.

Los requisitos de iluminación de emergencia (de seguridad) antipánico son:

- 1) La iluminancia horizontal a nivel del suelo, en cualquier punto del área excluyendo un borde de 0,5 m del perímetro de área evaluada, debe ser mayor o igual que 0,5 lx.
El mobiliario no será considerado en el cálculo de la iluminancia horizontal, en la iluminación (de seguridad) antipánico.
- 2) La relación de diversidad U_d de la iluminancia mínima con relación a la máxima no debe ser menor de 1:40 equivalente a 0,025 en el área calculada.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

- 3) La duración mínima de la iluminación (de seguridad) antipánico debe ser el período de tiempo en el cual exista riesgo para las personas mientras evacuan la edificación en caso de una emergencia, sin ser este valor inferior a 60 minutos.
- 4) Para el caso que la evacuación requiera mayores tiempos de iluminación por su recorrido desde el punto más lejano a la salida de emergencia, la duración mínima permitida de iluminación (de seguridad) antipánico debe evaluarse documentar la decisión.

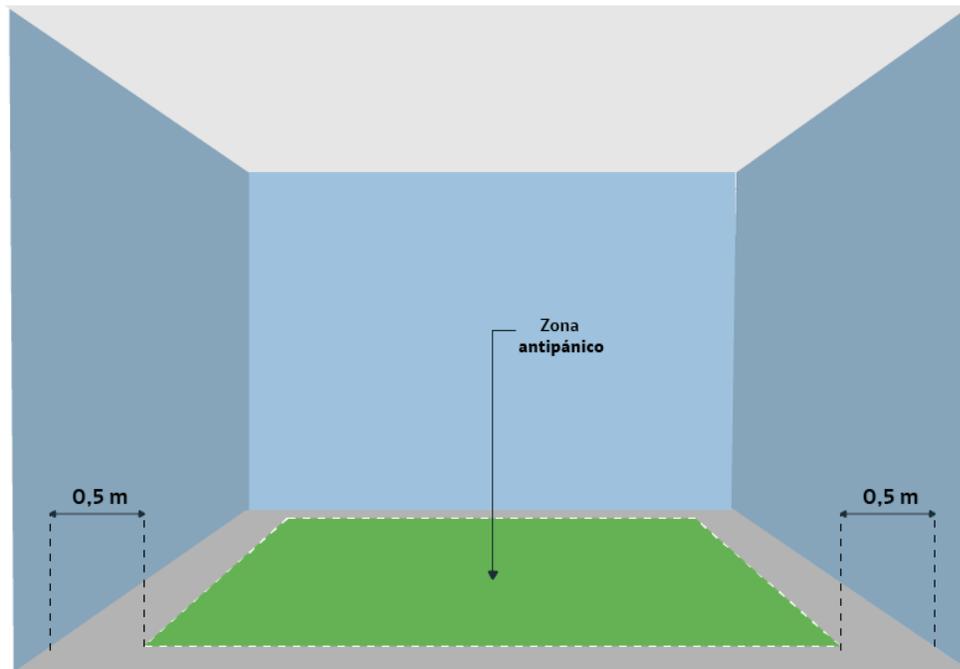


Figura 3.2.4.7. a. Ejemplo de superficie de cálculo (de seguridad) antipánico (Adaptada de NTC 6556).

- 5) Esta iluminación debe ser prevista en todos los baños para personas con movilidad restringida ya sean públicos o privados.

3.2.4.8. Requisitos de iluminación de emergencia para áreas de alto riesgo

El objetivo de la iluminación de áreas de trabajo de alto riesgo es contribuir a la seguridad de las personas implicadas en un proceso o situación potencialmente peligrosa y ayudar a que se puedan llevar a cabo procedimientos de interrupción por seguridad.

Estas áreas de alto riesgo corresponden con tareas, actividades, operación de equipos, manipulación de herramientas, entre otros, que supongan riesgos físicos relacionados con la seguridad de las personas; por ejemplo, trabajos en espacios confinados, trabajos en caliente, trabajos con energías peligrosas, trabajos con sustancias químicas peligrosas, entre otros.

Los requisitos de iluminación de emergencia para áreas de alto riesgo son:

- 1) En áreas de alto riesgo la iluminancia promedio mantenida de emergencia en el área de la tarea visual no debe ser menor del 10 % de la iluminancia promedio mantenida requerida para tal trabajo, en ningún caso no debe ser menor de 15 lx.
- 2) La relación de uniformidad U_0 de la iluminancia mínima en relación a la media no debe ser menor de 1:10 equivalente a 0,1 en el área de la tarea visual.
- 3) La duración mínima de la iluminación de emergencia debe ser el período de tiempo en el cual exista riesgo para las personas en caso de una emergencia, sin ser este valor inferior a 60 minutos. Para el caso que la evacuación requiera mayores tiempos de iluminación por su recorrido desde el punto más lejano a la salida de emergencia, la duración mínima permitida de iluminación de áreas de alto riesgo debe evaluarse con el profesional competente y documentar la decisión, numeral 3.2.4.9. Requisitos de iluminación de emergencia de continuidad. Cuando se emplee la iluminación de

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

emergencia para continuar el desarrollo de alguna actividad o tarea visual, los requisitos de iluminación deben cumplir lo establecido en el numeral 3.2.2.6 del presente Reglamento.

3.2.4.9. Pruebas periódicas a los sistemas de iluminación de emergencia

Con el fin de asegurar que en el momento de un evento donde se requiera la iluminación de emergencia, esta funcione correctamente y cumpla con su objetivo de salvar vidas, se debe hacer la verificación de ausencia de fallos en el sistema de iluminación de emergencia o sus componentes, tales como la fuente luminosa y/o luminaria de emergencia de doble lámpara, baterías, autonomía de carga, conductores, conexiones, auto test de las luminarias y se debe verificar mensualmente su funcionamiento, dejando el correspondiente registro. Se debe cumplir con los siguientes requisitos:

Realizar pruebas de auto test de iluminación de emergencia, tomando como referencia normas como NF-C71-801, NF-C71-820, entre otras.

Realizar las pruebas de supervisión y mantenimiento de una instalación de iluminación de emergencia, tomando como referencia la norma UNE EN 50172 u otras aplicables.

El equipo de iluminación de emergencia alimentado por baterías y con funciones de auto prueba y autodiagnóstico debe realizar automáticamente, no menos de una vez cada 30 días, una prueba de no menos de 30 segundos y una rutina de diagnóstico.

El equipo de iluminación de emergencia alimentado por baterías y con funciones de auto prueba y autodiagnóstico debe señalar las fallas mediante un indicador de estado.

La verificación de la funcionalidad del sistema de iluminación de emergencia con botón de test y sistemas de auto test se debe registrar en un libro de registro de informes por el personal asignado para estas labores o asignado por la administración de la construcción, local, edificio, condominio o similar, y debe incluir como mínimo la siguiente información:

- 1) Fecha de inicio de funcionamiento del sistema de iluminación de emergencia.
- 2) Fechas de cada una de las inspecciones periódicas y ensayos.
- 3) Breve descripción de las inspecciones periódicas y ensayos.
- 4) Identificación de los defectos encontrados.
- 5) Acciones correctivas realizadas.
- 6) Modificaciones realizadas en la instalación de iluminación de emergencia.
- 7) Responsable de la verificación.

Si el sistema de iluminación de emergencia es energizado por baterías, debe realizarse anualmente una prueba funcional por no menos de 1 hora (60 minutos).

Artículo 3.2.5. Eficiencia energética en las instalaciones de sistemas de iluminación interior

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona se evaluará mediante el indicador denominado Valor de Eficiencia Energética de la instalación (VEEI) expresado en (W/m²) por cada 100 luxes, mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P * 100}{S * E_{prom}} \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

P: Potencia total instalada en las bombillas más los equipos auxiliares, incluyendo sus pérdidas [W]
S: Superficie iluminada [m²]
E_{prom}: Iluminancia promedio horizontal mantenida [lux]

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Estos valores incluyen la iluminación general y el alumbrado direccional, pero no las instalaciones de sistemas de iluminación de vitrinas y zonas de exposición.

Los valores límite de VEEI para las actividades de las zonas en mención son los indicados en la siguiente tabla 3.2.5. a.

Tabla 3.2.5. a. Valores límite de VEEI Adaptado del Documento Básico HE - Ahorro de Energía, Sección HE3 numeral 3.1. Ministerio de Fomento Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda de España

Uso del Recinto	Nota	Límites de VEEI
Administrativa en general	-	3,0
Andenes de estaciones de transporte	-	3,0
Salas de diagnóstico	(1)	3,5
Pabellones de exposición o ferias	-	3,0
Aulas y laboratorios	(2)	3,5
Habitaciones de hospital	(3)	4,0
Recintos interiores no descritos en este listado	-	4,0
Zonas comunes	(4)	4,0
Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	-	4,0
Parqueaderos	-	4,0
Espacios deportivos	(5)	4,0
Estaciones de transporte	(6)	5,0
Supermercados, hipermercados y grandes almacenes	-	5,0
Bibliotecas, museos y galerías de arte	-	5,0
Zonas comunes en edificios residenciales	-	6,0
Centros comerciales (excluidas tiendas)	(7)	6,0
Hostelería y restauración	(8)	8,0
Centros de culto religioso en general	-	8,0
Salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias	(9)	8,0
Tiendas y pequeño comercio	-	8,0
Locales con iluminación promedio superior a 600 lux	-	2,5
Habitaciones de hoteles, etc.	-	10,0

NOTAS:

(1) Incluye la instalación de iluminación de salas de examen general, salas de emergencia, salas de escáner y radiología, salas de examen ocular y auditivo y salas de tratamiento. Sin embargo, quedan excluidos locales como las salas de operación, quirófanos, unidades de cuidados intensivos, dentista, salas de descontaminación, salas de autopsias y mortuorios y otras salas que por su actividad puedan considerarse como salas especiales.

(2) Incluye la instalación de iluminación del aula y los tableros de las aulas de enseñanza, aulas de práctica de ordenador, música, laboratorios de lenguaje, aulas de dibujo técnico, aulas de prácticas y laboratorios, manualidades, talleres de enseñanza y aulas de arte, aulas de preparación y talleres, aulas comunes de estudio y aulas de reunión, aulas de clases nocturnas y educación de adultos, salas de lectura, guarderías, salas de juegos de guarderías y sala de manualidades.

(3) Incluye la instalación de iluminación interior de la habitación y baño, formada por iluminación general, iluminación de lectura e iluminación para exámenes simples.

(4) Espacios utilizados por cualquier persona o usuario, como recibidor, vestíbulos, pasillos, escaleras, espacios de tránsito de personas, baños públicos, etc.

(5) Incluye las instalaciones de sistemas de iluminación del terreno de juego y graderías de espacios deportivos, tanto para actividades de entrenamiento y competición, pero no se incluye las instalaciones de sistemas de iluminación necesarias para las retransmisiones televisadas. Las graderías serán asimilables a zonas comunes.

(6) Espacios destinados al tránsito de viajeros como recibidor de terminales, salas de llegadas y salidas de pasajeros, salas de recogida de equipajes, áreas de conexión, de ascensores, áreas de mostradores de taquillas, facturación e información, áreas de espera, salas de consigna, etc.

(7) Incluye los espacios de recibidor, recepción, pasillos, escaleras, vestuarios y baños de los centros comerciales.

(8) Incluye los espacios destinados a las actividades propias del servicio al público como recibidor, recepción, restaurante, bar, comedor, autoservicio, pasillos, escaleras, vestuarios, servicios, baños, etc.

(9) En el caso de cines, teatros, salas de conciertos, etc. se excluye la iluminación con fines de espectáculo, incluyendo la representación y el escenario.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

En el caso de aplicar alguna de las exclusiones el responsable del proyecto de iluminación debe aplicar otros criterios de uso racional y eficiente de la energía y demostrar el criterio.

Artículo 3.2.6. Eficiencia energética mediante control del alumbrado

Este criterio se debe aplicar a las nuevas edificaciones privadas, industriales, comerciales o de uso oficial con más de 500 m² de construcción como complemento a los sistemas de control manual, deben disponer de sistemas de control de iluminación, que permitan un uso racional y eficiente de la energía (URE) y consecuentemente un ahorro de energía.

Se debe usar por lo menos una de las siguientes formas para controlar el nivel de iluminación eléctrica:

- 1) Atenuación del flujo luminoso
- 2) Encendido/apagado automático
- 3) Dimerización automática
- 4) Implementación de sistemas con sensores de presencia
- 5) Implementación de sistemas automatizados que permitan ajustes en tiempo real de las condiciones de luz internas, dependiendo el aporte de luz diurna en el recinto.
- 6) Sistemas que permitan la adecuación de condiciones, de acuerdo con el criterio de ciclo circadiano.
- 7) Otras que garanticen un Uso Racional y Eficiente de la Energía

Todo tipo de parqueadero subterráneo sin importar su uso o área se deben implementar sistemas de control por sensores de presencia. Igualmente, para corredores de circulación de parqueaderos, corredores de circulación interior en zonas comunes y puntos fijos, destinados al traslado de un sitio a otro, sin incluir zonas de transición de uso comercial o que cuenten con espacios de recepción, áreas sociales u otras áreas diferentes al tránsito de las personas de un lugar a otro.

Los sistemas de control por sensores deben estar equipados o diseñados a prueba de fallo (*fail-safe*), el temporizador estar programado para un tiempo mínimo de 15 minutos de duración y el sensor debe activarse por cualquier movimiento de los ocupantes dentro del área servida donde se encuentran instaladas las luces. Si el área servida corresponde a un pasillo o escalera, la totalidad de las luces en esos espacios deben encenderse al activarse el sensor.

Todo tipo de proyecto, residencial, privado, comercial, industrial, público, entre otros, debe implementar lo establecido en el Artículo 3.2.7. Domótica e inmótica en la iluminación interior.

Las edificaciones de vivienda deben atender los lineamientos que sobre el uso racional y eficiente de energía dicten el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y el Ministerio de Minas y Energía en cumplimiento del Decreto 2501 de 2007 *“por medio del cual se dictan disposiciones para promover prácticas con fines de uso racional y eficiente de energía eléctrica”* el cual fue compilado por el Decreto 1073 de 2015 *“por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía”*.

3.2.6.1. Sistemas de control automáticos de niveles de iluminación

El mejor sistema de control será el que de una manera continua mantenga un equilibrio entre la cantidad de luz diurna y el nivel de iluminación, de tal forma que la iluminancia de diseño se mantenga constante. Un Sistema Automático de Control de Iluminación (SACI) puede ser definido como un dispositivo de control de la iluminación eléctrica, que tiene la finalidad de funciones de encendido, apagado y/o atenuación (control del flujo luminoso), de acuerdo con un patrón preestablecido, orientado al ahorro energético y en función de una o más de las siguientes variables:

- 1) Nivel de iluminancia por la iluminación eléctrica o diurna.
- 2) Ocupación de los locales
- 3) Horario de ocupación de los locales.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Un sistema de control automático de iluminación puede estar conformado por los siguientes dispositivos:

- 1) **Salida a atenuadores del flujo luminoso de las bombillas o dimmers.** Es un sistema donde la señal de control determina la proporción de atenuación del flujo luminoso de las bombillas, disminuyéndoles su potencia. No deben producir distorsiones en la forma de corriente de alimentación de la bombilla. Las bombillas utilizadas deben ser compatibles para la regulación de su flujo luminoso sin que experimente algún tipo de inconvenientes.
- 2) **Salida a sensores:** La finalidad de un sensor de un sistema de control es evaluar las condiciones de los ambientes (cantidad de luz diurna, presencia o ausencia de ocupantes, etc.) para generar la señal de control. Deben ser utilizados los sensores tipo ocupación, fotoeléctrico, de vacancia o sensor de tiempo (reloj) entre otros.

El control de la iluminación (encender, apagar y regular la iluminación) en la vivienda se realiza tradicionalmente a través de interruptores y reguladores de iluminación de pared. Con el control de la iluminación integrado en un sistema de domótica se puede conseguir un importante ahorro energético y gran aumento del confort.

En las unidades inmobiliarias cerradas se debe disponer de sistemas de sensores de ocupación para el encendido de la iluminación de corredores y pasillos de áreas comunes.

Artículo 3.2.7. Domótica e inmótica en la iluminación interior

La implementación de este tipo de sistemas será determinada por el dueño del proyecto o en común acuerdo con el diseñador de iluminación. Debe componerse de equipamientos tecnológicos que permitan gestionar de forma energéticamente eficiente, segura, remota y confortable para el usuario, los distintos tipos de aparatos e instalaciones domésticas tradicionales como iluminación, electrodomésticos, aire acondicionado, seguridad, etc. Deben integrar los sistemas de control, las comunicaciones y la gestión integral del recinto o edificio dentro de un mismo grupo para que pueda ser llamado recinto domótico.

Forman parte de la domótica una serie de equipos, capaces de controlar parámetros de corrientes y tensiones típicas que pueden ser enviadas a una interfase de administración de la edificación, tales como Controladores Lógicos Programables (PLC). La finalidad de estos sistemas es el control de todos los subsistemas, incluidos los de iluminación, luz de emergencia, señalización de vías de escape, alarmas de seguridad, etc.

Debe implementar cambios del estado de una iluminación cuando existe participación de la luz diurna, normalmente muy rápida, requiere de un control frecuente y para ello son aptos los conceptos domótica e inmótica. Los principales métodos para cambiar el estado de la iluminación mediante la domótica son:

- 1) Control por presencia – El control de presencia (mediante detectores de presencia) puede encender o apagar la iluminación de una persona en una habitación, enciende la iluminación, y cuando no la detecta, la apaga.
- 2) Medir la luz – Medir la luz en la estancia (incluyendo la iluminación diurna aportada por el exterior y la luz que llega de otras estancias) puede regular la iluminación para garantizar una cantidad de luz establecido con el sistema de domótica.
- 3) La actividad/escenas – Según la actividad de los usuarios la iluminación se puede adaptar de forma automática (activándose una Escena). La iluminación que forma parte de una Escena se programa para que tome un determinado nivel de iluminación, mientras que otras áreas toman otros valores
- 4) Programación horaria – Con la programación horaria se puede programar el control del apagado, encendido y regulación de la iluminación con la domótica según la hora del día, y el día de la semana. Por ejemplo, la luz del pasillo puede estar apagada durante el día, pero encenderse automáticamente a 25 % por la noche (variándose el horario según la época del año) y la luz del baño se programa para que solo se

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

enciende al 50 % al encenderse por la noche. Otra función puede ser que la luz del dormitorio se enciende de forma graduada por la mañana, los días laborables, para despertar lentamente al usuario.

- 5) Simulación de presencia – La simulación de presencia tiene como objetivo hacer parecer que la casa está habitada, aunque esté vacía. La iluminación puede ser utilizada (con o sin otros elementos integrados en el control del sistema de domótica) para la simulación de presencia en la vivienda, encendiendo y apagando la iluminación ciertas horas del día, de forma programada, aleatoria, o de unas rutinas aprendidas por el sistema de domótica.
- 6) Otros eventos – Otros eventos en la casa, detectados por el sistema de domótica, pueden activar la iluminación. Por ejemplo, si la alarma de seguridad detecta intrusión en el jardín por la noche, automáticamente se puede encender toda la iluminación del exterior y la iluminación de los pasillos de la casa.

TÍTULO 3 – INSTALACIONES DE PROYECTOS DE ALUMBRADO PÚBLICO

Se deben cumplir los requisitos específicos establecidos en el presente título, resaltando que los diseños deben considerar todas las condiciones, previsiones y especificaciones que permitan garantizar la estabilidad del funcionamiento del proyecto a través del tiempo.

Durante su vigencia no deben disminuirse los requisitos de niveles de iluminación ofertados siguiendo los lineamientos dados en los criterios de aceptación de niveles de iluminación, estipulados para las mediciones en el *Libro 4 - Evaluación de la conformidad*, de este Reglamento. Por lo tanto, es necesario considerar en el diseño de iluminación vías, cruces vehiculares, glorietas, sobre puentes, bajo puentes, zonas críticas, ciclorrutas adyacentes, andenes peatonales adyacentes a vías principales, además de los requisitos para otras áreas del espacio público, tales como alamedas, parques, plazas, plazoletas, fachadas y monumentos y escenarios deportivos.

Artículo 3.3.1. Criterios generales de diseño de alumbrado público

Los espacios públicos que, de acuerdo con las disposiciones nacionales, municipales o distritales, deban implementar alumbrado público, deben tener en cuenta los siguientes criterios de diseño, donde prima el Reglamento técnico sobre las recomendaciones dadas en las cartillas desarrolladas por los municipios, procurando garantizar la seguridad de los usuarios de dichos espacios.

- 1) Requerimientos de visibilidad donde la iluminación proporcionada por un sistema de alumbrado público debe ser adecuada para permitir el desarrollo normal y proporcionar una percepción de seguridad en la movilidad tanto vehicular como peatonal, así como de otras actividades que puedan realizarse de manera habitual en espacios públicos. Dicha percepción de seguridad se logra si el alumbrado permite apreciar oportunamente el entorno y evitar obstáculos, a los usuarios que circulan a las velocidades permitidas por la ley. El diseñador debe tener en cuenta las condiciones de velocidad de desplazamiento, densidad de tráfico, distancias de observación y condiciones ambientales que definen el trabajo visual a realizar por los usuarios de tales espacios, con los cuales debe establecer los parámetros adecuados para su diseño, tal que garanticen la confiabilidad de la percepción y la comodidad visual.
- 2) La cantidad y calidad de luz es el objetivo del alumbrado público, para proporcionar exclusivamente la iluminación de los bienes de uso público y demás espacios públicos de libre circulación con tránsito vehicular o peatonal, dentro del perímetro urbano y rural de un municipio o distrito, sin comprometer la percepción visual adecuada del entorno, la seguridad de las personas y el confort visual.
- 3) Verificar que no se violen los indicadores de densidad de potencia instalada. Tales parámetros se deben mantener dentro de los límites permitidos por el

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Reglamento durante toda la vida útil de la instalación con la que se ha definido el diseño de la instalación.

- 4) Brindar una comodidad visual donde se debe entender como la cualidad del sistema de iluminación que permite su aprovechamiento sin generar cansancio visual y tensión nerviosa, con ella aportará la seguridad en la circulación por los espacios públicos. Tal comodidad se relaciona con niveles apropiados de adaptación del ojo humano y principalmente con niveles de uniformidad apropiados que estimulen la concentración y, por ende, faciliten la reacción de conductores y peatones.
- 5) Se debe verificar que los valores de relación de entorno (EIR) se encuentren dentro de los valores requeridos por el presente Reglamento (Véase la CIE 136, CIE 140 y CIE 115 últimas versiones o las que las reemplacen). Para vías que involucren peatonales y ciclorrutas adyacentes, estos espacios deben cumplir los niveles de iluminación estipulados en el presente Reglamento en la Tabla 3.3.1.2. a., y no es necesario considerar este factor.
- 6) Evaluación técnico-económica para todos los proyectos de alumbrado público donde se incluyan no solo los costos de inversión sino los costos de operación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto de alumbrado público, de acuerdo con la clasificación de proyecto, tipo B o C. En cualquier caso, es necesario el análisis económico de mínimo tres propuestas, que incluyan mínimo tres marcas de luminarias diferentes, si no se logra obtener las tres propuestas es válido un comunicado o carta del proveedor de los equipos o del fabricante, donde manifieste que no está interesado en desarrollar el proyecto. Con este mecanismo se parte de una base de estudio técnico por proyecto o perfil tipo, dando herramientas para determinar cuál de ellas presenta la mejor interdistancia, menor altura, menor consumo de energía por kilómetro y menor costo constructivo. Estos análisis deben utilizar la metodología descrita en el presente Reglamento, basado en el CAUE y VPN.
- 7) El Uso Racional y Eficiente de la energía debe ser tenido en cuenta en todos los proyectos de alumbrado público y tener en cuenta las demás leyes nacionales que lo fomentan. Cuando sea posible y no comprometa, la seguridad de las personas, se debe incentivar el uso de sistemas de dimerización, sensorización, telegestión e integración a futuro con sistemas de ciudades inteligentes, con el fin de disminuir el consumo de energía. Nota: Para vías de circulación vehicular no se debe hacer uso de sistemas de dimerización.
- 8) Determinar las condiciones ambientales, así como las condiciones particulares del medio donde se implementará la instalación, en especial aquellas que impliquen contaminación ambiental, presencia de agentes corrosivos, características climáticas del sitio, viabilidad y periodicidad del mantenimiento, para determinar las características de los productos que resulten necesarias para el desarrollo del proyecto, las cuales se deben reflejar en el diseño. Se debe tener especial cuidado con el tema de arborización, donde en los sistemas de alumbrado existentes que tengan postes a menos de un metro de distancia de un árbol y la luminaria quede ubicada dentro de la copa del árbol, el operador de alumbrado público debe proponer la solución para cumplir con la coexistencia con estas especies, y que la luminaria quede sin ningún tipo de obstáculo por parte del follaje, esto se puede lograr ya sea por traslado de postes, utilización de brazos más largos entre otros (ver numeral 3.3.1.7. *Coexistencia de luminarias con árboles en las vías*).
- 9) Seguir los requerimientos de las normas de urbanismo y el Plan de Ordenamiento Territorial – POT de cada ciudad o municipio, donde deben estar estipuladas las clasificaciones de las vías de acuerdo con su importancia, flujo vehicular en vehículos carril por hora, velocidad de diseño y topología por lo que se debe considerar el estilo arquitectónico predominante en el sector donde se proyecta la instalación se resalta que el diseño fotométrico prima sobre el diseño urbanístico.
- 10) En los sistemas de alumbrado público existentes que hagan uso de la infraestructura de redes eléctricas compartidas, se deben realizar los ajustes necesarios para dar cumplimiento a los niveles de iluminación exigidos en el

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

presente Reglamento, de tal forma que se realicen las respectivas modificaciones en la infraestructura existente, cuando sea el caso, consistentes en la adición de postes, modificación de longitudes del brazo, cambios en ubicación de postes o soportes, potencias de las luminarias, etc.

- 11) En plazas públicas y vías con identidad histórica o turística, definidas por las autoridades municipales, es necesario mantener el estilo, el color y la distribución, de tal manera que resulten concordantes con las prescripciones arquitectónicas. Así mismo, es importante considerar el uso típico de la vía, bien sea peatonal, ciclorruta o para vehículos automotores. Para cada caso, se deben buscar las distribuciones y equipos que mejoren el impacto visual de la instalación.
- 12) Los diseños se deben realizar con recubrimiento en concreto usado R2 (Qo 0,07) y para asfalto usado R3 (Qo 0,07) según corresponda al tipo de recubrimiento (no se aceptan diseños para superficies nuevas), o de acuerdo con los criterios adaptados para caso como se menciona a continuación.
- 13) Para vías con destinación histórica o turística donde los recubrimientos sean diferentes de asfalto o concreto, el cálculo de iluminación de la vía se debe realizar de la siguiente forma:
 - a) Si el recubrimiento es adoquín gris se puede realizar el cálculo con recubrimiento R2 Qo(0,07)
 - b) Si es adoquín color ladrillo o vía empedrada se debe realizar con recubrimiento R3 Qo(0,07).
- 14) Para el caso de vías sin pavimento se debe realizar el cálculo con recubrimiento R2 Qo(0,07). En estos casos solamente se realizará verificación del cumplimiento con base en lo estipulado en el Libro 4 del presente Reglamento, mediante el método de medición de los 9 puntos o el método de medición para iluminancia de acuerdo con la norma CIE 140, cuando al realizar la medición por el método de los 9 puntos no concuerden los datos con los resultados entregados en la memoria de cálculo, donde se debe realizar el cálculo de iluminación de la calzada en luminancia, pero la corroboración de datos se hará en iluminancia.
- 15) La iluminación del sistema de alumbrado público debe permitir, en particular, ver en conjunto el campo visual del conductor, el cual incluye las aceras o zonas peatonales, separadores, cruces peatonales y vehiculares, la señalización y en general toda la geometría de la vía, por lo cual la memoria de cálculo debe incluir todas las zonas en el mismo cálculo.
- 16) En el diseño de la instalación de alumbrado se debe considerar en una misma memoria de cálculo la iluminación de aceras y ciclorrutas, limitando los valores de deslumbramiento de acuerdo con lo exigido en el presente Reglamento y manteniendo la estética de la instalación.
- 17) En instalaciones de sistemas de iluminación en carreteras se debe asegurar la continuidad visual sobre el carril de circulación teniendo en cuenta la geometría de la vía, a fin de elevar la seguridad en función de la velocidad de circulación.
- 18) El diseñador debe tener en cuenta tres variables al seleccionar o asignar la Clase de Iluminación en el diseño de una instalación de alumbrado público para una determinada vía:
 - a) La velocidad de circulación,
 - b) La frecuencia y naturaleza de los obstáculos posibles en la vía y,
 - c) El tipo de usuarios de la vía.
- 19) Se debe tener en cuenta la geometría de la vía (rectilínea, curva), el número de carriles de circulación, las reglas de tránsito, la superficie de la vía y las guías visuales, así como los puntos particulares que se pueden encontrar sobre ella (cruces, puentes, túneles, etc.)
- 20) En principio, todas las vías que respondan de similar manera a los criterios definidos anteriormente pueden ser iluminadas de manera idéntica. En consecuencia, las vías se pueden agrupar en varios conjuntos, con el objetivo que respondan a un mismo tipo de iluminación, en función de los fines

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

perseguidos, diferentes para cada uno de ellos, pero bien caracterizados para un mismo conjunto.

- 21) Para la corroboración de los niveles de iluminación en campo, utilizando los recubrimientos que se encuentran dentro de las dos clasificaciones (R2 concreto usado o R3 asfalto usado), se debe hacer la comparación de los niveles de iluminación obtenidos en la memoria de cálculo en luminancia con los resultados medidos en campo, o de acuerdo con lo estipulado en la metodología del Libro 4.
- 22) Los productos usados en instalaciones de alumbrado público o para ambientes húmedos deben tener un grado de protección mínimo de IP 65 o NEMA 4.

3.3.1.1. Clasificación de vías

Para la adecuada identificación de cada espacio en la vía, es necesario atender los perfiles típicos de vías que tiene aprobado el POT, EOT o PBOT en cada ciudad, municipio o distrito, los cuales deben estar actualizados de acuerdo con lo estipulado en el presente Reglamento en el numeral 3.3.1.1.

En caso de que el municipio no posea clasificación, se deben atender los criterios de clasificación de vías de acuerdo con lo estipulado en la Tabla 3.3.1.1. a, y 3.3.1.1. b. además, el municipio debe incluir en el POT, EOT o PBOT la clasificación de sus vías. Cuando el operador de red o propietario de la infraestructura de la red de uso general realice la modernización, debe realizar el diseño y adecuación de dichas redes considerando el cumplimiento de las exigencias del servicio de alumbrado público de conformidad con el presente Reglamento.

Las vías se clasifican según la descripción de la vía, la velocidad de circulación permitida por la ley y la importancia de la misma, por lo cual se les asignará una clase de iluminación conforme a la siguiente Tabla 3.3.1.1. a.

Tabla 3.3.1.1. a. Clases de iluminación para vías vehiculares.

Clase de Iluminación	Descripción vía	Velocidad de circulación (km/h)		Tránsito de vehículos T (Veh/h/carril)	
M1	Autopistas y carreteras	Extra alta	$V \geq 80$	Muy importante	$T > 1000$
M2	Vías de acceso controlado y vías rápidas.	Alta	$45 \leq V < 80$	Importante	$1000 > T > 700$
M3	Vías principales y ejes viales.	Media	$40 \leq V < 45$	Media	$700 > T > 500$
M4	Vías primarias o colectoras	Reducida	$30 \leq V < 40$	Reducida	$500 > T > 300$
M5	Vías secundarias en barrios	Muy reducida	$20 \leq V < 30$	Muy reducida	$300 > T > 150$
M6	Vías dentro de conjuntos residenciales cerrados y condominios.	Muy reducido	$V < 20$	Muy reducido	$T < 150$

Para el efecto, una vez realizada la asignación de clase de iluminación principal, se deben tener en cuenta otros factores como son la complejidad de la circulación, la existencia de controles del tráfico, los tipos de usuarios permitidos en la vía y la existencia de separadores.

Tabla 3.3.1.1. b. Variación en las Clases de iluminación por tipo de vía, complejidad de circulación y control del tráfico.

Descripción de la vía	Tipo de iluminación
Vías de extra alta velocidad, con calzadas separadas exentas de cruces a nivel y con accesos completamente controlados (Autopistas expresas). Con densidad de tráfico y complejidad de circulación (1):	
Alta $T > 1000$ (Veh. /h/carril)	M1
Vías de alta y media velocidad, vías con doble sentido de circulación. Con confluencias de tráfico, glorietas cruces semaforizados, pasos a nivel y desnivel, diferentes usuarios de vía (3) y separación (2):	
Alta $1000 > T > 700$ (Veh. /h/carril)	M2
Vías intermedias y colectoras en entradas de barrios de tráfico urbano, vías distribuidoras. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía, vías de barrio en sectores comerciales:	
Medio $700 > T > 500$ (Veh. /h/carril)	M3

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Descripción de la vía	Tipo de iluminación
Bajo 500>T>300(Veh. /h/carril)	M4
Vías de bajo flujo vehicular, vías de barrio o residenciales. Vías de acceso a propiedades individuales y a otras vías privadas. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía:	
Bajo 305>T>150 (Veh. /h/carril)	M5
Bajo 150>T (Veh. /h/carril)	M6

NOTAS

(1) La complejidad de la vía se refiere a su infraestructura, movimiento de tráfico y alrededores visuales. Se deben considerar los siguientes factores: número de carriles, inclinación, letreros, señales, entradas y salidas de rampas. Se debe tener en cuenta que las intersecciones viales y otros sitios de tráfico complejo se analizan separadamente.

(2) La separación puede ser por medio de carriles específicos o por normas que regulan la restricción para uno o varios de los tipos de tráfico. El menor grado se tomará en cuenta, cuando existe esta separación.

(3) Los diferentes tipos de usuarios de la vía, son: automovilistas (en vehículos veloces o lentos), motoristas de vehículos pesados y lentos (camiones), vehículos grandes y lentos (buses y sistemas de transporte masivo, incluidos medios férreos urbanos) ciclistas, motociclistas, diferentes medios alternos motorizados y peatones.

En los casos especiales en los que para una misma vía se tenga una clase de iluminación de acuerdo con la velocidad y otra de acuerdo con el tránsito de vehículos, prevalecerá aquella clase de iluminación superior, teniendo en cuenta que, en la escala, M1 es la superior y M6 la inferior.

3.3.1.2. Requisitos de iluminación para vías vehiculares

Conocidas las características de las vías y sus requerimientos visuales, se debe asignar la clase de iluminación necesaria. A cada clase de iluminación se le establecen los requisitos fotométricos mínimos mantenidos a través del tiempo, los cuales se condensan en la Tabla 3.3.1.2. a., para luminancia. Los valores se deben calcular para piso seco.

Tabla. 3.3.1.2. a. Requisitos fotométricos mantenidos por clase de iluminación para tráfico motorizado con base en la luminancia de la calzada y sus espacios adyacentes. Adaptada de la norma CIE 115-2010.

Clase de iluminación	Superficie de la carretera					Ciclorrutas adyacentes				En andenes adyacentes			
	Estado seco					Emed (lux)	Punto min. Emin (lux)	Ilumin. Vertical mínima (Evmin, lux)	Ilumin. Semi cilíndrica mínima (Esc,min, lux)	Emed (lux)	Punto min. Emin (lux)	Ilumin. Vertical mínima (Evmin, lux)	Ilumin. Semi cilíndrica mínima (Esc,min, lux)
	Luminancia promedio Lprom (cd/m²)	Uo (min/med)	UL (min/max)	fTI	Relación de entorno mínimo EIR								
M1	2.0	0,4	0.7	10	0,35	15 - 22,5	3	5	3	15 - 22,5	2	3	2
M2	1,5	0,4	0.7	10	0,35	15 - 22,5	3	5	3	15 - 22,5	2	3	2
M3	1,0	0,4	0.6	15	0,30	10 - 15	2	3	2	10 - 15	2	3	2
M4	0,75	0,4	0.6	15	0,30	5 - 7,5	1	1,5	1	5 - 7,5	1	1,5	1
M5	0,50	0,35	0.4	15	0,30	5 - 7,5	1	1,5	1	5 - 7,5	1	1,5	1
M6	0.30	0.35	0.4	20	0,30	3 - 4,5	1	1	0,6	3 - 4,5	1	1	0,6

Se debe diseñar con los niveles de uniformidad longitudinal (UL) especificados en este Reglamento, pues una falta del cumplimiento de este requerimiento puede generar aparición de zonas o áreas con diferencias marcadas de iluminación (*efecto cebra*), uno de los causantes de la fatiga visual de los conductores en las vías.

Para vías de alta complejidad, tales como, las que presentan perfiles que presentan varias calzadas paralelas (no carriles) y separadores en el mismo corredor de circulación y donde se deben incluir simultáneamente todos los espacios involucrados en el corredor en la memoria de cálculo, para ver la influencia en los niveles de iluminación obtenidos de todos los equipos de iluminación instalados en el perfil sobre cada una de las zonas, puede presentarse que los valores de luminancia promedio en ciclorrutas y peatonales se

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

sobrepasen los rangos de valores de nivel de iluminación estipulados en la Tabla 3.3.1.2. a.

Por lo tanto, el diseñador es responsable de acercarse tanto como sea posible a estos rangos de iluminancia estipulados en la tabla en mención, propendiendo por el uso racional y eficiente de energía y no sobrepasando los valores de densidad de potencia instalada del sistema de iluminación.

Para tramos de vía muy cortos, de hasta 150 metros de longitud se debe utilizar el concepto de zona crítica de acuerdo con la Tabla 3.3.1.2. a. Requisitos fotométricos para áreas críticas, escogiendo el nivel de acuerdo con la clasificación de la vía, para el caso de finales de vía de longitud mayor a 150 metros,, se debe conservar la interdistancia entre postes de tal forma que se cumpla el nivel de luminancia exigidos por el presente Reglamento de acuerdo con su clasificación, y realizar el análisis de zona crítica en el sector comprendido entre el final de la vía y el último poste ubicado antes del mencionado final, de tal forma que se garantice el resalte de este sector y facilitar y la percepción adecuada de esta zona; en caso que los valores no se cumplan, se debe ajustar la interdistancia entre postes para que se ajuste a los requerimientos o realizar ajustes necesarios para dar cumplimiento con los requisitos de niveles de iluminación. La verificación se debe realizar utilizando la metodología estipulada en el *Libro 4 - Evaluación de la Conformidad*, numeral 4.3.10.1. Determinación de superficies y puntos de medición.

3.3.1.3. Zonas críticas - cruces vehiculares, glorietas, sobre puentes y bajo puentes

Se consideran zonas críticas aquellas que implican un estado de atención mayor por parte de los usuarios de los espacios iluminados, estas zonas están comprendidas por los cruces vehiculares, glorietas, sobre puentes, bajo puentes, tanto vehiculares como peatonales, entre otros. La clasificación **C** debe cumplirse en especial en los espacios anteriormente mencionados. La Tabla 3.3.1.3. a., establece los requisitos de niveles de iluminación promedio y de uniformidad mínimos para las denominadas áreas críticas, en el caso que un cruce o intersección vehicular involucre vías con dos clasificaciones M distintas, se debe tomar el valor C de la vía de mayor importancia.

Tabla 3.3.1.3. a. Requisitos fotométricos para áreas críticas. Adaptado de la norma CIE 115

Clase de iluminación más importante que converge en el cruce	Clase C	Iluminancia Promedio en toda la superficie (luxes)	Uniformidad general U _o
M1	C0	50	0,4
M2	C1	30	0,4
M3	C2	20	0,4
M4	C3	15	0,4
M5	C4	10	0,4
M6	C5	7,5	0,4

En áreas críticas particulares tales como las mencionadas a continuación, se deben aplicar los criterios y clases de iluminación según la Tabla 3.3.1.3. b.

Tabla 3.3.1.3. b. Clases de iluminación en áreas críticas particulares. Adaptado de la norma CIE 115

Área crítica	Clase de iluminación del área crítica(C) ¹
Pasos subterráneos para peatones o ciclistas	C0
Rampas vehiculares, puentes vehiculares, entradas a divergencias o convergencias en vías.	C1
Sobre y bajo Puentes Vehiculares	C1

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Área crítica	Clase de iluminación del área crítica(C) ¹
Puentes peatonales y zonas aledañas a estos espacios ²	C2
Cruces ferroviarios	C1
Glorietas, rotondas.	C0
Área vehicular en fila de espera (p.ej. Aeropuertos, terminales de transporte, estaciones de metro, entre otros)	C0
TÚNELES dentro de Ciudades, zonas urbanas o cualquier tipo de vía intermunicipal, interdepartamental o vía Nacional, aplica para todos los túneles independiente de su longitud.	NORMA CIE 88, CIE 189, CIE 193

NOTAS

- (1) Todos los niveles de iluminación deben ser cumplidos con una uniformidad U0 mayor o igual a 0,4.
- (2) Se considera zona aledaña a la franja de 2 m que circunda horizontalmente el área del puente, rampa y escaleras.

3.3.1.4. Localización de luminarias

La localización de las luminarias en la vía está relacionada con su patrón de distribución, con el ancho de la vía, con los requerimientos lumínicos de la calzada, con la altura neta de montaje de las luminarias con respecto a la calzada, con el perfil de la vía, la proximidad a redes de AT, MT (en donde se deben cumplir las normas de distancias mínimas de seguridad establecidas en el RETIE y las zonas de servidumbres), líneas férreas, mobiliario urbano, etc. Se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- 1) Los postes deben ser instalados a una distancia del borde de la vía mínimo 60cm, para el caso de requerirse o determinar que la mejor solución es instalar los postes en separadores centrales o separadores, estos no deben tener un ancho menor de 1,5 metros.
- 2) Aparte de estas consideraciones, la altura de montaje se relaciona con las facilidades para el mantenimiento y el costo de los apoyos. La interdistancia de los postes de alumbrado será la que resulte del estudio fotométrico de iluminación de la vía y primará sobre la distancia de ubicación de los elementos del mobiliario urbano (árboles, sillas, canecas para basura, bolardos, ciclo parqueos, etc.).
- 3) Los municipios, o entidades encargadas del alumbrado público, deben realizar el estudio de iluminación previo a la determinación de la disposición de los elementos de urbanismo y arquitectónicos con el fin de que el proyecto cumpla con las condiciones óptimas de niveles de iluminación y uso racional y eficiente de energía.
- 4) Las interdistancias definidas en la memoria de cálculo, sólo se deben disminuir debido a obstáculos insalvables, como por ejemplo sumideros de alcantarillas, rampas de acceso a garajes existentes, rampas, entre otras.
- 5) La inclinación de la luminaria de ser necesario entre 0 y máximo 15° con respecto a la horizontal, y/o utilizando brazos con mayor longitud.
- 6) Se pueden utilizar las distribuciones de equipos más adecuadas de acuerdo con el perfil de la vía, de acuerdo con las siguientes disposiciones de luminarias, donde H es la altura de la luminaria, W el ancho de la calzada y S la interdistancia entre luminarias. Conocidas las características de las vías y las propiedades fotométricas de las luminarias, el diseñador debe aplicar la configuración que mejor resuelva los requerimientos de iluminación de acuerdo con las siguientes disposiciones de puntos luminosos:
- 7) Disposición unilateral: Es una disposición donde todas las luminarias se instalan a un solo lado de la calzada. El diseñador debe utilizar la luminaria más apropiada que cumpla con los requisitos fotométricos exigidos.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

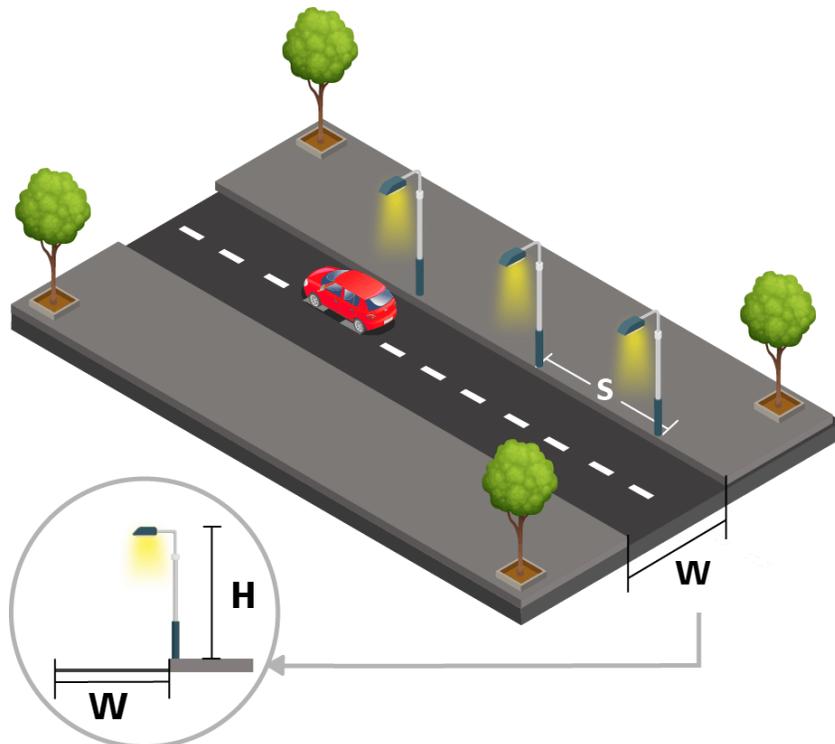


Figura 3.3.1.4. a. Disposición Unilateral. (Fuente propia)

- 8) Central doble: Donde los carriles de circulación en una dirección y otra cuentan con separador no menor de 1,5 m de ancho. Se logra una buena economía en el proyecto si los postes comparten en el separador central a manera de dos disposiciones unilaterales.

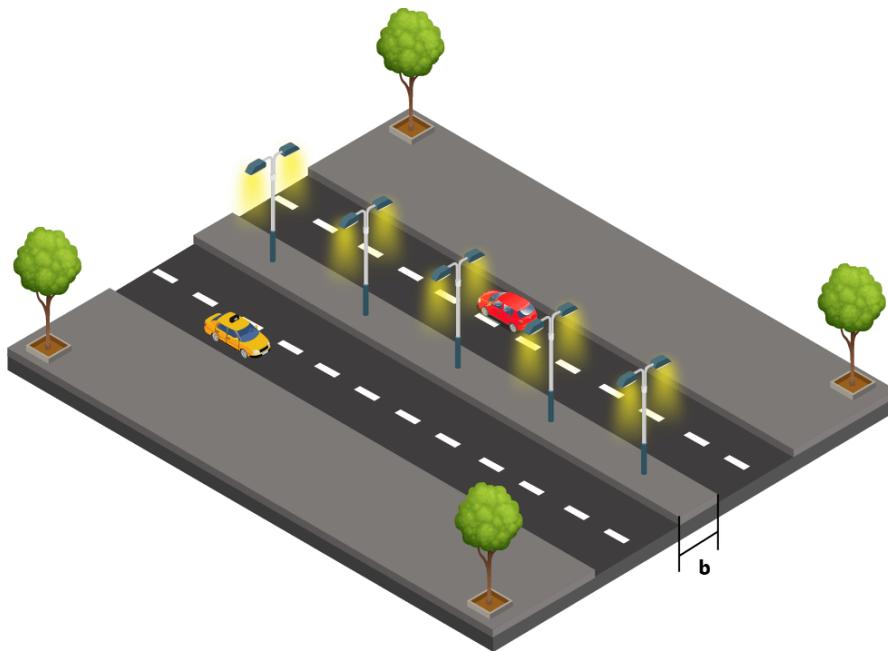


Figura 3.3.1.4. b. Disposición Central doble (para $1,5 \text{ m} \geq b \leq 4 \text{ m}$). (Fuente propia)

- 9) Bilateral alternada: Se podrá utilizar esta configuración cuando la calzada presenta un ancho W superior a la altura de montaje H de las luminarias, de forma tal que se cumpla la siguiente relación $1.0 < (W/H) < 1,50$. Se excluye esta disposición para el caso de aplicación en túneles.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

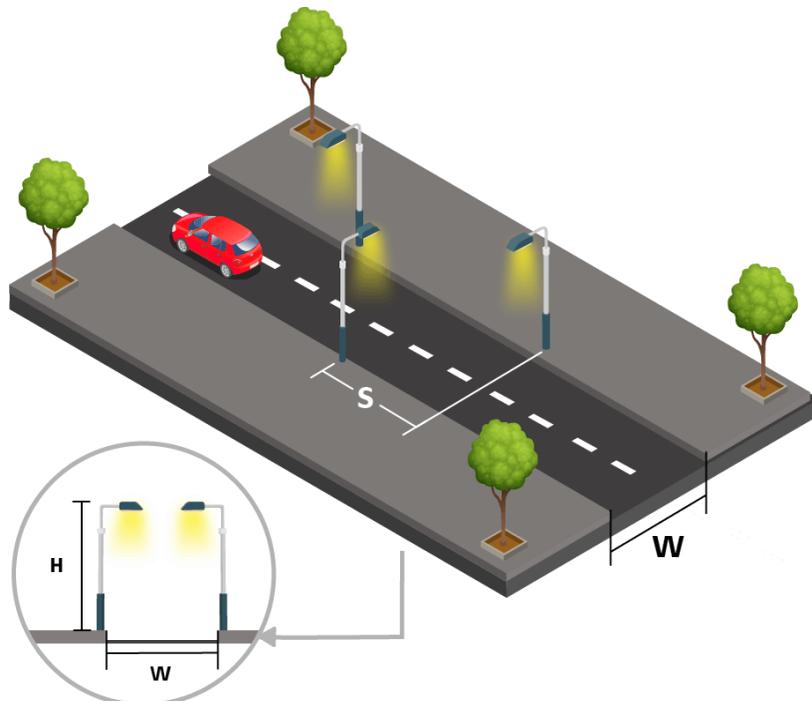


Figura 3.3.1.4. c. Disposición Bilateral alternada. (Fuente propia)

- 10) Bilateral opuesta sin separador: Aplican los criterios expuestos del ítem 3) bilateral alternada.

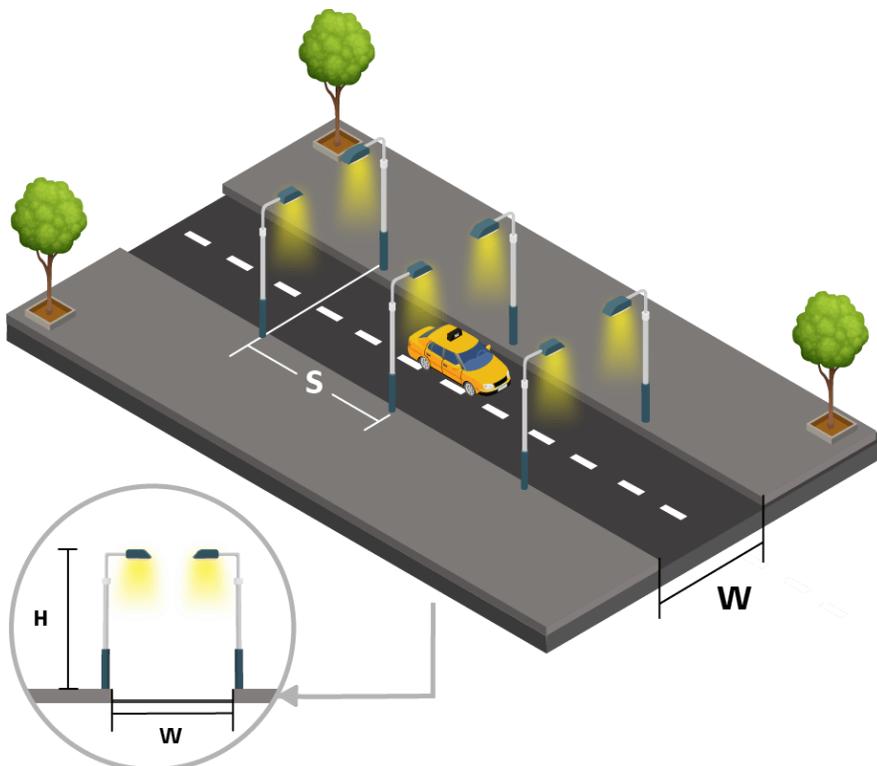


Figura 3.3.1.4. d. Disposición Bilateral opuesta sin separador. (Fuente propia)

- 11) Bilateral opuesta con separador: En este caso, la iluminación consta de dos filas de luminarias: una a cada lado de la vía y cada luminaria se encuentra enfrentada con su correspondiente del lado contrario. Por otra parte, el solo uso de la disposición no garantiza el resultado. El diseño completo contempla una solución integral a la iluminación de la vía propuesta incluidos los alrededores inmediatos. Esta disposición sobre vías principales es comúnmente usada si se requiere solamente para iluminación doble propósito: la vehicular y la peatonal.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

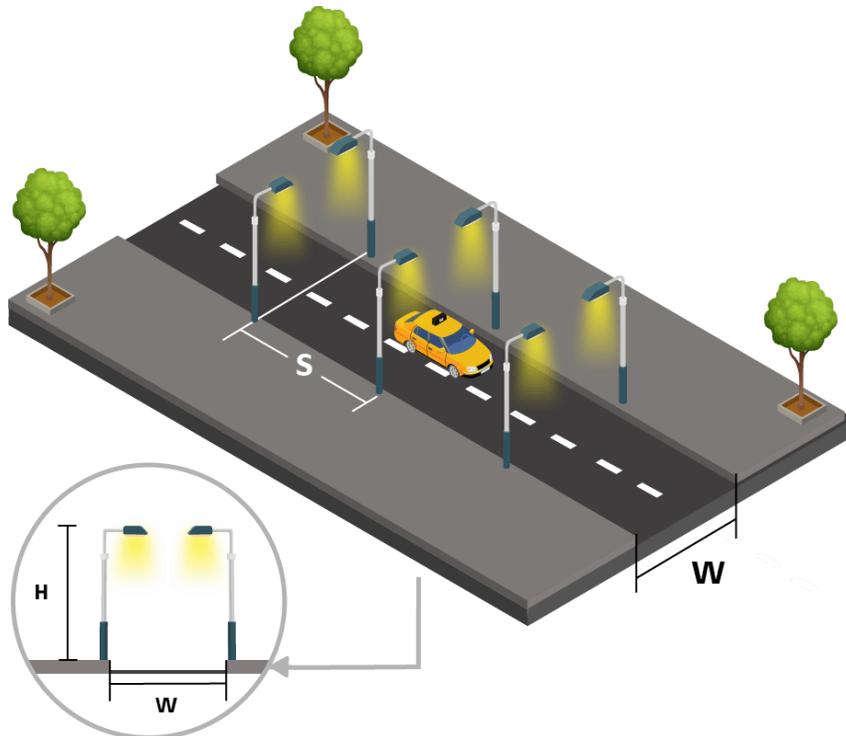


Figura 3.3.1.4. e. Disposición Bilateral opuesta con separador (para cualquier valor de b). (Fuente propia)

- 12) Otras combinaciones: Otra forma muy eficiente para vías de cuatro calzadas es utilizar una distribución central sencilla para las calzadas centrales y una distribución bilateral alternada en conjunto con las centrales, para los carriles externos.

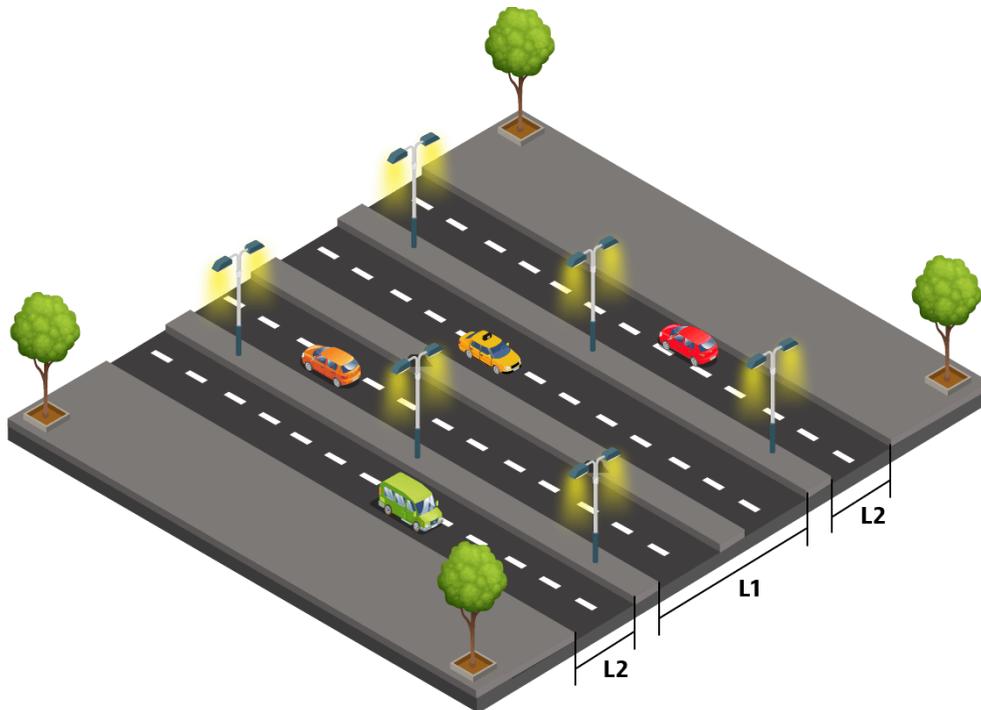


Figura 3.3.1.4. f. Otras combinaciones. (Fuente propia)

- 13) Disposición central suspendida en catenaria o guaya: En este caso, la iluminación consta de una fila de luminarias en el centro de la vía, las cuales están suspendidas en una guaya de seguridad, estas luminarias deben tener una fotometría que permita enviar la luz en forma asimétrica longitudinal a la vía, permitiendo obtener la mayor interdistancia posible. Como aplicaciones principales se encuentran zonas en calles angostas o muy arborizadas en donde para este caso se facilita evadir el follaje de los árboles disminuyendo los posibles problemas de uniformidad sobre la vía que se puedan presentar.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

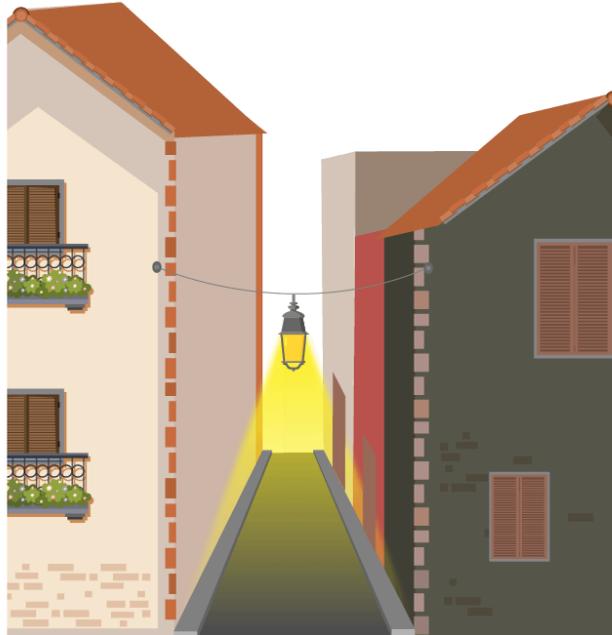


Figura 3.3.1.4. g. Disposición central suspendida en catenaria. (Fuente propia)

- 14) Disposición en glorietas o rotondas: En estos casos, la ubicación de los equipos se define a criterio del diseñador, donde se puede optar por luminarias distribuidas en el área externa de la glorieta o en mástiles de gran altura según convenga, utilizando la menor cantidad de potencia posible.

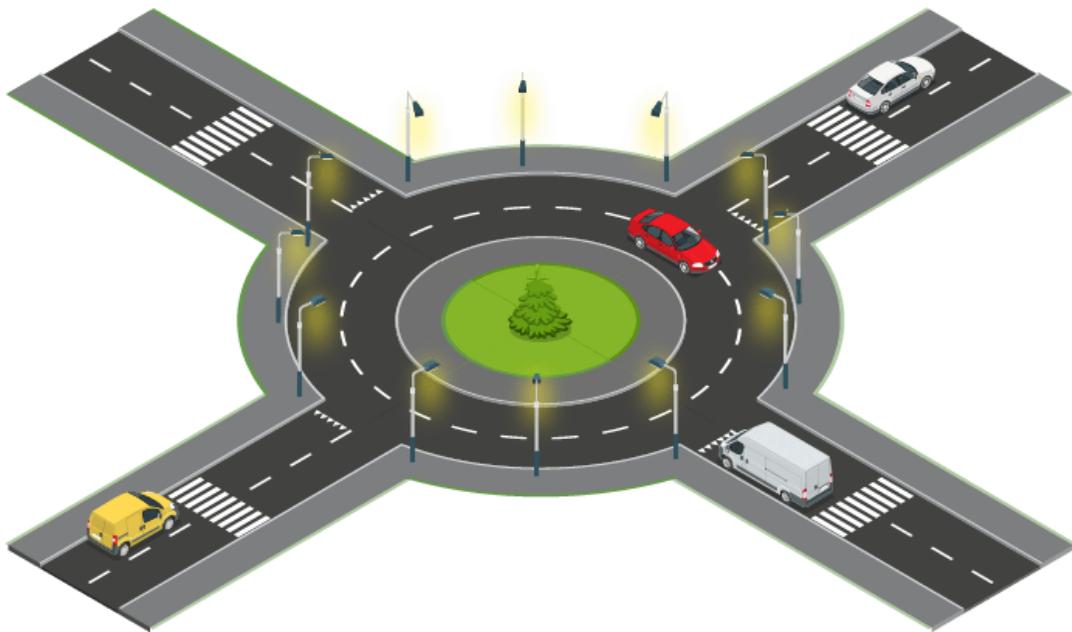


Figura 3.3.1.4. h. Disposición de luminarias en glorietas o rotondas. (Fuente propia)

3.3.1.4.1. Casos especiales de disposición de luminarias

En sitios críticos como bifurcaciones, curvas, cruces a nivel, etc. se debe cumplir con las especificaciones fotométricas exigidas para cada sitio. El diseñador debe tener en cuenta las condiciones del tránsito automotor, la importancia relativa de las vías, la localización de monumentos, los obstáculos existentes, las señales de tránsito, etc.

Las disposiciones de luminarias que se dan a continuación no constituyen una solución definitiva para cada caso particular.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

- 1) Disposición en curvas. El trabajo visual del conductor en las curvas se aumenta, por lo que en curvas leves (entre 0° y 30°) se debe reducir la interdistancia básica hasta un máximo de $0,90X$ en el trayecto de entrada o salida de la curva (normalmente comprende 100 a 200 m para velocidades de circulación de 60 o 75 km/h respectivamente) y a $0,75X$ en el trayecto mismo de la curva (donde se ha trazado la vía con un radio dado).

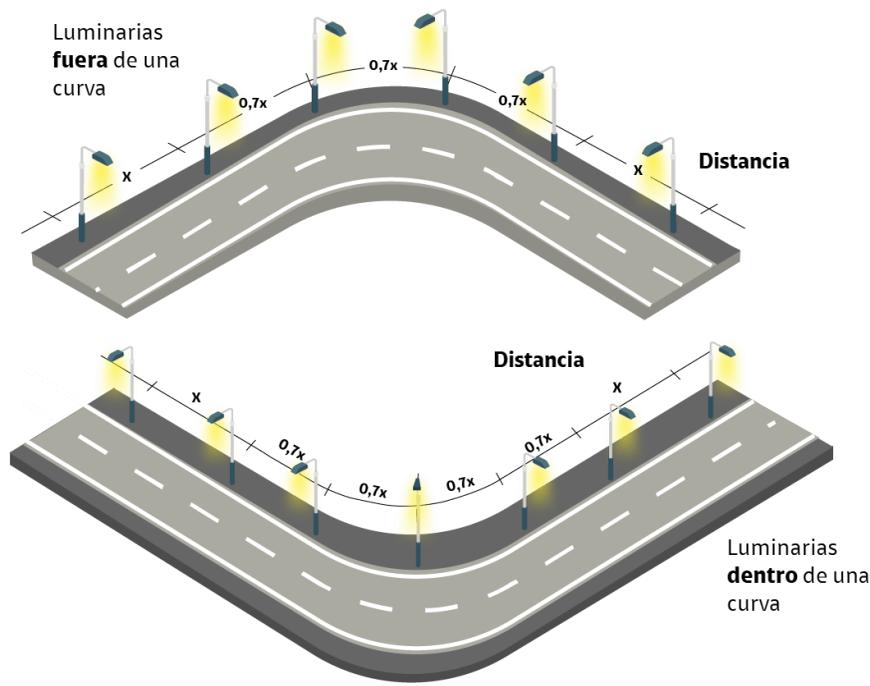


Figura 3.3.1.4.1. a. Disposición de luminarias en trayectos curvos. (Fuente propia)

Se considera que un tramo es realmente curvo, cuando el radio de curvatura del trazado de la carretera sobre su eje es mayor a 300 m. Cuando se trata de curvas más pronunciadas (entre 30° y 90° y radio interior a 300 m) la interdistancia se puede reducir hasta $0,7X$, cuando las luminarias se encuentran instaladas en la acera exterior de la curva. Si se encuentran en la acera interior, esta reducción puede llegar hasta $0,55X$. En los casos de retornos en puentes donde la curvatura es muy cerrada, esta distancia puede llegar a $0,5X$ sin importar en cuál de los costados estén instalados los postes. No se debe utilizar distribución bilateral alternada.

- 2) Disposición en calzadas con pendiente. Cuando las luminarias están localizadas en calzadas con pendiente, se serán orientarlas de tal manera que el rayo de luz en el nadir sea perpendicular a la vía. El ángulo de giro formado entre el brazo y la luminaria, se denomina spin y debe ser igual al ángulo de inclinación de la vía q . Esto asegura máxima uniformidad en la distribución de la luz y reduce el deslumbramiento de una manera eficaz. Igual que en las curvas, el trabajo visual del conductor en una calzada con pendiente se aumenta. Se considera que una calzada está en pendiente, como para variar las condiciones de iluminación, cuando ésta excede el 8 %, por debajo de este valor se considera la iluminación como un trayecto plano. Los diseños de iluminación siempre se deben realizar como si estos estuvieran en parte plana independiente de la inclinación.

Al igual que en los trayectos curvos, los primeros 100 o 200 m (dependiendo de la velocidad de circulación) al entrar a una sección de la calzada en pendiente, el diseñador debe reducir la interdistancia a $0,90X$. En la cima, unos 100 o 200 m antes y después, dependiendo de la velocidad de circulación, la interdistancia se reduce paulatinamente hasta llegar a $0,70X$. Ver la Figura 3.3.1.4.1 b.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

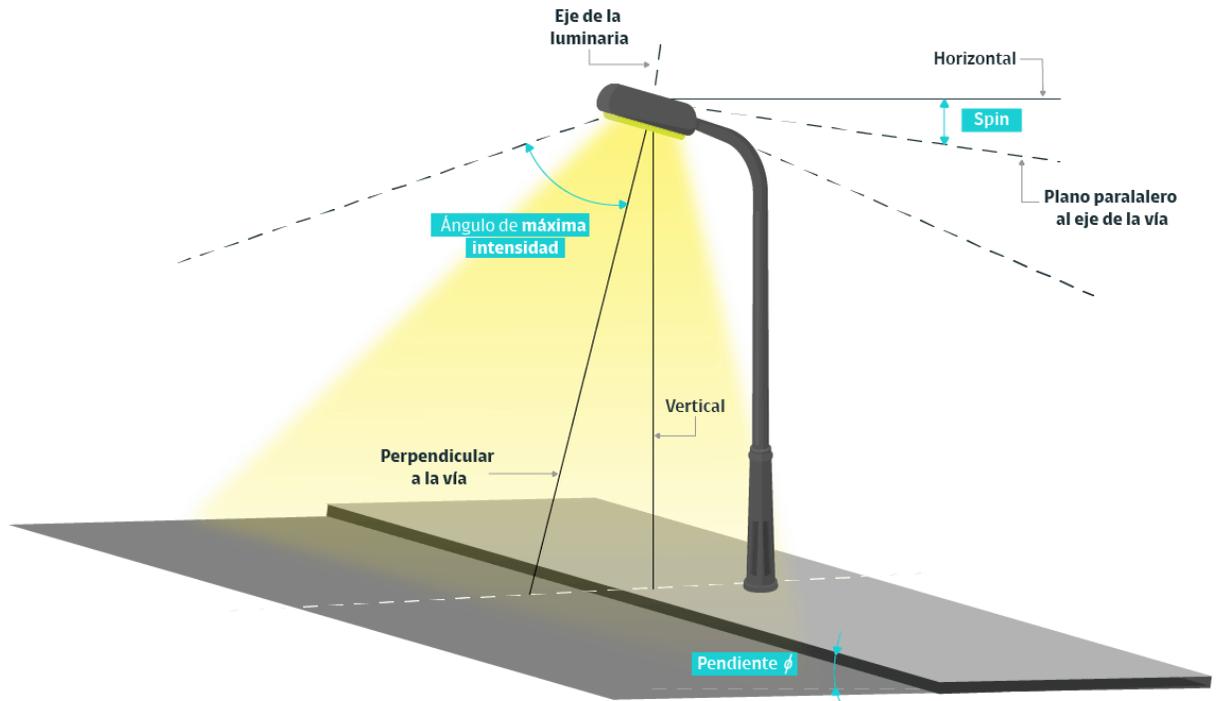


Figura 3.3.1.4.1 b. Disposición de luminarias en calzada con pendiente. (Fuente propia)

Los postes, en estos trayectos en pendiente, deben permanecer verticales e independientes de la inclinación de la calzada.

Si un trayecto de la calzada es inclinado y además es curvo, los postes o apoyos de las luminarias deben ubicarse detrás de las barreras protectoras o naturales que existan, con el fin de evitar accidentes de tránsito y reducir sus complicaciones, cuando se produzcan.

3.3.1.5. Requisitos de iluminación de otras áreas del espacio público

Son consideradas otras áreas de espacio público con fines de esparcimiento, actividades lúdicas, bienes de interés cultural y relajación. Entre ellas están contemplados los parques zonales o vecinales (tanto recreacionales como de esparcimiento), plazas, plazoletas, alamedas, ciclorrutas, espacios peatonales, parqueaderos, zonas verdes destinadas a las diferentes actividades físicas o lúdicas o de esparcimiento de la comunidad (no se incluyen en estas zonas verdes las destinadas exclusivamente a los ecosistemas de fauna y flora; islas de parqueo o similares adyacentes a vías vehiculares y también se incluye la iluminación de fachadas de edificios gubernamentales, de iglesias y monumentos que dentro de los acuerdos municipales sean incluidos como alumbrado público, siempre y cuando esté de acuerdo con lo estipulado en el Decreto 943 de 2018 o los que lo sustituyan, modifiquen o reemplacen.

Se deben brindar niveles de iluminación establecidos en el presente Reglamento, puesto que estos dependen de la iluminación presente del entorno y del efecto arquitectónico deseado, se debe tener especial cuidado para que los niveles de iluminación creen el efecto de realce y protagonismo, y no queden mimetizados por la luz presente por el entorno. A continuación, se relacionan los requisitos de cada uno de estos espacios con sus niveles de iluminación.

Para algunos de los casos se estipularán niveles de iluminación para las clases de iluminación **P**, en otros casos, se determinarán los niveles de acuerdo con el nivel de importancia del área a iluminar.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Tabla 3.3.1.5. a. Clases de iluminación P para otras zonas del espacio público. Adaptado de la norma CIE 115

Clase de iluminación	Rango Iluminancia promedio Emed.(lux)	Punto mínimo Emin(lux)	Iluminancia Vertical mínima (Evmin,lux)	Iluminancia Semi cilíndrica mínima (Esc,min,lux)
P1	15,0 - 22,50	3,0	5,0	3,0
P2	10,0 - 15,0	2,0	3,0	2,0
P3	7,5 - 11,25	1,5	2,5	1,5
P4	5,0 - 7,50	1,0	1,5	1,0
P5	3,0 - 4,50	0,6	1,0	0,6
P6	2,0 - 3,00	0,4	0,6	0,4

Como guía para la escogencia de los niveles de iluminación en este tipo de aplicaciones a continuación se dan ejemplos en la tabla 3.3.1.5.b., de algunas áreas que pueden ser clasificadas como clase de iluminación P.

Tabla 3.3.1.5 b. Criterios guía para la escogencia de zonas estipuladas con Clases de iluminación P para otras zonas del espacio público.

Clase de iluminación	Tipos de aplicación
P1	Zonas peatonales adyacentes a vías principales con clase de iluminación M1 y M2
P2	Zonas peatonales adyacentes a vías con clase de iluminación M3, senderos peatonales no adyacentes a vías y con alto índice de circulación de personas, paseos peatonales comerciales abiertos, zonas peatonales alrededor de zonas de parqueo abiertos y zonas de parqueo en zonas de reserva forestal.
P3	Senderos peatonales con alta afluencia de personas adyacentes o dentro de parques recreativos, polideportivos o similares, senderos peatonales no adyacentes a vías vehiculares
P4	Zonas peatonales adyacentes a vías con clase de iluminación M4 y M5.
P5	Zonas peatonales adyacentes a vías con clase de iluminación M6.
P6	Zonas verdes dentro de parques urbanos o iluminación de Zonas peatonales dentro de reservas naturales, senderos rurales, complejos de protección ecológicos y de protección de fauna silvestre. ¹ , o zonas dentro de estos complejos, donde se autorice implementar iluminación de seguridad.

NOTA

- (1) Para zonas de reserva natural excepto zona de tránsito de vehículos en las vías de acceso la altura máxima de instalación de la luminaria es de 5 metros, con distribución fotométrica que no emita flujo luminoso (FHS) encima de la horizontal, solo se deben iluminar senderos peatonales que conduzcan a edificios o parqueaderos dentro de la reserva forestal, es de criterio del diseñador no iluminar estos espacios de no ser necesario, allí prima el no perturbar a la fauna.

3.3.1.5.1. Parques

Los parques corresponden a aquellos espacios de uso colectivo, donde en algunos casos actúan como reguladores del equilibrio ambiental cuando poseen arborización; y garantizan el espacio libre destinado a la recreación, contemplación y ocio para todos los habitantes de la ciudad. Algunas de estas áreas integran espacios para práctica de deportes, donde en ocasiones son incluidas canchas múltiples. Para el diseño de iluminación en parques urbanos que poseen zonas verdes, el nivel de iluminación exigido en estas zonas, se debe cumplir dentro de una franja de 4 metros, la cual colinda con los senderos peatonales, ciclorrutas, zonas de juego, plazas o plazoletas. Para porciones más grandes de zona verde se debe consensuar con el cliente final la necesidad de iluminar extensiones mayores.

Para el caso de diseños de iluminación en parques considerados como reservas forestales o de protección ambiental, se prohíbe la utilización de equipos con fotometrías que envíen FHS flujo luminoso sobre la horizontal, y deben ser instalados con ángulos de inclinación de 0° sobre la horizontal, se deben utilizar alturas de montaje libre al piso de hasta de 8 metros en vías de acceso y de hasta 5 metros en senderos peatonales y ciclorrutas, esto con el fin de evitar al máximo interferir con la fauna presente en el sitio. No se deben iluminar zonas verdes u otros espacios. La temperatura de color de las fuentes luminosas a instalar en estas reservas naturales debe estar entre los 3000 K y 3500 K.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

A continuación, se relacionan algunos espacios considerados como parte integral de parques urbanos y reservas forestales o protegidas, con sus respectivos niveles de iluminación:

Tabla 3.3.1.5.1. a. Niveles de iluminación en parques urbanos y parques en reservas naturales.

ZONA	Iluminancia promedio mínima Emed.(lux)	Uniformidad mínima (Emin/Emed)
Zonas de Juegos de Niños, ubicados en parques urbanos dentro de ciudades o municipios	50	0,40
Plazas, Plazoletas o malecones, dentro de parques urbanos de ciudades o municipios.	30	0,30
Senderos peatonales en parques urbanos dentro de ciudades o municipios.	10	0,20
Zona de bancas o sillas dentro de parques urbanos de ciudades o municipios	10	0,20
Zonas verdes en parques urbanos de ciudades o municipios (ver condiciones en el presente artículo), o donde el Municipio o Distrito determine casos particulares o excepcionales, en los cuales se otorgará autorización para instalar iluminación de seguridad. ²	2	0,20
Senderos Peatonales o ciclorrutas dentro del casco urbano alejados de zonas de vías vehiculares o ubicados en humedales, en rondas de ríos, que estén estipuladas como de uso nocturno ¹	10	0,20
Ciclorrutas ubicadas dentro de parques recreativos que estén estipuladas como de uso nocturno ¹	10	0,20
Senderos peatonales ubicados dentro de parques recreativos que estén estipuladas como de uso nocturno ¹	7,5	0,20
Ciclorrutas en parques forestales o de reserva natural que estén estipuladas como de uso nocturno ¹	3	0,20

Fuente propia adaptada de Retilap 2010.

NOTAS

- (1) Se consideran zonas de uso nocturno, aquellas zonas de libre acceso que puedan ser utilizadas en cualquier hora de la noche o que no tengan restricciones de acceso, o aquellas donde se estipule que se pueden realizar actividades de desplazamientos en bicicleta o a pie y que permitan niveles de seguridad óptimas a las personas que se encuentran en esos lugares, o que se encuentren dentro de zonas con vigilancia privada.
- (2) Ver aclaración para aplicar este requisito, dado en el párrafo 1 del artículo 3.3.1.3.1. Parques.

3.3.1.5.2. Canchas urbanas

Para canchas ubicadas en polideportivos o complejos deportivos los criterios se encuentran en la Tabla 3.4.2.2. a y b, Niveles de iluminación de campos de juego recreativos del numeral 3.4.2.2. A continuación, se dan los requisitos mínimos a cumplir en estos espacios.

Tabla 3.3.1.5.2. a. Niveles de iluminación en canchas recreativas dentro de parques de barrio.

ZONA	Iluminancia promedio Emed (lux)	Uniformidad mínima (Emin/Emed) (lux)
Canchas Múltiples o de cualquier clase en parques urbanos de barrios	50	0,4

Las canchas múltiples recreativas pueden contar con las siguientes configuraciones de soportes para luminarias.

- 1) Cancha sencilla. El esquema de iluminación más frecuente en estas canchas, cuando están solas, es usar cuatro (4) postes dispuestos dos a cada lado del campo tal y como lo sugiere la Figura 3.3.1.5.2. a

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

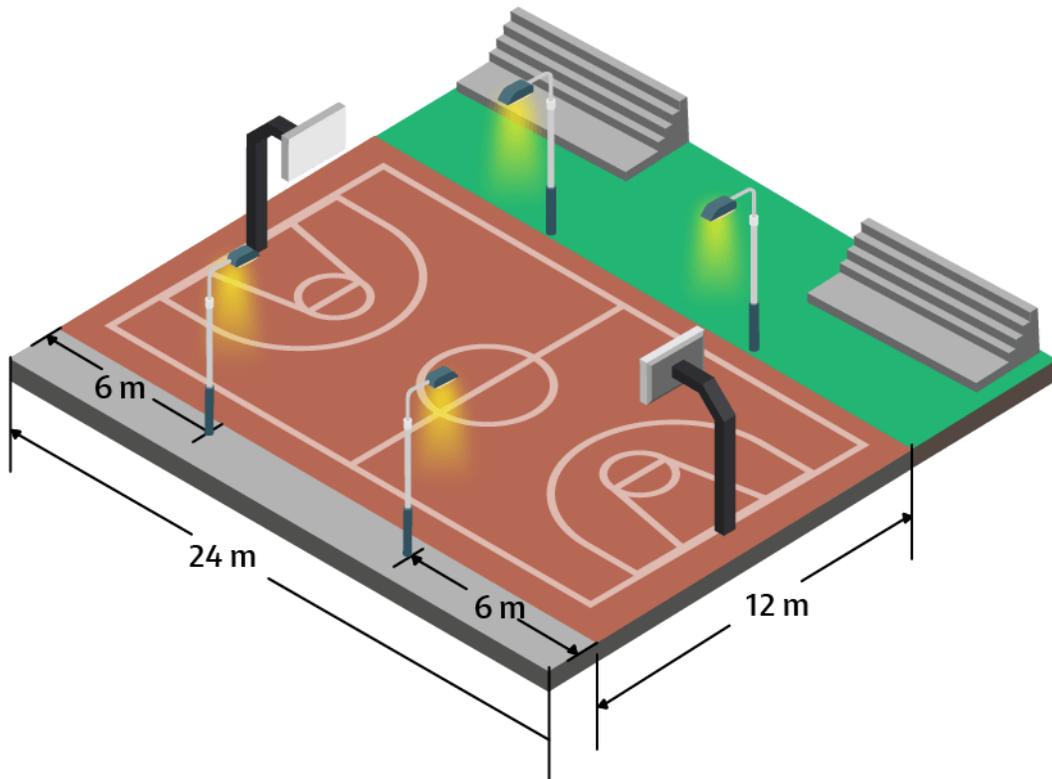


Figura 3.3.1.5.2. a. Cancha múltiple sencilla. (Fuente propia)

- 2) Canchas múltiples: Para dos canchas múltiples seguidas, se pueden utilizar cuatro (4) postes distribuidos en los costados laterales o con dos (2) postes ubicados en el sector central de las canchas cada uno con doble luminaria o proyector hacia las canchas. Véase la Figura 3.3.1.5.2. b.

El número de luminarias o proyectores y su potencia, se establece de acuerdo con el nivel lumínico establecido en este Reglamento

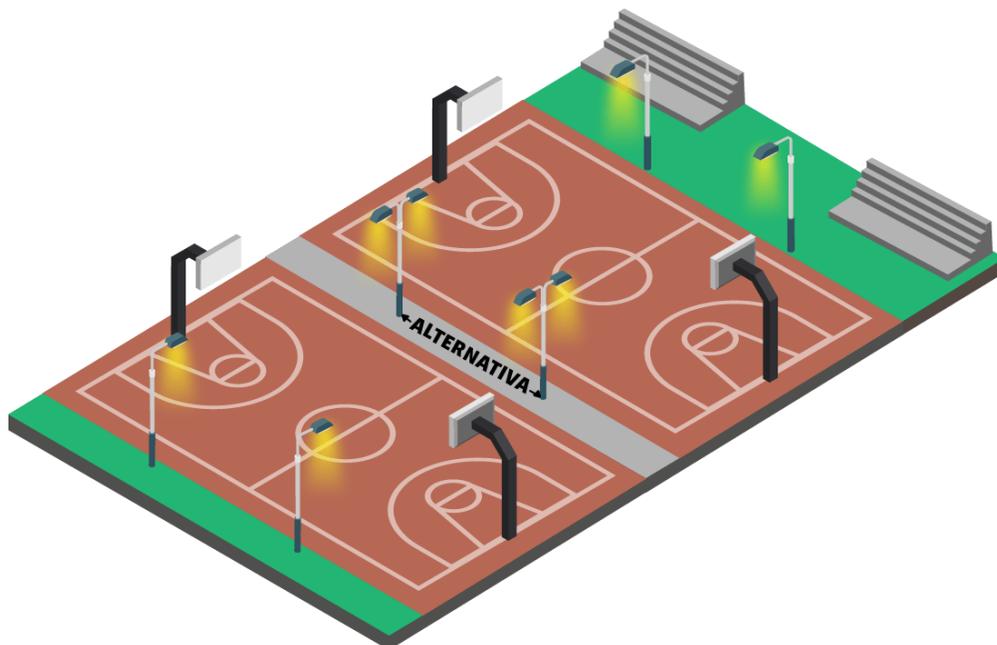


Figura 3.3.1.5.2. b. Cancha múltiple doble. (Fuente propia)

3.3.1.5.3. Plazas, plazoletas y malecones

Las plazas, plazoletas son espacios abiertos asociados principalmente al uso cívico y de encuentro en el ámbito urbano, dentro de estos espacios también se encuentran los malecones, generalmente se relacionan con el paso y la aglomeración de personas. Los

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

niveles requeridos para estas zonas se encuentran en la Tabla 3.3.1.5.1. a., Niveles de iluminación en parques urbanos y parques en reservas naturales.

3.3.1.5.4. Alamedas, ciclorrutas y espacios peatonales no adyacentes a vías vehiculares

Esta sección cuenta con los requisitos de iluminación para alamedas, ciclorrutas y espacios peatonales no adyacentes a vías vehiculares, que son aquellas zonas de reserva vial específicamente definidas para la implantación de sistemas peatonales a través de corredores verdes, dotados de la necesaria arborización ornamental, generalmente hacen parte esencial del espacio público. Algunos de estos espacios están clasificados en la Tabla 3.3.1.5.1. a., Niveles de iluminación en parques urbanos y parques en reservas naturales. Para el caso que el diseñador determine que las zonas del proyecto no se ajustan a las zonas descritas en la tabla en mención, se puede tomar como base la clasificación de la norma CIE 115 Niveles de iluminación para áreas de peatones y zonas de baja velocidad de tráfico, y siguiendo la metodología de clasificación allí mencionada.

3.3.1.5.5. Parqueaderos, islas de parqueo o similares adyacentes a vías vehiculares

Son aquellas áreas del espacio público destinadas al aparcamiento temporal de vehículos, tales como zonas parqueo públicos exteriores adyacentes a vías vehiculares, bahías de parqueo o similares. Estas zonas son consideradas como críticas, por lo cual se deben cumplir los requisitos establecidos en la Tabla 3.3.1.5.5 a. No aplica para parqueaderos exteriores ubicados en lotes o grandes áreas ni para parqueaderos cubiertos.

Para zonas de parqueo o bahías de parqueo públicos adyacentes a parques, canchas o centros recreativos urbanos no adyacentes a vías vehiculares se debe utilizar la clasificación C3.

Tabla 3.3.1.5.5. a. Requisitos zonas de parqueo adyacentes a vías vehiculares

Case iluminación vía adyacente a la zona de parqueo	Clase de iluminación C aplicable a la zona de parqueo	Iluminancia Promedio en toda la superficie (luxes)	Uniformidad general (min/med) Uo
M1	C0	50	0,4
M2	C1	30	0,4
M3	C2	20,0	0,4
M4	C3	15,0	0,4
M5	C4	10,0	0,4
M6	C5	7,50	0,4

3.3.1.5.6. Fachadas y monumentos

En las fachadas públicas o privadas, monumentos con destinación histórica o turística definidas por las autoridades municipales, dependiendo de las políticas establecidas, se pueden establecer rubros destinados para estas aplicaciones, también, de acuerdo con la naturaleza del sitio, se debe tener en cuenta si es necesario mantener el estilo, la tonalidad del color de la luz, entre otros aspectos, acompañados de una adecuada distribución fotométrica, de tal forma que los resultados sean los esperados y concordantes con las prescripciones arquitectónicas municipales o de la entidad responsable de estos espacios públicos.

Aparte de las vías convencionales, en la iluminación de fachadas, iglesias, conventos y monumentos es de gran interés mantener la estética del paisaje urbano, esto también puede ser complementado con los planes maestros de iluminación de iluminación, mejorando de esta manera la comodidad visual, la estética, el realce arquitectónico y

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

potencializar las ciudades desde el punto de vista turístico. Sus fines son puramente estéticos. La iluminación exterior de un edificio reporta, además, beneficios como prestigio y publicidad económica en la medida que se convierta en referente de la ciudad. Todos los lineamientos técnicos estipulados en el presente numeral también deben ser seguidos para proyectos privados que se proyecten dentro de los alcances de realce arquitectónico.

Al elaborar un proyecto de iluminación exterior de fachadas de edificios y monumentos públicos se deben considerar los siguientes factores:

- 1) Dirección principal de la visión de los observadores: Es necesario determinar desde dónde será contemplado el edificio o fachada por la mayoría de los observadores. Esta dirección será considerada como el origen de la *visual principal*, por lo cual en algunos casos no es necesario iluminar todas las caras del edificio fachada o monumento. Se debe tener especial cuidado porque, dependiendo del material del que esté recubierto el elemento, puede generarse un brillo o reflejo que puede generar deslumbramiento a los observadores o a las edificaciones vecinas generando molestias a las personas y observadores.
- 2) Nivel de iluminancia vertical requerido: Sobre las fachadas el diseñador debe prever una iluminancia vertical, que depende de la ubicación del observador, la reflectancia de la fachada y la iluminación circundante en los alrededores del edificio considerado. Se debe cumplir con los valores de la Tabla 3.3.1.5.6. a, los cuales solo aplican para luz blanca o amarilla, presentes en las fuentes luminosas de tipo monocromáticos.
Para sistemas RGB se debe acudir a especialistas para determinar la mejor solución, teniendo en cuenta los lineamientos citados a continuación para evitar contaminación lumínica. Por otra parte, debido a que no es posible aplicar los requerimientos de niveles de iluminación recomendados, debido a los cambios de color que se pueden programar, el especialista en iluminación debe determinar las potencias de los equipos a instalar adecuados para realizar los realces arquitectónicos y visuales.

Para la escogencia de los niveles de iluminación apropiados se debe tener en cuenta el tipo de iluminación presente en los alrededores (Brillo de los alrededores) el cual es clasificado en 4 grupos como sigue:

- **E1 - Zonas oscuras:** Parques nacionales, áreas de singular belleza natural o zonas para observaciones astronómicas.
- **E2 - Áreas de bajo brillo:** Zonas fuera del perímetro urbano, zonas urbanas rurales.
- **E3 - Áreas de brillo medio:** Zonas urbanas residenciales.
- **E4 - Áreas de brillo alto:** Zonas urbanas con uso comercial o mixto residencial/comercial con elevada actividad nocturna.

Para calcular el valor objetivo se toma el valor en luxes promedio, dependiendo del tipo de brillo del entorno, y se debe multiplicar por el factor de corrección, el cual depende del tipo de luz con la cual se está iluminando la superficie; el resultado de esta operación es el nivel de iluminación promedio que se debe dar a la fachada o monumento.

Está prohibida la iluminación de fachadas en zonas oscuras clasificadas como E1 debido a que son clasificadas como zonas de parques nacionales o zonas de observación astronómica, por lo cual no se debe emitir ningún tipo de luz al entorno o espacio.

Se deben utilizar fotometrías asimétricas tipo bañadoras de fachada (*wallwasher*), cuando van a ser instaladas en el piso o cuando estas sean instaladas enviando la luz hacia arriba, de tal forma que los equipos envíen la mayor cantidad de luz a la fachada y no hacia la bóveda celeste.

Para otro tipo de instalaciones, por ejemplo, sobre postes, el diseñador de iluminación debe determinar cuáles son las mejores distribuciones fotométricas, para realizar el resalte arquitectónico de tal forma que no se presente deslumbramiento a transeúntes, conductores y envío de luz intrusiva a edificaciones aledañas.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

En exteriores se deben instalar equipos con distribución asimétrica cuando estos envíen la luz de abajo hacia arriba, o cuando la fuente de luz esté separada de la fachada, de tal forma que la mayor parte del flujo luminoso sea dirigido hacia la fachada. El uso de paralúmenes está permitido para evitar el deslumbramiento y el exceso de luz enviado a la bóveda celeste.

Tabla 3.3.1.5.6. a. Niveles de iluminancia vertical para fachadas o monumentos. Adoptado de la norma CIE 94.

Material del recubrimiento de la superficie	Iluminancia mínima promedio Emed.(lux)			Factor de corrección dependiendo del tipo de fuente luminosa utilizada	
	Brillo de los alrededores				
	E2	E3	E4	Luz Blanca	Luz Amarilla
Piedra clara, mármol blanco	20	30	60	1	0,9
Piedra gris, mármol coloreado claro	40	60	120	1,1	1
Piedra oscura, granito gris, mármol oscuro	100	150	300	1	1,1
Ladrillo amarillo claro	35	50	100	1,2	0,9
Ladrillo marrón claro	40	60	120	1,2	0,9
Ladrillo marrón oscuro, granito rosa	55	80	160	1,3	1
Ladrillo rojo	120	150	300	1,3	1
Ladrillo oscuro	120	180	360	1,3	1,2
Hormigón arquitectónico	60	100	200	1,3	1,2
Aluminio natural	200	300	600	1,3	1
Acabado termo lacado muy coloreado (10 %)					
Rojo-marrón-amarillo	120	180	360	1,2	1
Azul verdoso				1	1,2
Colores medios (30 % a 40 %)					
Rojo-marrón-amarillo	40	60	120	1,2	1
Azul verdoso				1	1,2
Colores pastel (60 % a 70 %)					
Rojo-marrón-amarillo	20	30	60	1,1	1
Azul verdoso				1	1,1

Las instalaciones eléctricas deben cumplir las disposiciones previstas en el RETIE.

Análisis económico y financiero. Deben incluir no solo costos de inversión sino de operación y mantenimiento en la vida útil del proyecto. Se aclara que, para proyectos de iluminación arquitectónica, iluminación de fachadas y monumentos de carácter público o gubernamental, será la entidad responsable de esta iluminación la que defina las especificaciones técnicas del proyecto para su respectiva evaluación de costos.

3.3.1.6. Mitigación de la contaminación lumínica

En todas las instalaciones de alumbrado público y exteriores, se deben instalar luminarias con FHS $\leq 3\%$.

Cuando las instalaciones de alumbrado existentes lleguen al final de su vida útil, o por cualquier causa se proceda a su renovación, se deben reemplazar por luminarias con las limitaciones de flujo hemisférico superior a las aquí señaladas.

Los ángulos de inclinación en proyectores no deben ser mayores a 65° con respecto a la vertical.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”



Figura 3.3.1.6 a. Control del flujo luminoso de proyectores. (Fuente propia)

Se deben utilizar ángulos de inclinación con respecto a la horizontal en luminarias de alumbrado público para iluminación de vías, peatonales y ciclorrutas de máximo 15 grados.

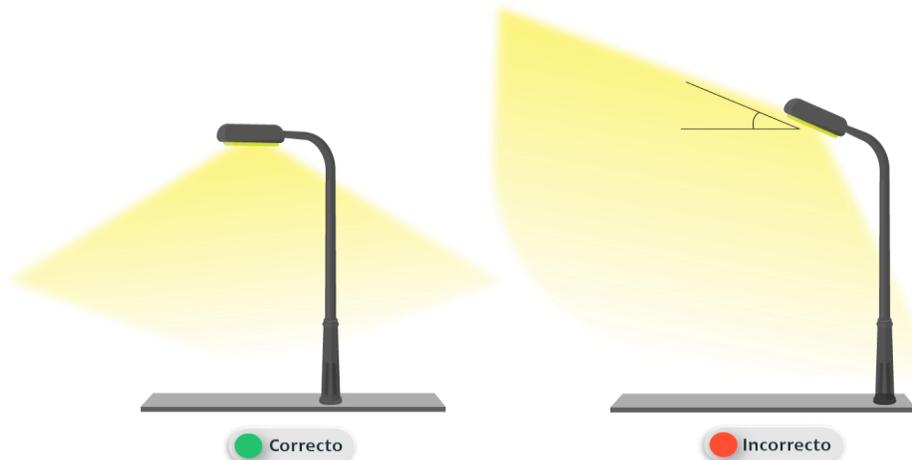


Figura 3.3.1.6 b. Ángulos de inclinación de las luminarias. (Fuente propia)

En iluminación de fachadas, monumentos o similares, utilizar fotometrías que permitan enviar la mayor cantidad de flujo luminoso al objetivo, prohibido el uso de fotometrías simétricas, si el equipo se encuentra a una distancia menor de 2 metros de la fachada, para estos casos se debe utilizar fotometría asimétrica rasante tipo (*wallwasher*) con el fin de mitigar la cantidad de luz emitida a la bóveda celeste.

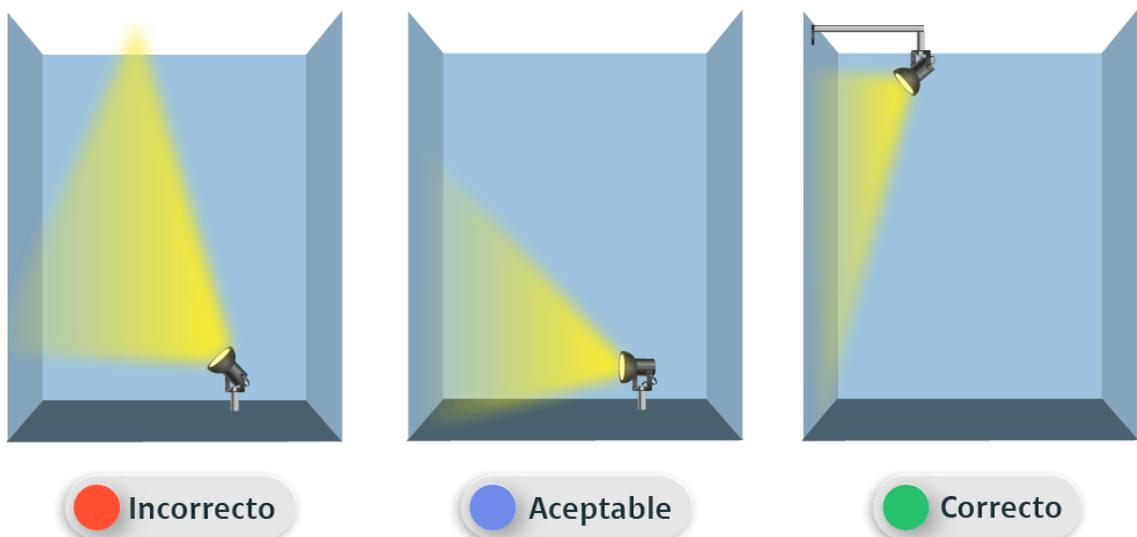


Figura 3.3.1.6 c. Ángulos de inclinación de proyectores para iluminar una superficie vertical. (Fuente propia)

Está prohibido el uso de luminarias tipo hongo o farol que no tenga limitación del flujo hemisférico superior FHS.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

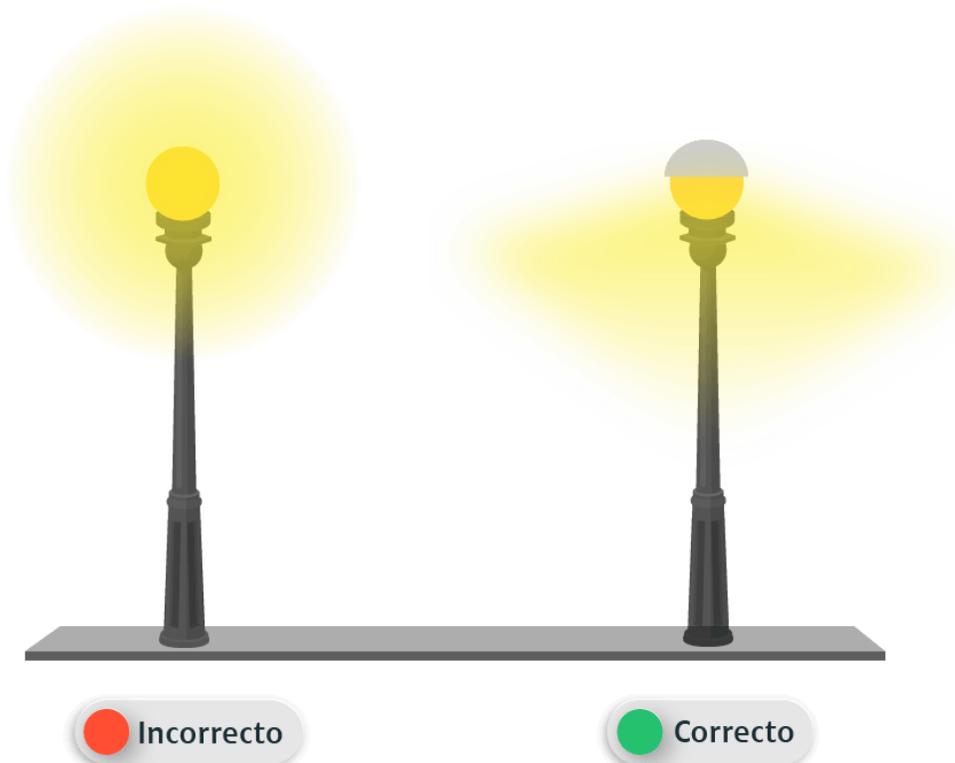


Figura 3.3.1.6 d. Control del flujo luminoso de luminarias esféricas o globos. (Fuente propia)

Para el uso de proyectores se prohíbe inclinar los equipos a más de 65 grados con respecto a la vertical.

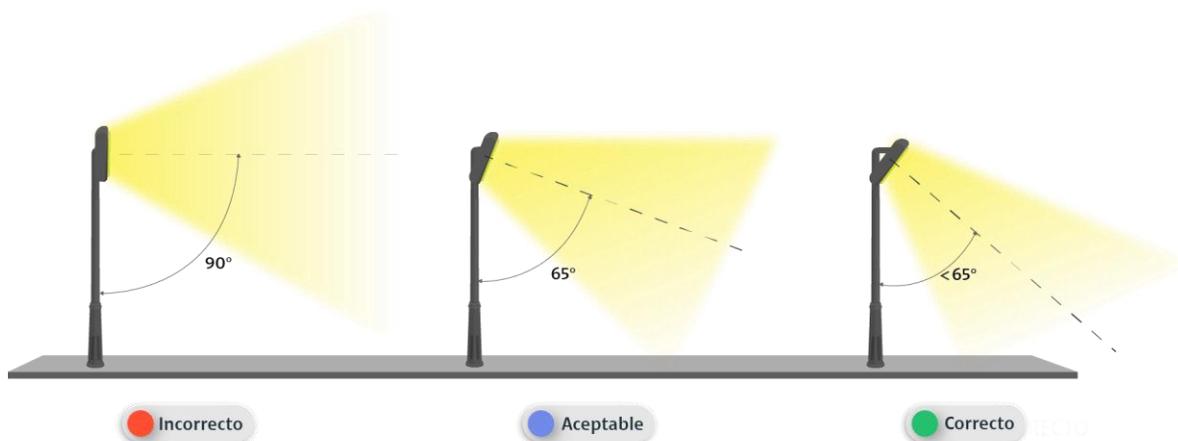


Figura 3.3.1.6 e. Ángulos de inclinación de proyectores. (Fuente propia)

Es responsabilidad de los diseñadores brindar los niveles de iluminación justos y la limitación de excesos de iluminación es importante para mitigar la contaminación lumínica., y no usar fuentes con temperaturas de más de 4500K, para disminuir así la generación excesiva de luz azul producida por estas fuentes.

3.3.1.7. Coexistencia de luminarias con árboles en las vías

La arborización en el casco urbano de un municipio debe estar sometida, como todo lo público, a normas regulatorias que faciliten la coexistencia con la red eléctrica aérea o subterránea, los andenes, la iluminación y demás elementos del mobiliario urbano.

Para lograr una coordinación entre la arborización y la iluminación pública es necesario que, en el caso de proyectos nuevos:

- **Con vegetación existente que no se pueda intervenir:** Se efectúen desviaciones a los parámetros generales del diseño del alumbrado público para la vía, tales como

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

la altura de montaje, interdistancia, disposición de las luminarias o su brazo de montaje.

- **Sin vegetación existente o con vegetación existente que se pueda intervenir:** Se realice el diseño de iluminación para determinar la mejor distancia, potencia, altura y demás parámetros que hagan viable el proyecto, para posteriormente proceder a realizar el diseño de urbanismo donde se estipule la posición de la arborización, de tal forma que esta distribución de árboles o vegetación a futuro no impliquen excesos en costos de mantenimiento.

En todo caso, cada proyecto debe tratarse separadamente, dependiendo de la vegetación considerada.

Para el caso de proyectos en etapa de modernización a tecnología LED, donde la posición de las bases o de los soportes no pueda ser variado, se deben efectuar desviaciones a los parámetros generales del diseño del alumbrado público para la vía, tales como la altura de montaje, la longitud del brazo o la inclinación de los equipos. Se debe estudiar la alternativa para variar la interdistancia, la disposición de las luminarias, el cambio de ubicación del costado donde se encuentran instalados los equipos, con el objetivo de evitar la sombra ocasionada por los follajes, donde el criterio que debe primar, para la toma de estas decisiones, es la seguridad de las personas. Cada caso debe tratarse separadamente, dependiendo de la topología del sitio.

Se debe solicitar el permiso a la entidad competente para la realización de podas, con el fin de determinar los procedimientos necesarios que deben tenerse en cuenta para la realización de las respectivas labores. No es necesario podar los árboles más allá de las ramas que interfieran con el haz luminoso útil (Véase la figura 3.3.1.7. a.) ya que el follaje restante permite mejorar el apantallamiento de la instalación y, por ende, mejorar la visibilidad de los obstáculos por efecto silueta. Para casos especiales donde no sea posible este procedimiento, se debe realizar el desplazamiento de los equipos de iluminación a lugares que eviten las sombras presentadas por el follaje.

En todos los casos, es mejor planear desde el momento de iniciar el diseño de la calzada los sitios para las redes de servicios públicos, tanto aéreos como subterráneos. Si es necesario cambiar la interdistancia de algunas luminarias debido a diferentes circunstancias, como raíces, obstáculos, entre otros, se debe reducir la interdistancia a una que permita su instalación, esta reducción no será de más del 10 % de la distancia estipulada en la memoria de cálculo.

Es obligatorio consultar los manuales o cartillas de espacio público y/o de silvicultura del Municipio o Distrito, para considerar desde la etapa de diseño, la convivencia del alumbrado público y la arborización.

Para instalaciones previamente instaladas y que posean conflictos con el tema de sombras por el follaje de los árboles existentes, donde no haya un presupuesto que permita realizar los cambios previamente descritos para los procesos de modernización, el parámetro principal a cambiar es el avance de la luminaria sobre la calzada, el cual depende de la longitud del brazo, para eliminar o minimizar al máximo las sombras y así aumentar los niveles de iluminación y la seguridad en la vía.

Se debe conceder a la arborización la importancia que merece como integrante del contexto urbano, en tal condición debe formar parte integral de los proyectos de diseño de alumbrado y se debe coordinar con los diseñadores su ubicación, de tal forma que armonicen con la instalación, también se requiere la coordinación entre los diferentes entes municipales, la selección de las especies que mejor se adapten y no riñan con el principal objetivo del alumbrado público, el cual está orientado a la seguridad de las personas, ya sean peatones o que se movilicen en vehículos.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

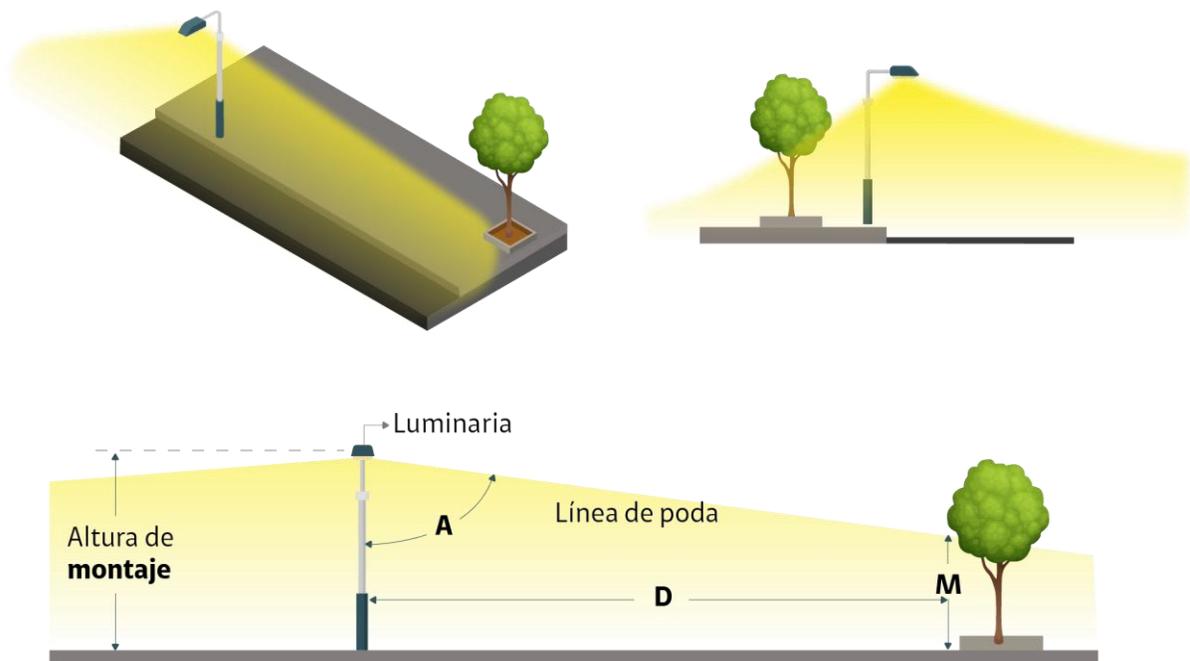


Figura 3.3.1.7. a. Separación mínima entre los árboles y los postes con las luminarias de alumbrado público, para evitar sombras sobre la vía (Fuente: Recomendaciones para la iluminación de carreteras y túneles. Gobierno de España).

Tabla 3.3.1.7. a. Relación altura de montaje de luminaria vs altura de poda para lograr ángulo óptimo de cubrimiento de la luz sobre la vía.

Ángulo de línea de poda "A"	Altura de montaje "H"	Altura de poda del árbol "M"
70°	9,10 m	$M = 0,36 D$
75°	12 m	$M = 0,26 D$
80°	16 m	$M = 0,17 D$

3.3.1.8. Máxima densidad de potencia eléctrica para alumbrado de vías y otros espacios públicos

El cálculo de los indicadores de prestación energética, están constituidos por la densidad de potencia instalada PDI (D_p), indicador Anual de consumo de energía ECI (D_E) y el consumo de potencia de la instalación por kilómetro. Estos parámetros deben ser tenidos en cuenta para ser ponderados como complemento del análisis técnico económico; para este análisis se deben entregar las memorias de cálculo donde se informe del valor en luminancia e iluminancia.

Con el fin de determinar las zonas de análisis se adjunta un perfil de vía genérico en la Figura 3.3.1.8. a., consistente en dos calzadas de carril con aceras en ambos lados y bandas de hierba o zona dura separándolas de la calzada, allí se muestran como los soportes de iluminación deben estar instalados en la banda de hierba o zona dura entre la calzada y la acera derecha. Dos luminarias están instaladas en cada soporte: la luminaria PR para la iluminación de la calzada y la acera lejana (izquierda) también ilumina parcialmente la acera derecha. Una luminaria adicional PF está instalada para ayudar a la iluminación de la acera derecha y está, por tanto, orientada hacia esta acera. La potencia del sistema de las luminarias PR y PF es la potencia nominal normalmente proporcionada por el fabricante de la luminaria. Si el cálculo de la prestación energética se realiza para un campo típico entre dos soportes de iluminación consecutivos de acuerdo con la Norma EN 13201-3, la potencia del sistema PR y PF se incluye en el cálculo una sola vez. Si el cálculo de las prestaciones energéticas se realiza en la longitud total de la carretera o en una sección más larga que un campo simple para el cálculo fotométrico, se incluyen todas las luminarias asociadas con esta sección de carretera.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Las áreas iluminadas de la calzada AR, acera izquierda AFL y acera derecha AFR se pueden calcular a partir de las correspondientes anchuras del perfil de carretera y la longitud considerada de la instalación (longitud de la carretera, sección de la carretera y separación de las luminarias). La iluminancia de la calzada ER, acera izquierda EFL y acera derecha EFR se deberían calcular de acuerdo con la norma EN 13201-3. Las áreas de bandas de hierba y las bandas para el cálculo de la relación de iluminancia de entorno están excluidas del cálculo de los indicadores de prestación energética.

Para el cálculo de ECI es necesario tener en cuenta el perfil de control de iluminación aplicado al sistema de iluminación como combinación del coeficiente de reducción y del tiempo de funcionamiento anual para cada uno de los regímenes operacionales y la probabilidad de detección de movimiento, si se usa. Por ejemplo, en caso de la ampliamente utilizada operación bi-potencia el tiempo de funcionamiento anual total está dividido en el tiempo de funcionamiento a plena potencia t_{full} y el tiempo de nivel de iluminación reducida t_{red} en el cual la potencia del sistema es disminuida por el coeficiente de reducción k_{red} .

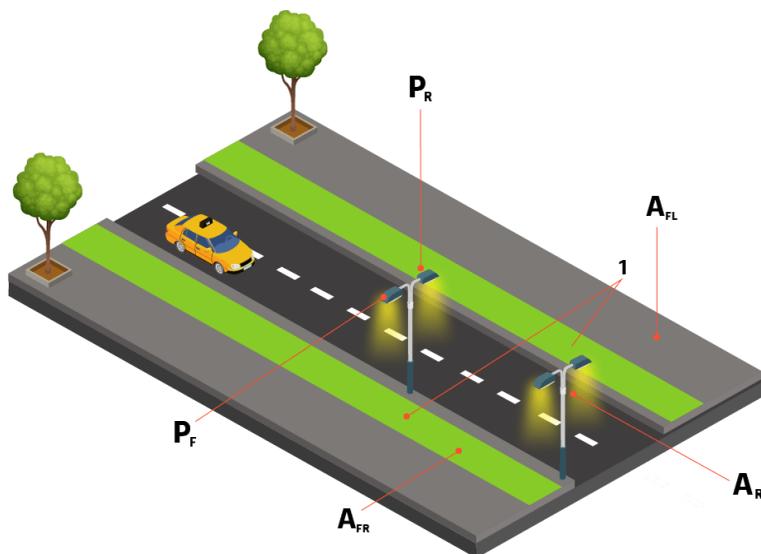


Figura 3.3.1.8. a. Ejemplo perfil vía para cálculo PDI(Dp) y AECI(DE). (Fuente propia)

Cuando se aplica la situación de la figura 3.3.1.8. a, y respetando los supuestos mencionados abajo, las fórmulas para el cálculo de los indicadores de prestación energética son como sigue:

$$DP = (PR + PF) / (EFL \times AFL + ER \times AR + EFR \times AFR) \quad \text{Ecuación 4}$$

$$DE = ((PR + PF) \times (t_{full} + k_{red} \times t_{red})) / (AFL + AR + AFR) \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

- PR:** es la potencia del sistema de la luminaria principal de la instalación de iluminación, en W
- PF:** es la potencia del sistema de la luminaria auxiliar para la iluminación de la acera derecha, en W
- AR:** es el área de la calzada, en m²
- AFL:** es el área de la acera izquierda, en m²
- AFR:** es el área de la acera derecha, en m²
- ER:** es la iluminancia mantenida calculada de la carretera, en lx
- EFL:** es la iluminancia mantenida calculada de la acera izquierda, en lx
- EFR:** es la iluminancia mantenida calculada de la acera derecha, en lx
- t_{full}:** es el tiempo de funcionamiento anual del nivel de iluminación total, en h;
- t_{red}:** es el tiempo de funcionamiento anual del nivel de iluminación reducido, en h
- k_{red}:** es el coeficiente de reducción para el nivel de iluminación reducido.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Los valores máximos permitidos en instalaciones viales, para cada uno de los valores de D_p y D_E se tienen los siguientes valores.

Tabla 3.3.1.8. b – Valores máximos permitidos para el Indicador de densidad de potencia D_p en $W \cdot lx^{-1} \cdot m^{-2}$

Clase de alumbrado	Tipo de Fuente
	LED
M1	0,025
M2	0,018
M3	0,015
M4	0,012
M5	0,09
M6	0,06

Tabla 3.3.1.8. c – Valores máximos permitidos para el Indicador de consumo anual de energía D_E en $kWh \cdot m^{-2}$

Clase de alumbrado	Tipo de Fuente
	LED
M1	2,4
M2	1,25
M3	1,1
M4	1
M5	0,7
M6	0,4

Como parámetro complementario se debe tener en cuenta que se le debe dar alta ponderación a un diseño de iluminación al que tenga menor consumo de energía por Km por lo cual se debe tener en cuenta el cálculo de este parámetro mediante la siguiente formula.

$$\text{Consumo de energía x km} = (\text{Int}/1000) W$$

Donde:

Int: Interdistancia entre luminarias dato obtenido de la memoria de cálculo.

W: potencia consumida por las luminarias presentes en un punto luminoso o poste, para el caso de disposiciones bilaterales opuestas se debe multiplicar por dos este consumo.

Para diseños de otros espacios del espacio público se debe determinar el solo el valor del D_E , y el valor máximo de nivel de iluminación promedio en luxes definido para cada una de las zonas no debe exceder en un 15 % el valor mínimo permitido por el Reglamento.

3.3.1.9. Factor de mantenimiento proyectos de alumbrado público

Todo diseño de un sistema de iluminación pública debe contener el factor de mantenimiento en su desarrollo. Estos factores son tomados de acuerdo con el referente normativo ISO/CIE TS 22012. Con el objetivo de unificar criterios para determinar los valores del mantenimiento se han estipulado los siguientes grados de contaminación, con base en el comportamiento de las instalaciones de alumbrado público:

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Tabla 3.3.1.9. a. Clasificación de los niveles de contaminación en las vías

Contaminación del sitio	Descripción	Nivel de partículas	Observaciones
BAJO	Ambientes poco polucionados	Bajo Menor que 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	No existen actividades generadoras de polvo o humos en la cercanía. Tráfico ligero, generalmente limitado a áreas residenciales o rurales regularmente estipulados en vías M5 y M6.
MEDIO	Ambientes medianamente polucionados	Medio 80 – 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Existen actividades generadoras de polvo o humos en la cercanía. Tráfico pesado, generalmente limitado a áreas residenciales e industriales ligeras. Estipulados para vías secundarias tipo M4.
ALTO	Ambientes muy polucionados y zonas industriales	Alto 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en adelante	Existen actividades generadoras de nubes de polvo o humos en la cercanía, que pueden envolver ocasionalmente las instalaciones. Áreas altamente industriales. Niveles de contaminación presentes en vías M1, M2 y M3.

De igual forma, en la Tabla 3.3.1.9. b., se determina el valor del factor de depreciación luminosa ocasionado a la luminaria por ensuciamiento fLM, producto del grado de contaminación del sitio donde esté instalado el equipo.

Tabla 3.3.1.9. b. Valores del factor de depreciación luminosa fLM, de acuerdo con la contaminación del sitio.
Adaptado de la norma CIE 154.

Clasificación IP del compartimento óptico	Contaminación del sitio	Periodo de limpieza en años				
		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
IP 6X	ALTA	0,91	0,9	0,88	0,85	0,83
	MEDIA	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87
	BAJA	0,93	0,92	0,91	0,90	0,90

Para el cálculo de iluminación en proyectos nuevos de alumbrado público con tecnología LED se deben tomar los factores de mantenimiento de la Tabla 3.3.1.9. c. basados en la información de fLM, Tomando como base un factor de depreciación de flujo del 5 % a las 50.000 horas de vida y un factor de supervivencia de 1. Estos valores deben ser utilizados por todas las entidades, municipios, estamentos, operadores de red y demás instituciones encargadas de la administración, operación y mantenimiento de los parques de alumbrado público.

No aplica para instalaciones que actualmente se encuentran con equipos de iluminación equipados con bombillas de vapor de sodio de alta presión, puesto que a estos equipos solo se les realizarán labores de reemplazo de bombilla hasta el fin de su vida útil y mantenimientos preventivos y correctivos para luego ser reemplazados por LED.

De igual forma, tampoco aplica para el caso de luminarias equipadas con bombillas de descarga de alta intensidad – HID, donde esta tecnología se prohíbe para utilización en alumbrado público debido a sus costos altos de mantenimiento, su alta reducción de flujo

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

luminoso con el tiempo y los altos costos de recambio, en comparación con las fuentes LED.

En ciclorrutas y alamedas adyacentes a vías se debe aplicar el criterio de acuerdo a la clasificación M correspondiente a la vía. Para parques ubicados en zona urbana, incluyendo sus zonas deportivas, se debe tomar un como criterio un grado de contaminación media y para aquellos alejados de zonas urbanas, incluyendo ciclorrutas y alamedas o similares, aplicar el criterio con un grado de contaminación baja.

Tabla 3.3.1.9. c. Factores de Mantenimiento a utilizar para proyectos de alumbrado público.

Clasificación de iluminación de la vía	Grado de contaminación	Factor de mantenimiento a utilizar en el diseño o cálculo de iluminación
M1	ALTO	0,86
M2	ALTO	0,86
M3	ALTO	0,86
M4	MEDIO	0,87
M5	BAJO	0,88
M6	BAJO	0,88

Para túneles el factor de mantenimiento a aplicar es de 0,7.

3.3.1.10. Cálculos fotométricos computarizados y uso de software

Para efectos de hacer la evaluación técnica y financiera necesaria y la comparación con otras alternativas, los diseñadores y fabricantes de luminarias o sistemas de iluminación que presenten propuestas con diseño fotométrico usando software especializado, deben suministrar la información necesaria que le permita al evaluador, o a quien tome determinaciones sobre el proyecto, comparar y seleccionar la propuesta que presente los mejores resultados técnicos y económicos para el municipio, de acuerdo con lo establecido en el título 3 del presente Reglamento Técnico.

El software debe cumplir con los requisitos especificados en el numeral 3.1.3.3:

- 1) Debe utilizar en sus rutinas de cálculo la metodología de la norma EN 13201, o la que la reemplace y/o CIE140 última versión o la que la reemplace.
- 2) Debe obtener los resultados en forma numérica de: Luminancia media, iluminancia media, uniformidad general, uniformidad longitudinal, TI, valores de iluminancias semicilíndricas y verticales. Igualmente debe contar con módulo gráfico para apreciar la distribución de las luminarias en el perfil de la vía.
- 3) Debe permitir la identificación y medidas de las mallas de cálculo, así como las posiciones del observador, valores de parámetros de instalación (altura, longitud del brazo, inclinación de la luminaria en grados, interdistancia entre postes en metros) además de incluir todos los datos de la o las luminarias utilizadas, flujo luminoso, temperatura de color, factor de mantenimiento usado, y entregar los valores de consumo por km, D_p y D_E

Artículo 3.3.2. Procedimiento para realizar un proyecto de alumbrado público

Los proyectos de alumbrado público se consideran como aquellos relacionados con la iluminación de vías, plazoleas, alamedas, puentes peatonales, pasos subterráneos en cruce a desnivel, parques, ciclorrutas, andenes, senderos en zonas duras, malecones y en general la iluminación de espacios de libre circulación, previo análisis técnico, financiero y ambiental. Debe ser construido siguiendo las especificaciones de equipos y de instalación estipulados en el presente Reglamento, donde el interventor es directo responsable del cumplimiento a cabalidad de todo lo estipulado en el diseño, so pena de las sanciones legales correspondientes, de tal forma que al final, el proyecto este conforme para el recibo

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

de obra final, y cumpla con todos los requerimientos exigidos para el proceso de certificación RETIE y RETILAP donde los dos deben ser cumplidos a cabalidad, requisitos para que el operador de red, suministre el servicio definitivo de alimentación eléctrica. Las entidades encargadas del alumbrado público también deben hacer un análisis jurídico y social para ver la viabilidad del proyecto.

A continuación, se estipulan los pasos a seguir para el desarrollo de un proyecto de iluminación pública.



Figura 3.3.2. a Procesos asociados a un proyecto de alumbrado público. (Fuente propia)

3.3.2.1. Identificación del proyecto

En esta etapa se busca identificar los proyectos que parecen convenientes, desde el punto de vista técnico, financiero e institucional, para que satisfagan las necesidades detectadas y que sean armoniosos con el Esquema o Plan de Ordenamiento Territorial (POT) municipal o según sea su población PBOT, o EOT, entre los cuales deben estar incluidas las clasificaciones de las vías de la ciudad o municipio o las clasificaciones desde M1 a M6 establecidas en el presente Reglamento, y la identificación de los demás espacios públicos existentes, además deben estar especificados los planes de inversión y montaje del proyecto, incluyendo necesidades de insumos, estimativos de costos, identificación de posibles obstáculos.

En el proceso de identificación se requiere conseguir información sobre insumos, recursos humanos, alternativas tecnológicas y experiencias anteriores.

Se debe examinar el proyecto desde el punto de vista local, describiendo los procesos de generación de mecanismos de participación y comunicación efectiva, entre la municipalidad y los ciudadanos, canalizados a través de las Juntas de Acción Comunal u organizaciones locales.

Dentro de los objetivos de la identificación del proyecto se deben analizar temas como la integración de los sistemas de alumbrado público para ser parte a futuro de ciudades sostenibles e inteligentes, que creen entornos seguros y agradables, creación de identidades urbanas y culturales, respeto al medio ambiente, optimización de consumos energéticos, y disminución de la contaminación lumínica.

Se debe hacer usos de herramientas GIS para los levamientos de la información, como, por ejemplo, Google, MapGIS u otras.

3.3.2.1.1 Categorización de los proyectos de alumbrado público

Los proyectos de alumbrado público deben ser categorizados conforme a los siguientes criterios:

- 1) Clase de iluminación asignada a la vía o espacio público. El nivel del proyecto será mayor, en la medida en que se ejecute sobre la malla vial principal y arterial complementaria y será menor sobre otras áreas como alamedas, ciclorrutas, etc.
- 2) Magnitud del proyecto. La categoría del proyecto resulta de los parámetros “cantidad de puntos luminosos (cantidad)” o “longitud de la red eléctrica ya sea aérea o de excavación (m)”.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Para efectos del presente Reglamento, los proyectos de alumbrado público nuevos y las expansiones, se categorizarán conforme a la Tabla 3.3.2.1.1. a, acorde con los tipos de vías o áreas de espacios públicos tales como: alamedas, ciclorrutas, parques, paseos, plazas, plazoletas, peatonales, puentes y túneles peatonales, etc.

Tabla 3.3.2.1.1. a Categorización de los proyectos de alumbrado público

Proyectos nuevos o expansiones		Nivel A	Nivel B	Nivel C
Clase de iluminación de la vía o Tipo de área		Bajo Impacto	Medio Impacto	Alto Impactos
Sistema vial	M1 – M2	$P \leq 25$ o $L < 1.000$	$25 < P \leq 75$ o $L \leq 1.000$	$P > 75$ o $L > 1.000$
	M3 – M4	$P \leq 25$ o $L < 1.000$	$25 < P \leq 100$ o $1.000 \leq L \leq 2.000$	$P > 100$ o $L > 2.000$
	M5 - M6	$P \leq 25$ o $L < 1.000$	$26 \leq P \leq 100$ o $1.000 \leq L \leq 2.000$	$P > 100$ o $L > 2.000$
Otras áreas	Alamedas, ciclorrutas, parques, paseos, plazas, plazoletas, vías peatonales, puentes túneles vehiculares, túneles peatonales, canchas y placas deportivas, pistas para diferentes deportes entre otros.	$P \leq 25$ o $L < 1.000$	$25 < P \leq 50$ o $1.000 \leq L \leq 2.000$	$P > 50$ o $L > 2.000$
Especiales [1*]	Zonas históricas de conservación, y otros que por sus características revista de un especial interés para el municipio.	$P \leq 25$	$25 < P \leq 50$	$P > 50$

NOTAS:

P: Cantidad de luminarias [μ].

L: Longitud de excavación ductería, red subterránea de alumbrado público [m] o longitud de la red aérea(m).

1) Para Proyectos Especiales, el municipio definirá de entre al menos dos alternativas a presentar de dos fabricantes distintos la mejor oferta y definirá las condiciones de entrega de las propuestas con sus diferentes requerimientos.

Los proyectos de alumbrado público de medio impacto (Nivel B) deben presentar al menos dos propuestas con luminarias de dos fabricantes distintos y los de (Nivel C), tres propuestas diferentes incluidos los túneles, se deben presentar los cálculos de iluminación de cada una de las opciones, y realizar el análisis técnico económico de las mismas, según los procedimientos estipulados más adelante en los numerales 3.3.2.3. *Evaluación técnica del diseño*, 3.3.2.4. *Evaluación financiera del proyecto* y 3.3.2.5. *Evaluación ambiental*; demostrando que se tuvo en cuenta lo ofertado en los dos diseños los cuales deben venir debidamente firmados por los diseñadores de acuerdo con lo estipulado en el Libro 4 - *Evaluación de la conformidad* y así soportar cuál de las ofertas es la más económica.

La dependencia municipal responsable del servicio de alumbrado público y/o la interventoría, debe verificar que todo el proceso se haya realizado según los requerimientos del Reglamento. Finalmente, para los proyectos de bajo impacto, solo se debe presentar el diseño de iluminación siguiendo los lineamientos del presente Reglamento y la propuesta económica.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Para adquisición de equipos y desarrollo de proyectos, independiente del modelo de contratación, el municipio o la entidad responsable del proceso, debe tener al menos un perfil tipo de vía por cada topología diferente de vía o espacio público, y su plano o planos del proyecto, para así exigir a los proponentes, el estudio técnico económico y realizar la revisión de los resultados para determinar cuál de las propuestas es la mejor para ser adjudicada, previa aprobación del cumplimiento de los requisitos exigidos por RETILAP.

En caso de que por fuerza mayor cuando en al momento de realizar la etapa constructiva del proyecto con el proveedor que fue considerado como la mejor opción, no tenga disponibilidad de los equipos originalmente determinados para la instalación, se debe realizar la implementación con la segunda opción comparada en el estudio técnico económico, o el tercero si lo hay, si se presenta la misma circunstancia; luego de haber agotado estas alternativas se debe proceder a realizar un nuevo estudio fotométrico e iniciar de nuevo el proceso, realizando a su vez un nuevo análisis técnico económico.

No es válida la presentación de un nuevo diseño o proveedor antes de agotar las mencionadas etapas. Los municipios, operadores de red, concesiones o terceros encargados de la Administración, Operación y Mantenimiento del servicio de alumbrado público, deben asegurar la preservación de los diseños previos de consultoría con las memorias de cálculo fotométrico, estudios técnicos y económicos, con el fin de tener disponible esta información, para el contratista o constructor en caso de presentarse estas contingencias y determinar la adquisición de los equipos alternativos para el proyecto.

3.3.2.2. Diseño

Todos los diseños de proyectos de alumbrado público deben tener en cuenta y dar cumplimiento a los siguientes lineamientos y preceptos generales, según se aplique:

- 1) En proyectos de modernización o expansión se debe realizar el levantamiento de la infraestructura existente de alumbrado público, con el fin de determinar en el caso de las vías, los perfiles tipo, y así tener las herramientas para solicitar los cálculos de iluminación respectivos que cumplan con los requerimientos de iluminación exigidos por el Reglamento y que sirvan a su vez para determinar las acciones necesarias de adecuaciones para cumplir con los niveles de iluminación. El levantamiento de la información permitirá evitar la duplicidad de infraestructura de alumbrado público puesto que se podrá determinar el retiro de infraestructura existente cuando sea necesario y podrá determinar en el caso contrario, si se debe evaluar la influencia de la iluminación existente para que permanezca, y/o que la infraestructura sea aprovechable o utilizable evitando inversiones adicionales. En los casos de retiro de infraestructura, se deben relacionar las cantidades en las memorias del proyecto y en los planos definitivos, la identificación (rótulo) de cada luminaria que se eliminará o se reubicará si este es el caso. Esta información se debe consignar también en las actas de entrega de obra.
- 2) En los casos en que se considere necesario alterar o restringir los parámetros producto del diseño fotométrico debido a accidentes geográficos, restricciones por la interferencia con líneas eléctricas de alta tensión, canales, ductos de servicio público, edificaciones, puentes, entradas vehiculares a supermercados, parqueaderos, estaciones de servicio, etc.), el diseñador debe registrar en el proyecto de tales situaciones y el constructor en conjunto con el diseñador deben realizar los ajustes necesarios, iniciando con la disminución de interdistancia y realizar nueva distribución de postes para que la interdistancia máxima determinada en la memoria de cálculo no sea sobrepasada para evitar incumplir con los niveles de iluminación y uniformidades requeridas por el Reglamento de acuerdo con la clasificación del sitio.
- 3) El diseño fotométrico tiene prioridad sobre los diseños de espacio público, de urbanismo y paisajismo los cuales deben tener armonía con la interdistancia entre postes y alturas de montaje resultante de los diseños de iluminación.
- 4) Con el propósito de garantizar el manejo de intersecciones y transiciones en los cambios de perfil, se debe presentar el cálculo fotométrico del área crítica incluyendo las luminarias incidentes en el área. La documentación asociada al proyecto debe

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

reflejar las cantidades de obra total del mismo. En caso de presentarse modificaciones posteriores, se debe indicar la versión y la fecha de actualización y el cálculo fotométrico que sustente el cambio realizado, demostrando que se cumplen con los niveles de iluminación.

- 5) Como resultado del diseño fotométrico, se debe especificar en forma escrita en las memorias de cálculo y gráficamente sobre los planos de diseño fotométrico lo siguiente: la altura de montaje, perfil de la vía (ancho de andenes, calzadas, ciclo rutas, etc.), interdistancias, inclinación, posición de bombilla y avance de la luminaria, de acuerdo con los lineamientos dados en el artículo 3.1.4. *Fases para la realización de un proyecto de iluminación.*
- 6) Se debe dar claridad en lo que respecta al ángulo de inclinación de la luminaria, la cual debe coincidir con la memoria de cálculo y que este es independiente del ángulo de inclinación del brazo.
- 7) Las zonas peatonales u otras áreas diferentes a la calzada deben iluminarse en lo posible con las mismas referencias de luminarias en potencia menor que con las que se iluminan las vías vehiculares. La utilización del sistema doble propósito o doble luminaria para la iluminación de calzadas y de manera simultánea ciclorrutas, andenes y demás áreas peatonales, se debe aplicar sólo cuando los niveles calculados obtenidos por la influencia de las luminarias dispuestas para la calzada no sean suficiente; debe demostrarse y soportarse con cálculos fotométricos o con mediciones de campo.
- 8) No se deben proyectar luminarias hacia los andenes en sistema doble o doble propósito, cuando éstos sean de ancho igual o inferior a 3 m.
- 9) Para poder tener referentes de comparación iguales entre las distintas propuestas, los diseñadores deben realizar la evaluación técnica y económica del proyecto de acuerdo con lo estipulado en los numerales 3.3.2.3. *Evaluación técnica del diseño*, 3.3.2.4. *Evaluación financiera del proyecto.*
- 10) Como complemento al punto anterior, para facilitar las comparaciones el diseñador debe establecer las cantidades definitivas totales de obra civil de las dos o tres alternativas según aplique para (cajas de inspección, canalizaciones, etc.) y eléctrica (postes, bombillas, luminarias, conductores, empalmes, etc.) asociadas exclusivamente a las Unidades Constructivas del Sistema de Alumbrado Público – UCAP, incluidas en el proyecto de alumbrado público, utilizando las vidas útiles y la desagregación del costo total de las UCAP establecidas por la CREG.
- 11) El valor de las luminarias debe corresponder con el precio ofertado en el mercado y las consideraciones sobre ajuste del mismo si existen, para la evaluación técnico-económica de las distintas propuestas, y estará soportado con un documento de compromiso de suministro por parte del comercializador o fabricante por un periodo mínimo de 2 años.
- 12) Además de los costos iniciales de materiales, equipos y mano de obra, la evaluación debe contemplar los costos anuales de operación (mantenimiento y consumo de energía eléctrica, incluyendo las pérdidas) y el valor de salvamento de la infraestructura en el horizonte analizado.
- 13) Para efectos de trazabilidad del proyecto se debe dejar memoria, sobre las reuniones de carácter interinstitucional realizadas para definir criterios y lineamientos específicos para los estudios y diseños fotométricos.
- 14) Para los proyectos de alumbrado público Tipo A los diseñadores pueden presentar una sola alternativa.
- 15) Para el diseño de sistemas de alumbrado público realizados con luminarias que tengan dispositivos de generación fotovoltaica incorporados o luminarias alimentadas con sistemas fotovoltaicos que no hacen parte integral de la luminaria se debe:
 - a) Realizar los siguientes análisis que aseguren la viabilidad de la instalación del sistema, demostrando una autonomía mínima de 36 horas a plena carga y sin dimerización para la luminaria.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

- i) Dimensionamiento del sistema fotovoltaico que incluya análisis del recurso solar del lugar de la instalación, cantidad de energía generada y rendimiento del sistema.
 - ii) Dimensionamiento de las baterías especificando la cantidad, la carga en Ah, la tensión en VDC y la profundidad de descarga de las baterías.
 - iii) Análisis de orientación y grado de inclinación de los dispositivos de generación fotovoltaica.
 - iv) Análisis de sombra y sombra parcial.
- b) Desarrollar un plan de mantenimiento para los dispositivos de generación fotovoltaica y las luminarias del sistema, teniendo en cuenta las condiciones ambientales del lugar de instalación.

3.3.2.3. Evaluación técnica del diseño

Con los parámetros fotométricos definidos para el proyecto de alumbrado público, se procede a solicitar las propuestas de diseño fotométrico. A cada alternativa se le debe anexar la propuesta o compromiso de suministro por parte del fabricante o comercializador de luminarias. El diseñador o quien presente la propuesta fotométrica, debe hacerlo tanto en forma numérica como gráfica, indicando las grillas de cálculo correspondientes, dando estricto cumplimiento al presente Reglamento, por lo cual debe anexar una declaración de cumplimiento de los parámetros fotométricos en su diseño de acuerdo con lo estipulado en el *Libro 4 - Evaluación de la conformidad*, dentro del formato establecido. Esta declaración se considera un documento público que es emitida bajo la gravedad de juramento, y quien la expida asume toda la responsabilidad que esto implica.

3.3.2.4. Evaluación financiera del proyecto

Con las propuestas que cumplen con los requisitos de diseño fotométrico, requerimientos eléctricos, demás requisitos del presente Reglamento, disposiciones ambientales y disposiciones urbanísticas que le apliquen, el diseñador del proyecto de alumbrado público debe hacer la evaluación financiera del proyecto comparando las alternativas y recomendando la que presente el menor costo total en toda la vida útil del proyecto. Para la evaluación financiera del proyecto se deben utilizar los métodos de “Costo anual equivalente y valor presente neto (VPN)”.

La evaluación debe cumplir con los siguientes requisitos:

1. Los costos no pueden superar los establecidos por el municipio o distrito, siguiendo la metodología de costos máximos para la prestación del servicio establecida en la Resolución CREG 101 013 de 2022 o la que la modifique o reemplace.
2. Realizarse a precios constantes de la fecha de análisis, en pesos colombianos.
3. En cada alternativa se deben considerar todos los costos del proyecto.
4. Las alternativas deben ordenarse de menor a mayor costo anual equivalente.

3.3.2.4.1. Evaluación de costos

La evaluación del proyecto en sus diferentes alternativas se debe hacer no solamente sobre la inversión inicial, sino también sobre los costos de operación, mantenimiento y reposición de elementos cuya vida útil se estipula en la Tabla 3.3.2.4.4. b a precios constantes de la fecha de presentación del proyecto. El valor de los diferentes componentes del proyecto se toma de los valores obtenidos de los estudios de mercado, en los casos que sea utilizada esta herramienta, los cuales no deben ser mayores a los resultantes de aplicar la metodología para determinación del costo máximo expedida por la CREG; la cual deben aplicar los municipios o distritos para remunerar el servicio.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Para efectos de comparación de alternativas de diseño del proyecto se deben diligenciar los formatos de la Tabla 3.3.2.4.4. c y 3.3.2.4.4. d, las cuales se pueden ajustar de acuerdo con las características específicas de cada proyecto.

3.3.2.4.2. Costos de Inversión

Se deben incluir los costos iniciales de la infraestructura nueva, así como los de proyectos de normalización, y de reposición a nuevo deben incluir no solamente los costos de suministro de los elementos básicos de la infraestructura, tales como las luminarias especificadas a utilizar en el proyecto, los postes y mástiles, las cámaras, las canalizaciones, la red eléctrica correspondiente, sino también los siguientes costos:

- 1) Costo de suministro en sitio del elemento
- 2) Costo de la obra civil
- 3) Costo del montaje.
- 4) Costo de la administración de la obra.
- 5) Costo de inspección
- 6) Costo de interventoría
- 7) Costos financieros.

También deben considerarse los activos no eléctricos del sistema de alumbrado público indispensables para la prestación del servicio, tales como oficinas, bodegas, vehículos, parqueaderos, cuyo valor máximo serán reglamentado por la Resolución CREG 101 013 de 2022, o la resolución que la modifique o reemplace; de igual forma para la estructura de costos de las UCAP.

Finalmente, el análisis debe incluir las actividades necesarias para el retiro o aprovechamiento de la infraestructura de alumbrado existente.

3.3.2.4.3. Costos de administración, operación y mantenimiento

El costo de administración, operación y mantenimiento – AOM, corresponde a un porcentaje de los activos eléctricos y no eléctricos, el cual será definido por la CREG en desarrollo de lo dispuesto en el Decreto 2424 de 2006, el cual fue compilado por el Decreto 1073 de 2015. Como complemento se encuentran los valores estipulados por la Resolución CREG 101 013 de 2022 o la resolución que la modifique o reemplace.

Estos costos deben ser consistentes con el esquema de mantenimiento y los valores de factor de mantenimiento definidos por el presente Reglamento para el proyecto.

Para efectos de comparación y selección de alternativas, en el diseño se debe incluir el valor de la energía requerida para la prestación del servicio en cada alternativa, dado que el consumo dependerá de las luminarias escogidas, las cuales se correlacionan con la potencia de la fuente, la interdistancia y la altura de montaje.

3.3.2.4.4. Costo anual equivalente

Se debe considerar un período de evaluación de 17,5 años (210 meses) teniendo en cuenta la vida útil de los diferentes componentes del proyecto y un valor de salvamento de cero pesos. Para el efecto, se establecen como valores mínimos de vida útil los de la Tabla 3.3.2.4.4. a, así:

Tabla 3.3.2.4.4. a Vidas útiles mínimas de los componentes de la infraestructura de Alumbrado Público para la evaluación de costos

Equipo	Vida útil (años)	Equipo	Vida útil (años)
Transformadores	25	Postes y mástiles	35
Redes eléctricas aéreas y subterráneas (conductores, herrajes y aisladores)	35	Cajas de inspección, ducterías y demás obras civiles asociadas	35

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Equipo	Vida útil (años)	Equipo	Vida útil (años)
Luminaria de alumbrado público led	17,5		

NOTAS: Sin perjuicio de las garantías que sobre los productos publiciten y expidan los productores, las vidas útiles indicadas en esta tabla sólo se tendrán en cuenta para la evaluación económica del proyecto.
Para el análisis de costo anual equivalente se debe tener en cuenta el recambio de los drivers, considerando una vida útil de 8,75 años (105 meses) dentro del periodo de evaluación de 17,5 años (210 meses)

El municipio o distrito tendrá que definir previamente en que eventos se dará un aumento significativo del valor y/o la vida útil de un activo de alumbrado público, de conformidad con los principios de contabilidad generalmente aceptados en Colombia, de acuerdo con lo establecido en la Resolución 101 013 de 2022, la que la modifique o reemplace.

Con el objetivo de hacer comparables las propuestas, los diseños de iluminación se deben realizar con el mismo factor de mantenimiento.

Costos Iniciales (CI.) de infraestructura (luminarias o proyectores, transformadores, conductores, postes, materiales, etc.), transporte y mano de obra. Estos costos son presentes.

Costos Anuales de Operación (CAO), los cuales están compuestos por el mantenimiento de la infraestructura y el consumo de energía eléctrica del sistema de alumbrado. Estos costos son anualizados y deben traer a valor presente, con la siguiente fórmula:

$$VP(CAO) = \frac{CAO}{(1+i)^n} \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde,

- i: corresponde a la tasa de descuento (TD), vigente, resolución CREG 215 de 2021, que corresponde a 12,09 %, o la que determine la CREG para la tasa de retorno de la actividad de distribución de energía eléctrica o la que expida en forma particular para el alumbrado público.
- n: corresponde al número de año de análisis, que en este caso es de 21 años.

El valor presente total del proyecto (P_T) se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$VPN = P_T = CI + VP(CAO) - VP(VS) \quad \text{Ecuación 7}$$

VS es el valor de Salvamento al final de la vida, es decir, el valor de la vida útil remanente del sistema de iluminación. En el caso de la evaluación de proyectos de alumbrado y con el fin de simplificar el procedimiento sin afectar el resultado, se considera nulo el valor de salvamento; luego

$$P_T = CI + VP(CAO) \quad \text{Ecuación 8}$$

El Valor Total (P_T) se multiplica por el factor de anualidad para obtener el Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) del proyecto.

$$CAUE = CAO - VP(VS) + CI/(1+i)^n \quad \text{Ecuación 9}$$

Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) del proyecto = valor presente total del proyecto (P_T) por el factor de anualidad.

Para tal fin, la Tabla 3.3.2.4.4 b., presenta el formato del análisis de costos iniciales de cada propuesta, el cual debe modificarse de acuerdo con las especificaciones propias de cada proyecto, discriminando los costos asociados.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Tabla 3.3.2.4.4. b. Análisis de Costos iniciales de cada propuesta

Nombre del Proyecto: _____

Fecha: _____

Propuesta N° _____

Costos iniciales de cada propuesta										
Descripción	Características	Costos de inversión anualizados								
		Cant (U)	Costo unitario	Costo Total	Vida útil (años)	Año 1	Año 2	...	Año 21	SUM ST ACT (**)
Luminarias (incluye fotocontrol y brazo) (Indicar en la columna de características la potencia de la luminaria)	Potencia 1: __ W									
	Potencia 2: __ W									
	Potencia 3: __ W									
	Potencia 4: __ W									
	Potencia 5: __ W									
	Potencia 6: __ W									
	Potencia n: __ W									
Costo luminarias		Subtotal								
Postes (metálicos o de concreto) (Indicar en la columna de características la dimensión del poste)	m									
	m									
	m									
	m									
	m									
Costo postería		Subtotal								
Cables de aluminio THW (Indicar en la columna de características el calibre del conductor)	Nº AWG									
	Nº AWG									
Costo cables de BT		Subtotal								
Canalización y cajas de inspección (Indicar en la columna de características las de los productos, tomando como ejemplo lo presentado en la tabla)	1Φ3" zona verde									
	1Φ3" zona dura									
	2Φ3" cruce de calzada									
	Cajas de inspección									
Costo canalización		Subtotal								
	---- kVA									
	---- kVA									
	---- kVA									
	---- kVA									
Total costos iniciales										

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Costos iniciales de cada propuesta										
Descripción	Características	Costos de inversión anualizados								
		Cant (U)	Costo unitario	Costo Total	Vida útil (años)	Año 1	Año 2	...	Año 21	SUM ST ACT (**)
Sumatoria de los costos anualizados de inversión										
(**) SUM ST ACT = Sumatoria subtotales actualizados										

Tabla 3.3.2.4.4. c Análisis de costos anuales de operación y mantenimiento.

Costos anuales de operación y mantenimiento de cada propuesta								
Descripción	Características	Cant (U)	IPP proyectado	Año 1	Año 2	...	Año 21	Sumatoria subtotales anualizados
Limpieza conjunto óptico de la Luminarias	70 W							
	150 W							
	250 W							
	400 W							
	600W							
Subtotal limpieza								
Cambio de conjunto eléctrico o electrónico	70 W							
	150 W							
	250 W							
	400 W							
	600W							
Subtotal cambio								
Reposición de postes	10 m							
	12 m							
	14 m							
	16 m							
Subtotal cambio postes								
Costo consumo anual de energía incluidos consumos de accesorios eléctricos o electrónicos	70 W							
	150 W							
	250 W							
	400 W							
	600W							
Subtotal consumo de energía								
Sumatoria costos anualizados de operación y mantenimiento								
IPP = Índice de precios del productor – Oferta interna o el índice que establezca la CREG								

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Tabla 3.3.2.4.4. d. Resumen del análisis para la evaluación económica.

OFERENTES	Costos iniciales (ci) (a)	Costos anuales de operación y mantenimiento totales (caso) (b)	VPN de los costos anuales de operación y mantenimiento totales (caso) (c)	Valor presente total del proyecto costos iniciales anualizados corresponde a (d)	Costo anual equivalente en el periodo de 21 años (b+d)
Propuesta 1					
Propuesta 2					
Propuesta 3					

3.3.2.5. Evaluación ambiental

Se debe realizar este análisis en los proyectos de iluminación, donde se evalué la posible afectación que pueda haber a la fauna y flora, con el objetivo de limitar los niveles de iluminación, altura de instalación y limitar ángulos de inclinación de los equipos de iluminación a instalar de acuerdo con el numeral 3.3.1.5., además, de tener en cuenta los grados de contaminación ambiental, conforme con lo estipulado en el presente Reglamento.

Este análisis debe ser revisado y aprobado por el interventor del proyecto y/o el inspector RETILAP. Finalmente, para proyectos ubicados en reservas naturales se debe tener en cuenta lo estipulado en la clasificación P de iluminación, lo indicado para parques y reservas naturales, los requisitos de instalación estipulados en el presente Reglamento y a los requerimientos de las autoridades ambientales competentes y normatividad ambiental aplicable.

Artículo 3.3.3. Administración, operación y mantenimiento de los sistemas de alumbrado público

El servicio de alumbrado público debe dar cumplimiento a los aspectos establecidos en el Decreto 943 de 2018, que modifica el Decreto 1073 de 2015 “por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía”, el cual compila lo establecido en el Decreto 2424 de 2006.

Los municipios y distritos deben elaborar un plan anual del servicio de alumbrado público que contemple entre otros, la expansión del mismo, a nivel de factibilidad e ingeniería de detalle, armonizado con el plan de ordenamiento territorial y con los planes de expansión de otros servicios públicos, cumpliendo con la reglamentación asociada y de uso eficiente de energía vigente.

Cuando el operador de red o propietario de la infraestructura de la red de uso general realice la modernización, debe realizar el diseño y adecuación de dichas redes considerando el cumplimiento de las exigencias del servicio de alumbrado público de conformidad con el presente Reglamento.

El operador de alumbrado público debe mantener información con los reportes de quejas y reclamos del servicio, así como de las repuestas y seguimiento a las mismas, además disponer de información actualizada, gráfica y de base de datos, conforme a las labores de modernización, expansión y mantenimiento de la infraestructura de alumbrado público; así como de las quejas y reclamos del servicio de alumbrado público. Esta información debe ser proporcionada a la interventoría y sirve de herramienta para la toma de decisiones por parte del operador de la red. Adicionalmente, con esta información, el municipio debe descontar el valor calculado por fallas en el servicio y por gasto de energía por fallas en el mantenimiento.

La administración municipal, debe establecer las políticas para que en la operación y el mantenimiento del sistema de alumbrado público se cumpla con la materialización de las

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

acciones y condiciones controlables que se usaron con base en el factor de mantenimiento determinado y realizar la programación del mantenimiento (esquema de mantenimiento). En el mismo sentido debe exigir el cumplimiento de los niveles de iluminación mínimos mantenidos contemplados en el presente Reglamento, el seguimiento se debe realizar cada 4 meses.

Frente al reporte de una falla, con base en los procedimientos establecidos y aprobados por el municipio, el operador del servicio debe definir su grado de criticidad, y proceder a tomar las acciones correctivas de acuerdo con su escala de prioridades.

Mediante el control y seguimiento del comportamiento de los diferentes componentes del alumbrado público, se deben identificar, registrar y clasificar los tipos de daños frecuentes y esporádicos que se presentan, así como las causas que los generan; entre otros.

El reporte de los atributos anteriores deben ser parte de la información a reportar en el Sistema de Información de Alumbrado Público (SIAP), actividad, que esta remunerada en el Costo Máximo de Administración, Operación y Mantenimiento, de acuerdo con lo establecido en la resolución CREG 101 013 de 2022 y documento CREG 102 de 2011 o las que las modifiquen o reemplacen.

Las alcaldías y municipios, como responsables de la prestación del servicio de alumbrado público, deben implementar los indicadores de calidad, cobertura y eficiencia energética definidos en el numeral 3.3.3.1 del RETILAP y serán los encargados de definir el uso de tales indicadores para la mejora del servicio de alumbrado público.

Así mismo, los responsables de la prestación del servicio de alumbrado público deben definir la estrategia para hacer la medición de los indicadores de calidad, cobertura y eficiencia energética definidos en el numeral 3.3.3.1 del RETILAP, la cual puede ser a través de auditorías o con el reporte de las interventorías.

3.3.3.1. Sistema de información de alumbrado público

Todo municipio debe contar con el Sistema de Información del Alumbrado Público (SIAP), bajo su responsabilidad si la AOM lo realiza directamente. En el evento en que la Administración, Operación y Mantenimiento lo realice a través de un tercero, este debe desarrollar e implementar el SIAP, con cargo al costo que se le remunera por las actividades de Administración, Operación y Mantenimiento, teniendo en cuenta la resolución CREG 101 013 de 2022 o las que la modifiquen o reemplacen.

El SIAP debe cumplir con lo establecido en el RETILAP. El SIAP estará disponible para la consulta en línea por parte del municipio, en el evento en que este sistema sea suministrado y operado por un tercero.

El sistema de información de alumbrado público debe estar dividido en los siguientes componentes:

3.3.3.1.1 Infraestructura del sistema de información de alumbrado público

Debe contener el inventario de equipos de la infraestructura del servicio de alumbrado público estructurado como base de datos georreferenciada.

Disponer de información actualizada, gráfica y de base de datos, conforme a las labores de modernización, expansión y mantenimiento de la infraestructura de alumbrado público; así como de las quejas y reclamos del servicio de alumbrado público.

Facilitar la supervisión de la actualización del inventario de la infraestructura para la prestación del servicio de alumbrado público y el seguimiento de la atención de las quejas y reclamos del servicio, esta información debe ser analizada y aprobada por la interventoría.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Se deben registrar las fechas y eventos relacionados con fallas y diagnóstico, acciones correctivas y/o preventivas y demás aspectos que agreguen valor al Sistema de Información de alumbrado público.

Los resultados de las labores realizadas por la interventoría a la infraestructura de alumbrado, así como las diferentes quejas y reclamos presentadas por los usuarios, deben ser almacenados en una Base de Datos, la cual servirá de base para definir los programas tanto puntuales como periódicos de mantenimiento a realizar por el operador.

La información de la infraestructura de alumbrado público debe cumplir con los siguientes objetivos:

- 1) Permitir el control del inventario de la infraestructura del servicio de alumbrado público del municipio. La información será la correspondiente a la infraestructura existente incluida la relacionada con todos los componentes del sistema de alumbrado público. En terreno cada luminaria debe estar marcada e identificada con un número único de rótulo registrado en la base de datos de la infraestructura del sistema de alumbrado público.
- 2) Facilitar el seguimiento a las labores de expansión, operación y mantenimiento, de forma tal que permita determinar índices de calidad.
- 3) Facilitar la gestión del operador del sistema de alumbrado público en sus labores de administrar, operar y realizar el mantenimiento técnico. En el mismo sentido debe permitir el control por parte de la interventoría.
- 4) Informar sobre la ubicación geográfica de cada punto luminoso a través de un sistema georreferenciado. La información incluida debe ser tal que permita realizar las acciones de mantenimiento y control.
- 5) Apoyar la toma de decisiones en el área de la iluminación pública del municipio.
- 6) En este sistema se deben identificar los siguientes componentes de la infraestructura:
 - a) Luminarias: tipo de fuente lumínica, potencia y tipo de luminaria, tipo de balasto y su valor de pérdidas, control de encendido (múltiple o individual), tipo de espacio iluminado (parque, tipo de vía, senderos peatonales, zonas verdes, campos deportivos, ciclovía, etc.), identificación del transformador de distribución al cual están conectadas
 - b) Estructuras de soporte o poste: De uso exclusivo o compartido con red de uso general. Tipo de material, longitud.
 - c) Red de alimentación: De uso exclusivo o compartido con red de uso general. Tipo de material, calibre de conductores, tipo de instalación (aérea o subterránea).
 - d) Canalizaciones: De uso exclusivo o compartido con red de uso general, cajas de inspección y ducterías, Tipo de zona (dura, verde o cruce de calzada)
 - e) Transformadores: De uso exclusivo o compartido con red de uso general, tipo aéreo, local, pedestal o subterráneo.

El sistema de información debe permitir para cada luminaria, con su número de rótulo, la identificación del transformador de distribución al cual está conectada. En el mismo sentido cada transformador debe permitir identificar el circuito de media tensión que los alimenta, con el fin de poder analizar valores de los índices de calidad del servicio de energía, DES y FES, o SAIDI y SAIFI, que el operador de Red le entrega a la Superintendencia de Servicios Públicos.

3.3.3.1.2. PQRS del sistema de alumbrado público

El sistema de información del registro de atención de quejas, reclamos y solicitudes de alumbrado público debe ser el centro de acopio de la información de los reportes de quejas y reclamos del servicio, así como de las repuestas y seguimiento a las mismas.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Debe permitir evaluar los índices de calidad del servicio y soportar las penalizaciones en función de los criterios previamente establecidos entre el municipio y el operador del servicio de alumbrado público.

La base de datos que se utilice para el registro de quejas y reclamos debe contener como mínimo los siguientes registros planteados en la Tabla 3.3.3.1.2. a.:

Tabla 3.3.3.1.2. a. Información mínima que debe tener el registro de PQR´s

FUENTE	CAMPOS
USUARIO: Quejas y reclamos	Tipo de queja o solicitud –descripción- Ubicación Fecha, hora Acción tomada por el operador
INTERVENTORÍA Del servicio de alumbrado público Informes	Tipo de informe Fecha Período del informe Aspectos evaluados Cumplimiento de los Índices objetivos establecidos Costos de operación del período evaluado Recomendaciones Compromisos para el siguiente período

La Interventoría, en relación con el mantenimiento del sistema de alumbrado público, debe verificar la realización de los programas de mantenimiento correctivo y preventivo.

3.3.3.1.3. Bases de datos del sistema de alumbrado público

El sistema de información de alumbrado público debe permitir la sistematización en código abierto de la información, de manera ordenada y funcional, garantizar la conservación de la base estadística, respondiendo a las necesidades de información, tanto de las entidades municipales como de terceros autorizados, derivada de la ejecución de actividades del operador y de la interventoría, por eso debe contener como mínimo la información detallada que se presenta a continuación:

- 1) Información georreferenciada. Donde se estipule por lo menos; altura de la luminaria, interdistancia entre postes, longitud del brazo, ángulo de inclinación de la luminaria, tipo de fuente luminosa, marca y referencia de la luminaria, potencia activa, y temperatura de color. Para esto el operador de red, entidad encargada el AOM, municipio o tercero encargado del alumbrado público se puede soportar en levantamientos de información georreferenciados o plataformas de telegestión.
- 2) Consumos, facturación y pagos de energía.
- 3) Recaudos del servicio de alumbrado público.
- 4) Recursos recibidos para financiamiento de expansión o modernización de la infraestructura de servicio de alumbrado público, identificando su fuente.
- 5) Los municipios que tengan registrados en su base de datos de infraestructura del Servicio de alumbrado público más de dos mil (2.000) puntos luminosos, deben disponer de un sistema de consulta a través de la WEB con la información de alumbrado público, en las áreas operativa y de atención al Cliente.
- 6) Debe mantener el registro del inventario del alumbrado público al día y la interventoría debe velar porque esta información se encuentre actualizada.
- 7) Los demás parámetros que cada operador incluya a fin de mejorar o permitir el control de la información del sistema de alumbrado público.
- 8) Las variables a tener en cuenta en la base de datos del municipio deben contener como mínimo la siguiente información:
 - a) Cantidad de luminarias instaladas, discriminadas en casco urbano y rural.
 - b) Cantidad de luminarias instaladas producto de expansiones en el servicio de alumbrado público.
 - c) Potencia de cada luminaria, incluyendo pérdidas de los accesorios eléctricos o electrónicos.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

- d) Consumo total de energía consumida por el municipio por concepto de alumbrado público.
- 9) Los indicadores a tener en cuenta en la base de datos del municipio deben contener como mínimo la siguiente información:
 - a) Calidad.
 - i) Porcentaje de ahorros en energía eléctrica por concepto de alumbrado público logrados por el municipio, en periodos anuales a corte 31 de diciembre, estipulando las metas a lograr durante este periodo.
 - b) Cobertura.
 - i) Porcentaje de cobertura del servicio de alumbrado público en casco urbano y rural, en periodos anuales a corte 31 de diciembre, estipulando la meta a lograr en el periodo anual.
 - c) Eficiencia energética.
 - i) Porcentaje de ahorro de energía logrado por concepto de alumbrado público en periodos anuales a corte 31 de diciembre, estipulando la meta a lograr en el periodo anual.

Artículo 3.3.4. Mantenimiento del sistema de alumbrado público

La administración municipal, debe establecer las políticas para que en la operación y el mantenimiento del sistema de alumbrado público se cumpla con la materialización de las acciones y condiciones controlables que se tomaron como base en el factor de mantenimiento determinado para el proyecto (esquema de mantenimiento). En el mismo sentido debe exigir el cumplimiento de los niveles de iluminación mínimos mantenidos contemplados en el presente Reglamento.

Frente al reporte de una falla, con base en los procedimientos establecidos y aprobados por el municipio, el operador del servicio debe definir su grado de criticidad, y proceder a tomar las acciones correctivas de acuerdo con su escala de prioridades. Mediante el control y seguimiento del comportamiento de los diferentes componentes del alumbrado público, se deben identificar, registrar y clasificar los tipos de daños frecuentes y esporádicos que se presentan, así como las causas que los generan.

El operador debe identificar y clasificar los daños, y establecer la planeación y programación del mantenimiento. Se deben examinar y analizar las diferentes causas de deterioro y depreciación de las obras de iluminación pública para extraer conclusiones relativas a:

- 1) Las características que se deben exigir a los nuevos materiales empleados.
- 2) Los métodos de mantenimiento más convenientes para las diferentes categorías de instalaciones.

Las luminarias utilizadas en alumbrado público, o sus fuentes luminosas según sea el caso deben cambiarse cuando la emisión del flujo luminoso haya descendido al setenta por ciento (70 %) de su valor inicial.

3.3.4.1. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo debe determinar las acciones para evitar o eliminar las causas de las fallas potenciales del sistema y prevenir su ocurrencia, mediante la utilización de técnicas de diagnóstico y administrativas que permitan su identificación.

Dentro de las técnicas de diagnóstico se deben considerar:

- 1) Las mediciones eléctricas en diferentes puntos de la red de los perfiles de tensión, niveles de armónicos
- 2) La medición de los parámetros eléctricos de operación de las luminarias y sus componentes
- 3) Las mediciones fotométricas a la calzada y alrededores (para túneles aplica solamente medición en luminancia) (U_0), Uniformidad longitudinal sobre la calzada

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

(U_L), para determinar si se necesario tomar acciones de mantenimiento con mayor de periodicidad.

Estas rutinas de inspección se deben ejecutar a través de personal con equipos y elementos adecuados para la realización de las labores mencionadas indicando que durante esas labores se le debe dar cumplimiento a la Resolución 5018 de 2019 del Ministerio de Trabajo, la que la modifique o reemplace.

Con el fin de determinar si los esquemas de mantenimiento son los adecuados en una vía y si los equipos cumplen con los índices de calidad ofertados y exigidos por el presente Reglamento, se deben comparar los valores de iluminación medidos en la vía con los valores de iluminación promedio mantenida requeridos de acuerdo con la clase de iluminación asignada a la vía.

Para vías nuevas que aún no han sido recibidas por el municipio, el seguimiento de los niveles de iluminación debe llevarse a cabo mediante mediciones *in situ* siguiendo los procedimientos especificados en el Libro 4 del presente Reglamento. Estas mediciones se deben realizar cada 6 meses durante el primer año después de la instalación y durante un año adicional después de la entrega final del proyecto, con el objetivo de verificar que las luminarias instaladas mantengan la curva de descendimiento luminoso ofrecida por el proveedor (por ejemplo, L70@100000h).

Para vías existentes, las mediciones se deben realizar anualmente y de manera aleatoria según lo determine la interventoría. En caso de detectarse un descenso en los niveles de iluminación superior al 5 % durante los dos primeros años de funcionamiento, el municipio, el operador de la red o el tercero responsable de la administración del alumbrado público debe presentar una reclamación por garantía al fabricante, importador o comercializador de las luminarias. Estos seguimientos proporcionan criterios para aplicar o ajustar los esquemas de mantenimiento.

En instalaciones con más de un año desde su entrega final, la frecuencia de las mediciones no debe superar los dos años. Durante este período, y con el fin de realizar un muestreo representativo que abarque todo el municipio, el interventor y/o el municipio determinarán sectores viales aleatorios y según perfiles de vía, o según criterios como la importancia de la vía, sectores con bajos niveles de iluminación reportados por los usuarios, sectores con alta incidencia de inseguridad o sectores con fallas frecuentes, entre otros aspectos, con el fin de garantizar la calidad del servicio.

Se debe aplicar el esquema de mantenimiento de diseño de la instalación de alumbrado público, el operador debe efectuar los trabajos de mantenimiento preventivo de limpieza del conjunto óptico de la luminaria, en el caso de luminarias con tecnología de vapor de sodio se debe hacer un reemplazo en grupo de todas las bombillas que tengan el mismo tiempo de instalación, es decir cuando lleguen al final de su vida útil (70 % flujo luminoso nominal).

La periodicidad con la cual se adelanten las labores de muestreo será determinada por la interventoría para obtener una mejor trazabilidad de cada uno de los componentes de la infraestructura del sistema de alumbrado público y su incidencia en el plan de mantenimiento preventivo.

La elaboración de un programa de mantenimiento preventivo debe ser elaborado por el operador del servicio de alumbrado y aprobado por la interventoría, teniendo en cuenta:

- 1) Reemplazos masivos bombillas para el caso de luminarias de vapor de sodio, la reposición programada de luminarias tiene por objeto mantener las instalaciones de alumbrado dentro del nivel proyectado.
- 2) Operaciones de limpieza de luminarias y soportes, donde se programe esta labor teniendo en cuenta el grado de hermeticidad de la luminaria y el nivel de contaminación de su sitio de instalación. Esta labor se debe realizar tanto interior como exteriormente. Al mismo tiempo, se debe efectuar una inspección visual del sistema óptico y del estado de todos los componentes de la luminaria.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

- 3) Se deben aprovechar estos desplazamientos al sitio, para realizar todo el mantenimiento de la luminaria, es decir:
 - a) Orientación correcta de la luminaria en ángulo y rotación.
 - b) Revisión de los accesorios eléctricos o equipos auxiliares.
 - c) Revisión de las partes mecánicas de la luminaria.
- 4) Coordinar con las entidades municipales competentes y con el operador de alumbrado público, la poda de los árboles circundantes a los equipos de iluminación, para despejar el cono de intensidad máxima de cada luminaria, así como eliminar las interferencias de los árboles con las redes exclusivas de alumbrado público.

3.3.4.2. Mantenimiento correctivo

Se debe localizar el equipo en falla, reparar y adecuar las instalaciones para que funcionen el máximo número de horas posible, con el desempeño para el que fueron diseñadas. Para la ejecución del mantenimiento correctivo es importante tener en consideración los siguientes aspectos, principalmente en lo que tiene que ver con las luminarias:

- 1) Revisar el correcto encendido, apagado y funcionamiento general del dispositivo de control, y detectar fallas eléctricas.
- 2) Limpiar el conjunto óptico de las luminarias.
- 3) Realizar remplazo de luminaria, fuente, driver, herrajes u otros componentes si es necesario.
- 4) Realizar el mantenimiento mecánico, eléctrico y del sistema de alimentación.
- 5) Realizar la gestión con las entidades competentes de la poda de los árboles circundantes a los equipos de iluminación, para despejar el cono de intensidad máxima de cada luminaria.

3.3.4.3. Esquema de mantenimiento de instalaciones de alumbrado público

Todas las instalaciones de alumbrado público deben contar con un plan de mantenimiento que garantice el mantenimiento de los niveles de eficiencia energética y los parámetros de iluminación. Este plan de mantenimiento debe incluir entre otras informaciones, periodo de limpieza el cual se debe realizar cada 12 meses, y la estipulación de cambio del driver, el cual depende de la información entregada por el fabricante de la luminaria.

Hay que resaltar, como se puede ver en la figura 3.3.4.3. a, que con el mantenimiento nunca se restablecen las condiciones iniciales, por cuanto hay factores que son no controlables, como la depreciación de la luminaria debido al envejecimiento y a la degradación de sus materiales, que producen un aumento de la opacidad y/o reducción de reflectividad en los materiales del conjunto óptico de la luminaria. A medida que pasa el tiempo, el valor de iluminancia promedio de la instalación se va alejando del valor inicial de iluminancia promedio (100 %), hasta llegar al final de la vida útil de las luminarias. Un caso extremo sería cuando las luminarias con bombillas nuevas escasamente produzcan el valor de iluminancia mínimo mantenido.

Espacio dejado intencionalmente en blanco

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

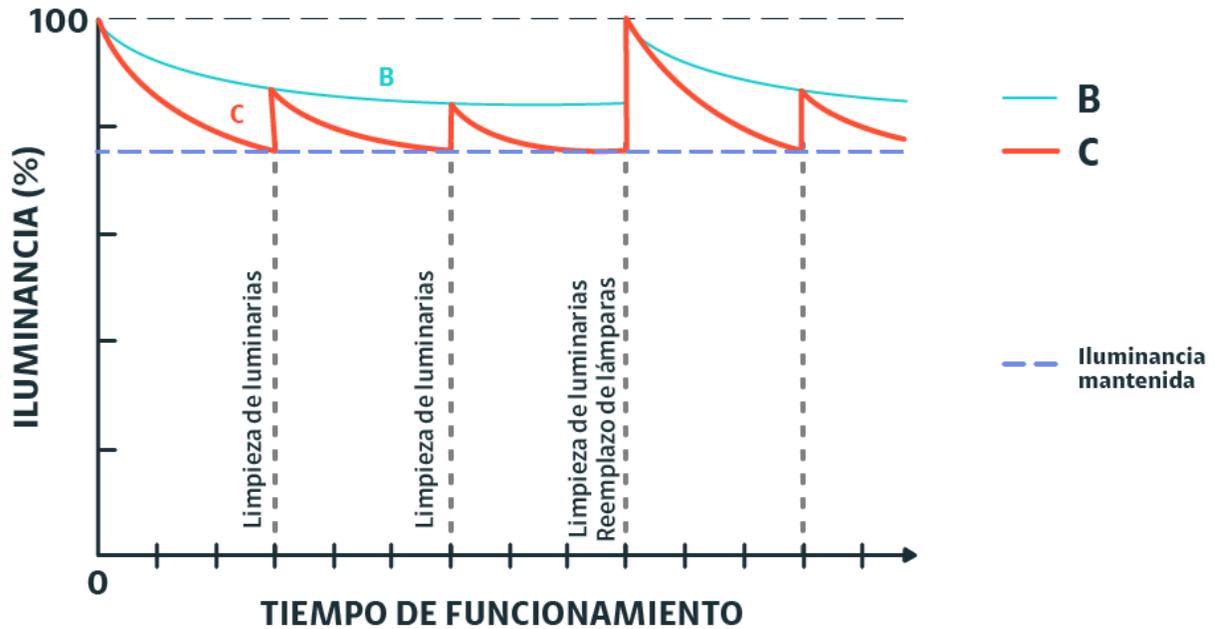


Figura 3.3.4.3. a. Esquema de mantenimiento de una instalación de alumbrado público. (Fuente propia)

TÍTULO 4 – INSTALACIONES DE PROYECTOS DE ILUMINACIÓN EXTERIOR

A continuación, se presentan los requisitos que deben cumplir las instalaciones de sistemas de iluminación exterior, incluyendo grandes áreas en espacios exteriores, escenarios deportivos o recreativos, instalaciones en aeródromos, aeropuertos y helipuertos. Finalmente, se presentan los requisitos de operación y mantenimiento de los sistemas de iluminación exterior.

Como requisito general, los productos usados en instalaciones de iluminación exterior o para ambientes húmedos deben tener un grado de protección mínimo de IP 65 o NEMA 4.

Artículo 3.4.1. Requisitos de iluminación de grandes áreas en espacios exteriores

Se consideran grandes áreas en espacios exteriores de más de 2500 m², entre los cuales se encuentran, parqueaderos de grandes extensiones a cielo abierto, patios de contenedores, bodegas a cielo abierto, o similares.

Se debe cumplir con los requisitos mínimos estipulados a continuación para la implementación de sistemas de iluminación:

Cuando el área a iluminar es de grandes dimensiones, se debe considerar realizar la iluminación con postes de gran altura o mástiles y no simplemente con postes y luminarias convencionales, (Ver figura 3.4.1. a).

Los mástiles se deben instalar de manera que no interfieran con el trabajo a realizar en el área. (Ver figura 3.4.1. b).

La inclinación máxima permitida de los equipos de iluminación no debe exceder los 65° con respecto a la vertical.

Deben realizarse cálculos en los cruces viales a desnivel considerando completamente su geometría al igual si se llegarán a presentar cambios de altura e inclinación en las superficies, donde para cada uno de ellos se calcula la iluminación horizontal E_h respectiva, a partir del aporte de todos y cada uno de los proyectores de la instalación. respectiva, a partir del aporte de todos y cada uno de los proyectores de la instalación.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

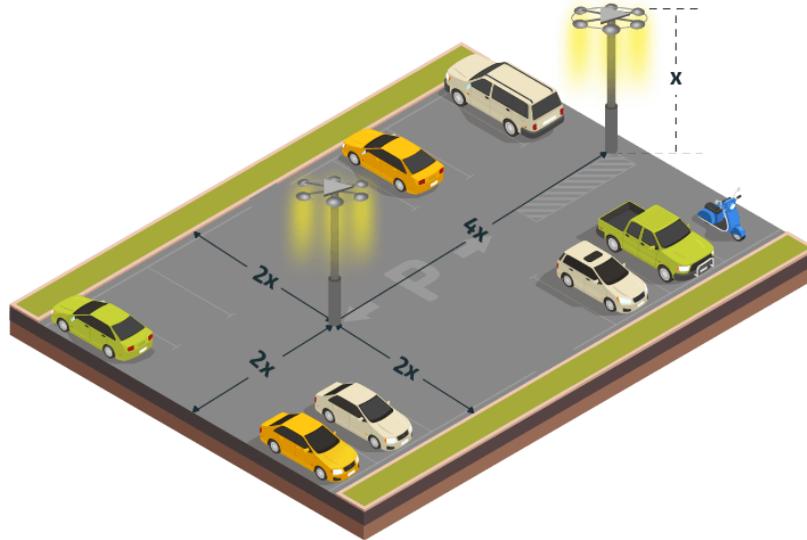


Figura 3.4.1. a. Ubicación de mástiles en el centro del área no aplica para escenarios deportivos. (Fuente propia)

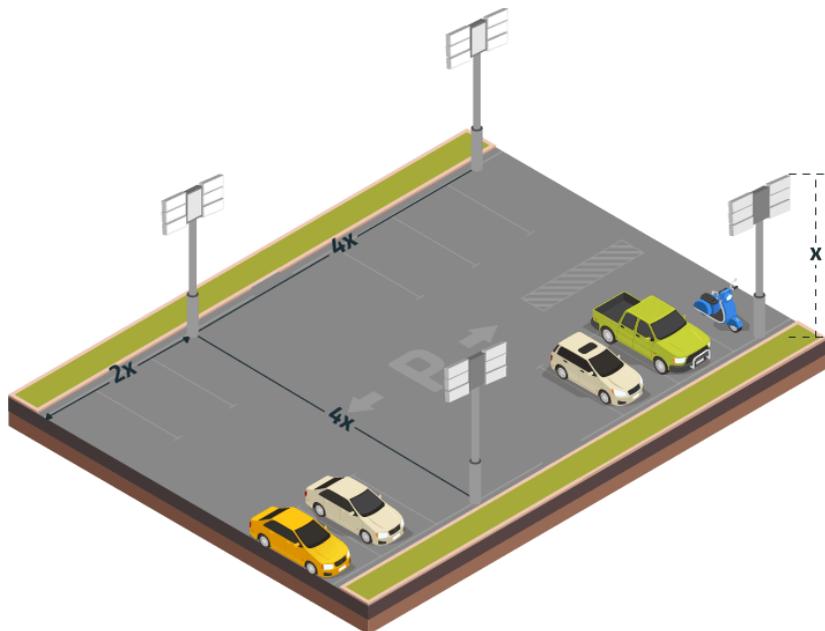


Figura 3.4.1. b. Ubicación de mástiles laterales al área. (Fuente propia)

Desde el punto de vista de la resistencia mecánica de la estructura del mástil y de las plataformas de soporte de los equipos de alumbrado, se deben cumplir con los requerimientos exigidos en RETIE, realizar estudios estructurales y/o de suelos y de resistencia al viento, para garantizar la seguridad de las personas que se encuentran dentro del área de influencia de estos elementos. Para el caso de mástiles de gran altura, a partir de 16 metros, todos los postes, mástiles o estructuras, deben poseer plataforma de mantenimiento, escalones de ascenso y línea de vida, y a partir de los 25 metros adicionar canasta de seguridad envolvente para los escalones de ascenso, de tal forma que se garantice la seguridad de los operarios y las labores de mantenimiento. En las labores de planeación de fabricación de estos elementos, se debe concertar con el constructor, las bases o soportes, ventanas de acceso y demás elementos con el que debe contar el elemento para facilitar el tendido de cableado de alimentación eléctrica.

Teniendo en cuenta lo anterior, se deben seguir los requerimientos estipulados para grandes áreas estipulados en la Tabla 3.4.1. a. (los cálculos se deben realizar a plano de trabajo 0 m).

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Tabla 3.4.1 a. Niveles de iluminación para áreas exteriores abiertas.

Área	Nivel promedio de iluminación (lx)	Uniformidad (E_{min}/E_{med})
Parqueaderos exteriores en grandes áreas	30	0,3
Bodegas al aire libre donde no se realizan maniobras en horas de la noche	30	0,3
Bodegas al aire libre donde se realizan maniobras en horas de la noche o patios de maniobras	150	0,3
Patios de contenedores	50	0,3
Zonas abiertas utilizadas para eventos o espectáculos	200	0,3

Artículo 3.4.2. Iluminación de escenarios deportivos o recreativos

El trabajo visual en los escenarios deportivos está orientado a proveer una visión clara del área de juego a los deportistas, incluyendo los objetos que intervienen en cada deporte.

Para el caso de escenarios deportivos donde de forma continua y no esporádica se realizan eventos o campeonatos donde es necesario realizar transmisión de televisión, se deben incluir como componentes adicionales las relaciones de uniformidades (min/max) y los valores de iluminancia vertical, con sus respectivas uniformidades (min/max) y (min/media), para cada cámara de televisión, siguiendo los lineamientos estipulados para cada deporte. No están incluidos en parques ubicados en barrios o zonas residenciales donde se encuentra una cancha múltiple.

3.4.2.1. Disposición de los soportes y equipos

De acuerdo con el escenario a iluminar, se debe tener en cuenta la topología del sitio, si es cubierto o descubierto, puesto que, dependiendo de esto los niveles de iluminación pueden cambiar.

Para el caso de instalaciones cubiertas, tales como los coliseos o conchas acústicas, la ubicación de los equipos se debe realizar sobre las estructuras de la cubierta, dando el mismo tratamiento como si se tratara de una iluminación industrial interior, ubicando los equipos en arreglo matricial y conservando en lo posible la simetría.

Si dentro de los alcances del escenario se encuentra la necesidad de transmisión de televisión de forma frecuente y no esporádica, se debe tener en cuenta que el diseño debe ser realizado de tal forma que la distribución de equipos cumpla con los requerimientos de iluminación vertical.

En canchas no cubiertas, los postes o apoyos para la iluminación de campos deportivos exteriores de uso público y privado, se ubican en disposición lateral al campo de juego, para campos de fútbol los mástiles o postes se deben ubicar o en los vértices del campo detrás de la línea de meta y los marcos para el soporte de los proyectores deben estar orientados de tal forma que los proyectores al ser orientados no vayan a generar sombras unos con otros, desde que la topología del sitio lo permita, esto con el objetivo de disminuir los índices de deslumbramiento. La distancia mínima de separación entre la cancha y el pie de los postes, mástiles o soportes depende en general de la disposición de espacio disponible del campo de juego. Siempre se debe tener en cuenta no ubicar estos elementos delante de graderías para no obstaculizar la observación de los espectadores.

La determinación de la altura óptima de postes, mástiles o soportes es un factor importante para el buen desempeño fotométrico de los equipos, el confort visual de los jugadores y espectadores de tal forma que cuando se realice iluminación de campos de juego exteriores sin transmisión de TV y con anchos mayores a 30 metros (se entiende que el ancho la

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

menor longitud del campo de juego), se limita la inclinación de los equipos hasta un ángulo máximo de 60° con respecto a la vertical.

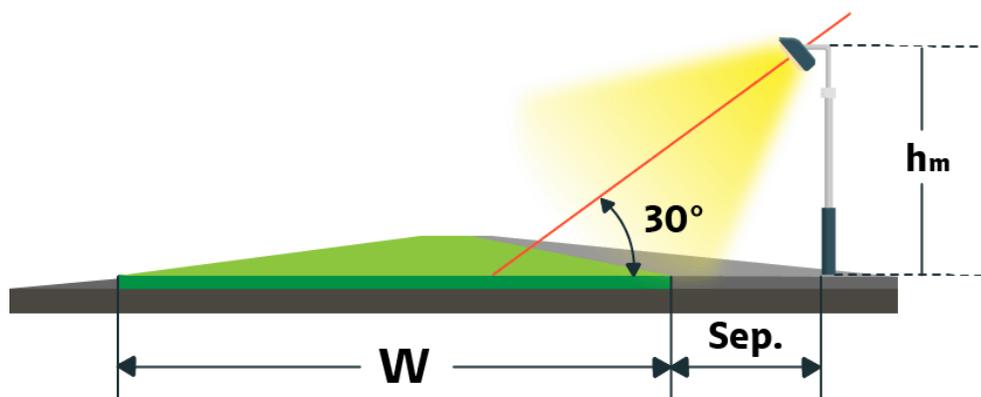


Figura 3.4.2.1. a. Diagrama que muestra el ángulo máximo de inclinación de los equipos a instalar en campos de juego exteriores sin transmisión de TV. (Fuente propia)

Para campos deportivos con un ancho máximo de 30 m, el cálculo de altura mínima se debe realizar mediante la siguiente ecuación basados en el diagrama 3.4.2.1. a.:

$$h_m = [(2 * W / 3) + Sep] * \tan(30^\circ) \text{ Ecuación 10}$$

Donde:

h_m	=	Altura de montaje exterior mínima de los proyectores
W	=	La menor longitud entre el largo y el ancho del campo deportivo
$Sep.$	=	Separación entre el campo deportivo y la base de los postes

Los niveles de iluminación para este tipo de escenarios se estipularán en el presente Reglamento al final del este apartado.

Para diseños de iluminación de campos de juego diseñados para campeonatos nacionales o internacionales los cuales requieren transmisión de televisión el criterio de ángulo máximo de inclinación de los equipos continúa siendo 70° con respecto a la vertical, o lo que determinen los Reglamentos o normativas para cada deporte, esto, debido a las características especiales de estos escenarios, donde el cálculo de la altura óptima debe ser realizado por personal especializado.

Por último, debido a los avances tecnológicos de los equipos de iluminación, específicamente hablando de los desempeños fotométricos, es permitido el uso de alturas de montaje inferiores a las calculadas, cuando se realice el uso de productos de iluminación con fotometrías que impliquen que el ángulo de inclinación máximo declarado por el fabricante sea menos de 15° sobre la horizontal.

3.4.2.2. Niveles de iluminación de escenarios deportivos o recreativos

Estos escenarios se han clasificado en tres grandes grupos:

1. Campos de juego recreativos ubicados en recintos cubiertos.
2. Campos de juego recreativos tipo ubicados en exteriores
3. Escenarios deportivos profesionales tanto interiores como exteriores.

Para el caso de campos de juego recreativos en general, la malla de cálculo para determinar el nivel de iluminación horizontal se debe ubicar a una altura de 0 m.

En escenarios deportivos recreativos interiores se determinan los siguientes niveles de iluminación y uniformidades a seguir, para deportes que no se encuentran en el presente cuadro, referir a la norma EN12193 última versión o la que a futuro la reemplace:

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Tabla 3.4.2.2. a. Niveles de iluminación de campos de juego recreativos en interiores.

Deporte	Nivel de iluminación promedio (lx)	Uniformidad (E_{min}/E_{med})
Voleibol	200	0,4
Microfutbol	200	0,4
Baloncesto	200	0,4
Tenis	300	0,4
Ciclo Cross	200	0,4

Para el caso de escenarios deportivos exteriores recreativos que no se encuentren dentro de la clasificación de campos deportivos tipo cancha múltiple ubicados dentro de parques en barrios, a continuación, se determinan los siguientes niveles de iluminación y uniformidades a seguir; para deportes que no se encuentran en el presente cuadro referir a la norma EN12193 última versión o la que la reemplace:

Tabla 3.4.2.2. b. Niveles de iluminación de campos de juego recreativos.

Deporte	Nivel de iluminación promedio (lx)	Uniformidad (E_{min}/E_{med})
Fútbol	100	0,4
Voleibol	60	0,4
Microfutbol	60	0,4
Baloncesto	60	0,4
Tenis	150	0,4
Béisbol	150	0,4
Ciclo Cross	100	0,4

Cuando sea necesario el diseño de iluminación de escenarios deportivos profesionales con transmisión de televisión, el diseñador se debe referir a los referentes normativos de cada deporte. En caso de no encontrarse referentes de nivel o niveles de iluminación para el deporte, el diseñador debe tomar los niveles de la norma EN12193 última versión o la que la reemplace o información del ANSI/IES RP-6, o la norma que las modifique, aclare o sustituya.

Los puntos de las mallas de cálculo tanto para niveles horizontales como para verticales de cada una de las cámaras, incluidas las de campo deben estar a una altura de 1 metro sobre la superficie de juego, salvo que el referente normativo del deporte diga lo contrario, de igual forma esta información está disponible en las normas anteriormente mencionadas.

Artículo 3.4.3. Requerimientos para realizar un proyecto de iluminación deportiva

Para la realización y presentación de este tipo de proyectos se deben tener en cuenta a parte de lo anteriormente estipulado en el presente Reglamento, lo siguiente:

Se deben ubicar las mallas de cálculo de tal forma que cubran la totalidad de la, o las zonas de juego a iluminar, o llamadas áreas principales (PA), para el caso de deportes que lo requieran se debe realizar la iluminación de las áreas principales y áreas totales (TA).

Excepto para los proyectos de iluminación de escenarios deportivos interiores sin transmisión de TV, se debe presentar un plan de enfoque de los equipos de iluminación, de tal forma que se observen los puntos de impacto de cada uno de los proyectores sobre el campo de juego y el mástil o poste al cual pertenecen, con el fin de garantizar que los equipos queden orientados de acuerdo con lo estipulado en la memoria de cálculo arrojada

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

por el software, de igual forma se debe hacer, para el caso de escenarios deportivos abiertos que presentan cubiertas laterales o en toda la extensión de los alrededores del campo de juego, donde se debe observar claramente la ubicación de cada uno de los equipos con sus respectivas alturas. Se tomará como punto de origen (x,y) (0,0) el centro del campo de juego con el fin de facilitar la ubicación de los puntos de referencia y de impacto, facilitando así la ubicación espacial dentro del terreno de juego.

Se debe presentar el cálculo con las alturas máximas de instalación de los proyectores o luminarias, de tal forma que se garantice que los ángulos inclinación máximos de los equipos no excedan los valores máximos permitidos exigidos en el presente Reglamento.

Artículo 3.4.4. Cálculos fotométricos y diseños para iluminación deportiva profesional con transmisión de televisión

Al igual que en todos los proyectos de iluminación deportiva, los cálculos de iluminación se deben realizar cubriendo la extensión total del campo de juego para el área principal (PA), y para deportes que así lo estipulen se debe realizar el cálculo del área total (TA) y cumplir con los requerimientos estipulados en el presente Reglamento y para cada deporte.

Se debe cumplir con los niveles establecidos para cada deporte (ejemplo: FIFA, FIBA, ATP, etc.), donde se deben presentar los resultados de los diseños fotométricos, tanto horizontales como verticales para el área de juego principal (PA), cuando aplique para el área total (TA) y para mínimo tres cámaras, donde una de ellas sea la cámara principal o fija, ubicada sobre las graderías a la altura de los palcos o cabinas de radio, o de acuerdo a la información suministrada por el dueño del proyecto, y mínimo dos cámaras adicionales de campo, de acuerdo con las lineamientos dados en los manuales o documentos de cada deporte. Para el caso de fútbol, los resultados de los diseños fotométricos se deben incluir para la ubicación de cámaras de campo detrás cada una de las porterías, las cámaras de campo se deben colocar a una altura de 1 metro o a la que determinen los documentos, normas o reglamentos para cada deporte. La ubicación de los puntos de medición vertical se determina en 1 m para cada una de las cámaras, salvo que el referente normativo de cada deporte disponga lo contrario, además de cumplir con los valores de uniformidad (min/max), (min/med), y GR. Adicionalmente, deben calcular los gradientes de uniformidad o coeficientes de variación con respecto a las mallas de medición cuando sea el caso.

Para el momento de procesos de certificación y recibo de obra, se deben medir todas las mallas de cálculo que están diseñadas para el campo de juego, incluidas la horizontal, y mediciones verticales para cada cámara, donde el sensor del luxómetro debe estar orientado en dirección de la cámara que se está midiendo y se realizarán tantos promedios y mediciones como cámaras se hayan dispuesto en el diseño, estas mediciones deben seguir los protocolos estipulados en el Libro 4 y ser adjuntos al certificado expedido, así como los reportes fotográficos, toda la información del proceso es de carácter público.

Artículo 3.4.5. Contaminación lumínica de exteriores.

Con el fin de disminuir el impacto de contaminación lumínica de las instalaciones para exteriores, incluyendo las canchas y escenarios deportivos se deben seguir las indicaciones dadas en el numeral 3.3.1.6. *Mitigación de la contaminación lumínica.*

Artículo 3.4.6. Instalaciones en aeródromos, aeropuertos y helipuertos

Los aeródromos, aeropuertos y helipuertos, así como las pistas, calles de rodaje y plataformas deben cumplir con los requisitos de la norma RAC 14. AERÓDROMOS, AEROPUERTOS Y HELIPUERTOS, OACI ANEXO 14. Diseño y operaciones de aeródromos y el Doc 9157. Manual de diseño de aeródromos: parte 4 ayudas visuales, o sus modificaciones o aclaraciones.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Artículo 3.4.7. Operación y mantenimiento de los sistemas de iluminación exterior

Al igual que en alumbrado público, se deben seguir las indicaciones dadas en el numeral 3.3.4.3. *Esquema de mantenimiento de instalaciones de alumbrado público*, y adjuntar un manual de mantenimiento y de montaje para que el administrador del escenario, usuario final u operador del escenario dispongan de la información necesaria para realizar estas labores.

TÍTULO 5 – INSTALACIONES DE PROYECTOS DE ILUMINACIÓN EN TÚNELES

Todas las instalaciones y productos utilizados para el alumbrado de túneles deben cumplir con los requerimientos del presente Reglamento para brindar una percepción segura, oportuna y una seguridad en los niveles de movilidad de los conductores, debido a que en este tipo de proyectos se genera lo comúnmente llamado efecto agujero negro, que no es más que la pérdida de percepción visual al entrar a un sitio poco iluminado o sin iluminación, al estar expuesto el conductor a la luz del día. Para ello en el presente Reglamento se determinan los requisitos que se deben cumplir para el desarrollo de este tipo de proyectos. Se deben realizar los mismos análisis técnico-económicos utilizados para el alumbrado público con el fin de garantizar que el proyecto tenga las mejores condiciones de prestación del servicio, esto aplica para todo tipo de vía independientemente de quien sea su operador o responsable de la AOM.

Los productos usados en instalaciones de iluminación de túneles deben tener un grado de protección mínimo de IP 66 o NEMA 4X.

Con respecto al mantenimiento de los sistemas de iluminación en túneles se debe cumplir con los requisitos aplicables del *Artículo 3.3.4 Mantenimiento del sistema de alumbrado público*.

Artículo 3.5.1. Requisitos específicos de diseño de iluminación en túneles

Para realizar un diseño de iluminación de túneles se debe aplicar la norma CIE 88 última versión u otra equivalente, complementándola con la CIE 193 de tal forma que se realice un diseño que cumpla con las expectativas de seguridad y calidad propias de este tipo proyectos.

El objetivo de la iluminación de túneles es suministrar una apropiada visibilidad a los conductores tanto en el día como en la noche. Los factores que contribuyen a disminuir la visibilidad deben ser determinados para cada túnel.

Los factores comprenden:

- 1) Características de la vía de acceso y salida, más sus proximidades
- 2) Características de la vía en el túnel, paredes y techos
- 3) Características del portal del túnel
- 4) Condiciones ambientales y atmosféricas
- 5) Características del tráfico vehicular
- 6) Orientación del túnel con respecto al sol

En la Figura 3.5.1. a, se muestran las zonas que se deben tener en cuenta en el diseño de iluminación de túneles.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

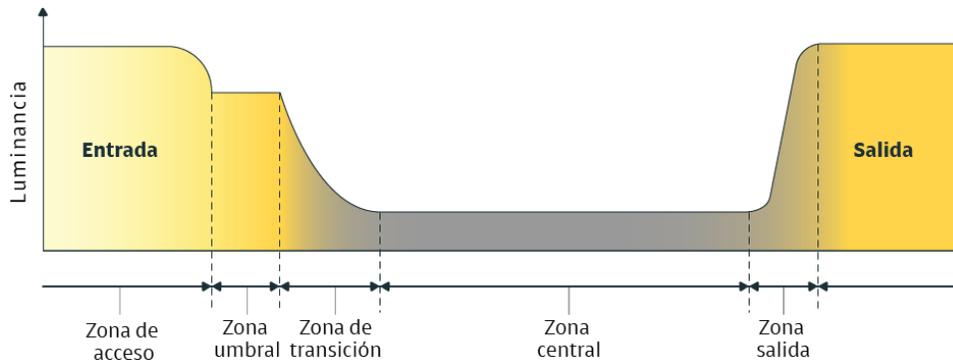


Figura 3.5.1 a. Zonas principales de un túnel. (Fuente propia)

- **Zonas de acceso y salida:** Corresponde a la parte de la vía externa antes y después del túnel.
- **Zona de Umbral:** corresponde a los primeros metros luego de la entrada al túnel.
- **Zona de Transición:** Es la segunda parte del túnel, luego del umbral donde los niveles de iluminación donde se hace una reducción gradual del nivel de iluminación hasta llegar a los valores calculados en la zona central o cuerpo del túnel.
- **Zona central o cuerpo del túnel:** Zona donde se debe proveer el menor nivel de iluminación, ya estando el ojo del conductor adaptado.
- **Zona de salida:** Últimos metros del túnel donde se debe aumentar el nivel de iluminación para que el conductor llegue adaptado a los altos niveles de iluminación presentes en la parte exterior.

La longitud de cada una de las zonas depende de la velocidad de diseño del túnel y demás parámetros de construcción del mismo. La iluminación diurna se debe apagar en la noche de tal forma que solo quede un nivel de iluminación bajo y uniforme a lo largo de la longitud total del túnel siguiendo las indicaciones de la norma CIE 88 última versión o la que la reemplace, la corroboración de datos se debe realizar siguiendo los requisitos de mediciones de luminancia dadas en el Libro 4, para cada una de las zonas del túnel para las horas del día y el mismo procedimiento para un sector tipo en la noche, se deben entregar los reportes fotográficos y de la medición, llenando los formatos que se encuentran en el mismo Libro.

Artículo 3.5.2. Parámetros de diseño para la iluminación de túneles

El diseño, cálculo e instalación de alumbrado de túneles se realizará de forma tal que se eviten los efectos de agujero negro, adaptación, cebra y parpadeo o efecto *flicker*, considerando los siguientes parámetros:

1. Flujo vehicular por carril/hora y velocidad de diseño del túnel.
2. Clasificación del túnel dependiendo de su longitud.
3. Condiciones de luminancia externa tanto en el día como en la noche.
4. Pendiente de inclinación de entrada a las bocas del túnel.
5. Orientación geográfica del túnel.

Artículo 3.5.3. Clasificación de los túneles según su ubicación

3.5.3.1. Túneles urbanos

Estos túneles se encuentran como su nombre los indica en zonas urbanas y se les tiene que dar el mismo tratamiento que a los túneles ubicados en vías nacionales, intermunicipales o interdepartamentales y deben cumplir con los mismos requisitos exigidos por la norma CIE 88, última versión o la que la reemplace, al igual que lo estipulado para iluminación de emergencia de acuerdo con la norma CIE 193.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

3.5.3.2. Túneles ubicados en vías nacionales, interdepartamentales o intermunicipales

Estos túneles se encuentran ubicados en vías nacionales, intermunicipales o interdepartamentales. En el criterio de diseño se debe considerar la bidireccionalidad, así se encuentren en una calzada unidireccional, esto para prever contingencias de contraflujos, y eventos de contingencias que se puedan presentar ante adversidades de índole meteorológico, geológico, derrumbes, entre otros.

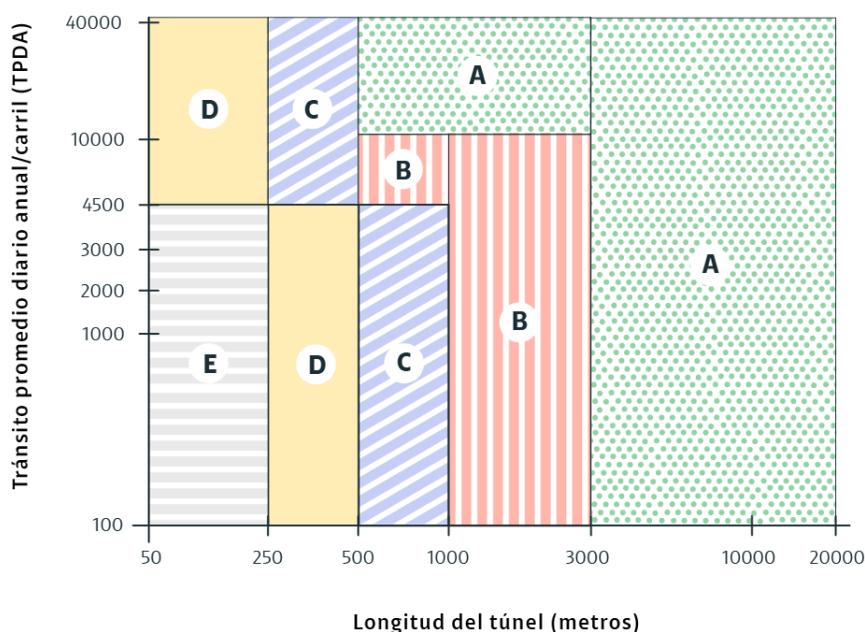
Artículo 3.5.4. Clasificación de los túneles según su longitud

Independientemente del tipo de túnel, ya sea urbano o no, los túneles se clasifican según su longitud y para fines de alumbrado en túneles cortos, túneles largos y túneles muy largos. La clasificación se debe hacer por parte de un profesional competente en iluminación de túneles, quien determinará su naturaleza, con el objetivo de estipular el tipo de tratamiento que se le debe dar a su iluminación basados en la norma internacional CIE88 última versión o la que la reemplace.

Otra forma de clasificar los túneles viales en Colombia según su longitud y TDP (Transito Promedio Diario) está dada por el *Manual para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de túneles de carretera para Colombia -INVIAS 2021*, la cual se indica a continuación:

- 1) **Túnel Tipo A:** Longitud mayor de 3.000 metros con tránsito promedio diario anual por carril (TPDA) mayor a 100 vehículos; o longitud mayor de 500 metros con TPDA mayor a 10.000 vehículos.
- 2) **Túnel Tipo B:** Longitud mayor de 1.000 metros y menor o igual a 3.000 metros con TPDA mayor de 100 vehículos y menor o igual a 10.000 vehículos; o longitud mayor de 500 metros y menor o igual a 3.000 metros, con TPDA mayor de 4.500 vehículos y menor o igual a 10.000 vehículos.
- 3) **Túnel Tipo C:** Longitud mayor de 500 metros y menor o igual a 1.000 metros con TPDA mayor de 100 vehículos y menor o igual a 4.500 vehículos; o longitud mayor de 250 metros y menor o igual a 500 metros, con TPDA mayor a 4.500 vehículos.
- 4) **Túnel Tipo D:** Longitud mayor de 250 metros y menor o igual a 500 metros con TPDA mayor de 100 vehículos y menor o igual a 4.500 vehículos; o longitud mayor de 100 metros y menor o igual a 250 metros, con TPDA mayor a 4.500 vehículos.
- 5) **Túnel Tipo E:** Longitud mayor de 50 metros y menor o igual a 250 metros con TPDA mayor de 100 vehículos y menor o igual a 4.500 vehículos.

La clasificación anterior se muestra en la Figura 3.5.4. a:



“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

Figura 3.5.4. a. Clasificación de túneles viales por longitud y TPD en Colombia (Adaptada de: Manual para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de túneles de carretera para Colombia –INVIAS 2021).

Artículo 3.5.5. Requisitos para la iluminación de túneles

A continuación, se determinan los requisitos de iluminación de túneles durante el día, durante la noche, de las zonas de acceso antes de entrar a los túneles durante la noche, de iluminación de emergencia e iluminación de balizaje. Los requisitos para los diferentes tipos de iluminación para túneles se muestran en la Tabla 3.5.5. a:

Tabla 3.5.5. a. Requisitos de iluminación según la clase del túnel

NUMERAL	TIPO	A	B	C	D	E
3.5.5.1.	Iluminación de túneles durante el día	X	X	X	X	X
3.5.5.2.	Iluminación de túneles durante la noche	X	X	X	X	X
3.5.5.3.	Iluminación de las zonas de acceso antes de entrar a los túneles durante la noche	X	X	X	X	X
3.5.5.4.	Iluminación de emergencia					
3.5.5.4.1	Iluminación de seguridad (Stand-by lighting)	X	X	X	O	O
3.5.5.4.2	Luces indicadoras (balizaje) para la ruta de evacuación (evacuation route marker light)	X	X	X	R	O
3.5.5.4.3	Salida de emergencia 1) Iluminación para la salida de emergencia (emergency exit lighting) 2) Luces indicadoras para la salida de emergencia (emergency exit marker light)	X	X	X	X*	X*
3.5.5.4.4	Iluminación de la ruta de escape	X	X	X	X*	X*
3.5.5.4.5	Refugios	X	X	X	X*	X*

X: Obligatorio R: Recomendado O: Opcional *En caso de que exista

3.5.5.1. Requisitos para la iluminación de túneles durante el día

Es obligatorio instalar iluminación diurna en el túnel de tal forma que se brinden las condiciones de seguridad necesarias para entrar en este tipo de construcciones, salvo que el referente normativo CIE 88 indique lo contrario dependiendo de las características constructivas del mismo.

3.5.5.2. Requisitos para la iluminación de túneles durante la noche

En las horas de la noche se debe apagar toda la iluminación diurna, y dejar en funcionamiento solo la iluminación destinada para la noche, donde dependiendo de la velocidad de diseño, flujo vehicular y demás condiciones constructivas del túnel, se debe dejar un nivel de iluminación bajo del orden de 1 a 2 cd/m², el cual está determinado por la CIE 88.

3.5.5.3. Requisitos para la iluminación para la iluminación de las zonas de acceso antes de entrar a los túneles durante la noche

En las horas de la noche se deben iluminar 200 metros antes de las bocas del túnel para ajustar el campo de visión del conductor a las condiciones de iluminación internas del túnel, estos niveles deben ser como mínimo los niveles con los que se diseñó el sistema de iluminación nocturna.

3.5.5.4. Requisitos para la iluminación de emergencia

Es necesario proveer de iluminación de emergencia para la vía del túnel, la cual puede ser alimentada por un grupo electrógeno o UPS de tal manera que, en el caso de falla eléctrica se brinden los niveles mínimos estipulados en la norma CIE 88 y CIE 193 última versión o

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

la que la reemplace. Para brindar estos niveles de iluminación se pueden utilizar algunos de los equipos para la iluminación nocturna o en condiciones normales.

Para los senderos peatonales o vías de evacuación para peatones es necesario emplear los equipos Artículo 2.8.5. *Luminarias de emergencia en sistemas de túneles.*

En situaciones de emergencia, la iluminación cubre dos funciones principales:

- 1) Proveer una guía y visibilidad a los conductores para salir del túnel en sus vehículos.
- 2) Proveer una guía y visibilidad a las personas cuando tengan que dejar sus vehículos y tengan que evacuar el túnel como peatones.

Todos los sistemas deben estar alimentados eléctricamente con sistemas eléctricos ininterrumpibles (UPS o grupo electrógeno, o sistemas autónomos alimentados con baterías dependiendo de la aplicación, siendo obligatorio para las rutas de escape la utilización de sistemas autónomos alimentados con batería; para equipos conectados al grupo electrógeno, el tiempo de respuesta debe ser como máximo de 20 segundos y para los sistemas UPS de 0,3 segundos).

La Figura 3.5.5.4. a, presenta una tipología típica de las diferentes posibilidades de esquemas constructivos que se pueden presentar para la evacuación de los túneles, donde se muestra cada uno de los nombres dados a los espacios que conforman el túnel.

Espacio dejado intencionalmente en blanco

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

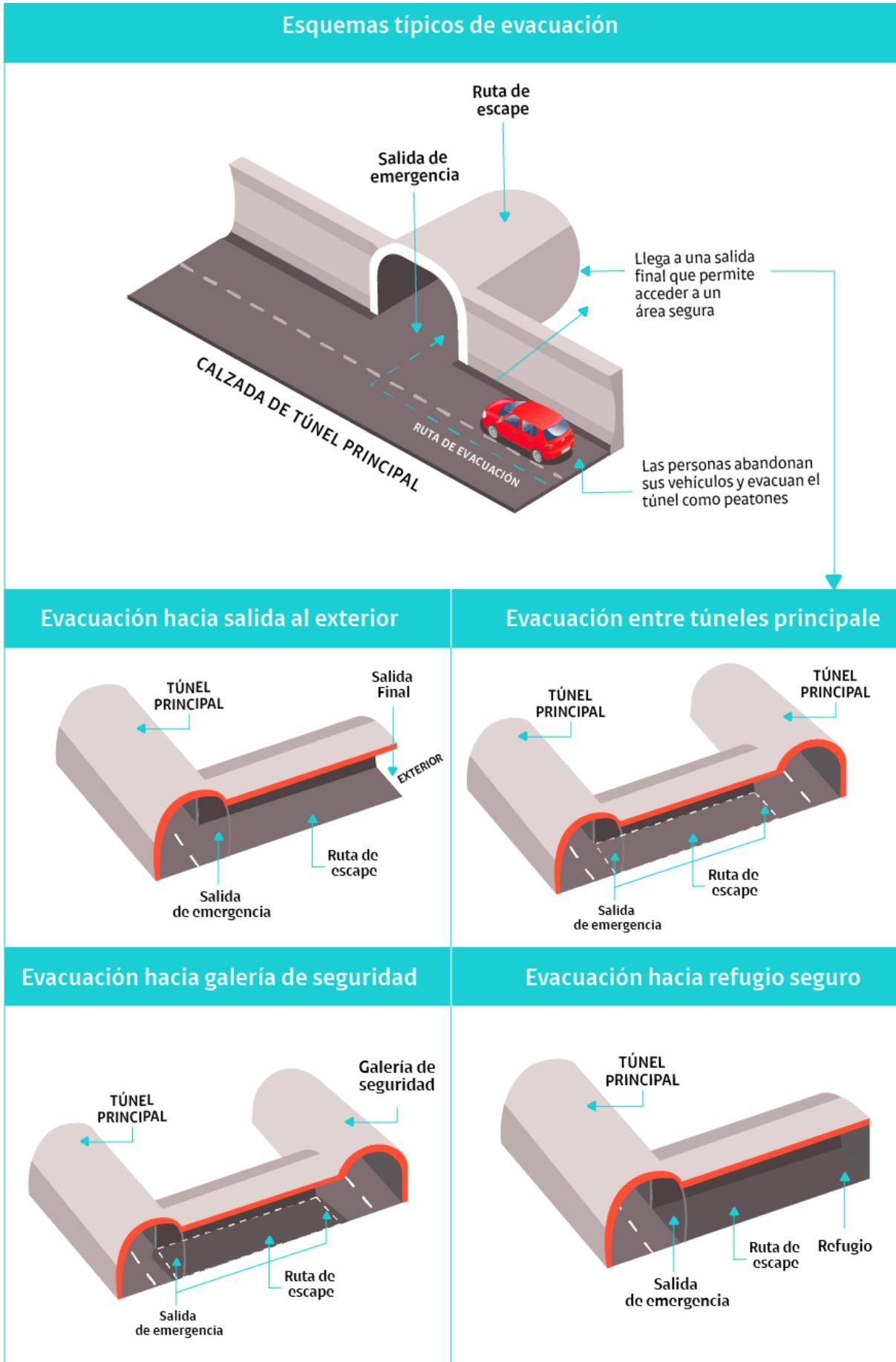


Figura 3.5.5.4. a. Ejemplos de esquemas constructivos para evacuación en túneles. (Fuente propia)

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

3.5.5.4.1. Requisitos para la iluminación de seguridad (Stand-by lighting)

Forma parte de la iluminación normal (generalmente de la iluminación nocturna) dispuesta de manera que se ilumine y proporcione una visibilidad adecuada para que los conductores salgan del túnel en sus vehículos, en caso de fallo de la fuente de alimentación. Los niveles para esta eventualidad se encuentran estipulados en la norma CIE 88 y CIE 193 o su última versión.

Para la iluminación de las bahías de parqueo (*lay bys*) en todo momento se debe mantener un nivel de iluminación no menor de tres veces el nivel de iluminación presente sobre la calzada adyacente, para el caso en que se utilice la misma luminaria utilizada en la calzada, o dos veces el nivel de la iluminación si la luminaria es diferente. La uniformidad de iluminancia no debe ser menor a la obtenida sobre la calzada. Se debe tener en cuenta que a pesar de que los niveles de iluminación en el túnel se deben determinar y diseñar en luminancia, se debe tomar para estos casos como referencia el nivel de iluminancia, para esto, los softwares tienen la capacidad de entregar los niveles de iluminación en ambas magnitudes fotométricas.

Para el caso de túneles que posean cruces entre túneles paralelos, el nivel de iluminación no debe ser menor al que posee el túnel en el cuerpo o interior.

En el caso de falla eléctrica, donde la calzada se convierte en vía peatonal (ruta de evacuación), los niveles de iluminación de seguridad se consideran como suficientes para este propósito por lo cual no es necesario colocar iluminación adicional.

Solo para este caso, se puede utilizar grupo electrógeno (planta de emergencia) como sistema de soporte ante una falla eléctrica, y el tiempo de respuesta del sistema no debe ser mayor a 20 segundos.

3.5.5.4.2. Luces indicadoras (balizaje) para la ruta de evacuación (evacuation route marker light)

En cualquier emergencia, como complemento de la iluminación de seguridad y principalmente cuando se presenten situaciones de baja visibilidad por ejemplo en eventualidad de incendios donde el humo cubra las luminarias de la iluminación de seguridad, es necesario instalar luces indicadoras que guían a los usuarios del túnel para facilitar su evacuación a pie hacia las salidas de emergencia o hacia las salidas del túnel siguiendo la calzada. La ruta de evacuación debe estar marcada de forma clara e inequívoca.

Las luces indicadoras hacen referencia a equipos conocidos como: balizas, luces de orientación/señalización, entre otras.

Los requisitos para las luces indicadoras son:

- 1) Luces indicadoras a una distancia no superior a 10 m entre ellas y a una altura de instalación no superior a 1 m por encima del nivel de la calzada en ambos lados del túnel (Ver Figura 3.5.5.4.2. b.).
- 2) En todo momento, las luces indicadoras a lo largo de la ruta de evacuación deben estar operativas, ya sea en modo normal o de emergencia. Deben ser diseñada de tal forma que limiten el deslumbramiento a los conductores, de tal forma que deben tener una intensidad luminosa máxima $I_{\max} \leq 40$ cd en un cono de $2 \times 15^\circ$ formado desde el eje de visión del conductor, en dirección del mismo. (Ver Figura 3.5.5.4.2 a.) Para incrementar la visión en presencia de humo se estipula que la luminaria debe tener como mínimo una intensidad luminosa de 1 candela(cd) en todas las direcciones.
- 3) El sistema debe estar conectado a un sistema UPS o similar de tal forma que el tiempo de respuesta sea de máximo 0,3 segundos. La duración mínima de las luces

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

indicadoras debe ser el período de tiempo en el cual exista riesgo para las personas mientras evacuan el túnel en caso de una emergencia, sin ser este valor inferior a 60 minutos.

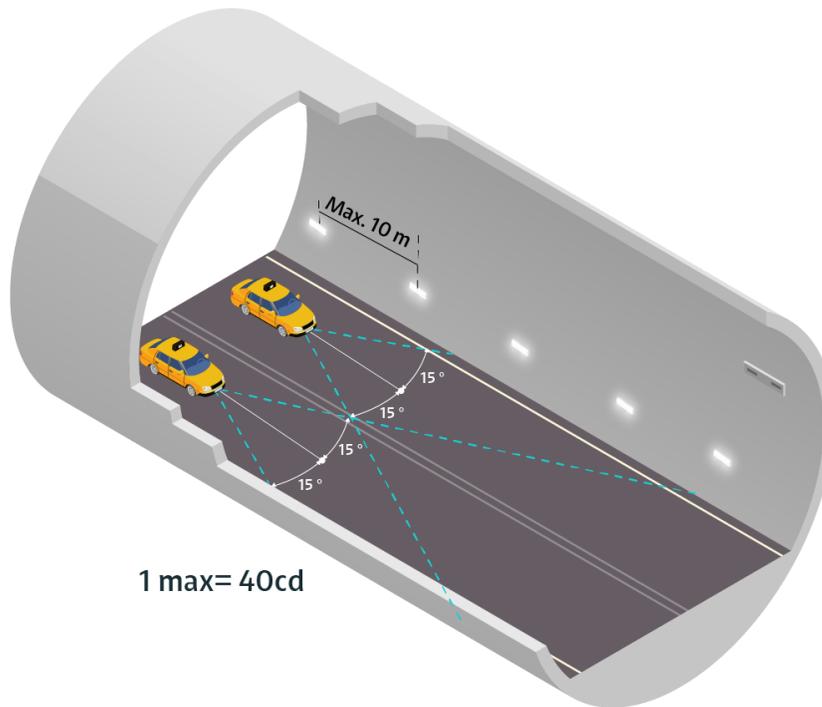


Figura 3.5.5.4.2. a. Esquema de ubicación de luces indicadoras dentro de ambas paredes del túnel y de limitación de deslumbramiento. (Fuente propia)

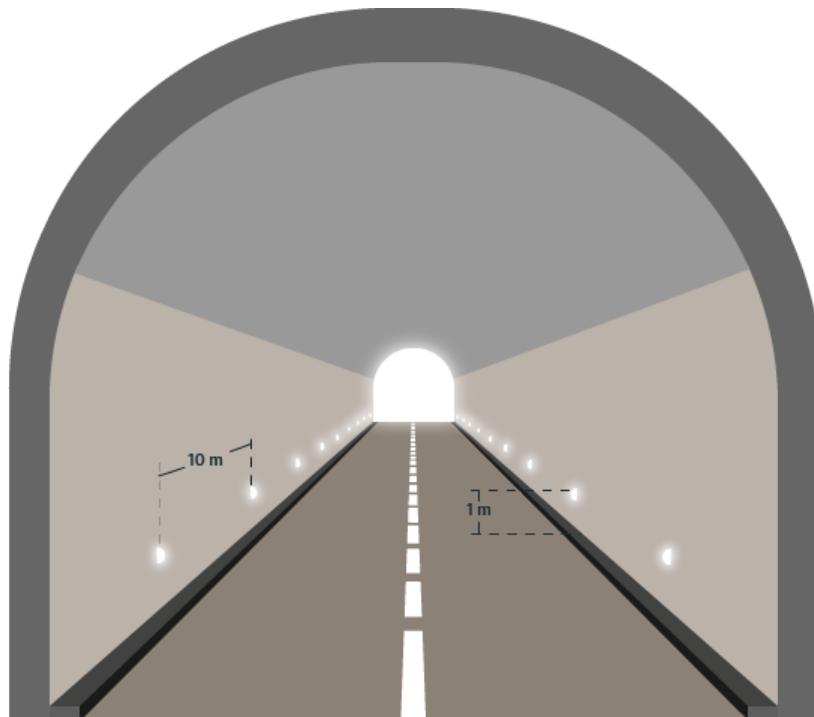


Figura 3.5.5.4.2. b. Esquema de ubicación de luces indicadoras dentro de ambas paredes del túnel. (Fuente propia)

3.5.5.4.3. Requisitos para la iluminación de las salidas de emergencia en túneles

Las salidas de emergencia en túneles deben estar claramente identificadas por la iluminación de salida de emergencia, lo cual permitirá a los ocupantes de los vehículos abandonarlos cuando sea necesario. Se deben proporcionar diferentes sistemas de iluminación para iluminar y para marcar la salida de emergencia. El sistema debe estar

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

3.5.5.4.4. Requisitos para la iluminación de la ruta de escape

Durante una emergencia, cuando haya peatones presentes, la iluminación de las rutas de escape deben proporcionar un nivel de iluminancia horizontal medio mantenido no inferior al nivel de iluminancia diurna de la zona interior del túnel, con una uniformidad global (mínima/media) no inferior a 0,2.

Las luminarias deben tener un índice de reproducción cromática $R_a \geq 40$.

El sistema debe estar conectado a un sistema UPS o similar de tal forma que el tiempo de respuesta sea de máximo 0,3 segundos. La duración mínima de las luces indicadoras debe ser el período de tiempo en el cual exista riesgo para las personas mientras evacuan el túnel en caso de una emergencia, sin ser este valor inferior a 60 minutos.

3.5.5.4.5. Requisitos para la iluminación de refugios

La CIE 193 precisa los espacios de refugio como zonas que ofrecen seguridad a los usuarios mientras esperan la evacuación.

Los requisitos de iluminación de emergencia para refugios son:

- 1) La iluminación del refugio debe proporcionar un nivel de iluminancia horizontal media mantenida no inferior a 100 lx, a nivel del suelo.
- 2) La relación de uniformidad U_o de la iluminancia mínima en relación a la media no debe ser menor de 1:5 equivalente a 0,2 en el refugio.
- 3) La duración mínima de la iluminación de estos refugios, en caso de existir, no debe ser inferior a 60 minutos.
- 4) Los sistemas de iluminación deben tener un índice de reproducción de color $R_a \geq 40$.

Para el caso que se requieran mayores tiempos de autonomía para la iluminación de emergencia debido a las condiciones de acceso por parte de los rescatistas, la duración mínima permitida de iluminación de emergencia para estos refugios debe evaluarse con el profesional competente y documentar la decisión.

Artículo 3.5.6. Tipos de distribuciones luminosas en túneles

En el alumbrado de túneles se pueden usar luminarias con diferentes tipos de distribución luminosa con el fin de optimizar la distribución de la luz.

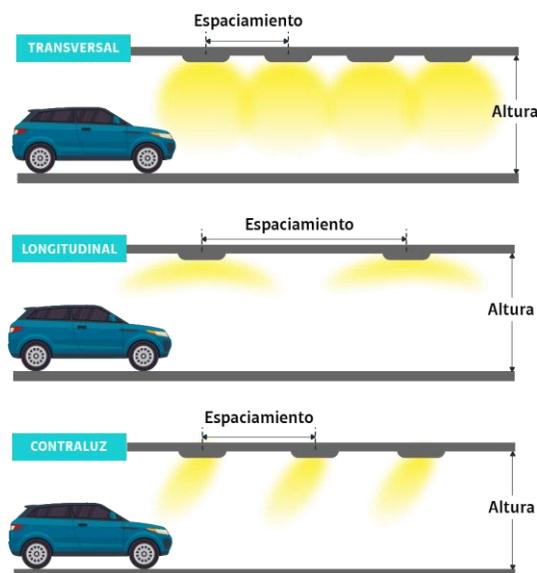


Figura 3.5.6. a. Tipos de luminarias de túneles, según su distribución luminosa. (Fuente propia)

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

3.5.6.1. Distribución fotométrica transversal

Las intensidades luminosas se irradian principalmente en ángulo recto con el eje longitudinal del túnel. El ejemplo más familiar de este alumbrado es la hilera continua de tubos fluorescentes. El sistema óptico que se utiliza en este caso es muy adecuado para el empleo con fuentes lineales de luz. Las ventajas de dicho sistema son: buena orientación visual, deslumbramiento mínimo, penetración luminosa entre vehículos, y disposición de conmutación sencilla. Sus desventajas son: eficiencia moderada por el corto espaciamiento de las luminarias y posible efecto de parpadeo, que se produce en el caso de no planificarse debidamente la conmutación de las luminarias.

3.5.6.2. Distribución fotométrica longitudinal

Las intensidades luminosas se irradian más o menos en paralelo al eje longitudinal del túnel y el sistema óptico que se usa debe ser adecuado para el empleo de las fuentes adecuadas con fotometrías asimétricas.

Las ventajas de este sistema son: un mayor rendimiento de la distribución lumínica para obtener los niveles de luminancia adecuados y el gran espaciamiento entre luminarias. Sus desventajas son: la posible creación de sombras, la irregular luminancia de las paredes y el hecho de que la conmutación nocturna exige luminarias de doble bombilla o accesorios de reducción de intensidad.

3.5.6.3 Distribución fotométrica contra luz - *probeam o counter beam*

Esta distribución a contraluz consiste en colocar luminarias con una distribución de la intensidad luminosa dirigida en contra de la dirección del flujo de tráfico. Se caracteriza por producir un alto contraste negativo de los objetos situados en la vía debido a que la luminancia de los planos que mira el conductor es muy baja. Garantiza una muy buena percepción de contrastes, una eficiencia en luminancia mayor a los sistemas anteriores lo que conduce a una disminución en la potencia eléctrica instalada, un adecuado nivel de deslumbramiento.

Para tener las ventajas descritas, se deben cumplir con los siguientes requisitos:

- 1) La parte de las paredes con alta luminancia debe limitarse a una altura de 1 m para reducir la iluminancia vertical (E_v) de los obstáculos.
- 2) La intensidad luminosa emitida por la luminaria en la dirección del tráfico debe limitarse al máximo.
- 3) La distribución fotométrica debe ser tal que el ángulo vertical del haz sea alto, pero en lo posible, inferior a 60° y las intensidades entre 70° y 90° debe mantenerse tan baja como sea posible, con el fin de evitar el deslumbramiento.

Esta distribución se utiliza preferencialmente para iluminar la zona de umbral y las zonas de transición de los túneles unidireccionales. En el caso de túneles bidireccionales se restringe a los túneles largos provistos con zona interior entre las dos bocas de entrada.

TÍTULO 6 – INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN DE ÁREAS CLASIFICADAS Y ESPECIALES

Se denomina área clasificada a toda aquella que contiene presente en su interior, vapor, líquido, gases inflamables, polvos o fibras que puedan generar explosiones y/o fuego en el caso de estar presente una fuente de ignición. Para esto los equipos instalados deben adaptarse a los diferentes tipos de circunstancias que se puedan presentar en el recinto.

Se consideran instalaciones especiales aquellas que por estar localizadas en ambientes clasificados como peligrosos, en espacios con condiciones peligrosas o por alimentar equipos o sistemas vitales y estar dentro del grupo de uso I o II en zona de amenaza sísmica

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

intermedia o alta, o del grupo de uso III y IV sin importar la zona de amenaza sísmica, según el Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10.

La iluminación de estas zonas demanda un cuidado especial debido a sus características. Por lo tanto, los sistemas de iluminación de áreas clasificadas y especiales deben cumplir normas internacionales, de reconocimiento internacional que le apliquen a la instalación. El inspector de la instalación de iluminación debe evaluar que esta cumple con los lineamientos de la norma técnica aplicable.

Se aclara que, para los productos instalados en instalaciones de iluminación de áreas clasificadas y/o especiales que en el presente reglamento no se les establezca un grado de protección IP o NEMA mínimo requerido, deben tener un grado de protección IP o NEMA adecuado para la aplicación y condiciones ambientales que se esperan y deben identificar este uso.

Para verificar si un producto es el apropiado para las condiciones especiales, el inspector de la instalación debe comparar el alcance de la norma técnica en la cual se soporta el Certificado de Conformidad de Producto, con las condiciones especiales en las cuales operará la instalación.

Artículo 3.6.1. Requisitos generales de diseño de áreas clasificadas y especiales

Los diseños de iluminación deben tener en cuenta la clasificación de los equipos a utilizar, de acuerdo con el tipo de atmosfera en la cual van a ser instalados y deben escogerse de acuerdo con los estándares internacionales, una de esas clasificaciones está dada por NEC o según los grupos asociados al tipo de material y ubicación de la atmósfera explosiva o peligrosa.

Dentro de los diseños de iluminación realizados para este tipo de proyectos se debe determinar bajo cuál tipo de clasificación del área se va a trabajar, con el objetivo que los equipos escogidos para iluminar cumplan a cabalidad con la clasificación informada o escogida. Es responsabilidad del diseñador que los equipos especificados sean los adecuados para el proyecto, por lo cual se debe asegurar la comunicación efectiva entre los expertos de seguridad de la empresa y el diseñador para evitar cualquier discrepancia entre los criterios tomados en cuenta durante el proceso de diseño y especificación de equipos.

Tal cual como se realiza en cualquier tipo de diseño de iluminación, se tienen que seguir las indicaciones dadas en el presente libro de instalaciones para la presentación de los proyectos y adicionalmente debido a la complejidad de estos proyectos, desde que sea posible, realizar una visita in situ para determinar los posibles obstáculos visuales y también los inconvenientes técnicos que se puedan presentar que no permitan ubicar equipos en algunos lugares, y evitar así el posible rediseño por desplazamiento o reubicación de los mismos y también determinar de manera precisa la altura de instalación.

En general, cada industria tiene sus propios niveles de iluminación dependiendo del tipo de tarea visual a realizar; por lo cual, se debe diseñar con estos niveles; en el caso de no estar disponible esta información, ni tampoco en los valores establecidos en el presente Reglamento, se debe consultar en normatividad internacional aplicable al tipo a instalación.

TÍTULO 7 – SISTEMAS DE TELEGESTIÓN

Para efectos de este Reglamento, se consideran como sistemas de telegestión de alumbrado público al conjunto de equipos y software asociados al alumbrado público que permiten monitorear de forma remota y en tiempo real el estado de funcionamiento de las luminarias que conforman la infraestructura de alumbrado público, con la posibilidad de integrar sensores, controladores, aplicaciones y usuarios para tomar mejores decisiones,

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

más rápidas y eficientes para la operación, consumo, mantenimiento y gestión de sus recursos públicos.

Por lo tanto, los sistemas de telegestión para alumbrado público deben diseñarse y construirse cumpliendo con los requisitos mínimos de producto, y los siguientes relacionados con arquitectura funcional, características generales, requisitos funcionales y específicos de los sistemas de telegestión.

Para verificar si un producto es el apropiado para las condiciones del sistema de telegestión, el inspector de la instalación debe comprobarlo, comparando el alcance de la norma técnica en la cual se soporta el Certificado de Conformidad de Producto, con las condiciones del sistema de telegestión.

Artículo 3.7.1. Arquitectura funcional y características generales de los sistemas de telegestión

Con el fin de soportar las funcionalidades básicas del sistema de telegestión, el presente Reglamento proporciona una arquitectura conceptual del sistema (Ver Figura 3.7.1), basada en el estándar ITU-T Y.4458 de la *Unión Internacional de Telecomunicaciones*, el cual debe estar conformado como mínimo por las siguientes secciones y sus respectivas funcionalidades:

- 1) Dispositivos de campo: Dentro de los que se encuentran las luminarias de alumbrado público y los periféricos para conectarse con varios sensores y dispositivos de ciudades inteligentes. Estos dispositivos deben permitir intercambiar información con el controlador.
- 2) Controlador: Implementado para las luminarias de alumbrado público, es responsable de conectarse a una plataforma de telegestión para establecer canales de comunicación, intercambiar datos y ejecutar comandos de control de alumbrado público, teniendo en cuenta las siguientes funcionalidades:
 - a) Notificación de parámetros: debe permitir medir y enviar a la plataforma de telegestión como mínimo los siguientes parámetros: tensión de alimentación de la luminaria, corriente de alimentación eléctrica de la luminaria, la potencia activa y reactiva consumida por la luminaria (incluyendo el consumo del controlador de la luminaria), la energía activa y reactiva consumida total acumulada (incluyendo el consumo del controlador de la luminaria), el número de horas de funcionamiento de la luminaria, factor de potencia, THDi, frecuencia y notificación de fallo de la luminaria. Los equipos que tengan como finalidad alguna de las descritas en el Artículo 2.2.1.7.14.3 del Decreto 1074 de 2015., el que lo modifique o sustituya, deben cumplir con los requisitos de control metrológico establecidos en el decreto en mención.
 - b) Ajuste automático de iluminación por luminaria y por grupos de luminarias: debe garantizar que cada luminaria pueda ajustar su estado de funcionamiento, de acuerdo con:
 - i) Debe recibir y almacenar políticas de control de alumbrado público enviadas por la plataforma de telegestión
 - ii) Debe permitir encender o apagar automáticamente cada luminaria de forma individual o ajustar el brillo/nivel de iluminación de cada luminaria, una vez que se alcanzan las condiciones preestablecidas de la política de control de alumbrado público.
 - c) Actualización de las políticas de gestión de alumbrado público: debe permitir recibir la actualización de las políticas de control y gestión de alumbrado público e incluir la opción de establecer perfiles de dimerización (*Dimming profile*) y esquemas de programación por calendario.
- 3) Plataforma de telegestión: Encargada de monitorear y administrar el alumbrado público de forma remota, además de brindar un servicio iluminación inteligente para los administradores del sistema, debe ser una solución de plataforma de servicios de software – SaaS, On premise u otra, siempre y cuando cuente con las siguientes funcionalidades:

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

- a) Gestión de parámetros eléctricos:
 - i) Recibir y almacenar valores de parámetros eléctricos informados por los controladores.
 - ii) Crear políticas de informes de parámetros eléctricos.
 - iii) Configurar el ciclo de informes de los parámetros eléctricos o de los informes de errores.
 - iv) Modificar y eliminar las políticas de notificación de parámetros eléctricos.
 - v) Enviar las políticas de informes de parámetros eléctricos a los controladores.
- b) Gestión de políticas de control de alumbrado público: gestionar la creación, configuración, modificación y eliminación de las políticas de control de alumbrado público de la siguiente manera:
 - i) Crear políticas de control de alumbrado público basadas en el clima, la intensidad de la iluminación, el flujo de tráfico y los factores ambientales relevantes, la hora de salida y puesta del sol, la ubicación y los niveles específicos de ahorro de energía. Estos parámetros pueden ser obtenidos por otros sistemas y compartidos con el sistema de telegestión a través del uso de APIs u otras interfaces.
 - ii) Configurar los niveles de control de alumbrado público: control por luminaria y por grupo de luminarias conectadas.
 - iii) Configurar los modos de control de alumbrado público - modo automático y modo manual.
 - iv) Configurar el estado de funcionamiento del alumbrado público: encendido o apagado, ajuste de niveles de iluminación;
 - v) Configurar el ciclo de ejecución de las políticas de control de alumbrado público: periodicidad de aplicación, por ejemplo, permanente, tres veces al día.
 - vi) Modificar y eliminar las políticas de control de alumbrado público.
 - vii) Enviar políticas de control de alumbrado público a los controladores.
- c) Detección de fallas y gestión de alarmas: debe proporcionar la información de fallas asociadas al equipo, la comunicación o el sistema en general y gestionar las alarmas correspondientes para la solución de problemas, teniendo en cuenta:
 - i) Monitorear el estado de funcionamiento de las luminarias de alumbrado público en función de los valores de los parámetros eléctricos.
 - ii) Identificar fallas en el alumbrado público, una vez que se alcanzan las condiciones de falla preestablecidas.
 - iii) Identificar la desconexión de las luminarias de alumbrado público, una vez que se alcanzan las condiciones de desconexión preestablecidas.
 - iv) Generar un informe de avería, una vez que se identifica desconexión o daño de una luminaria.
 - v) Activar automáticamente una alarma y notificar al personal de mantenimiento a través de la Interfaz de usuario web.
- d) Reportes estadísticos de consumo de energía: debe proporcionar informes relevantes sobre el consumo de energía, teniendo en cuenta:
 - i) Obtener información sobre el consumo de energía en tiempo real de cada luminaria de alumbrado público, por grupos de luminarias y por sectores.
 - ii) Analizar estadísticas de consumo de energía.
 - iii) Proporcionar un informe sobre la eficiencia del ahorro de energía.
- e) Interfaz de usuario de visualización basada en el sistema de información geográfica: presentar la información de las luminarias en un mapa, con sus respectivas coordenadas geográficas:

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

- i) Presentar la distribución física de cada luminaria, sensores o dispositivos de campo conectados y concentradores o agregadores en un mapa basado en Sistemas de Información Geográfica (GIS).
 - ii) Mostrar el estado de funcionamiento de cada luminaria de alumbrado público: encendido o apagado, nivel de iluminación, conectado o desconectado, defectuoso.
 - iii) Controlar el estado de funcionamiento de cada luminaria de alumbrado público: encender o apagar, ajustar el nivel de iluminación.
 - iv) Permitir consultar los valores de los parámetros eléctricos de cada luminaria.
 - v) Mostrar información de fallas y alarmas sobre las luminarias de alumbrado público.
 - vi) Mostrar información estadística sobre el consumo de energía y la eficiencia del ahorro de energía.
- f) Integración con otros sistemas: debe permitir el acceso a plataformas externas, teniendo en cuenta las siguientes funcionalidades
- i) Conectarse con plataformas externas a través de interfaces.
 - ii) Intercambiar información o contenido relevante con plataformas externas.
 - iii) Permitir obtener regularmente varios valores de parámetros ambientales a través de sensores meteorológicos, sensores de intensidad de iluminación, sensores de densidad de tráfico, etc., los cuales pueden ser obtenidos por otros sistemas y compartidos con el sistema de telegestión a través del uso de APIs u otras interfaces.
 - iv) La plataforma de telegestión debe permitir un flujo bidireccional de toda la información para parametrizar y poder hacer un control y seguimiento de los dispositivos de campo
- 4) Interfaz de usuario web: Permite a los administradores del sistema de alumbrado público monitorear y administrar las luminarias en cualquier momento y en cualquier lugar a través de un periférico, como por ejemplo un teléfono celular o un computador. Se debe permitir el acceso de interacción con los usuarios (*front-end*) y la adecuada conexión con las bases de datos y servidores del sistema administración (*back-end*) sin la necesidad de una instalación de un software específico.
- 5) Sistema de comunicación: Responsable de las comunicaciones entre los controladores y la plataforma de telegestión, debe permitir la comunicación bidireccional entre todas secciones y componentes de la arquitectura funcional. Este sistema puede ser a través de redes cableadas, fibra óptica o inalámbricas, redes celulares, redes de radiofrecuencia, redes de comunicación directa M2M, redes IoT (*Internet of things*) entre otras, o una combinación de cualquiera de las anteriores.
- 6) Ciberseguridad: Corresponde a una funcionalidad intrínseca de todo el sistema y debe contar con los requisitos de seguridad tales que no se permita la vulnerabilidad del sistema, entre estos se debe garantizar la confidencialidad, la integridad, la disponibilidad y el no repudio de la información. Adicionalmente, se deben incluir funciones de control de acceso, autenticación y autorización.

Espacio dejado intencionalmente en blanco

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

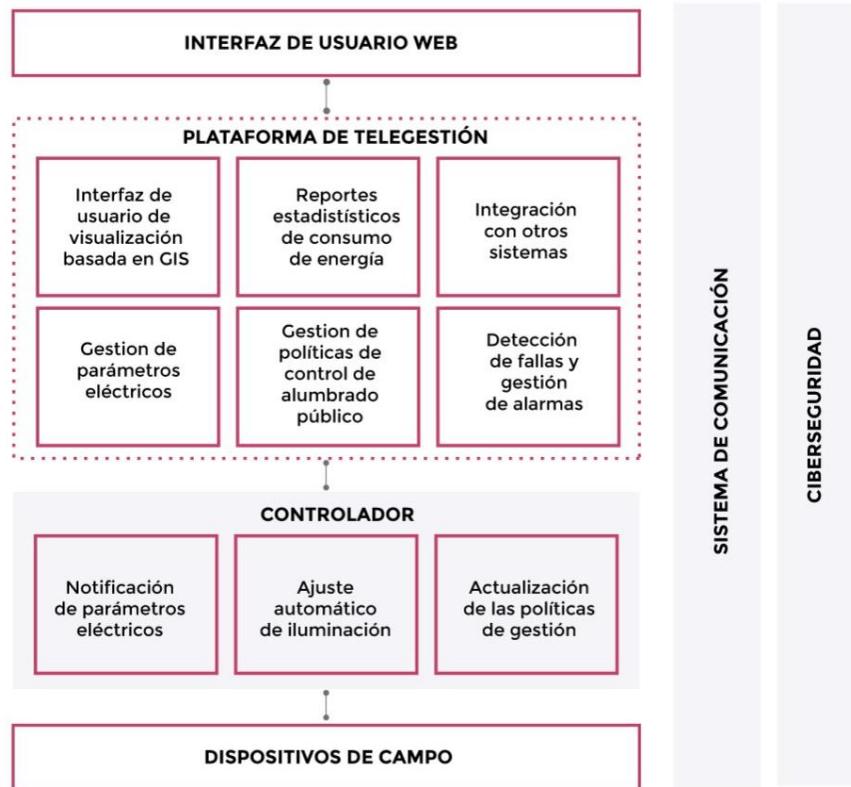


Figura 3.7.1. a Arquitectura funcional de un servicio de telegestión para alumbrado público. (Fuente propia)

Artículo 3.7.2. Requisitos funcionales del sistema de telegestión

Además de cumplir con los requisitos establecidos en la arquitectura funcional del sistema de telegestión, se deben cumplir como mínimo con los siguientes requisitos funcionales básicos:

- 1) Control automático de las luminarias: el sistema debe poder encender, apagar, atenuar (dimerizar) o iluminar automáticamente las luminarias del alumbrado público (por sectores, por grupos y para cada equipo de iluminación individual) de forma remota, en función de las condiciones climáticas, la intensidad de la iluminación, el flujo de tráfico, el flujo de pasajeros y otros cambios de los factores ambientales. Estos parámetros pueden ser obtenidos por otros sistemas y compartidos con el sistema de telegestión a través del uso de APIs u otras interfaces.
- 2) Control remoto de las luminarias de forma individual y por grupo de luminarias: con el fin proporcionar una gestión más detallada, se debe poder controlar de forma remota las luminarias de forma individual y por grupo de luminarias.
- 3) Detección automática de fallas y generación de alarmas: se deben proporcionar mecanismos automáticos de detección de fallas y generación de alarmas. Una vez que se detecta una luminaria defectuosa en el sistema de alumbrado público, se debe poder enviar automáticamente un mensaje de alarma al personal de mantenimiento correspondiente.
- 4) Gestión de visualización: se debe proporcionar una interfaz de usuario (UI) para realizar una gestión de visualización basada en mapas, que incluye, entre otros, la visualización de la ubicación y el estado de funcionamiento de las luminarias, información de fallas e información de consumo de energía.
- 5) Integración con otros servicios y sistemas: debe permitir la conexión de sensores, dispositivos inteligentes y plataformas de aplicaciones para proporcionar varios servicios de ciudad inteligente.
- 6) Interoperabilidad: se debe permitir el intercambio de información, a nivel de servidores, que pueda ser usada por los componentes del sistema y los sistemas

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

externos, a través de estándares/protocolos abiertos y compatibles. Se debe permitir la conexión de APIs (interfaz de programación de aplicaciones) para el acceso de información u otras interfaces.

- 7) Medición y notificación de parámetros eléctricos: los dispositivos de campo deben medir y enviar a la plataforma de telegestión como mínimo los parámetros eléctricos mencionados en la arquitectura del sistema de telegestión - Literal a) del numeral 2) del Artículo 3.7.1. El sistema de medición debe tener como mínimo un índice de clase 1 para medición de energía activa, en concordancia con lo establecido en la Resolución CREG 038 de 2014, junto con sus modificaciones, aclaraciones o sustituciones posteriores, con el objetivo de ser tomados en cuenta por los operadores de red, municipios, distritos y terceros encargados de la administración, operación y mantenimiento como herramienta para la toma de decisiones administrativas, operativas y legales. La interventoría debe hacer seguimiento a los valores medidos, de tal forma que se tenga un control sobre el sistema de telegestión. Los equipos que tengan como finalidad alguna de las descritas en el Artículo 2.2.1.7.14.3 del Decreto 1595, el que lo modifique o sustituya, deben cumplir con los requisitos de control metrológico establecidos en el decreto en mención.
- 8) Escalabilidad y gestión de la información: para garantizar el cumplimiento de todas las funcionalidades requeridas a nivel de redes de comunicación entre equipos y procesamiento de datos, acceso a la información y confiabilidad en la analítica, se debe garantizar la escalabilidad del sistema, dado el crecimiento progresivo en la conexión de nuevos dispositivos de campo a la plataforma. Se debe garantizar la flexibilidad para la inclusión a futuro de nuevos módulos funcionales o una mayor cantidad de “dispositivos de campo conectados” o fotocontroles, cualquier otro sensor o dispositivo de campo, sin que esto afecte el desempeño en la gestión de los que se encuentren conectados a la plataforma de telegestión.
- 9) Comunicación bidireccional: se debe garantizar la comunicación bidireccional entre todas secciones y componentes de la arquitectura funcional.
- 10) Ciberseguridad: se deben garantizar requisitos de seguridad, incluyendo los relacionados al *hardware* y *software* del sistema de telegestión. El proveedor del sistema debe implementar procedimientos donde se empleen auditorías de seguridad profesionales, realizadas por especialistas externos y ejecutadas regularmente para garantizar la máxima seguridad de la plataforma de servicios.
- 11) Confiabilidad del sistema: se debe garantizar que el sistema de telegestión desarrolle todas las funciones mínimas establecidas en el presente Reglamento, dentro de los límites y condiciones de funcionamiento durante un tiempo definido, desarrollando protocolos de probabilidad de fallas dentro de tiempos definidos y escenarios de recuperación del sistema ante fallas, definiendo tiempos de respuesta para cada escenario. Debe ser posible la actualización del *firmware* del controlador de la luminaria de manera local o de forma remota. Permitiendo la actualización de las características y corrección de problemas o errores.

Artículo 3.7.3. Requisitos específicos del sistema de telegestión

Los sistemas de telegestión deben cumplir con los siguientes requisitos específicos:

- 1) Requisitos de los dispositivos de campo (luminarias, controladores y concentradores)
 - a) Los productos usados en sistemas de telegestión deben dar cumplimiento a los requisitos de producto especificados en el *Título 11. Productos usados en Telegestión* del Libro 2 del RETILAP.
 - b) Las luminarias que vayan a ser usadas en sistemas de telegestión deben contar con el conector ANSI C136.41 de 5 o 7 pines o Zhaga y debe tener la posibilidad de ser intercambiable, de tal forma que, en caso de ser aplicable, el usuario pueda utilizar productos de otros proveedores con el mismo tipo de base o socket.
 - c) Deben permitir medir los parámetros mencionados en el Artículo 3.7.1.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

- d) Los controladores de luminaria deben dar cumplimiento a los requisitos de producto establecidos en el Artículo 2.10.4. *Fotocontroles y fotoceldas* del Libro 2 del RETILAP
- 2) Requisitos funcionales del controlador
- a) Deben permitir la conexión de dispositivos de campo de diferentes fabricantes, a través de las APIs u otras interfaces, las cuales deben ser de protocolos abiertos e interoperables con el sistema de telegestión disponible.
 - b) Tener la capacidad de obtener los valores de los parámetros eléctricos, de acuerdo con lo establecido en el numeral 7) del Artículo 3.7.2.
 - c) Una vez que se alcanzan las condiciones preestablecidas de la política de control de alumbrado público, se requiere que pueda encender o apagar automáticamente el estado de la luminaria y ajustar el nivel de iluminación por sí mismo.
 - d) Enviar periódicamente valores de parámetros eléctricos de alumbrado público a la plataforma.
- 3) Requisitos funcionales de la plataforma de telegestión
- a) Soportar políticas flexibles de control de alumbrado público basadas en factores ambientales, factores de tiempo, factores de ubicación y niveles específicos de ahorro de energía, entre otros.
 - b) Permitir establecer perfiles de dimerización (*Dimming profile*) y esquemas de programación por calendario.
 - c) Permitir relacionar la distribución física de cada luminaria en un mapa basado en Sistemas de Información Geográfica (GIS), por ejemplo, a través de georreferenciación de cada luminaria del sistema. El sistema debe contar con un nivel de precisión de ubicación de cada luminaria CEP50 < 2,5 m.
 - d) Permitir control remoto de cada luminaria del sistema y por grupos de luminarias.
 - e) Permitir modos de control automática o manual
 - f) Admitir el estado de encendido o apagado y el ajuste del nivel de iluminación de las luminarias del sistema de alumbrado público
 - g) Detectar automáticamente la ubicación de las luminarias defectuosas y desconectadas, y enviar alarmas al personal de mantenimiento
 - h) Soportar esquemas de gestión de mantenimiento, basados en la información de detección de fallas y gestión de alarmas.
 - i) Analizar las estadísticas de consumo de energía en kWh y proporcionar un informe sobre la eficiencia del ahorro de energía
 - j) Contar con una interfaz de usuario para visualización, con el fin de presentar información sobre las luminarias del sistema en un mapa y controlar su estado de funcionamiento de forma remota
 - k) Proporcionar interfaces para interacción y transferencia de datos con plataformas externas
 - l) Asegurar la gestión, control, seguridad y aprovisionamiento para los concentradores o agregadores y la autenticación de los controladores dispuestos en las luminarias.
 - m) Tener la capacidad de almacenar y analizar la información recopilada para el control de inventarios, tanto de los concentradores o agregadores como de los sensores o dispositivos de campo conectados.
 - n) Tener la capacidad de administrar los usuarios y la creación de diferentes roles o perfiles administrativos y de visualización de los sistemas de comunicaciones del sistema de telegestión
 - o) Permitir actualizaciones de *firmware* de manera local o remota para agregadores, sensores, dispositivos de campo conectados y otros elementos asociados a la red que necesiten actualizarse.
 - p) Permitir la administración de inventarios de agregadores, puntos finales de control (sensores o dispositivos de campo conectados) y otros elementos que compongan el sistema.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

- q) Permitir controlar la dimerización de las luminarias de manera individual, por grupos, por sectores o de acuerdo con las políticas establecidas por el administrador del sistema, en diferentes horarios, niveles, días, porcentajes, meses, etc.
 - r) Permitir la creación de informes relacionados con parámetros eléctricos por cada dispositivo o zona de trabajo (agrupación de sensores) y los relacionados con fallas de luminarias. Dichos reportes deben permitir ser exportados a formatos estándares de documentos abiertos, además de permitir el envío de mensajes de alerta vía email, mensajes de texto u otros medios.
 - s) Debe exponer servicios para intercambiar y suministrar información a aplicaciones independientes del sistema. La fuente de datos debe conservar la cadena de integridad de datos del sistema frente a cualquier desarrollo o integración futura hacia aplicaciones o portales abiertos autorizados. Es decir, las API's deben tener certificados que garanticen el establecimiento de sesiones seguras entre el sistema de gestión y dichos portales o desarrolladores. Adicionalmente, el sistema de gestión debe permitir visualizar la información suministrada por los dispositivos de campo conectados.
 - t) Debe tener la capacidad de obtener los datos de sensores asociados a parámetros ambientales, de intensidad de iluminación, sensores de densidad de tráfico, entre otros. Los datos de los sensores asociados pueden ser obtenidos por otros sistemas y compartidos con el sistema de telegestión a través del uso de APIs u otras interfaces.
- 4) Requisitos del sistema de comunicación
- a) El medio de comunicación entre los dispositivos de campo conectados o fotocontroles debe ser inalámbrico y con una arquitectura de comunicaciones estándar.
 - b) Los dispositivos de campo conectados o fotocontroles deben contar con módulo de comunicaciones basado en estándares de comunicación inalámbricos de redes de baja potencia y área amplia (LWPAN), (IEEE 802.15.4), LORA, LTE Narrowband, NB lot u otras, para arquitectura de red de agregación estándar tipo malla (*Mesh*) y/o tipo Estrella (*Star*) “Punto Multipunto”.
 - c) Los concentradores deben contar con puertos que habiliten diferentes tipos de conectividad alámbrica o inalámbrica con la internet, u optimizando la conexión al *Backhaul*, y aplicando configuraciones mínimas de integración de conectividad al internet.
 - d) La comunicación de *Backhaul* entre el concentrador y la nube debe permitir como mínimo hacerse a través de redes 4G o LTE, bajo las bandas aprobadas por la Agencia Nacional del Espectro - ANE.
 - e) Para la arquitectura de red tipo malla (*mesh*), la topología de red de campo y el sistema de comunicaciones deben permitir la conexión automática entre dispositivos de campo conectados o fotocontroles hacia múltiples concentradores, permitiendo que en ausencia de un concentrador otro cercano pueda suplir la comunicación de un determinado dispositivo de campo conectado o grupo de dispositivos de campo conectados.
 - f) Los dispositivos de campo conectados o fotocontroles deben soportar en la capa de red el protocolo de direccionamiento IP o MAC, para el estándar de comunicación usado al que le aplique. Y en la capa de aplicación deben manejar protocolos de industria (de estándares abiertos), tales como CoAP, MQTT, REST, HTTPS, entre otros.
 - g) El estándar utilizado para la comunicación entre los concentradores y los dispositivos de campo conectados o fotocontroles debe funcionar bajo las bandas aprobadas por la ANE (Agencia Nacional del Espectro) de Colombia para redes ISM (*Industrial, Scientific and Medical*): 902-928 MHz bajo las notas nacionales de la ANE: CLM 5, CLM 12 y CLM 49. Adicional en el rango de frecuencia, las tolerables a bandas de telefonía como 1700-2600 MHz.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”

- h) Los equipos concentradores deben cumplir el estándar IEEE 802.15.4 o similares, disponibles para redes WAN de baja potencia (LPWAN), compatibles bajo el espectro radioeléctrico en bandas no licenciadas de 900 MHz.
- i) Los sistemas de telegestión que tengan alcance para integrar aplicaciones de *Smart City* deben indicar los principales servicios, diferentes a la telegestión de alumbrado público, que se pueden soportar utilizando las comunicaciones establecidas entre los equipos que constituyen las redes de campo de la solución, el protocolo de comunicación que usan en la capa de aplicación y las características de enrutamiento y ciberseguridad que manejan.

5) Requisitos de ciberseguridad

- a) Para los concentradores se debe:
 - i) Soportar un esquema de seguridad con la posibilidad del establecimiento de VPNs utilizando protocolos estándares como IPSec, IKEv2 y/o similares.
 - ii) Garantizar un vínculo de autenticación certificado bajo la norma X.509 o similar para identificación con el propósito de garantizar la integridad de seguridad de red.
 - iii) Tener la capacidad y/o funcionalidad de negociar la transferencia de claves y/o certificados digitales con los sistemas de control de red de comunicaciones
- b) La interfaz de usuario Web debe contar con certificados SSL (*Secure Sockets Layer*), que garanticen la transferencia de datos cifrados entre los navegadores y los servidores web de forma segura.
- c) La plataforma de telegestión debe:
 - i) Permitir el servicio de doble factor de autenticación, u otro con nivel superior.
 - ii) Dar cumplimiento a los criterios de ciberseguridad establecidos en la Guía de Ciberseguridad vigente, en cumplimiento de los acuerdos del CNO (Consejo Nacional de Operación) actualizados, cuando así el operador de Red lo determine.
 - iii) Disponer de la funcionalidad de control de acceso basado en roles, perfiles y/o niveles de autorización, para la protección frente a accesos no autorizados.
 - iv) Tener la capacidad de integrarse con servicios LDAP o directorio activa para la autenticación de usuarios de manera robusta y centralizada.
 - v) Almacenar las contraseñas cifradas, las cuales - por ningún motivo - pueden estar en código fuente o incrustadas de forma estática en memoria.
 - vi) Gestionar eventos y/o alertas de los dispositivos de campo conectados.
 - vii) Tener la capacidad de supervisar, administrar y controlar, el estado lógico y físico de los dispositivos de campo conectados.
- d) Los módulos de RF del agregador o concentrador deben permitir el uso del estándar 802.1X para la autenticación y el estándar 802.11i para el manejo de las llaves de encriptación basado en EAP-TLS o el uso de llaves asimétricas en AES-128 o AES-256 u otros.
- e) Los dispositivos de campo conectados deben:
 - i) Previo a la actualización de *firmware*, deben tener la capacidad de verificar la integridad y autenticidad de la actualización solicitada.
 - ii) Generar eventos y/o alertas hacia el sistema de telegestión para su debida gestión.