

DISEÑO DE ILUMINACIÓN PARQUEADERO DEL CIS Y REFORMA
ILUMINACIÓN PATIO DE REDES TPBIU

ADRIAN AUGUSTO PATIÑO VELASQUEZ
RAMIRO DE JESÚS RENDÓN GALLEGO
GABRIEL JAIME ZAPATA GUZMÁN

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
MEDELLÍN
2012

DISEÑO DE ILUMINACIÓN PARQUEADERO DEL CIS Y REFORMA
ILUMINACIÓN PATIO DE REDES TPBIU

ADRIAN AUGUSTO PATIÑO VELASQUEZ
RAMIRO DE JESÚS RENDÓN GALLEGO
GABRIEL JAIME ZAPATA GUZMÁN

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE TECNÓLOGOS EN
ELÉCTRICA

Asesor
RODRIGO RUEDA
Ingeniero Electromecánico

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
MEDELLÍN
2012

CONTENIDO

Pág.

RESUMEN-----	
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.-----	10
2. JUSTIFICACIÓN-----	13
3. OBJETIVOS-----	14
3.1 OBJETIVO GENERAL -----	14
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS-----	14
4. REFERENTE TEÓRICO-----	15
4.1 ALUMBRADO DE EXTERIORES -----	15
4.1.1 Alumbrado de vías públicas -----	15
4.1.1.1 Iluminancia -----	15
4.1.1.2 Luminancia -----	17
4.1.2 Criterios de calidad.-----	18
4.1.2.1 Coeficientes de uniformidad. -----	19
4.1.2.2 Deslumbramiento. -----	19
4.2 LÁMPARAS Y LUMINARIAS -----	20

4.2.1 Lámparas. -----	20
4.2.2 Las luminarias. -----	21
4.2.2.1 Alcance -----	21
4.2.2.2 Dispersión -----	22
4.3 DISPOSICIÓN DE LAS LUMINARIAS EN LA VÍA-----	25
4.3.2 Tramos rectos de vías con dos o más calzadas. -----	26
4.3.5 Plazas y glorietas-----	28
4.3.7 Presencia de árboles en la vía-----	29
4.4 LUMINARIAS -----	30
4.4.1 Clasificación según las características ópticas de la lámpara.-----	31
4.4.2 Clasificación según las características mecánicas de la lámpara-----	33
4.5 DIALUX -----	34
4.5.1 Descripción.-----	34
4.5.2.1 Interfaz de DIALux profesional -----	36
4.5.2.2 Ventana CAD -----	37
5. METODOLOGÍA -----	38
5.1 TIPO DE ESTUDIO -----	39
5.2 TIPO DE PROYECTO-----	40
5.3 POBLACIÓN -----	40

5.4 TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN -----	41
5.4.1 Fuentes primarias -----	41
5.4.2 Fuentes secundarias -----	41
5.5 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA -----	41
6. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO-----	42
7. CONCLUSIONES -----	43
8. RECOMENDACIONES -----	44
BIBLIOGRAFÍA-----	45
CIBERGRAFÍA -----	46
ANEXOS -----	47

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 10. Alcance de intensidad luminosa para una luminaria	22
Tabla 12. Dispersión de una luminaria de alumbrado publico	23
Tabla 13. Control de deslumbramiento de la lámpara	24
Tabla 14. Relación entre la anchura de la vía y la altura de montaje.....	26

LISTA DE GRÁFICOS

Pág.

Gráfico 1. Iluminancia de una lámpara de alumbrado publico -----	16
Gráfico 2. Luminancia de una lámpara de alumbrado publico -----	18
Gráfico 3. Alcance longitudinal de la intensidad luminosa -----	22
Gráfico 4. Dispersión transversal de una luminaria -----	23
Gráfico 5. Método gráfico para calcular el alcance y la dispersión -----	24
Gráfico 6. Luminarias en vías de una sola calzada -----	25
Gráfico 7. Luminarias en vías de doble calzada -----	27
Gráfico 8. Luminarias en vías de tramos curvos -----	27
Gráfico 9. Luminarias en vías de cruce -----	28
Gráfico 10. Luminarias en Glorietas y cruces -----	29
Gráfico 11. Vías con una calzada y un único sentido de circulación -----	29
Gráfico 12. Presencia de árboles en la vía -----	30
Gráfico 13. Clasificación CIE según la distribución de la luz -----	31
Gráfico 14. Luminaria con infinitos planos de luminarias -----	32
Gráfico 15. Luminaria con dos planos de simetría -----	32
Gráfico 16. Luminaria con un plano de simetría -----	33

LISTA DE ANEXOS

Pág.

ANEXO A. Iluminación patio de redes y parqueadero del CIS47

ANEXO B. Normas de EPM.....48

RESUMEN

El presente trabajo de grado estaba en el análisis teórico práctico de dos zonas de la Institución Universitaria Pascual Bravo de las cuales una cuenta con poca iluminación y la otra no cuenta con esta. Para solucionar un este problema se realizo primero un estudio en el que se hicieron mediciones de la cantidad de luxes que inciden en las zonas para saber si cumplía la norma que está en el reglamento RETILAP (Reglamento Técnico de Instalaciones de Alumbrado Público) en la cual menciona un promedio de 10 luxes, en base a esos datos que se tomaron se empezó con el diseño de a iluminación de las zonas por independiente debido a que ambas no cuentan con la misma iluminación.

Para el diseño de esta iluminación se utilizo el programa de DIALux y de este se obtuvo las características de las luminarias que iban a hacer utilizadas para cada una de las zonas que se estaban analizando, después de realizar el diseño y haber sido asesorados con expertos se empezó con hacer cotizaciones para compara las luminarias y elementos que serviría para realizar el montaje.

Por último se compraron los elementos para la instalación y se procedió a realizar tal montaje el cual se hizo con base a las normas establecidas y a un cronograma de trabajo que se estableció en el principio.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Institución Universitaria Pascual Bravo, ubicada en la ciudad de Medellín departamento de Antioquia Barrió Robledo car 73 # 73 – 115; Debido a la falta de los niveles de iluminación contemplados dentro del RETILAP en patio de redes que limita con el ITM y el bloque 3 del Institución Universitaria Pascual Bravo, ya que los niveles actuales de iluminación que se midieron en varios puntos de la zona equivalen a un promedio de 2.9 luxes que según el RETILAP no cumple con la norma, por tal motivo se plantea este proyecto para dejar los niveles apropiados que menciona la norma que equivalen a un promedio de 10 luxes (Tabla 510.2.2 RETILAP) para la clase de iluminación P2(Tabla 510.1.2 RETILAP).

Debido a que es una institución con población estudiantil es necesario trabajar en doble jornada, es decir diurno y nocturno esto con respecto a los nuevos programas que actualmente se ofrecen en la institución como lo son la ingeniería eléctrica, industrial y mecánica y esto conlleva a analizar ciertos puntos críticos en la parte de iluminación eléctrica, en el cual existe el riesgo de un incidente o accidente y se hace necesario desarrollar un proyecto de iluminación eléctrica en el cual se intervengan dos puntos como lo son el patio de redes eléctricas y el parqueadero del CIS para brindar una mayor seguridad para las personas que transitan por estos espacios los cuales deben tener en promedio 10 luxes en el área iluminada.

Los puntos críticos están situados dentro de la institución ellos son:

- patio de redes (bloque 3) el cual está ubicado detrás de este bloque y por el otro lado linda con la malla de el ITM en este punto existe un patio didáctico que contiene un área de 270 M2 dentro de la cual se va a realizar el desarrollo de este proyecto, el terreno no es total mente plano tiene un

desnivel de 15 grados, ubicado en la parte noroccidental del patio didáctico de redes, el suelo está cubierto de grama verde.

En la Institución Universitaria Pascual Bravo específicamente en patio de redes se hace necesario desarrollar un proyecto de iluminación con el cual se pretende solucionar la problemática actual dejando un promedio de 10 luxes que contempla el RETILAP en la resolución 180504 de marzo 30 de 2010 en el ART 510.1.2 Vías para tráfico peatonal; debido a que se ha detectado que en esta zona la cual sirve para prácticas y que en la actualidad no se puede utilizar en horas de la noche por la falta de iluminación. Es de suma importancia para la comunidad educativa este proyecto ya que esto conlleva a darle un muy buen uso como el desarrollar actividades de aprendizaje el cual consiste en mostrar las diferentes vestidas de los postes y los diferentes elementos existentes como son: DPS, transformador, cajas de corto circuito, medidores de energía monofásicos crucetas, cable compacto de media tensión (13,2kv) y cuchillas de transferencia, que están instaladas como didácticas.

La iluminación es importante ya que históricamente el medio ambiente visual consiste en un patrón de iluminancia y color percibido por un ser humano. Incluye emociones sentimientos y valores estéticos que juegan un papel importante en el análisis y la valoración que haga el usuario de un ambiente determinado, estos aspectos son en general menos fáciles de medir pero no menos importantes en el diseño.¹

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

¹ www.bekolite.com/spanish/historia_iluminacion.html

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

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

2. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto se realiza con el fin de que las personas en prácticas pueden observar con detalle las vestidas de los postes en horas de la noche y además de esta forma prevenir posibles incidentes o accidentes, que se puedan presentar por la poca iluminación que existe en la zona. Es importante la iluminación ya que de esta forma se podrá observar mejor esta zona que es de mucha importancia para los estudiantes ya que les permite adquirir mas conocimiento sobre varias áreas que se trabajan en la carrera.

De igual forma este esquema debe brindar una muy buena seguridad a quienes transitan por estos lugares, de otra parte dicho proyecto debe ejecutarse bajo las normas vigentes que actualmente rigen en el país para el cual existe el reglamento actual RETILAP.

Con este proyecto se pretende pasar de un promedio de 2.9 luxes que actualmente se mide en este lugar a un promedio de 10 luxes que es lo que contempla el reglamento RETILAP como mínimo para el tránsito de personas.

Para lograr este nivel de iluminación se instalaran cuatro lámparas de sodio 70w a una altura de 7 metros cada dos postes, y dos reflectores tipo metal halide de 400w cada uno con los cuales se iluminaran cuatro postes por cada reflector (estos reflectores iluminaran las vestidas de los postes).

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Iluminar el patio de redes para que sirva a practicantes en horas de la noche. el área de intervención será patio de redes el cual es un lugar didáctico en el cual se instalara lámparas y reflectores.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Cotizar e investigar los tipos de lámparas que cumplan con las normas y que permitan alcanzar la cantidad de luxes que se desea.
- Realizar el diseño de este proyecto en patio de redes el cual pasa de tener 2.9 luxes a un promedio de 10 luxes que estipula el reglamento RETILAP para el tránsito de personas. Para esta cantidad de luxes se instalara específicamente 4 luminarias de 70w y 2 reflectores tipo metal HALIDE de 400w cada uno.
- Realizar el respectivo montaje basados en el diseño y exigencias de la norma RETILAP.

4. REFERENTE TEÓRICO

4.1 ALUMBRADO DE EXTERIORES

El alumbrado exterior es, sin duda, una de las aplicaciones más habituales e importantes de la iluminación. La posibilidad de realizar actividades más allá de los límites naturales ha abierto un abanico infinito de posibilidades desde iluminar calles y vías de comunicación hasta aplicaciones artísticas, de recreo, industriales, etc.²

4.1.1 Alumbrado de vías públicas

Contrariamente a lo que se pueda pensar, detrás de los cálculos y recomendaciones sobre alumbrado de vías públicas existe un importante desarrollo teórico sobre diferentes temas (pavimentos, deslumbramiento, confort visual, etc.). Afortunadamente, hoy día estos cálculos están muy mecanizados y no es necesario tener profundos conocimientos en la materia para realizarlos. No obstante, es recomendable tener nociones de algunos de ellos para comprender mejor la mecánica de cálculo.

4.1.1.1 Iluminancia

La iluminancia indica la cantidad de luz que llega a una superficie y se define como el flujo luminoso recibido por unidad de superficie:

²<http://edison.upc.edu/curs/llum/iluminacion-exterior/vias-publicas.html>

$$E = \frac{d\phi}{dw}$$

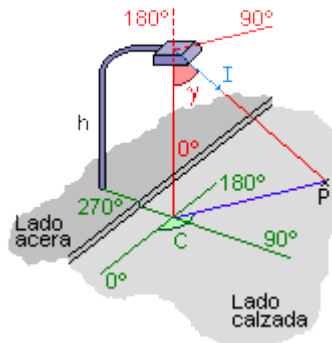
Si la expresamos en función de la intensidad luminosa nos queda como:

$$E_H = \frac{I(C * \gamma)}{h^2} * \cos^3 \gamma$$

Donde I es la intensidad recibida por el punto P en la dirección definida por el par de ángulos (C, γ) y h la altura del foco luminoso. Si el punto está iluminado por más de una lámpara, la iluminancia total recibida es entonces:³

$$E_H = \sum_{i=1}^n \frac{I(C_i, \gamma_i)}{h_i^2} * \cos^3 \gamma_i$$

Gráfico 1. Iluminancia de una lámpara de alumbrado publico



Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/iluminacion-exteriores/vias-publicas.html>

³http://edison.upc.edu/curs/llum/fotometria/magnitudes-unidades.html#Flujo_lum

4.1.1.2 Luminancia

La luminancia, por contra, es una medida de la luz que llega a los ojos procedentes de los objetos y es la responsable de excitar la retina provocando la visión. Esta luz proviene de la reflexión que sufre la iluminancia cuando incide sobre los cuerpos. Se puede definir, pues, como la porción de intensidad luminosa por unidad de superficie que es reflejada por la calzada en dirección al ojo.⁴

$$L = q(\beta, \gamma) \cdot E_H$$

Donde q es el coeficiente de luminancia en el punto P que depende básicamente del ángulo de incidencia γ y del ángulo entre el plano de incidencia y el de observación β . El efecto del ángulo de observación α es despreciable para la mayoría de conductores (automovilistas con campo visual entre 60 y 160 m por delante y una altura de 1,5 m sobre el suelo) y no se tiene en cuenta. Así pues, nos queda:

$$L = \frac{I(C, \gamma) * \cos^3 \gamma}{h^2} * q(\beta, \gamma)$$

Por comodidad de cálculo, se define el término:

$$r(\beta, \gamma) = q(\beta, \gamma) * \cos^3 \gamma$$

Quedando finalmente:

$$L = \frac{I(C, \gamma) * r(\beta, \gamma)}{h^2}$$

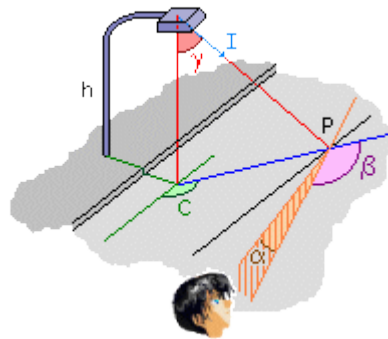
⁴ <http://edison.upc.edu/curs/llum/iluminacion-exteriores/vias-publicas.html>

Y si el punto está iluminado por más de una lámpara, resulta:

$$L = \sum_{i=1}^n \frac{I(C, \gamma) * r(\beta, \gamma)}{h_i^2}$$

Los valores de $r(\beta, \gamma)$ se encuentran tabulados o incorporados a programas de cálculo y dependen de las características de los pavimentos utilizados en la vía.

Gráfico 2. Luminancia de una lámpara de alumbrado publico



Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/iluminacion-exteriores/vias-publicas.html>

4.1.2 Criterios de calidad.

Para determinar si una instalación es adecuada y cumple con todos los requisitos de seguridad y visibilidad necesarios se establecen una serie de parámetros que sirven como criterios de calidad. Son la luminancia media (L_m, LAV), los coeficientes de uniformidad (U_0, UL), el deslumbramiento ($TIyG$) y el coeficiente de iluminación de los alrededores (SR).⁵

⁵ <http://edison.upc.edu/curs/llum/iluminacion-exteriores/vias-publicas.html>

4.1.2.1 Coeficientes de uniformidad.⁶

Como criterios de calidad y evaluación de la uniformidad de la iluminación en la vía se analizan el rendimiento visual en términos del coeficiente global de uniformidad U_0 y la comodidad visual mediante el coeficiente longitudinal de uniformidad U_L (medido a lo largo de la línea central).

$$U_0 = L_{min} / L_{max}$$

$$U_L = L_{min} / L_{max}$$

4.1.2.2 Deslumbramiento.

El deslumbramiento producido por las farolas o los reflejos en la calzada, es un problema considerable por sus posibles repercusiones. En sí mismo, no es más que una sensación molesta que dificulta la visión pudiendo, en casos extremos, llegar a provocar ceguera transitoria. Se hace necesario, por tanto, cuantificar este fenómeno y establecer unos criterios de calidad que eviten estas situaciones peligrosas para los usuarios.

- **Deslumbramiento molesto.** Es aquella sensación desagradable que sufrimos cuando la luz que llega a nuestros ojos es demasiado intensa. Este fenómeno se evalúa de acuerdo a una escala numérica, obtenida de estudios estadísticos, que va del deslumbramiento insoportable al inapreciable.
- **Deslumbramiento perturbador.** Se produce por la aparición de un velo luminoso que provoca una visión borrosa, sin nitidez y con poco contraste,

⁶ <http://edison.upc.edu/curs/llum/iluminacion-exteriores/vias-publicas.html>

que desaparece al cesar su causa. No obstante, este fenómeno no lleva necesariamente asociado una sensación incómoda como el deslumbramiento molesto. Para evaluar la pérdida de visión se utiliza el criterio del incremento de umbral (TI) expresado en tanto por ciento:

$$TI = 65 * \frac{L_v}{(L_m)^{0.5}}$$

Donde L_v es la luminancia de velo equivalente y L_m es la luminancia media de la calzada.

- **Coeficiente de iluminación en los alrededores.** El coeficiente de iluminación en los alrededores (*Surround Ratio*, SR) es una medida de la iluminación en las zonas limítrofes de la vía. De esta manera se asegura que los objetos, vehículos o peatones que se encuentren allí sean visibles para los conductores. SR se obtiene calculando la iluminación media de una franja de 5 m de ancho a cada lado de la calzada.

4.2 LÁMPARAS Y LUMINARIAS⁷

4.2.1 Lámparas.

Son los aparatos encargados de generar la luz. En la actualidad, en alumbrado público se utilizan las lámparas de descarga frente a las lámparas incandescentes por sus mejores prestaciones y mayor ahorro energético y económico. Concretamente, se emplean las lámparas de vapor de mercurio a alta presión y las de vapor de sodio a baja y alta presión.

⁷ <http://edison.upc.edu/curs/llum/iluminacion-exteriores/vias-publicas.html>

4.2.2 Las luminarias.

Son aparatos destinados a alojar, soportar y proteger la lámpara y sus elementos auxiliares además de concentrar y dirigir el flujo luminoso de esta. Para ello, adoptan diversas formas aunque en alumbrado público predominan las de flujo asimétrico con las que se consigue una mayor superficie iluminada sobre la calzada. Las podemos encontrar montadas sobre postes, columnas o suspendidas sobre cables transversales a la calzada, en catenarias colgadas a lo largo de la vía o como proyectores en plazas y cruces.

En la actualidad, las luminarias se clasifican según tres parámetros (alcance, dispersión y control) que dependen de sus características fotométricas. Los dos primeros nos informan sobre la distancia en que es capaz de iluminar la luminaria en las direcciones longitudinal y transversal respectivamente. Mientras, el control nos da una idea sobre el deslumbramiento que produce la luminaria a los usuarios.

4.2.2.1 Alcance.

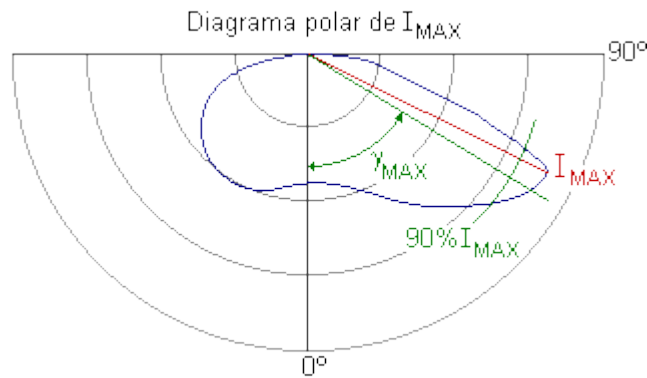
Es la distancia, determinada por el ángulo γ_{MAX} , en que la luminaria es capaz de iluminar la calzada en dirección longitudinal. Este ángulo se calcula como el valor medio entre los dos ángulos correspondientes al 90% de I_{MAX} que corresponden al plano donde la luminaria presenta el máximo de la intensidad luminosa.

Tabla 1. Alcance de intensidad luminosa para una luminaria

Alcance	
Corto	$\gamma_{MAX} < 60^\circ$
Intermedio	$60^\circ \leq \gamma_{MAX} \leq 70^\circ$
Largo	$\gamma_{MAX} > 70^\circ$

Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/iluminacion-exterior/vias-publicas.html>

Gráfico 3. Alcance longitudinal de la intensidad luminosa



Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/iluminacion-exterior/vias-publicas.html>

4.2.2.2 Dispersión.

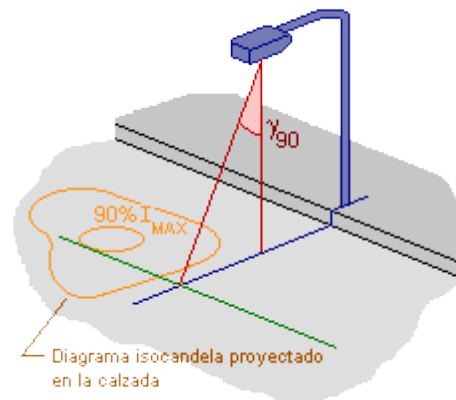
Es la distancia, determinada por el ángulo γ_{90} , en que es capaz de iluminar la luminaria en dirección transversal a la calzada. Se define como la recta tangente a la curva isocandela del 90% de I_{MAX} proyectada sobre la calzada, que es paralela al eje de esta y se encuentra más alejada de la luminaria.

Tabla 2. Dispersión de una luminaria de alumbrado publico

Dispersión	
Estrecha	$\theta_{90} < 45^\circ$
Media	$45^\circ = \theta_{90} = 55^\circ$
Ancha	$\theta_{90} > 55^\circ$

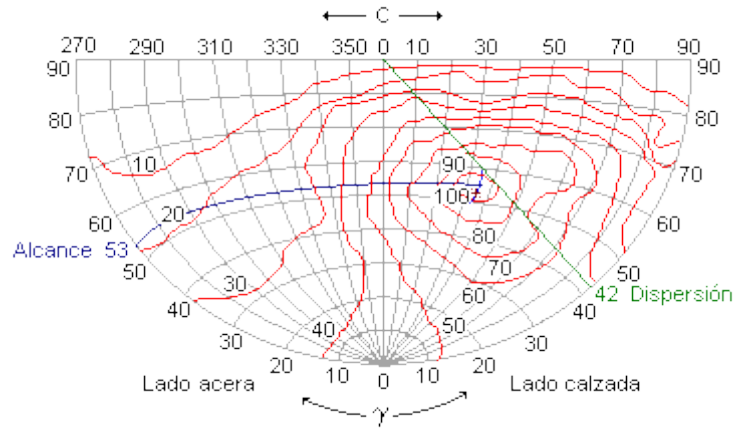
Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/iluminacion-exterior/vias-publicas.html>

Gráfico 4. Dispersión transversal de una luminaria



Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/iluminacion-exterior/vias-publicas.html>

Gráfico 5. Método gráfico para calcular el alcance y la dispersión



Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/fotometria/graficos.html#isocl>

4.2.2.3 Control nos da una idea de la capacidad de la luminaria para limitar el deslumbramiento que produce.

Tabla 3. Control de deslumbramiento de la lámpara

Control	
Limitado	SLI > 2
Medio	$2 \leq \text{SLI} \leq 4$
Intenso	SLI > 4

Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/iluminacion-exteriores/vias-publicas.html>

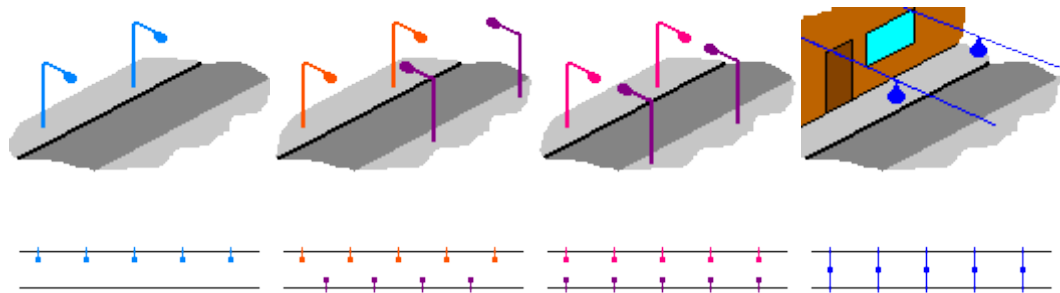
Donde la fórmula del SLI (índice específico de la luminaria) se calcula a a partir de las características de esta.

4.3 DISPOSICIÓN DE LAS LUMINARIAS EN LA VÍA

Para conseguir una buena iluminación, no basta con realizar los cálculos, debe proporcionarse información extra que oriente y advierta al conductor con suficiente antelación de las características y trazado de la vía. Así en curvas es recomendable situar las farolas en la exterior de la misma, en autopistas de varias calzadas ponerlas en la mediana o cambiar el color de las lámparas en las salidas.

4.3.1 Tramos rectos de vías con una única calzada. Existen tres disposiciones básicas: unilateral, bilateral tresbolillo y bilateral pareada. También es posible suspender la luminaria de un cable transversal pero sólo se usa en calles muy estrechas.

Gráfico 6. Luminarias en vías de una sola calzada



Fuente:<http://edison.upc.edu/curs/llum/iluminacion-exterior/vias-publicas.html>

La distribución unilateral se recomienda si la anchura de la vía es menor que la altura de montaje de las luminarias. La bilateral tresbolillo si está comprendida entre 1 y 1.5 veces la altura de montaje y la bilateral pareada si es mayor de 1.5.

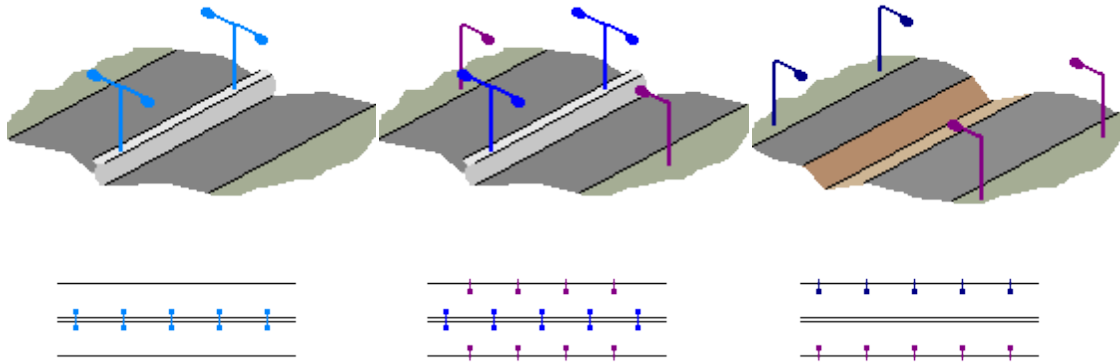
Tabla 4. Relación entre la anchura de la vía y la altura de montaje

	Relación entre la anchura de la vía y la altura de montaje
Unilateral	$A/H < 1$
Tresbolillo	$1 \leq A/H \leq 1.5$
Pareada	$A/H > 1.5$
Suspendida	Calles muy estrechas

Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/iluminacion-exteriores/vias-publicas.html>

4.3.2 Tramos rectos de vías con dos o más calzadas. Separadas por una mediana se pueden colocar las luminarias sobre la mediana o considerar las dos calzadas de forma independiente. Si la mediana es estrecha se pueden colocar farolas de doble brazo que dan una buena orientación visual y tienen muchas ventajas constructivas y de instalación por su simplicidad. Si la mediana es muy ancha es preferible tratar las calzadas de forma separada. Pueden combinarse los brazos dobles con la disposición al tresbolillo o aplicar iluminación unilateral en cada una de ellas. En este último caso es recomendable poner las luminarias en el lado contrario a la mediana porque de esta forma incitamos al usuario a circular por el carril de la derecha.

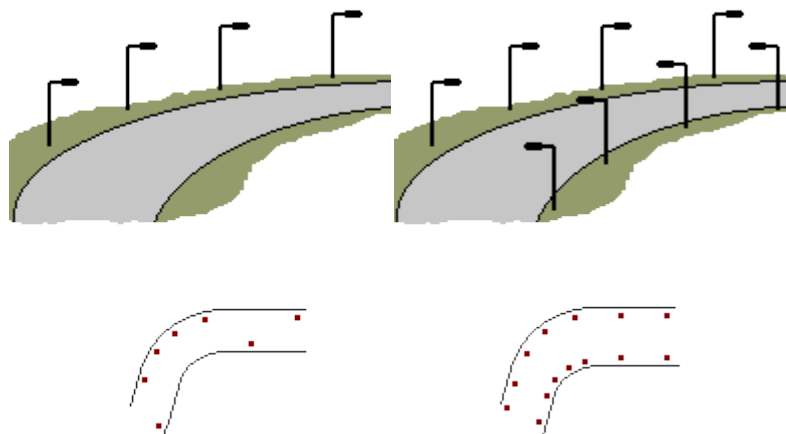
Gráfico 7. Luminarias en vías de doble calzada



Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/iluminacion-exteriores/vias-publicas.html>

4.3.3 Tramos curvos. Las reglas a seguir son proporcionar una buena orientación visual y hacer menor la separación entre las luminarias cuanto menor sea el radio de la curva. Si la curvatura es grande ($R > 300$ m) se considerará como un tramo recto. Si es pequeña y la anchura de la vía es menor de 1.5 veces la altura de las luminarias se adoptará una disposición unilateral por el lado exterior de la curva. En el caso contrario se recurrirá a una disposición bilateral pareada, nunca tresbolillo pues no informa sobre el trazado de la carretera.

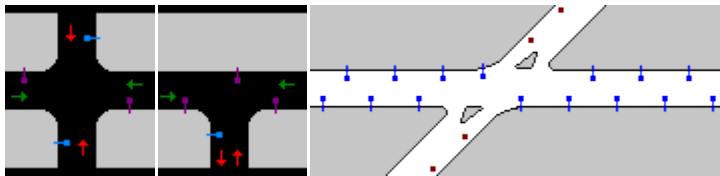
Gráfico 8. Luminarias en vías de tramos curvos



Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/iluminacion-exteriores/vias-publicas.html>

4.3.4 Cruces. Conviene que el nivel de iluminación sea superior al de las vías que confluyen en él para mejorar la visibilidad. Asimismo, es recomendable situar las farolas en el lado derecho de la calzada y después del cruce. Si tiene forma de T hay que poner una luminaria al final de la calle que termina. En las salidas de autopistas conviene colocar luces de distinto color al de la vía principal para destacarlas. En cruces y bifurcaciones complicados es mejor recurrir a iluminación con proyectores situados en postes altos, más de 20 m, pues desorienta menos al conductor y proporciona una iluminación agradable y uniforme.

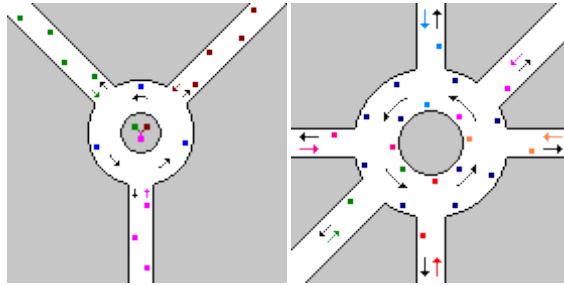
Gráfico 9. Luminarias en vías de cruce



Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/iluminacion-exteriores/vias-publicas.html>

4.3.5 Plazas y glorietas se instalarán luminarias en el borde exterior de estas para que iluminen los accesos y salidas. La altura de los postes y el nivel de iluminación serán por lo menos igual al de la calle más importante que desemboque en ella. Además, se pondrán luces en las vías de acceso para que los vehículos vean a los peatones que crucen cuando abandonen la plaza. Si son pequeñas y el terraplén central no es muy grande ni tiene arbolado se puede iluminar con un poste alto multibrazo. En otros casos es mejor situar las luminarias en el borde del terraplén en las prolongaciones de las calles que desemboca en esta.

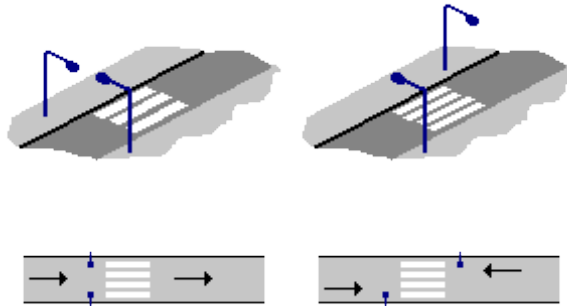
Gráfico 10. Luminarias en Glorietas y cruces



Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/iluminacion-exteriores/vias-publicas.html>

4.3.6 Pasos de peatones. Las luminarias se colocarán antes de estos según el sentido de la marcha de tal manera que sea bien visible tanto por los peatones como por los conductores.

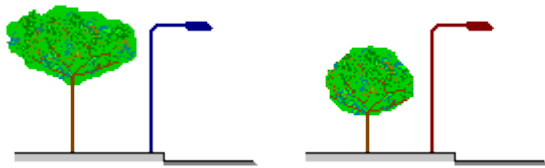
Gráfico 11. Vías con una calzada y un único sentido de circulación



Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/iluminacion-exteriores/vias-publicas.html>

4.3.7 Presencia de árboles en la vía. Si estos son altos, de unos 8 a 10 metros, las luminarias se situarán a su misma altura. Pero si son pequeños los farolas usadas serán más altas que estos, de 12 a 15 m de altura. En ambos casos es recomendable una poda periódica de los árboles.

Gráfico 12. Presencia de árboles en la vía



Fuente. <http://edison.upc.edu/curs/llum/iluminacion-exteriores/vias-publicas.html>

4.4 LUMINARIAS

Las luminarias son aparatos que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica a las lámparas. Como esto no basta para que cumplan eficientemente su función, es necesario que cumplan una serie de características ópticas, mecánicas y eléctricas entre otras.⁸

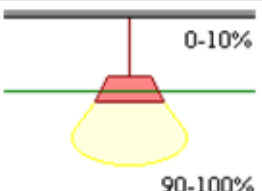
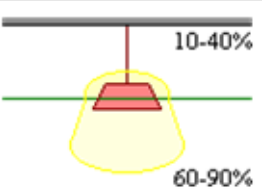
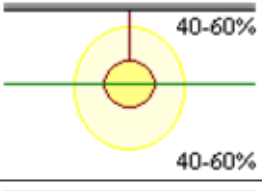
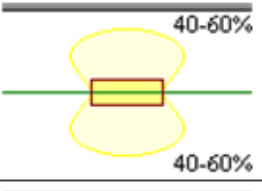


A nivel de óptica, la luminaria es responsable del control y la distribución de la luz emitida por la lámpara. Es importante, pues, que en el diseño de su sistema óptico se cuide la forma y distribución de la luz, el rendimiento del conjunto lámpara-luminaria y el deslumbramiento que pueda provocar en los usuarios. Otros requisitos que deben cumplir las luminarias es que sean de fácil instalación y mantenimiento. Para ello, los materiales empleados en su construcción han de ser los adecuados para resistir el ambiente en que deba trabajar la luminaria y mantener la temperatura de la lámpara dentro de los límites de funcionamiento. Todo esto sin perder de vista aspectos no menos importantes como la economía o la estética.

⁸ <http://edison.upc.edu/curs/llum/lampara-luminaria/luminaria.html>

4.4.1 Clasificación según las características ópticas de la lámpara.

Una primera manera de clasificar las luminarias es según el porcentaje del flujo luminoso emitido por encima y por debajo del plano horizontal que atraviesa la lámpara. Es decir, dependiendo de la cantidad de luz que ilumine hacia el techo o al suelo. Según esta clasificación se distinguen seis clases⁹

Gráfico 13. Clasificación CIE según la distribución de la luz

Directa		Semi-directa	
General difusa		Directa-indirecta	
Semi-directa		Indirecta	

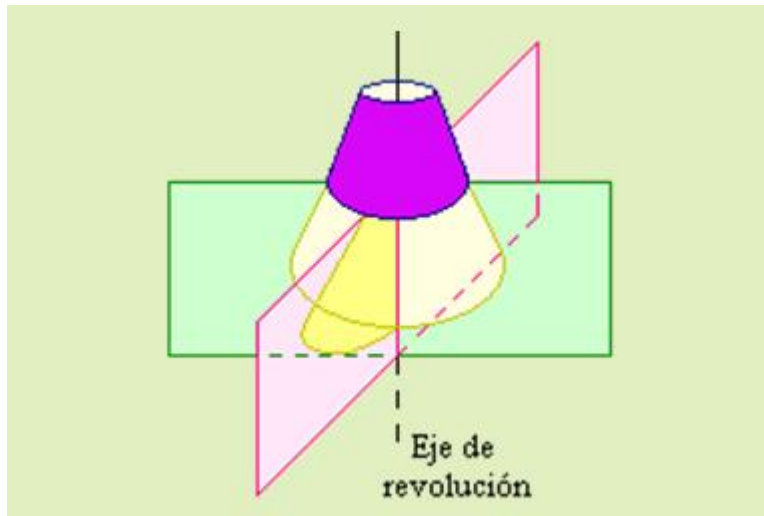
Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/lampara-luminaria/luminaria.html>

Otra clasificación posible es atendiendo al número de planos de simetría que tenga el sólido fotométrico. Así, podemos tener luminarias con simetría de revolución que tienen infinitos planos de simetría y por tanto nos basta con uno de ellos para conocer lo que pasa en el resto de planos (por ejemplo un proyector o una lámpara tipo globo), con dos planos de simetría (transversal y longitudinal)

⁹ <http://edison.upc.edu/curs/llum/iluminacion-exteriores/vias-publicas.html#luminar>

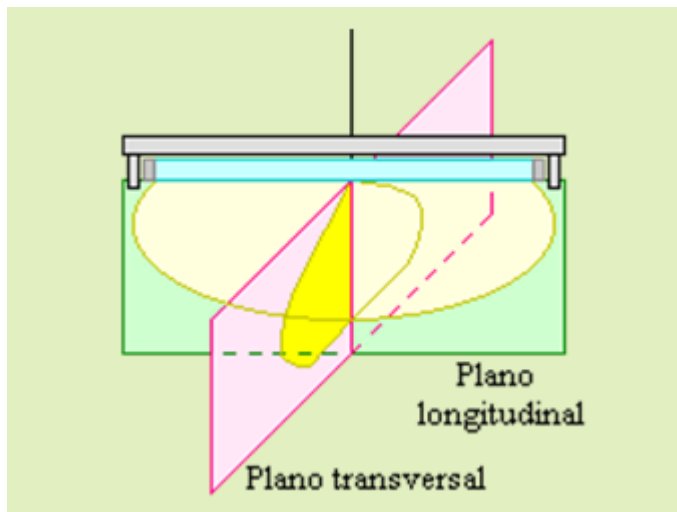
como los fluorescentes y con un plano de simetría (el longitudinal) como ocurre en las luminarias de alumbrado viario.

Gráfico 14. Luminaria con infinitos planos de luminarias



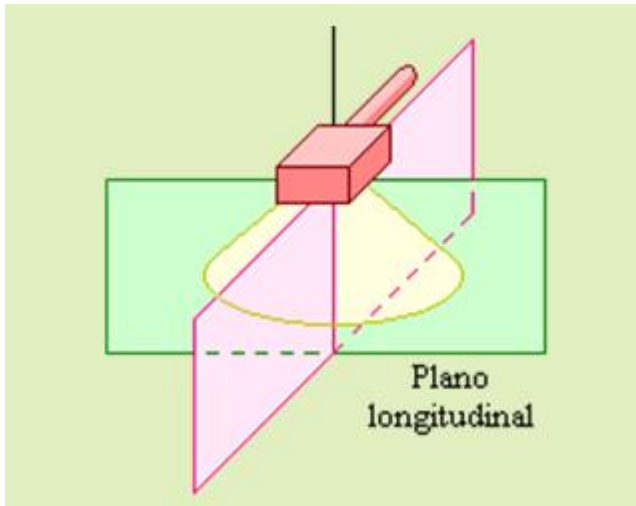
Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/lampara-luminaria/luminaria.html>

Gráfico 15. Luminaria con dos planos de simetría



Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/lampara-luminaria/luminaria.html>

Gráfico 16. Luminaria con un plano de simetría



Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/lampara-luminaria/luminaria.html>

4.4.2 Clasificación según las características mecánicas de la lámpara

Las luminarias se clasifican según el grado de protección contra el polvo, los líquidos y los golpes. En estas clasificaciones, según las normas nacionales (UNE 20324) e internacionales, las luminarias se designan por las letras **IP** seguidas de tres dígitos. El primer número va de 0 (sin protección) a 6 (máxima protección) e indica la protección contra la entrada de polvo y cuerpos sólidos en la luminaria. El segundo va de 0 a 8 e indica el grado de protección contra la penetración de líquidos. Por último, el tercero da el grado de resistencia a los choques.

4.5 DIALUX

4.5.1 Descripción.

El software DIALux es un programa gratuito que permite realizar diseños de instalaciones de iluminación tanto interior como exterior, está basado y de hecho da la posibilidad de trabajar en conjunto con el software de diseño gráfico AUTOCAD lo cual facilita el proceso de diseño, pues cuando se utiliza ésta opción solo es necesario cargar el diseño de la edificación en el DIALux y sobre este realizar el diseño de la instalación de iluminación. Otras de las aplicaciones más importantes de DIALux consisten en que permite visualizar en gráficos tridimensionales los diagramas polares de la distribución luminosa de las luminarias utilizadas, representa gráficamente por medio de colores y líneas los niveles de iluminancia en la edificación y permite calcular los niveles de deslumbramiento o UGR, etc.

Aunque el software cuenta con muchos parámetros ya establecidos para su funcionamiento, posee la importante característica de incluir diseños o parámetros propios del usuario como por ejemplo, se puede tomar una fotografía de una superficie e incluirla para su uso en el DIALux, de esta manera se puede estar seguro de que los datos obtenidos en la simulación sean lo más cercanos posible a los efectos reales que se presentarán una vez instalado el sistema de iluminación diseñado. También es posible mediante las figuras básicas (cubos, triángulos, cilindros) construir objetos propios y almacenarlos para su uso posterior, o simplemente se puede cargar un objeto tridimensional hecho en AUTOCAD e importarlo a DIALux. La manera en que DIALux modela sus luminarias y lámparas es a través de catálogos interactivos otorgados por los fabricantes de las mismas; en estos catálogos basta con seleccionar el tipo de aplicación de la instalación, tales como comercial, industrial, residencial o

decorativa y aparecerán toda una gama de luminarias disponibles junto con sus datos luminotécnicos. Éstas luminarias se pueden insertar en la edificación bien sea una por una o se puede utilizar uno de los asistentes que posee este programa.

Finalmente cuando el diseño de un sistema de iluminación es terminado el programa se encargará de realizar la correcta organización de todos los aspectos del diseño en forma de documento de formato PDF, son tantos los resultados que entrega que se debe seleccionar de una gran lista los requeridos para la presentación del diseño según el tipo de parámetros medidos, aunque por supuesto algunos resultados son imprescindibles en la presentación del documento final.³⁶

4.5.2 Diseño de instalaciones de iluminación interior utilizando DIALUX.

El software DIALux está dividido en 2 aplicaciones, DIALux light y DIALux professional. La aplicación Light como su nombre lo indica (liviano o ligero) sirve para el asesoramiento básico en un diseño de iluminación sencillo en cuanto a la simplicidad geométrica de la edificación a iluminar, mientras que la aplicación Professional permite una mejor determinación de los parámetros que definen el diseño de un sistema de iluminación. Aunque ambas aplicaciones sugieren soluciones al momento de determinar el número de luminarias requeridas para proveer una iluminancia promedio, la mejor opción es proponer y simular el resultado obtenido mediante el cálculo manual, ya que en definitiva el propósito de utilizar el software es la facilidad y la rapidez con la que se realizan los cálculos mas no esperar a que el software solucione el problema. Debido a que la aplicación Light es considerada un asistente mas que un software de diseño, el estudio de este proyecto se hará sobre la aplicación Professional.

Para realizar un proyecto utilizando DIALux Professional se cuentan con 3 opciones:

1. Empezar un proyecto nuevo desde cero, en el cual se deben tener en cuenta las características físicas del local tales como escaleras, escalones, plataformas, vigas y columnas, etc. Luego de diseñar el nuevo local con estas características se procede a diseñar el sistema de iluminación sobre este mismo.
2. Crear un proyecto nuevo con el asistente de DIALux en el cual solo se deben especificar las características geométricas del local, además algunas configuraciones geométricas preestablecidas para ciertos tipos de local.
3. Utilizar un plano o edificación diseñado en AUTOCAD y cargarlo en DIALux, y utilizando éste como referencia se crea el nuevo local. Luego de terminado el diseño, hacer las debidas correcciones y obtenidos todos los datos luminotécnicos del diseño, la información de éstos aspectos y muchos otros será organizada en un documento formato PDF para su impresión y presentación; es decir, no hace falta hacer un trabajo escrito adicional detallando las características del diseño que se acaba de realizar.

4.5.2.1 Interfaz de DIALux profesional. Antes de comenzar con el diseño de una instalación de iluminación utilizando este software, es de suma importancia entender la manera en la que éste entrega la información y la manera en la que se deben ingresar y manipular todo tipo de datos. Para ello, DIALux cuenta con una ventana muy completa con todos los comandos e instrucciones posibles a realizar al momento de crear un nuevo proyecto de iluminación. La interfaz cuenta con 37 diversos botones y está dividida en cuatro áreas: Ventana CAD, barra de herramientas, administrador de proyectos y guía de proyecto.

4.5.2.2 Ventana CAD. En este espacio se puede visualizar la edificación, luminarias y otros objetos que se deseen insertar en el proyecto. Es una de las herramientas más necesarias pues permite observar de manera física como está tomando forma la instalación de iluminación que se desea construir. En esta ventana se pueden realizar todo tipo de modificaciones al local y es la primera fuente de información que se tiene sobre el proyecto y se puede visualizar ya sea en 3D o en 2D.

La principal herramienta para manipular la ventana CAD es el ratón, con el ratón se puede hacer rotar el local, moverlo, utilizar el zoom o desplazarse a través de él. En el botón central del ratón se dispone de la función “PAN” o “Mover”.

También está disponible la función “Zoom” en la ruedecita de los Wheel-Mouse. El botón derecho del ratón es muy importante para el trabajo con DIALux, pues dispone de importantes funciones según el objeto, modo de programa o área de trabajo seleccionados. Además, es posible mover, modificar la escala, girar y seleccionar los objetos disponibles en el local.

5. METODOLOGÍA

Este proyecto está fundamentado en la investigación aplicada ya que para su desarrollo se requiere la aplicación de los conocimientos adquiridos en las asignaturas de Circuitos, iluminación e instalaciones eléctricas.

Una vez establecidos los lineamientos teóricos y técnicos se procederá al desarrollo del proyecto en las siguientes etapas:

- Identificación de las zonas a intervenir para EL diseño del proyecto de iluminación; para dicha identificación se hace necesario conocer la institución a la perfección.
- Presentar propuesta para dicho proyecto; es necesario conocer de las normas y reglamentos que rigen actualmente en el país en la parte de iluminación y lo concerniente a la conservación del medio ambiente.
- Diseño del proyecto de iluminación y aprobación; para diseñar este proyecto se es necesario conocer los puntos a intervenir, las normas y reglamentos actuales.
- Ejecución del proyecto; este proyecto se va a ejecutar dentro de las instalaciones del TECNOLÓGICO PASCUAL BRAVO INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA con recursos propios de los encargados del diseño y ejecución del mismo, se ejecutara bajo normas y reglamentos actuales vigentes teniendo en cuenta la conservación del medio ambiente.

- Este proyecto surge tras la necesidad de la institución de contar con una muy buena iluminación y debido al crecimiento poblacional que actualmente se viene presentando en la institución.

Descripción de actividades

- Reunión con el grupo para compra de materiales 2 días.
- Transporte de materiales 4 días.
- Montaje en patio de redes 4 días.
- Montaje en parqueadero del CIS 5 días.
- Asesorías por parte de asesor asignado por la institución 16 asesorías de 2 horas cada una.
- Investigación sobre normas con empresas publicas de Medellín 5 días.

5.1 TIPO DE ESTUDIO

El tipo de estudio para este proyecto es basado en el mejoramiento y rediseño del sistema de iluminación ya existente.

5.2 TIPO DE PROYECTO

Este proyecto será teórico práctico, ya que en este se encontrara toda la investigación que se hizo basados en los referentes teóricos, y las pautas que se iban a seguir para la realización de este proyecto de iluminación en el TPBIU. Además este proyecto estará enfocado a la práctica debido a que, después de haber hecho el diseño de las luminarias y elementos necesarios para su instalación, se procederá a hacer el debido montaje de estos.

5.3 POBLACIÓN

Este proyecto va dirigido a población estudiantil, docentes y quienes interactúen con estos lugares.

5.4 TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

5.4.1 Fuentes primarias. Entrevistas con expertos de iluminación, asesoría de empresas relacionadas con la parte de iluminación. En este caso con el ingeniero RODRIGO RUEDA experto y asesor en la parte de iluminación y control, para dicha documentación se realizó a través de asesorías constantes y a través de funcionarios de EPM (empresas públicas de Medellín).

5.4.2 Fuentes secundarias: Se acude a la parte desarrollada durante las etapas de estudio en diferentes materias de la tecnología eléctrica las cuales son:

- Iluminación y control
- Circuitos I
- Circuitos II

5.5 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

En patio de redes se tomó como punto de conexión un poste aledaño que se encuentra ubicado al costado noroccidental del patio de redes el cual conduce hacia la vía principal, este punto de conexión se sometió a un potencial de 220v
En parqueadero del CIS se tomó como punto de conexión un poste que está ubicada diagonal al CIS, este punto de conexión se sometió a un potencial de 220v

6. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

Este proyecto consistirá en dar solución a puntos críticos existentes en la institución Universitaria Pascual Bravo los cuales son patio de redes y parqueadero del CIS, los resultados esperados son una mayor iluminación la cual al momento actual en parqueadero del CIS la deficiencia equivale al 100% y con el proyecto quedara al 100% de eficiencia y en patio de redes la deficiencia es de un 60% y quedara mejorada al 100%.

Este proyecto se desarrollara:

- En parqueadero del CIS se instalaran 2 reflectores tipo led o sodio de 250w, depende del costo al momento de la instalación, preferible mente tipo led, 2 postes de 8 mts en concreto, fibra de vidrio, metálico o en madera depende del costo al momento de la instalación; en patio de redes 4 lámparas de sodio de 70w, y 2 reflectores de sodio de 250w.
- El diseño será aplicado para la iluminación del parqueadero del CIS, el cual en la actualidad no cuenta con iluminación, también se aplicara en patio de redes el cual en la actualidad cuenta con una iluminación del 60% y se hace necesario su intervención.

7. CONCLUSIONES

- Este proyecto se desarrollo acogíéndose al reglamento (RETILAP) y para el cual se recibió la asesoría correspondiente.
- Para el desarrollo de este proyecto se cumplió con el cronograma acordado con el grupo.
- Este proyecto se realizo a través de varios medios uno de ellos fue el uno del programa Dialux 4.10.0.2 el cual fue de gran ayuda para los diferentes cálculos.

8. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los docentes y estudiantes que vayan hacer uso de este proyecto estar actualizados en las normas técnicas que existen en el RETILAP debido a que el reglamento se va actualizando, apareciendo así nuevas normas o reforma a una ya existente.
- Se sugiere a los estudiantes que vayan a utilizar este proyecto como guía para algún trabajo o proyecto ver los anexos todas las especificaciones técnicas de cada uno de sus elementos, así como también las normas constructivas con las que se realizaron los diseño y montajes .

BIBLIOGRAFÍA

- GILBERTO ENRIQUEZ HARPER
El ABC del alumbrado de las instalaciones eléctricas en baja tensión.
2da edición.
MEXICO: Limusa, 2004 351.P.1

- Ministerio de minas y energía.
Alumbrado público exterior: guía didáctica para el buen uso de la energía.
Colombia. Unidad de planeación minero energética.
Bogotá; UPME. 2007. 28.p.

CIBERGRAFÍA

- www.bekolite.com/spanis/historia_iluminacion.htmlhttp://es.wikipedia.org/wiki/Iluminaci%C3%B3n_f%C3%ADsica
- <http://edison.upc.edu/curs/llum/iluminacion-interiores/conceptos-alumbrado-interior.html>
- <http://edison.upc.edu/curs/llum/iluminacion-exteriores/index.html>
- http://www.upme.gov.co/Docs/Alumbrado_Publico.pdf (URE)
- <http://edison.upc.edu/curs/llum/iluminacion-exteriores/vias-publicas.html>
- http://edison.upc.edu/curs/llum/fotometria/magnitudes-unidades.html#Flujo_lum
- <http://edison.upc.edu/curs/llum/iluminacion-exteriores/vias-publicas.html>
- <http://edison.upc.edu/curs/llum/lampara-luminaria/luminaria.html>
- <http://edison.upc.edu/curs/llum/iluminacion-exteriores/vias-publicas.html#luminar>

ANEXOS

ANEXO A. Iluminación patio de redes y parqueadero del CIS

ANEXO B. Normas de EPM