

DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA DEL BLOQUE E
DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

IVÁN DARÍO LONDOÑO ARIAS
JORGE ANDRÉS HERRERA MARÍN

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
PEREIRA
2013

DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA DEL BLOQUE E
DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

IVÁN DARÍO LONDOÑO ARIAS
JORGE ANDRÉS HERRERA MARÍN

Proyecto de grado
Para optar al título de
Tecnólogo en Electricidad

Director:
Santiago Gómez Estrada
Ingeniero Electricista
Director Programa de Tecnología Eléctrica

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
PEREIRA
2013

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

DEDICATORIA

A mi madre Julieta Arias López (QED), a mi padre Ernesto Aly Londoño, a mi hermano Diego Fernando Londoño Arias y a mi tía Berlid López de Jesús Loaiza porque siempre me han apoyado y por creer en mí en todo momento, a mi familia y amigos porque siempre han estado a mi lado ayudándome a salir adelante en toda ocasión y en cada momento difícil.

A mis compañeros de estudio con los cuales transité en esta etapa y compartí tantos momentos obteniendo grandes experiencias permitiéndome ser parte de sus vidas, compartir sus sueños y hacer parte del mío, a todos los profesores que dieron de si para que pudiera obtener los conocimientos necesarios para mi carrera y poder ser un buen profesional.

Iván Darío Londoño Arias

A mis padres quienes con mucho cariño, amor y ejemplo han hecho de mí una persona con valores, aportante a la sociedad, con el objetivo de ser cada día mejor, lleno de sueños y su apoyo en cada meta que traza mi vida.

A mis hermanos que sin su apoyo no sería posible lograr un sueño que hoy compartimos juntos. A las personas que indirectamente han contribuido a que este sueño pudiera ser realidad.

A mis profesores de docencia y universitarios que durante mi infancia y hasta el día de hoy han entregado todos sus conocimientos para contribuir a un tejido social mejor del cual me siento orgulloso de ser parte.

A mis compañeros de estudio que durante tantas horas compartimos todos con el mismo objetivo y que por ende contribuyeron en lograr este objetivo.

Jorge Andrés Herrera Marín

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios ante todo, por habernos dado la vida y habernos permitido culminar esta etapa de nuestras vidas.

A mis compañeras, Yara lucía Arango Marín y Juliana Gálvez Ramírez, quienes brindaron su aporte para el desarrollo de este proyecto, al ingeniero Santiago Gómez Estrada quien como director y maestro siempre nos apoyó brindándonos parte de su tiempo y de sus conocimientos durante todo este proceso.

CONTENIDO

pág

1	NORMATIVIDAD DEL ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	18
1.1	NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 2050.....	18
1.2	REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO RETILAP.....	19
1.3	NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION NFPA 70.....	21
1.4	NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1700.....	22
2	CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA.....	24
2.1	TIPOS DE ILUMINACIÓN.....	24
2.1.1	Iluminación permanente.....	24
2.1.2	Iluminación no permanente.....	24
2.1.3	Iluminación combinada.....	24
2.2	ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	25
2.2.1	Alumbrado de emergencia permanente.....	25
2.2.2	Alumbrado de emergencia no permanente.....	26
2.3	SISTEMAS DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	26
2.3.1	Sistema de la luminaria independiente estándar.....	26
2.3.2	Sistema de luminaria independiente.....	27
2.4	CLASIFICACIÓN ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	28
2.4.1	Alumbrado de reemplazo.....	29
2.4.2	Alumbrado de seguridad.....	29
2.4.2.1	Alumbrado de evacuación.....	29
2.4.2.2	Alumbrado de ambiente o anti-pánico.....	29
2.4.2.3	Alumbrado en zonas de alto riesgo.....	29
2.5	LUGARES DE INSTALACIÓN DEL ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	30
2.6	BATERÍAS.....	31
2.6.1	Tipos de baterías usadas en luminarias de emergencia.....	32
2.6.1.1	Baterías de níquel y cadmio.....	32
2.6.1.2	Baterías de níquel metal hidrido.....	32
2.6.1.3	Batería de plomo.....	32

2.6.2	Mantenimiento de las baterías.....	33
2.6.3	Vida útil de las bateras de plomo.....	33
2.7	MODELOS DE LUMINARIAS PARA EL ALUMBRADO DE EMERGENCIA	33
2.7.1	Luminarias halógenas	33
2.7.1.1	Luminaria de emergencia R2.....	34
2.7.1.2	Luminaria halógena LAM-500.....	34
2.7.1.3	Luminaria de emergencia ModelPar-1	35
2.7.2	Luminarias autónomas	35
2.7.2.1	Luminaria de emergencia de 44 LEDs.....	35
2.7.2.2	Luminaria de emergencia de 48 LEDs.....	36
2.7.2.3	Luminaria de emergencia LE200	36
2.7.2.4	Luminaria de emergencia con señalizador de GX16 PL	37
3	DISEÑO DE LA ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA EN EL EDIFICIO E DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA.....	38
3.1	ACTUALIZACIÓN DE PLANOS Y CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES EN EL BLOQUE E	38
3.1.1	PLANTA ELÉCTRICA Y SUBESTACIÓN.....	38
3.1.1.1	Planta eléctrica	38
3.1.1.2	Subestación	41
3.1.2	CLASIFICACIÓN Y ACTUALIZACIÓN PRIMER PISO.....	44
3.1.3	Clasificación y actualización segundo piso.....	46
3.2	DISEÑO DE LA ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA.....	49
3.2.1	Iluminación de emergencia primer piso	51
3.2.2	Iluminación de emergencia segundo piso	57
3.2.3	Calculo de regulación	66
3.3	Presupuesto de la iluminación de emergencia.....	67
4	CONCLUSIONES	68
5	BIBLIOGRAFÍA	69

LISTA DE TABLAS

	pág
Tabla 1. Clasificación primer piso	44
Tabla 2. Clasificación pasillos primer piso	45
Tabla 3. Clasificación segundo piso.....	47
Tabla 4. Clasificación pasillos segundo piso.....	48
Tabla 5. Regulación y protección para el primer piso	67
Tabla 6. Regulación y protección para el segundo piso.....	67
Tabla 7. Presupuesto.....	67

LISTA DE FIGURAS

	pág
Figura 1 Tipos de iluminación de emergencia	25
Figura 2 Conexión sistema de alumbrado independiente estándar	27
Figura 3 Conexión sistema de alumbrado independiente	28
Figura 4 Clasificación alumbrado de emergencia	28
Figura 5 Iluminación de emergencia en puertas	30
Figura 6 Iluminación de emergencia en cruces.....	30
Figura 7 Iluminación de emergencia en escaleras.....	30
Figura 8 Iluminación de emergencia en lugares especiales	30
Figura 9 Iluminación de emergencia en tableros de distribución	31
Figura 10. Luminaria de emergencia R2.....	34
Figura 11. Luminaria de emergencia LAM-500.....	34
Figura 12. Luminaria de emergencia ModelPar-1	35
Figura 13. Luminaria de emergencia de 44 leds.....	36
Figura 14. Luminaria de emergencia de 48 leds.....	36
Figura 15. Luminaria de emergencia LE200	36
Figura 16. Luminaria de emergencia GX16 PL.....	37
Figura 17 Ubicación planta eléctrica	39
Figura 18 Constitución planta eléctrica	40
Figura 19 Tanque de almacenamiento diesel	40
Figura 20 Ubicación subestación	42
Figura 21 Transformador bloque E	42
Figura 22 subestación parte 1.....	43
Figura 23 subestación parte 2.....	44
Figura 24 Clasificación pasillos primer piso	46
Figura 25 Clasificación pasillos segundo piso	49
Figura 26 fotometría luminaria R2.....	50
Figura 27. Ubicación luminarias primer piso	51
Figura 28. Circuitos luminarias primer piso.....	52
Figura 29. Corredor hall de eléctrica.....	53
Figura 30. Corredor laboratorio control	53
Figura 31. Corredor multimedia Tecnología eléctrica	54
Figura 32. Corredor almacén	54
Figura 33. Vista total de los corredores del primer piso	55
Figura 34. Isolíneas corredores primer piso.....	56
Figura 35 Colores falsos primer piso	57
Figura 36. Ubicación luminarias segundo piso	58
Figura 37. Circuitos luminarias segundo piso	58
Figura 38. Pasillo principal segundo piso.....	60

Figura 39.pasillo cafetería profesores.....	60
Figura 40. Pasillos secretarias y direcciones eléctrica.....	61
Figura 41. Pasillo sala de AutoCAD.....	61
Figura 42. Pasillo profesores de matemáticas y tecnología eléctrica.....	62
Figura 43. Pasillo oficinas profesores ingeniería eléctrica	62
Figura 44. Pasillo Oficinas de profesores de dibujo	63
Figura 45 Vista total de los corredores del segundo piso	63
Figura 46. Isolíneas corredores segundo piso	64
Figura 47. Colores falsos corredores de dibujo segundo piso	65
Figura 48. Isolíneas corredor de dibujo segundo piso	65
Figura 49. Colores falsos corredor de dibujo segundo piso	65

LISTA DE CUADROS

	pág
Cuadro 1 Numeral 700-12 corresponde a fuentes de alimentación	18
Cuadro 2 Iluminación de los medios de evacuación (Sección 4.6 NTC 1700).....	22
Cuadro 3. Luces de emergencia (sección 4.7 NTC 1700)	23
Cuadro 8. Especificaciones de la luminaria de emergencia R2 de Sylvania.....	50

LISTA DE ANEXOS

	Pág
ANEXO A. LUMINARIA R2 DE SYLVANIA.	72
ANEXO B. CERTIFICADO DE MANTENIMIENTO PLANTA ELECTRICA.....	73
ANEXO C. INFORME TÉCNICO MANTENIMIENTO	74

GLOSARIO

Caída de tensión: Es la diferencia de potencial que hay entre dos extremos de un circuito por medio de esta se puede saber la pérdida de tensión causada por la resistencia del conductor y otros factores.

Flujo luminoso El flujo luminoso que produce una fuente de luz es la cantidad total de luz emitida o radiada, en un segundo, en todas las direcciones. [21]

Fotometría: Medición de cantidades asociadas con la luz.

Iluminancia La iluminancia o nivel de iluminación de una superficie es la relación entre el flujo luminoso que recibe la superficie y su área. Se simboliza por la letra E, y su unidad es el lux (lx). [21]

Lumen (lm): Unidad de medida del flujo luminoso en el Sistema Internacional (SI). Radiométricamente, se determina de la potencia radiante; fotométricamente, es el flujo luminoso emitido dentro de una unidad de ángulo sólido (un estereorradián) por una fuente puntual que tiene una intensidad luminosa uniforme de una candela [7].

Luminaria: Aparato de iluminación que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o más bombillas o fuentes luminosas y que incluye todas las partes necesarias para soporte, fijación y protección de las bombillas, pero no las bombillas mismas y, donde sea necesario, los circuitos auxiliares con los medios para conectarlos a la fuente de alimentación.[7]

LUX (lx): Unidad derivada del Sistema Internacional de Unidades (SI) para la iluminancia o nivel de iluminación. Equivale a un lm/m^2 . Se usa en fotometría como medida de la intensidad luminosa, tomando en cuenta las diferentes longitudes de onda según la función de luminosidad, un modelo estándar de la sensibilidad a la luz del ojo humano [28].

UL: Underwriters Laboratories INC. Normas esenciales para la confianza y la seguridad pública, para la reducción de costos, la mejora de la calidad y la comercialización de productos y servicios, para que los consumidores puedan disfrutar de un medio ambiente más seguro [25].

Subestación: Conjunto único de instalaciones, equipos eléctricos y obras complementarias, destinado a la transferencia de energía eléctrica, mediante la transformación de potencia [6].

Seccionador: Dispositivo destinado a hacer un corte visible en un circuito eléctrico y está diseñado para que se manipule después de que el circuito se ha abierto por otros medios [6].

RESUMEN

En el bloque E de la Universidad Tecnológica de Pereira, Se identificó la ausencia de un sistema de iluminación de emergencia la cual permita una pronta evacuación del edificio de una forma segura en caso de presentarse una emergencia, brindándole a las personas que allí desarrollan sus actividades una iluminación adecuada para dicha evacuación.

La integración del sistema de iluminación de emergencia en el bloque E con el alumbrado estándar debe cumplir las normas del sistema eléctrico dadas por la NTC 2050, NTC 1700, NFPA 70 y el RETILAP, dicha integración requerirá un diseño confiable que brinde seguridad en casos de emergencia.

Palabras claves: NTC 1700, NTC 2050, NFPA 70, RETILAP, DIALux evo, AutoCAD, iluminación de emergencia, seguridad, rutas de evacuación.

INTRODUCCIÓN

El bloque E de la universidad tecnológica de Pereira no posee un sistema de iluminación de emergencia la cual garantice la seguridad de las personas que allí conviven, esto traería un gran riesgo en el momento de presentarse un acontecimiento que conlleve a un fallo eléctrico en el sistema principal de iluminación, ya que no habría un sistema que garantice la iluminación necesaria para la correcta evacuación del establecimiento educativo. Esto no solo traería un problema de seguridad sino que también traería un problema legal ya que en Colombia rigen diferentes reglamentos y normas nacionales las cuales deben ser cumplidas por los establecimientos.

De acuerdo al REGLAMENTO TECNICO DE ILUMINACION Y ALUMBRADO PUBLICO (RETILAP) [7] debe existir un sistema de iluminación de emergencia para todo edificio que contenga más de 100 personas en hora de la noche, el cual debe estar ubicado en las rutas de evacuación.

En la sección 700 de la NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 2050 y NTC 1700 aparecen las disposiciones que aplican a la seguridad eléctrica de la instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de emergencia.

En la National Fire Protection Association NFPA 70 se establecen los medios necesarios para el diseño y la localización del alumbrado de emergencia. [13]

Al confrontar estas normas y reglamentos nacionales e internacionales los cuales establecen los parámetros a seguir en diseños de un sistema de iluminación de emergencia, se hace notable la importancia de un proyecto que permita resaltar los fallos y las posibles soluciones que se tienen en el bloque E de la Universidad Tecnológica de Pereira.

Este trabajo tiene como objetivo principal realizar el diseño de iluminación de emergencia en el bloque E de la universidad tecnológica de Pereira, dicho bloque está constituido por dos pisos, el primer piso tiene dos entradas principales, también tiene una trasera y una lateral la cual permanece cerrada permanentemente, también consta de 3 escaleras las cuales llevan al segundo piso, en el segundo piso aparte de los tres accesos proporcionados por las escaleras desde el segundo piso se tienen tres posibles salidas al exterior dos de ellas llevan a escaleras y rampas en el exterior la tercera lleva a la parte trasera del edificio y comunica también con el bloque de administrativo.

El bloque de eléctrica consta de diferentes espacios como los son laboratorios, oficinas, aulas de clase, aulas de dibujo, talleres, salas de reuniones y baños en los cuales conviven estudiante, profesores, visitantes, personal administrativo y de seguridad.

En el objetivo general de este proyecto de grado se encuentran cuatro etapas fundamentales que nos permitieron desarrollar el diseño de una forma organizada, estas etapas fueron:

- Realizar una clasificación de actividades en el bloque E de la Universidad Tecnológica de Pereira.
- Elaborar un diseño de la iluminación de emergencia para el bloque E con respecto a la NTC2050, NTC 1700, NFPA 70 y el RETILAP.
- Efectuar la simulación por medio del software DIALux evo, con el fin de determinar la cantidad y ubicación de luminarias que son necesarias para garantizar los niveles de iluminación adecuados.
- Realizar un presupuesto de acuerdo al sistema de iluminación de emergencia requerido en el bloque E.

Para el desarrollo de estas etapas se utilizaron especialmente dos tipos de software de diseño los cuales permitieron la realización del proyecto los cuales fueron el AutoCAD y el DIALux evo.

En la biblioteca de la Universidad Tecnológica de Pereira Jorge Roa Martínez se han encontrado artículos de revistas tales como:

- En la revista Saber Electrónica donde el autor enseñó el diseño de la bombilla utilizada para la iluminación de emergencia, se detallan los materiales, las características, el funcionamiento y el montaje.[20]
- En la revista Mundo Eléctrico, el autor mostró las características que deben cumplir un alumbrado de emergencia, la señalización e iluminación de las rutas de evacuación y la normatividad. [17]
- Diseño del sistema de iluminación de emergencia En el edificio de ciencias ambientales. En este proyecto se da información y los puntos a seguir en un diseño de iluminación de emergencia [2].
- Inspección lumínica en el primer piso del bloque e de la universidad tecnológica de Pereira En este proyecto se menciona la importancia de la implementación de alumbrado de emergencia en cumplimiento normativo dando énfasis en la seguridad brindada con un diseño de emergencia.

1 NORMATIVIDAD DEL ALUMBRADO DE EMERGENCIA

1.1 NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 2050

La norma NTC 2050 (Primera actualización) fue ratificada por el Consejo Directivo el 11 de noviembre de 1998, de acuerdo a esta norma en el capítulo 7 (condiciones especiales), en la cual la sección 700 (sistemas de Emergencia) existen el siguiente numeral para el Alumbrado de Emergencia [5]:

Cuadro 1 Numeral 700-12 corresponde a fuentes de alimentación

El suministro de corriente debe ser tal que, si falla el suministro normal a la edificación o grupo de edificaciones afectadas, o dentro de ellas, el suministro de fuerza de emergencia, el alumbrado de emergencia o ambos, estarán disponibles dentro del tiempo necesario para esas aplicaciones, pero no debe demorar más de 10 segundos. El sistema de suministro para propósitos de emergencia, además de permitir el funcionamiento de los servicios normales del edificio.

Al seleccionar una fuente de alimentación de emergencia hay que tener en cuenta el tipo de actividad desarrollada en el edificio y el tipo de servicio que haya que prestar; por ejemplo, si es de corta duración, como la evacuación de los espectadores de un teatro, o de mayor duración, como suministrar energía para alumbrado y otras aplicaciones durante un periodo indefinido ante una situación anómala debida a una avería producida dentro o fuera de la edificación.

En lugares de reuniones en los que pueda haber más de 1 000 personas o en edificaciones que tengan más de 23 m de altura con cualquiera de las siguientes clases de actividad: educación, residencial, detención y correccional, negocios y comercio, los equipos de las fuentes de alimentación.

a) Baterías.

Las baterías que se utilicen como fuentes de alimentación para sistemas de emergencia deben ser de capacidad nominal de corriente adecuada para alimentar y mantener durante 1,5 horas como mínimo la carga total conectada, sin que la tensión aplicada a la carga caiga por debajo del 87,5 % de la tensión normal.

Las baterías, tanto si son de tipo ácido como alcalino, deben estar diseñadas y construidas de modo que satisfagan las necesidades del servicio de emergencia y que sean compatibles con el cargador que haya instalado en ese sistema en particular.

Para baterías selladas (libres de mantenimiento) no es necesario que la caja sea transparente. Sin embargo, las baterías de plomo ácido a las que haya que añadir agua deben tener cajas transparentes o translúcidas. No se deben utilizar baterías tipo automotriz.

La instalación debe contar con un medio de carga automática de las baterías.

1.2 REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO RETILAP

El 1 de Abril de 2010 entro en vigencia el REGLAMENTO TÉCNICO DE LUMINACIÓN Y ALUMBRADO PUBLICO (RETILAP), mediante la Resolución 181331 de agosto 6 de 2009 expedida por el Ministerio de Minas y Energía [7].

El RETILAP tiene por objeto fundamental establecer los requisitos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación y alumbrado público, tendientes a garantizar: los niveles y calidades de la energía lumínica requerida en la actividad visual, la seguridad en el abastecimiento energético, la protección del consumidor y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos originados, por la instalación y el uso de sistemas de iluminación [7].

En la sección 470.2 del RETILAP se hace referencia a las instalaciones que requieren de alumbrado de emergencia [7]:

Requieren de alumbrado de emergencia las siguientes instalaciones:

- Los edificios de más de 5 pisos o edificios que en cualquier hora de la noche concentren más de 100 personas: deben disponer de al menos un sistema de alumbrado de emergencia, que en caso de falla del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evitar las situaciones de pánico y permitir la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.
- Todo recinto cuya ocupación sea mayor a 100 personas: aplica a recintos con ocupación en horas de la noche o que el recinto y su vía de evacuación a lugar seguro carezca de iluminación natural.
- Recorridos de las rutas de evacuación, desde los orígenes de la evacuación hasta el espacio exterior seguro, siempre que estos sean cerrados con muy bajos aportes de iluminación natural o se requieran en horas de la noche.
- Parqueaderos cerrados o cubiertos cuya superficie construida exceda de 100 m², incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- Zonas de baños en edificios de uso público.
- Lugares en los que se ubican tableros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado.
- Instalaciones que por reglamentaciones especiales requiera de alumbrado de emergencia. Ver norma NFPA75.

En la sección 470.3 del RETILAP se hace referencia a las características de la instalación del alumbrado de emergencia [7]:

La instalación del alumbrado de emergencia deben cumplir los siguientes requisitos:

- Ser fija y estar provista de fuente propia de energía
- Debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse una falla de la alimentación en la instalación de alumbrado normal en las zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia. Se considera como falla de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.
- El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación no debe demorar más de 15 segundos en estar disponibles.
- La instalación cumplirá las condiciones de servicio continuo durante 1, hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar la falla:
- En las vías de evacuación cuyo ancho no exceda de 2 m, la iluminancia horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía. Las vías de evacuación con anchura superior a 2 m pueden ser tratadas como varias bandas de 2 m de anchura, como máximo.
- En los puntos en los que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia horizontal será de 5 luxes, como mínimo.
- Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que contemple, tanto la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias, como al envejecimiento de las bombillas.
- Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las bombillas debe ser 40.
- A los circuitos de alumbrado de emergencia no deben conectarse otros artefactos ni bombillas que no sean los específicos del sistema de emergencia. Sección 700-15 de la Norma NTC 2050.
- Los sistemas de alumbrado de emergencia deben estar diseñados e instalados de modo que la falla de un elemento de los mismos, como una bombilla fundida, no deje a oscuras los espacios que requieran alumbrado de emergencia.
- Cuando el alumbrado normal artificial consista únicamente en bombillas de descarga de alta intensidad, como vapor de mercurio o sodio de alta presión o de halogenuros metálicos, el sistema de alumbrado de emergencia debe estar destinado para que funcione hasta que se restablezca totalmente el alumbrado artificial normal.
- 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 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.

En la sección 470.4-b del RETILAP se hace referencia a la localización de las luminarias de emergencia [7]:

Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada las luminarias deben cumplir las siguientes condiciones:

Se deben situar por lo menos a 2 metros por encima del nivel del suelo.

b) Se debe disponer de una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:

- En las puertas existentes en los recorridos de evacuación.
- En las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa.
- En cualquier otro cambio de nivel.
- En los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos.

1.3 NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION NFPA 70

Según la NFPA 70 todo alumbrado de emergencia deberá incluir los medios necesarios para proporcionar una adecuada iluminación en las salidas, deben contener letreros luminosos de evacuación. Los sistemas de alumbrado de emergencia deberán estar diseñados e instalados de manera que la falta de cualquier elemento de iluminación individual, como la quema de una lámpara, no pueden dejar en la oscuridad total cualquier espacio que requiera alumbrado de emergencia. En caso de iluminación de alta y baja intensidad de descarga se utilizan las luminarias de tipo: sodio, vapor de mercurio, halogenuros metálicos, para esto se utiliza una fuente de iluminación normal, el sistema de alumbrado de emergencia se requiere para operar solamente hasta que la iluminación normal se ha restaurado [12].

Cada luminaria debe estar provista de una batería la cual por norma internacional UL [25], debe tener una autonomía a total potencia de 90 minutos, tiempo en el cual su potencia empieza a decaer hasta los 240 minutos (cuatro horas) cuando se descargan totalmente. La batería luego de que se restablece el fluido de la red pública, se empieza a recargar y en un lapso de 24 horas queda con la totalidad de la carga [17].

Para otorgar una iluminación de emergencia adecuada las luminarias deben tener las siguientes disposiciones [17]:

La instalación se debe hacer por lo menos a dos (2) metros de altura del nivel cero del piso.

Se debe instalar por lo menos una luminaria sobre la puerta o salida en posición que permita identificar un peligro potencial.

En las escaleras donde cada tramo reciba iluminación directa.

En cualquier cambio de nivel o dirección de la ruta de evacuación.

En las intersecciones de pasillos.

La iluminación de emergencia debe cumplir con las siguientes características [17]:

- Estar fija y contar con fuente propia de energía.
- En el circuito de emergencia se puede conectar la línea de alimentación de la iluminación estándar.
- Las baterías que se utilicen como fuente de alimentación para sistemas de iluminación de emergencia, deben tener una capacidad nominal de corriente adecuada para alimentar y mantener durante 90 minutos la carga total. La instalación debe contar con un medio de carga automático de las baterías.
- No se deben instalar baterías tipo automotriz.

1.4 NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1700

La norma NTC 1700 fue ratificada por el Consejo Directivo el 3 Marzo de 1982, de acuerdo a esta norma existen los siguientes numerales para el Alumbrado de Emergencia [8]

Cuadro 2 Iluminación de los medios de evacuación (Sección 4.6 NTC 1700)

4.6.1 La iluminación de los medios de evacuación deberá ser continua durante el tiempo en que las condiciones de ocupación requieran que las vías de escape estén disponibles para su utilización. Deberá emplearse iluminación artificial en los sitios durante los períodos requeridos para mantener la iluminación en los valores mínimos especificados.

4.6.2 Los pisos de los medios de evacuación deberán iluminarse en todos los puntos, incluyendo ángulos e intersecciones de corredores y pasillos, escaleras, rellanos y puertas de salida con no menos de 10 lux medidos en el piso. En auditorios, teatros, salas de concierto, esta iluminación se podrá reducir a 2 lux durante la función.

4.6.3 Toda la iluminación se deberá disponer en tal forma que, si se presenta una falla en la única unidad de iluminación existente en un lugar, ésta no deje en la oscuridad el área servida.

4.6.4 Fuentes de iluminación

La iluminación en las vías de escape deberá suministrarse por medio de una fuente que asegure una confiabilidad razonable, tal como el servicio eléctrico público.

4.6.4.1 No podrán utilizarse unidades de alumbrado portátiles o linternas alimentadas por baterías de cualquier tipo como fuentes principales de iluminación en una vía de escape, pero se podrán utilizar como fuentes de emergencia (véase el numeral 4.7). Ningún material fluorescente o luminiscente se permitirá como sustituto de la fuente de iluminación requerida.

Cuadro 3. Luces de emergencia (sección 4.7 NTC 1700)

4.7.1 Toda edificación deberá proveerse de las facilidades para luces de emergencia en las vías de escape.

4.7.2 El sistema de iluminación de emergencia deberá ser alimentado por dos fuentes independientes de suministro: una tomada de la acometida del edificio y derivada antes del control general de la edificación (después del contador), con circuitos e interruptores independientes de tal forma que, al desconectarse la corriente de los demás circuitos de la edificación ésta quede energizada, y otra tomada de una fuente auxiliar que garantice el funcionamiento del sistema.

4.7.3 Donde el mantenimiento de iluminación dependa de los cambios de una fuente de energía a otra, no deberá haber una interrupción apreciable de la iluminación durante el cambio. Donde la iluminación de emergencia sea proporcionada por un generador operado por un motor primario, a gasolina o diesel (nunca eléctrico), no se permitirá un retardo mayor de 10 s.

4.7.4 La iluminación de emergencia se deberá disponer en tal forma que mantenga el grado de iluminación especificado durante un período mínimo de hora y media, en caso de falla de la iluminación normal.

4.7.5 Todo sistema de iluminación de emergencia deberá ser capaz de entrar en operación en forma automática en cualquier momento.

2 CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

2.1 TIPOS DE ILUMINACIÓN

2.1.1 Iluminación permanente

Son luminarias en las que se alimenta con energía eléctrica, de un modo permanente y en todo momento las lámparas de dichas luminarias de manera que se efectúa al unísono un doble alumbrado, un alumbrado normal y un alumbrado de emergencia [24].

Como las luminarias permanentes siempre están encendidas, se puede comprobar en todo momento que la línea de suministro funciona correctamente. Cuando falla el suministro de energía eléctrica del alumbrado normal y las lámparas son suministradas con energía eléctrica del sistema de emergencia, dichas lámparas están calientes, lo cual propicia el mantenimiento del flujo luminoso sin disminución alguna en el tránsito de un suministro al otro, sobre todo cuando se utilizan lámparas fluorescentes. Se recomienda el empleo de luminarias permanentes, en lugares donde sea necesario asegurar una iluminación ininterrumpida (garajes, ascensores, aulas, etc.).

Hay que tener en cuenta, que el uso ininterrumpido de lámparas obliga a su reposición en menor tiempo (de 4 a 11 meses, cuando se utilizan lámparas fluorescentes), que cuando se emplean otros sistemas. Si no se realiza un adecuado programa de mantenimiento, entre la 3.000 a 8.000 horas de vida de las lámparas (tubos fluorescentes), estas pueden quedar inutilizadas, propiciando la ausencia de alumbrado de emergencia durante el tiempo en que se procede a su renovación [24].

2.1.2 Iluminación no permanente

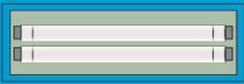
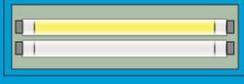
Son luminarias que solo se activan cuando la alimentación del alumbrado normal y el de la planta de energía fallan o cuando el suministro de energía eléctrica, disminuye por debajo del 70%.

2.1.3 Iluminación combinada

Son luminarias que disponen de dos o más lámparas que permiten alimentar parte de ellas con energía eléctrica para el alumbrado de emergencia y la otra parte conectadas al suministro del alumbrado normal, de manera que parte de las lámparas permanecen encendidas en todo momento mientras hay suministro de energía eléctrica al alumbrado normal y la otra parte solo se encienden cuando falla dicho suministro eléctrico del alumbrado normal. Las luminarias combinadas se pueden utilizar para señalar de un modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de locales [24].

Las luminarias combinadas, pueden ser encendidas o apagadas, a voluntad, cuando el suministro eléctrico se hace con la iluminación normal, esta disponibilidad es muy útil cuando se pretende evitar consumos innecesarios. También existen luminarias combinadas, en las que no es posible regular este encendido o apagado a voluntad ya que permanecen permanentemente encendidas. Cuando se agota la lámpara suministrada con energía eléctrica del alumbrado normal, siempre queda la opción de que funcione la lámpara conectada al sistema eléctrico de emergencia [24].

Figura 1 Tipos de iluminación de emergencia

	CON TENSIÓN DE RED	SIN TENSIÓN DE RED
PERMANENTE		
NO PERMANENTE		
COMBINADA		

2.2 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

2.2.1 Alumbrado de emergencia permanente

El suministro de energía en este tipo de alumbrado es completamente independiente de la red eléctrica (excepto cuando se cargan las baterías) y está formado por baterías recargables por la red principal y de funcionamiento seguro. Cada luminaria tiene su propia batería que, en situación normal, está conectada de una manera “flotante” con la red eléctrica. En caso de una falla en la red eléctrica, las baterías entran automáticamente en acción. Si se restablece el servicio normal, las baterías vuelven a recargarse. Este sistema es el más fiable: cada bombilla sigue funcionando incluso durante un incendio o aunque se desintegren los cables de distribución [7].

2.2.2 Alumbrado de emergencia no permanente

Este tipo de alumbrado opera con una planta generadora para emergencia o un centro de baterías que automáticamente entran en acción durante una falla de suministro normal de energía. La desventaja del sistema provisto de planta de emergencia es que necesita mantenimiento periódico. Otro inconveniente es que depende de la red de alumbrado existente para la distribución de energía de emergencia y, por consiguiente, ésta puede ser fácilmente interrumpida en caso de incendio, daño en la infraestructura del edificio, etc [7].

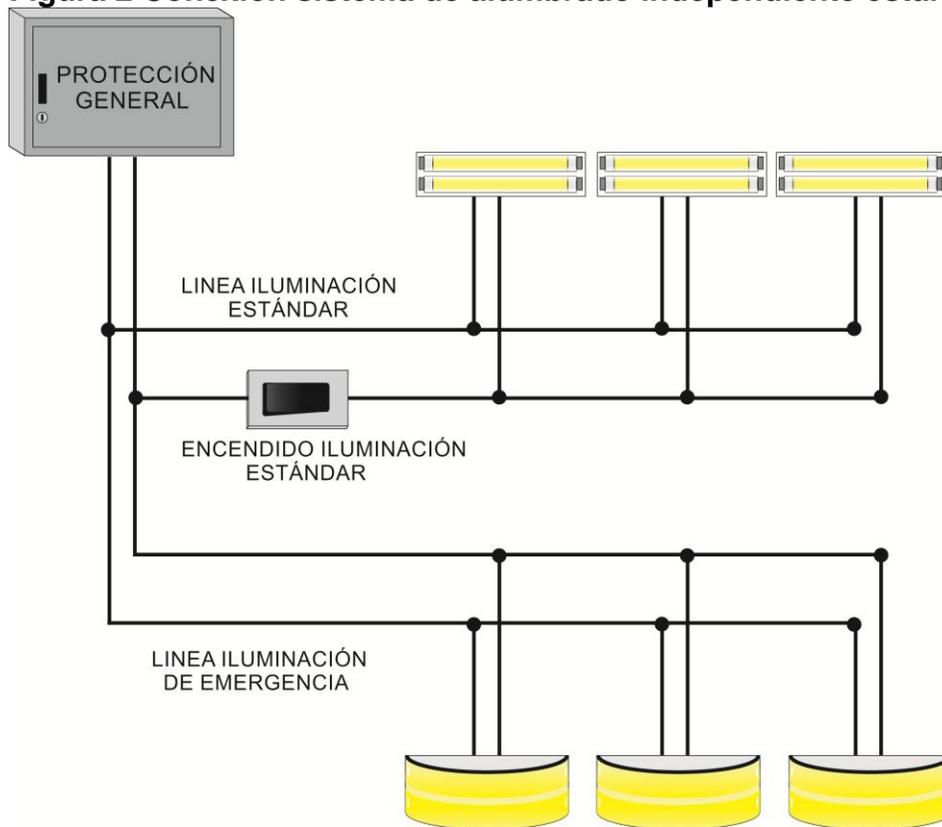
2.3 SISTEMAS DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Hay dos tipos de alumbrado de emergencia, ambos tienen diferentes características que permiten adaptarse al alumbrado que se requiere, el primero es el alumbrado independiente estándar que funciona de forma automática en caso del faltar el fluido eléctrico, el segundo es el sistema independiente, su activación es manual ya que funciona con códigos led's para programar su funcionamiento; a continuación se describe cada uno de ellos.

2.3.1 Sistema de la luminaria independiente estándar

Esta clase de sistema utiliza luminarias con baterías integradas, circuitos de carga y detección de la alimentación de red; además, garantiza una respuesta de conmutación autónoma en una emergencia. Se puede equipar a cada zona con una o más luminarias, lo que garantiza la iluminación on durante las emergencias gracias a la reserva de potencia almacenada en sus baterías. Dada su forma de funcionamiento, las luminarias de emergencia no requieren líneas dedicadas, ya que se alimentan a través de las líneas estándar y, durante los apagones, obtienen la energía que necesitan para funcionar de las baterías cargadas. Los kits de conversión se incluyen con las luminarias independientes, para alimentar tubos fluorescentes dentro de las luminarias para la iluminación estándar durante emergencias [18].

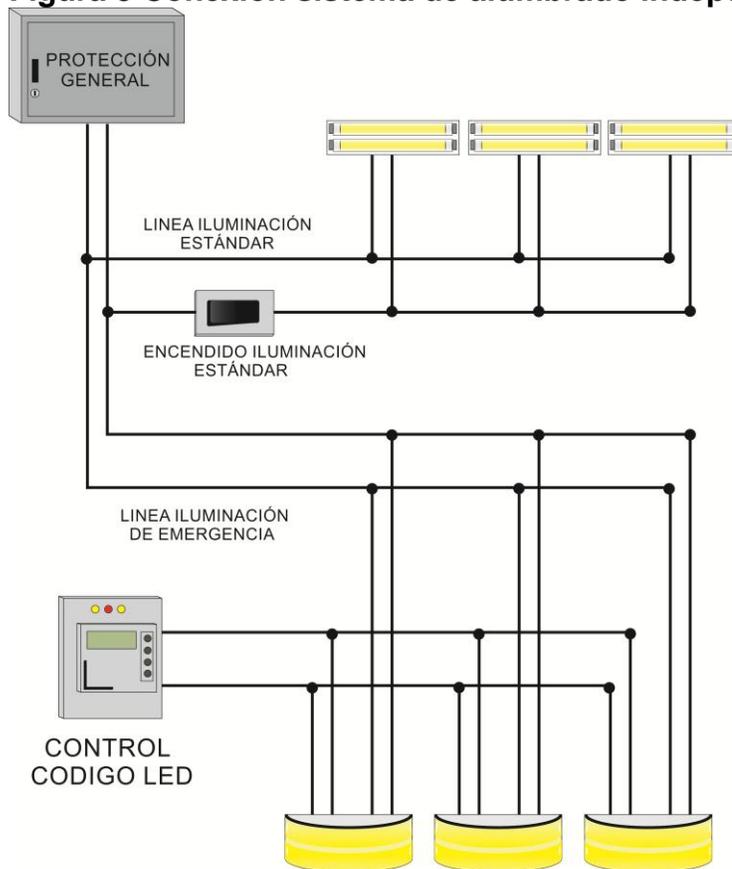
Figura 2 Conexión sistema de alumbrado independiente estándar



2.3.2 Sistema de luminaria independiente

Este sistema utiliza un control remoto el cual puede realizar algunas operaciones cuando el suministro eléctrico esté activado, como por ejemplo sincronizar pruebas y a su vez se pueden realizar pruebas manuales instantáneas de funcionamiento [18].

Figura 3 Conexión sistema de alumbrado independiente



2.4 CLASIFICACIÓN ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Figura 4 Clasificación alumbrado de emergencia



2.4.1 Alumbrado de reemplazo

Es aquel que toma todo o una parte de la iluminación normal, su duración no es determinada ya que tiene como fin, permitir la continuidad de las actividades normales en caso de corte del suministro eléctrico [3].

2.4.2 Alumbrado de seguridad

Diseñado para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona. Este deberá entrar en funcionamiento cuando la tensión llegue al 70% del valor nominal. De este tipo de alumbrado se despliegan otros así [18]:

2.4.2.1 Alumbrado de evacuación

Este alumbrado debe garantizar una evacuación rápida y segura de las personas a través de los medios de escape, facilitando además las maniobras de seguridad e intervenciones de auxilio. Su aplicación está estrechamente relacionada con los objetivos de la protección contra incendios. Para lograr este objetivo es indispensable, además de un alumbrado mínimo, disponer de una clara señalización de puertas y circulaciones. Estas señales deben ser inteligibles desde la mayor distancia a la cual nos podemos encontrar dentro del edificio [1].

2.4.2.2 Alumbrado de ambiente o anti-pánico

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos. El alumbrado ambiente o anti- pánico deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista [26].

2.4.2.3 Alumbrado en zonas de alto riesgo

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar la seguridad de las personas ocupadas en actividades potencialmente peligrosas o que trabajan en un entorno peligroso. Permite la interrupción de los trabajos con seguridad para el operador y para los otros ocupantes del local.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo el tiempo necesario para abandonar la actividad o zona de alto riesgo [26].

2.5 LUGARES DE INSTALACIÓN DEL ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Figura 5 Iluminación de emergencia en puertas



Sobre toda puerta en el recorrido de evacuación y especialmente en las salidas principales de la edificación.

Figura 6 Iluminación de emergencia en cruces



En los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos de las vías de evacuación.

Figura 7 Iluminación de emergencia en escaleras



En cada tramo de escaleras y en cualquier otro cambio de nivel, de modo que reciba iluminación directa.

Figura 8 Iluminación de emergencia en lugares especiales



Cerca de los equipos que proporcionen ayuda en cualquier tipo de emergencia como lo son extintores, mancuernas y botiquines médicos.

Figura 9 Iluminación de emergencia en tableros de distribución



Cerca de tableros de distribución y de iluminación.

Nota: las figuras fueron tomadas de la referencia [11]

2.6 BATERÍAS

Una batería es un recipiente el cual contiene placas metálicas sumergidas en un ácido, esta genera electricidad a través de reacciones químicas.

Las baterías tienen dos polos, uno positivo (+) y otro negativo (-). Los electrones (de carga negativa) corren del polo negativo hacia el polo positivo, o sea, son recogidos por el polo positivo. A no ser que los electrones corran del polo negativo hacia el polo positivo, la reacción química no ocurre. Esto significa que la electricidad solo es generada cuando se le liga una carga [4].

La unidad básica de este sistema se denomina celda o elemento, reservando el nombre de batería a la unión de dos o más celdas conectadas en serie, paralelo o ambas formas, para conseguir la capacidad y tensión deseadas [4].

La celda está constituida por los siguientes componentes básicos [14]:

- Electrodo.
- Electrolito.
- Separadores.
- Elemento.

2.6.1 Tipos de baterías usadas en luminarias de emergencia

Hay diferentes tipos de baterías usadas en iluminación de emergencia, cada una de ellas tienen especificaciones diferentes como se muestra a continuación.

2.6.1.1 Baterías de níquel y cadmio

Las baterías de Níquel y Cadmio (NiCd) son unas de las baterías más comunes en el mercado. En estas baterías, el polo positivo y el polo negativo se encuentran en el mismo recipiente, el polo positivo es cubierto con hidróxido de Níquel y el polo negativo es cubierto de material sensible al Cadmio. Son ambos aislados por un separador [4].

Las baterías NiCd van perdiendo su tiempo de vida. De cada vez que son recargadas el período entre los cargamentos se van envejeciendo. El voltaje del NiCd tiende a caer abruptamente, quedando descargadas de un momento para otro después de un período considerable de utilización [4].

2.6.1.2 Baterías de níquel metal hidrido

Las baterías de Níquel metal hidrido (NiMH), que usan Hidrógeno en su proceso de producción de energía, han nacido en los años 70 de las manos del químico Stanford Ovshinsky, pero solo recientemente fueron redescubiertas para los teléfonos móviles. La inusual tecnología de las NiMH permite el almacenamiento de mucho más energía. Típicamente, consigue almacenar alrededor de 30% más energía que una NiCd de idéntico tamaño, aunque algunos digan que este número está subestimado. Estas baterías tampoco usan metales tóxicos, por lo que se consideran amigas del ambiente. Muchas de estas baterías son hechas con metales como el Titanio, el Zirconio, el Vanadio, el Níquel y el Cromo, y algunas empresas japonesas han experimentado, incluso, otros metales como el raro Lantano. Este detalle torna las baterías NiMH mucho más caras que las NiCd [14].

2.6.1.3 Batería de plomo

Acumulador de energía eléctrica, está formado por placas de plomo alternadas con otras de dióxido de plomo, las cuales están separadas por un elemento empapado en ácido sulfúrico diluido en agua destilada, llamado electrolito. Cada pareja de esas placas genera una tensión de 2 Volts. Como la conjuración típica es de 12 Volts, se requieren 6 pares de las mencionadas placas para alcanzar la tensión de 12 Volts. Dependiendo de la superficie total de las placas, la batería

alcanzara una determinada capacidad, cuya unidad de medida es Ampere-Hora (Ah).

2.6.2 Mantenimiento de las baterías

Las baterías de plomo no requieren mantenimiento solo se tiene en cuenta la vida útil de las mismas; para el mantenimiento de las baterías de Ni -Cd se recomienda realizar tests para verificar el estado de las baterías revisando su correcto funcionamiento al momento del corte de energía [4].

2.6.3 Vida útil de las baterías de plomo.

Las baterías de plomo sufren auto-descargas que oscilan aproximadamente entre 7% y el 8% de su capacidad por mes. Si se dejan las baterías en stand-by por dos meses, estas habrán perdido un 15% de su capacidad almacenada.

El régimen de auto-descarga es variable según la temperatura; a mayor temperatura mayor descarga. La vida útil de una batería también está afectada por la temperatura, a mayor temperatura mayor velocidad de envejecimiento. A partir de los 23 °C y por cada 9 °C de incremento de la temperatura la vida útil puede acortarse a la mitad [23].

2.7 MODELOS DE LUMINARIAS PARA EL ALUMBRADO DE EMERGENCIA

En el mercado hay diferentes clases de luminarias de emergencia las cuales tienen unas características determinadas que permiten adaptarse a cualquier tipo de necesidad ya sea por el tipo de iluminación o por la zona donde serán instaladas, a continuación veremos algunas luminarias autónomas y halógenas junto con sus características dadas por sus fabricantes.

2.7.1 Luminarias halógenas

Las luminarias halógenas son una derivación de las lámparas incandescentes, en la que el vidrio se sustituye por un compuesto de cuarzo, que soporta mejor el calor lo que permite, lámparas de menor tamaño que soportan potencias altas y los gases se encuentran en equilibrio químico, mejorando el rendimiento del filamento y aumentando su vida útil.

Algunas de estas lámparas funcionan a baja tensión (por ejemplo 12 Volts), por lo que requieren de un transformador para su funcionamiento. La lámpara halógena tiene un rendimiento mejor que la incandescente: 18 lm/W y su vida útil se aumenta de las 2 000 a las 4 000 horas de funcionamiento [10].

2.7.1.1 Luminaria de emergencia R2

Las especificaciones son tomadas de [22]:

- Fabricante: Sylvania.
- Tensión: 120 V.
- Tiempo de operación: 90 minutos.
- Tipo de batería: Plomo.
- Luminarias: 2.
- Potencia por luminaria: 5,4 W.

Figura 10. Luminaria de emergencia R2



Nota: Figura tomada de la referencia [22].

2.7.1.2 Luminaria halógena LAM-500

Las especificaciones son tomadas de [19]:

- Fabricante: Electrónica Steren S.A.
- Tensión: 120 V.
- Batería: 6 V.
- Tiempo de respuesta: 1 s.
- Tiempo de carga: 24 horas.
- Temperatura de operación: -10 °C a 50 °C
- Duración autónoma: 17 horas.

Figura 11. Luminaria de emergencia LAM-500



Nota: Figura tomada de la referencia [19].

2.7.1.3 Luminaria de emergencia ModelPar-1

Las especificaciones son tomadas de [15]:

- Fabricante: Philips.
- Tensión: 120 V.
- Tiempo de operación: 90 minutos.
- Tensión de la batería: 6 V.
- Luminarias: 2.
- Potencia por luminaria: 5,4 W.
- Operación automática.

Figura 12. Luminaria de emergencia ModelPar-1



Nota: Figura tomada de la referencia [15].

2.7.2 Luminarias autónomas

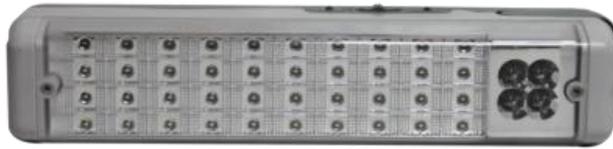
Las luminarias autónomas tienen un funcionamiento mínimo de 1,5 horas cumpliendo con la NTC 2050 [7] y su autonomía es del 90% del flujo luminoso inicial de emergencia, su encendido es automático ante un corte de energía; existen diferentes clases de luminarias como son [27]:

2.7.2.1 Luminaria de emergencia de 44 LEDs

Las especificaciones son tomadas de [9]:

- Fabricante: Excelite.
- Voltaje 110-240v
- Frecuencia 50/60 Hz
- Potencia nominal 4w
- Flujo luminoso 80 lúmenes
- Vida útil 30.000 horas
- Duración de funcionamiento
- 8 horas carga completa
- Tiempo de recarga entre 16 – 24 horas

Figura 13. Luminaria de emergencia de 44 leds



Nota: Figura tomada de la referencia [9].

2.7.2.2 Luminaria de emergencia de 48 LEDs

Las especificaciones son tomadas de [9]:

- Fabricante: Excelite.
- Voltaje 110-240v
- Frecuencia 50/60 Hz
- Potencia nominal 5w
- Flujo luminoso 100 lúmenes
- Vida útil 30.000 horas
- Duración de funcionamiento 8 horas carga completa
- Tiempo de recarga entre 16 – 24 horas

Figura 14. Luminaria de emergencia de 48 leds



Nota: Figura tomada de la referencia [9].

2.7.2.3 Luminaria de emergencia LE200

Las especificaciones son tomadas de [10]:

- Fabricante: Gamasonic.
- Potencia: 18 W.
- Autonomía: 5 horas.
- Color Luz: 6500 K.
- Color: Blanco.
- Indicador de carga.
- Pulsador para prueba.

Figura 15. Luminaria de emergencia LE200



Nota: Figura tomada de la referencia [10].

2.7.2.4 Luminaria de emergencia con señalizador de GX16 PL

Las especificaciones son tomadas de [10]:

- Fabricante: Gamasonic.
- Potencia: 2,5 W.
- Autonomía: 4,5 horas.
- Color: Blanco.
- Batería: Níquel Cadmio.
- Versión con 38 LEDs de alto brillo permanente.
- Pulsador para prueba.
- Indicadores de línea, carga y nivel de batería.
- Llave de encendido y selección de nivel de luz.

Figura 16. Luminaria de emergencia GX16 PL



Nota: Figura tomada de la referencia [10].

3 DISEÑO DE LA ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA EN EL EDIFICIO E DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

En el bloque E de la Universidad Tecnológica de Pereira, Se identificó la ausencia de un sistema de iluminación de emergencia el cual debe actuar de acuerdo a la siguiente secuencia: al presentarse una falla en el suministro eléctrico, se tendrá que activar la planta eléctrica, si por algún motivo esta también fallara deberá de entrar en funcionamiento el alumbrado de emergencia.

La integración del sistema de iluminación de emergencia en el bloque E con el alumbrado estándar debe cumplir las normas del sistema eléctrico dadas por la NTC 2050, NTC 1700, RETIE, RETILAP y la NFPA, dicha integración requerirá un diseño confiable que brinde seguridad en casos de emergencia o ausencia eléctrica.

Se consideraron las siguientes etapas para el desarrollo del diseño del alumbrado de emergencia:

- Actualización de los planos del bloque E.
- Clasificación de actividades.
- Diseño de la iluminación de emergencia.
- Utilización del software DIALux evo para el diseño y obtención de datos.

3.1 ACTUALIZACIÓN DE PLANOS Y CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES EN EL BLOQUE E

Inicialmente se realizó una actualización de los planos arquitectónicos en AutoCAD del bloque E, proporcionados por la oficina de planeación de la Universidad Tecnológica de Pereira, posteriormente se hizo una clasificación de actividades teniendo en cuenta la programación de asignaturas en el bloque E suministrada por la oficina de registro y control de la Universidad Tecnológica de Pereira.

3.1.1 PLANTA ELÉCTRICA Y SUBESTACIÓN

3.1.1.1 Planta eléctrica

El bloque E de la universidad tecnológica de Pereira cuenta con una planta de emergencia en caso de ausencia del servicio eléctrico, está ubicada a un costado de del bloque E en un cuarto que la protege de la intemperie como se muestra en la figura 17, a la planta de energía se le hace mantenimiento preventivo cada tres meses (ver Anexo B) y uno correctivo cuando es necesario, esta planta tiene una potencia de 100,7 KW y una revolución de 1800 RPM.

Figura 17 Ubicación planta eléctrica



La planta eléctrica está constituida de la siguiente forma y se muestra en la figura 18:

1. Motor.
2. Alternador.
3. Cuadro eléctrico de control, arranque eléctrico y arranque automático.
4. Bancada de apoyo.
5. Sistema de gases de escape.
6. Sistema de ventilación.
7. Batería de arranque.

Figura 18 Constitución planta eléctrica



Figura 19 Tanque de almacenamiento diesel



Este tanque está ubicado en el mismo cuarto que la planta eléctrica y en el cual se almacena diesel para la misma.

Las partes de manejo de una planta eléctrica son [16]:

Motor: Es una de las dos piezas más importantes de la planta eléctrica, es el encargado de producir la potencia necesaria para mover el alternador que generara la energía eléctrica.

Alternador: Es el componente más importante de la planta eléctrica, se encarga de transformar la energía mecánica del motor en energía eléctrica. Funciona cambiando constantemente la polaridad para que haya movimiento y genere energía.

Cuadro eléctrico de control: Es el elemento que permite controlar el equipo y su funcionamiento, a través del mismo se pone la planta en marcha, se apaga y se controlan los parámetros de su funcionamiento.

Cuadro de arranque eléctrico: Este componente de la planta varía según las exigencias de cada aplicación, se ven las diferencias de un cuadro de control automático y eléctrico. Siendo un equipo de arranque automático aquél que para su funcionamiento no necesita de la intervención de personas, este arrancará la planta eléctrica de manera autónoma.

Cuadro de arranque automático: Por otro lado el cuadro de arranque eléctrico, es aquel en que la intervención del hombre es necesaria para el arranque y la parada de la planta. Hoy día se tiende a que casi todas las plantas sean de control automático, empleando para ello diversos autómatas aunque se puede realizar el control de maniobras y protecciones de manera eléctrica.

Bancada de apoyo: Este elemento sirve de base de sujeción al conjunto de motor y alternador, su forma y construcción es variable según sea la función o características específicas de la planta eléctrica.

Sistema de combustible: Permite el almacenamiento y el suministro de combustible al motor para su funcionamiento. El tanque de combustible puede ser cilíndrico para instalación horizontal o vertical.

Sistema de gases de escape: Canaliza los gases de escape del motor a una zona donde no represente peligro para los seres humanos (asfixia por monóxido de carbono) y evita peligros de incendio.

3.1.1.2 Subestación

El bloque E de la universidad tecnológica de Pereira también cuenta con una subestación de baja tensión la cual distribuye y regula la energía eléctrica del bloque, en la figura 14 se puede ver el transformador trifásico que convierte la energía de 13,2 KV a 220 V, a esta subestación también se le hace mantenimiento como se puede ver en el informe del último mantenimiento echo (ver Anexo C) el cual fue proporcionado por GL ingenieros.

Figura 20 Ubicación subestación



Figura 21 Transformador bloque E



La subestación de baja tensión se constituye de la siguiente manera y se muestra en la figura 22 y en la figura 23:

1. Celda de protección.
2. Celda de protección (seccionador eléctrica).
3. Celda de protección (seccionador resto universidad).
4. Celda de medida.
5. Celda de medida elementos.
6. Seccionador red de emergencia (Red de respaldo).
7. Seccionador red de normal (Red prioritaria).
8. Transferencia automática.
9. Tablero de medición
10. Banco de condensadores
11. Tablero general distribución principal (TGD)
12. Transferencia
13. Celda del transformador

Figura 22 subestación parte 1



Figura 23 subestación parte 2



3.1.2 CLASIFICACIÓN Y ACTUALIZACIÓN PRIMER PISO

Para el primer piso del bloque E no se realizaron cambios en la estructura y en la clasificación se actualizaron los puestos de vigilancia, el laboratorio de medidas, la sala de estudiantes de ingeniería eléctrica y el laboratorio ubicado en el salón 109 fue ampliado, eliminando el salón 108 que era la sala de investigación D.S.P.

Tabla 1. Clasificación primer piso

Salón	Uso según planos planeación	Actualización
E-101	No tiene clasificación	Vigilancia-1
E-102	Baño mujeres	Sin cambios
E-103	Baño hombres	Sin cambios
E-104	Centro de documentación	Sala estudiantes ingeniería eléctrica
E-105	Robótica	Sin cambios
E-106	Investigación instrumentación y medidas	Sin cambios
E-107-A	Taller de bobinados.	Sin cambios
E-107-B	No tiene clasificación	Líneas de transmisión
E-108	sala de investigación D.S.P	Laboratorio del grupo líder

Salón	Uso según planos planeación	Actualización
E-109	Lab. De desarrollo electrónico	
E-110	Multimedia Tecnología.	Sin cambios
E-111	Relevación y control Tecnología.	Sin cambios
E-112	Multimedia Ingeniería-1	Sin cambios
E-113	Multimedia Ingeniería-2	Sin cambios
E-114	Relevación y control Ingeniería.	Sin cambios
E-115	Laboratorio circuitos	Sin cambios
E-116	Almacén	Sin cambios
E-117	Laboratorio electrónica	Sin cambios
E-118	Sala proyecto de grado	Sin cambios
E-119	No tiene clasificación	Vigilancia-2
E-120	Baño de las secretarías	Sin cambios
E-121	Baño de los profesores	Sin cambios
E-122	Deposito-1	Sin cambios
E-123	Mantenimiento	Sin cambios
E-124	Investigación en sistemas de control	Laboratorio medidas
E-126	Subestación	Sin cambios
E-127	Laboratorio de máquinas	Sin cambios
E-128-A	Mantenimiento física	Sin cambios
E-128-B	DICOPE	Sin cambios
E-128-C	Sala de demostraciones	Sin cambios
E-129	Deposito-2	Sin cambios

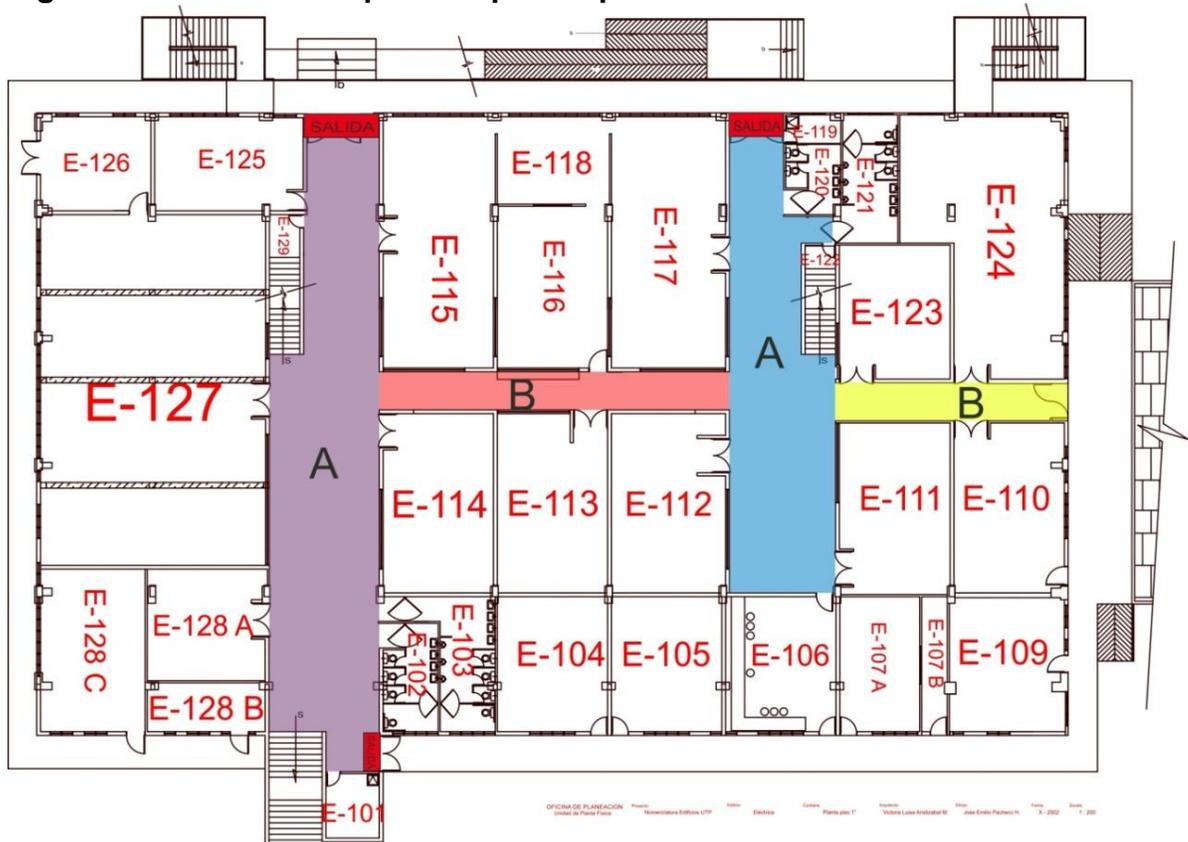
En la tabla 2 se especifican las dimensiones de cada pasillo del primer piso del bloque E, el cual cuenta con cuatro pasillos, tres pasillos principales y un pasillo secundario; los pasillos principales son los pasillos con mayor número de tránsito de personas mientras los secundarios son los que se derivan de los pasillos principales.

Tabla 2. Clasificación pasillos primer piso

Pasillo	Longitud (metros)	Ancho (metros)	Tipo pasillo	Descripción
1	34,4	5,78	Principal	Pasillo entrada principal, escaleras segundo piso
2	25,25	5,58	Principal	Lleva al almacén y a multimedia i.e.
3	18,4	2	Secundario	Pasillo laboratorios electrónica y control
4	12,23	2	Secundario	Mantenimiento, multimedia t.e. y laboratorio

En la siguiente figura, se muestra la actualización y clasificación junto con la distribución de los pasillos del primer piso del edificio, los pasillos principales están marcados con la letra A, son los pasillos con mayor número de tránsito de personas y van directamente a una salida, mientras que los pasillos secundarios están marcados con la letra B y son los que se derivan de los pasillos principales.

Figura 24 Clasificación pasillos primer piso



Nota: el pasillo de color amarillo fue marcado como pasillo secundario ya que la puerta de salida que allí se ve está cerrada en todo momento.

3.1.3 Clasificación y actualización segundo piso

Para el segundo piso se introdujo solo la cafetería de los profesores la cual no aparecía en los planos arquitectónicos y en la clasificación de actividades, se corrigieron y actualizaron los nombres de las aulas de clase, oficinas de profesores, direcciones y aulas de maestría.

Tabla 3. Clasificación segundo piso

Salón	Uso según planos planeación	Actualización
E-201	No tiene clasificación	Sala estudiantes tecnología
E-202	No tiene clasificación	Electrilibro
E-203-A	Secretaria PIE	Secretaria F.I.E.
E-203-B	Director PIE	Director F.I.E.
E-204-A	Sala comité evaluación	Sin cambios
E-204-B	Investigación calidad energía	Sin cambios
E-204-C	Rack	Sin cambios
E-205-A	Secretaria T.E	Sin cambios
E-205-B	Director T.E	Sin cambios
E-206-A	No tiene clasificación	Secretaria departamento de matemáticas
E-206-B	No tiene clasificación	Dirección Departamento de Matemáticas
E-206-C	No tiene clasificación	Oficina profesores Matemáticas
E-207	No tiene clasificación	Oficina profesores Matemáticas
E-208	No tiene clasificación	Oficina profesores Matemáticas
E-209	No tiene clasificación	Oficina profesores Matemáticas
E-210	No tiene clasificación	Oficina profesores Matemáticas
E-211	No tiene clasificación	Oficina profesores Matemáticas
E-212	No tiene clasificación	Oficina profesores Matemáticas
E-213	No tiene clasificación	Oficina profesores Matemáticas
E-214	No tiene clasificación	Oficina profesores Matemáticas
E-215	No tiene clasificación	Oficina profesores Matemáticas
E-216	Sala comité autoevaluación P.I.E.	Sala comité autoevaluación F.I.E.
E-217	No tiene clasificación	Oficina profesores T.E.
E-218	No tiene clasificación	Oficina profesores T.E.
E-219	No tiene clasificación	Oficina profesores T.E.
E-220	No tiene clasificación	Oficina profesores T.E.
E-221	No tiene clasificación	Oficina profesores T.E.
E-222	No tiene clasificación	Oficina profesores T.E.
E-223	No tiene clasificación	Oficina profesores T.E.
E-224	No tiene clasificación	Oficina profesores I.E.
E-225	No tiene clasificación	Oficina profesores I.E.
E-226	No tiene clasificación	Oficina profesores I.E.
E-227	No tiene clasificación	Oficina profesores I.E.
E-228	No tiene clasificación	Oficina profesores I.E.
E-229	No tiene clasificación	Oficina profesores I.E.
E-230	No tiene clasificación	Oficina profesores I.E.
E-231	No tiene clasificación	Oficina profesores I.E.
E-232	No tiene clasificación	Oficina profesores I.E.
E-233	No tiene clasificación	Oficina profesores I.E.
E-234	No tiene clasificación	Oficina profesores I.E.
E-235		
E-236	No tiene clasificación	Oficina profesores I.E.
E-237	No tiene clasificación	Oficina profesores I.E.

Salón	Uso según planos planeación	Actualización
E-238-A	No tiene clasificación	Oficina profesores Dibujo técnico
E-238-B	No tiene clasificación	Oficina profesores Dibujo técnico
E-238-C	No tiene clasificación	Oficina profesores Dibujo técnico
E-238-D	No tiene clasificación	Oficina profesores Dibujo técnico
E-238-E	No tiene clasificación	Oficina profesores Dibujo técnico
E-238-F	No tiene clasificación	Oficina profesores Dibujo técnico
E-238-G	No tiene clasificación	Oficina profesores Dibujo técnico
E-238-H	No tiene clasificación	Oficina profesores Dibujo técnico
E-238-I	No tiene clasificación	Oficina profesores Dibujo técnico
E-239	No tiene clasificación	Sala AutoCAD
E-240	No tiene clasificación	Aula dibujo técnico
E-241	No tiene clasificación	Aula dibujo técnico
E-242	No tiene clasificación	Cocina
E-243	Aula Maestría Ingeniería Eléctrica	Sin cambios
E-244	Investigación en Planeamiento de sistemas eléctricos	Aula Maestría Ingeniería Eléctrica
E-245	No tiene clasificación	Aula de clase
E-246	No tiene clasificación	Aula de clase
E-247	No tiene clasificación	Aula de clase
E-248	No tiene clasificación	Maestría
E-249	No tiene clasificación	Aula de clase
E-250	No tiene clasificación	Aula dibujo técnico
E-251	No tiene clasificación	Cafetería profesores

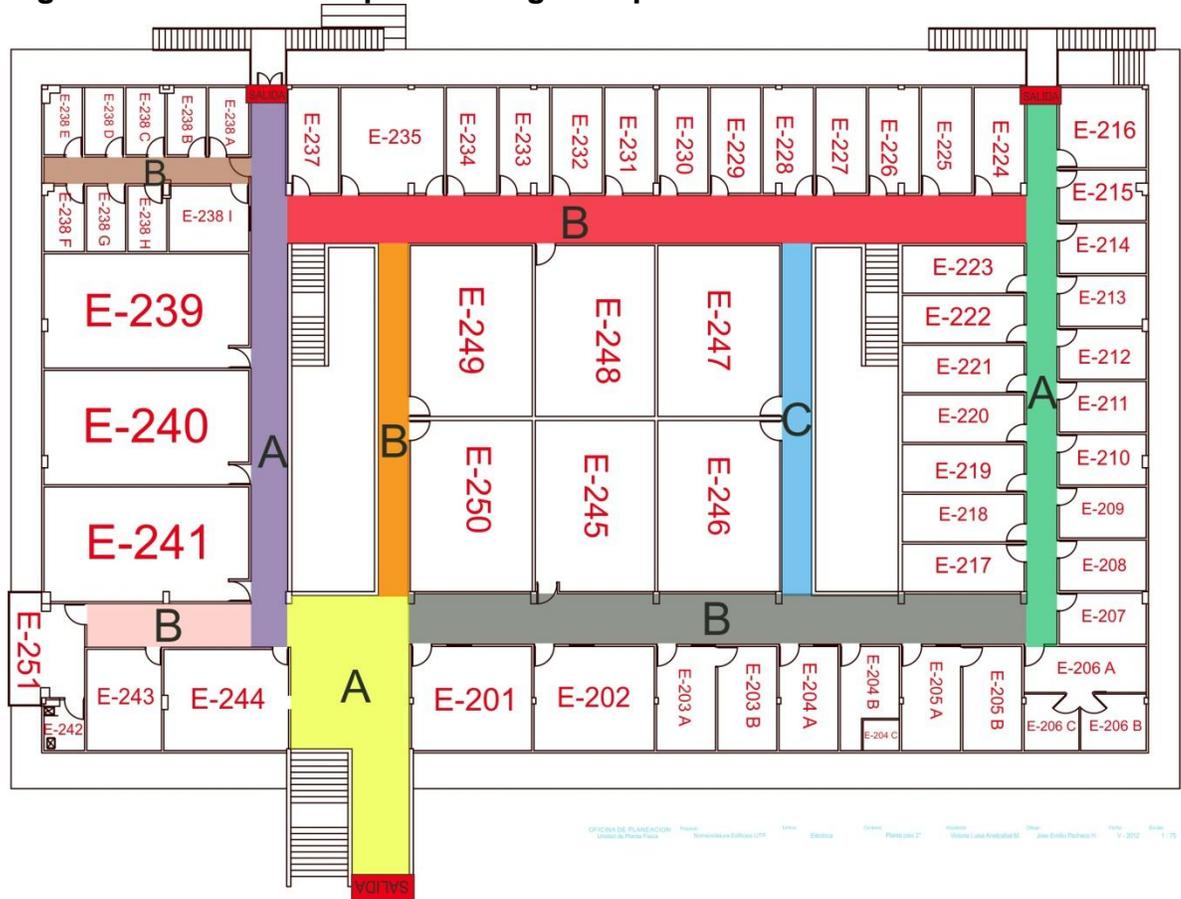
En la siguiente tabla se especifican las dimensiones de cada pasillo del segundo piso junto con una descripción del mismo, este cuenta con ocho pasillos, tres pacillos principales, cuatro pasillos secundarios y uno terciario.

Tabla 4. Clasificación pasillos segundo piso

Pasillo	Longitud (Metros)	Ancho (Metros)	Tipo pasillo	Descripción
1	14,25	5,86	Principal	pasillo entrada principal segundo piso
2	27,41	1,8	Principal	lleva a las aulas de AutoCAD y dibujo
3	27,38	1,53	Principal	conduce a las oficinas
4	30,25	2,48	Secundario	lleva a las oficinas de secretarías y direcciones
5	17,25	1,45	Secundario	Aulas E-249 y E-250
6	36,3	2,35	Secundario	lleva a las oficinas de profesores de I.E.
7	8,15	1,12	Secundario	pasillo cafetería profesores y maestrías
8	10,04	1,3	Secundario	pasillo oficinas departamento de dibujo
9	17,25	1,45	Terciario	Aulas E-247 y E-246

En la figura 25 se muestra la actualización y clasificación junto con la distribución de los pasillos en el segundo piso, los pasillos principales están marcados con la letra A, son los pasillos con mayor número de tránsito de personas y van directamente a una salida, mientras que los pasillos secundarios están marcados con la letra B y son los que se derivan de los pasillos principales, por último los pasillos terciarios que están marcados con la letra C y conectan con pasillos secundarios, el tránsito de personas es bajo.

Figura 25 Clasificación pasillos segundo piso



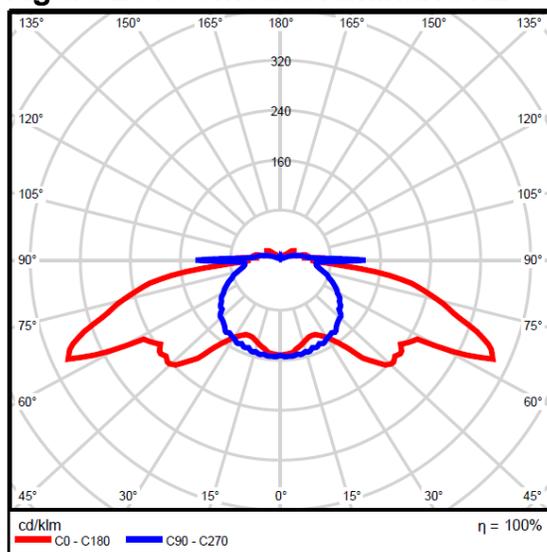
3.2 DISEÑO DE LA ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

Para el diseño de la iluminación de emergencia fue necesaria la utilización de dos software de diseño, el primero fue el AutoCAD en el cual se hicieron las actualizaciones correspondientes y se ubicaron las luminarias de forma que cumplieran con las especificaciones de las normas anteriormente mencionadas en la sección 1 de este trabajo, el segundo software que se utilizó fue el DIALux evo en el cual se realizó el levantamiento de los planos del primer y segundo piso de eléctrica para posteriormente colocar las luminarias y realizar la simulación.

La luminaria que se utilizó en las simulaciones echas en el DIALux evo es la luminaria R2 de la compañía Sylvania, la información y características de esta se muestran en el Anexo A (Luminaria R2 de Sylvania) junto con sus especificaciones.

La Figura 26, muestra la distribución fotométrica de la luminaria de emergencia R2 de acuerdo al grado de posición, el color rojo (C0 - C180) muestra el ángulo de 0° a 180° por este lado la luminaria tiene la mayor emisión de luz ya que, forma un ángulo de 50° y el color azul (C90 - C270) muestra el ángulo de 90° a 270° por este lado la luminaria tiene el mínimo de emisión de luz, ya que el ángulo formado es de 30° ; de acuerdo a estos datos se tiene en cuenta la posición de la luminaria para aprovechar la mayor emisión de luz, que es en sentido horizontal (C0 -C180).

Figura 26 fotometria luminaria R2



Cuadro 4. Especificaciones de la luminaria de emergencia R2 de Sylvania

DATOS	UNIDADES	RESULTADO
Potencia	W	2 x 5,4
Flujo luminoso	lm	95
Factor de corrección	unidad	1,00
Factor de alumbrado de emergencia	unidad	1,00
Grado de eficacia de funcionamiento	unidad	100
Grado de eficacia de funcionamiento(medio local inferior) unidad	unidad	85,30
Grado de eficacia de funcionamiento(medio local superior)	unidad	14,70
Intensidad lumínica mínima en la línea media	lx	1,00
Factor de mantenimiento	unidad	0,72

3.2.1 Iluminación de emergencia primer piso

Para el primer piso se utilizaron un total de 69 luminarias de emergencia y fueron colocadas en los puntos necesarios para una correcta evacuación según las normas antes mencionadas en el capítulo 1, en la figura 27 y 28 se muestra la posición de las luminarias y sus respectivos circuitos.

Figura 27. Ubicación luminarias primer piso

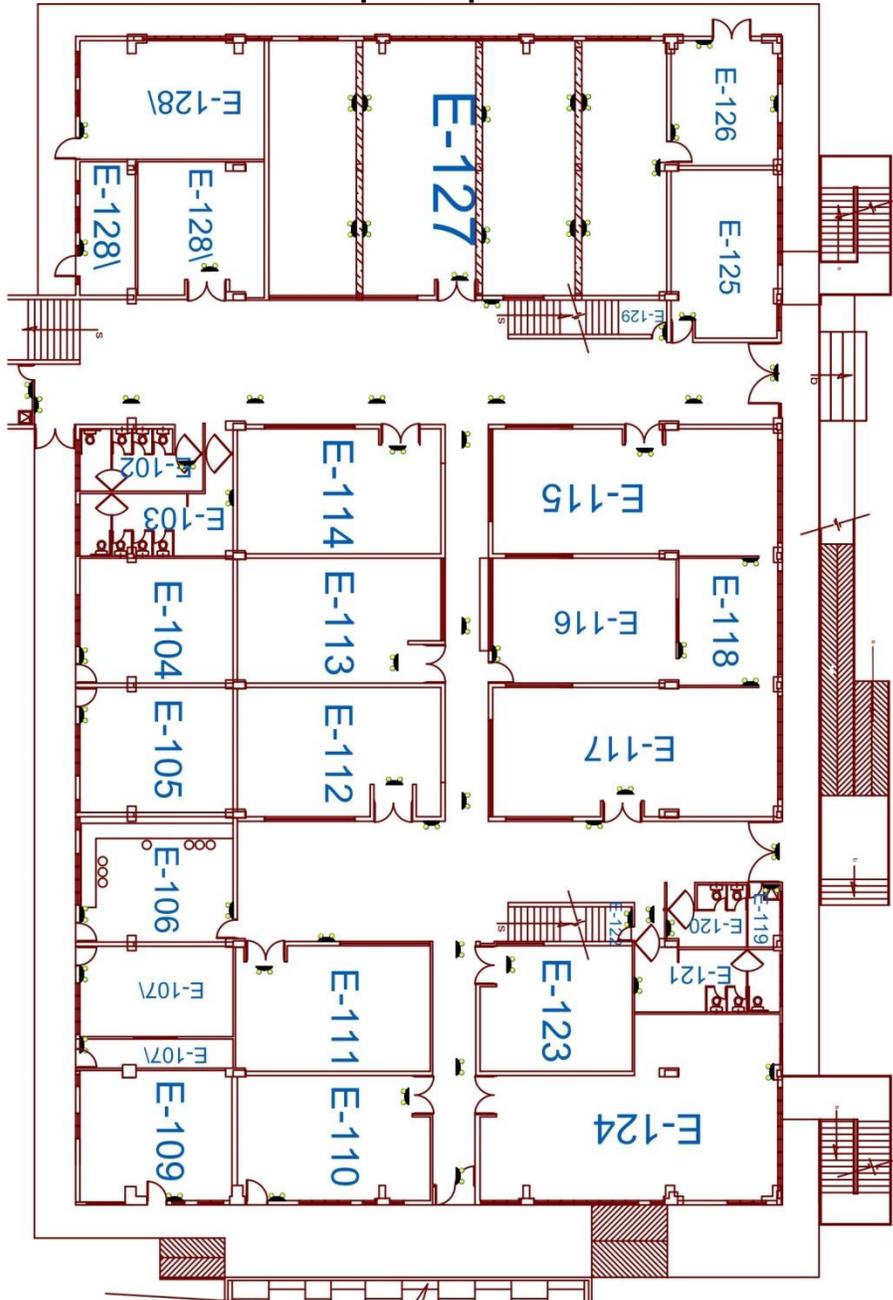
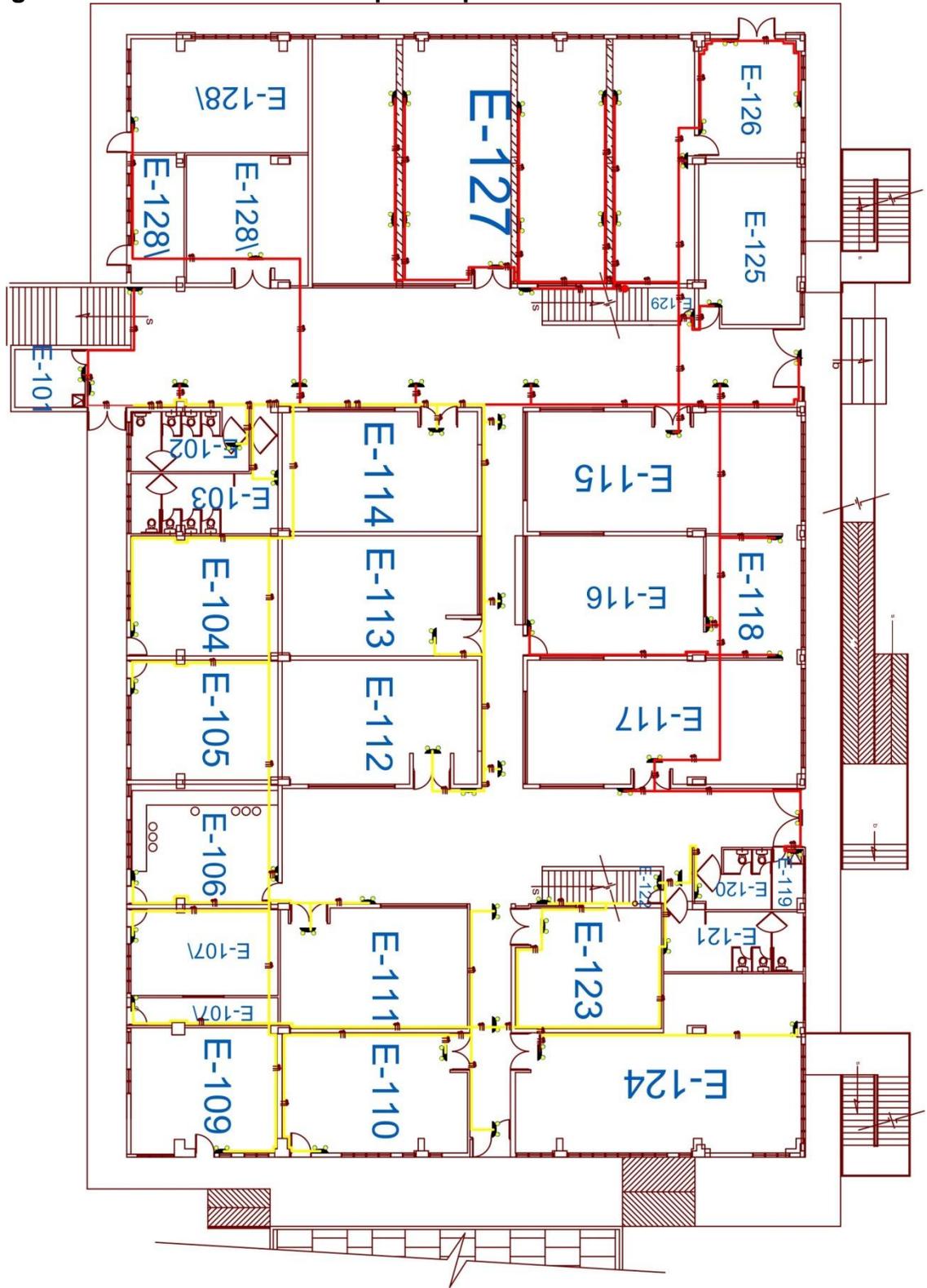


Figura 28. Circuitos luminarias primer piso



En las siguientes imágenes se puede apreciar la iluminación de emergencia en los corredores del primer piso ya simuladas en el software DIALux evo, y una vista general de los corredores.

Figura 29. Corredor hall de eléctrica



Figura 30. Corredor laboratorio control



Figura 31. Corredor multimedia Tecnología eléctrica



Figura 32. Corredor almacén

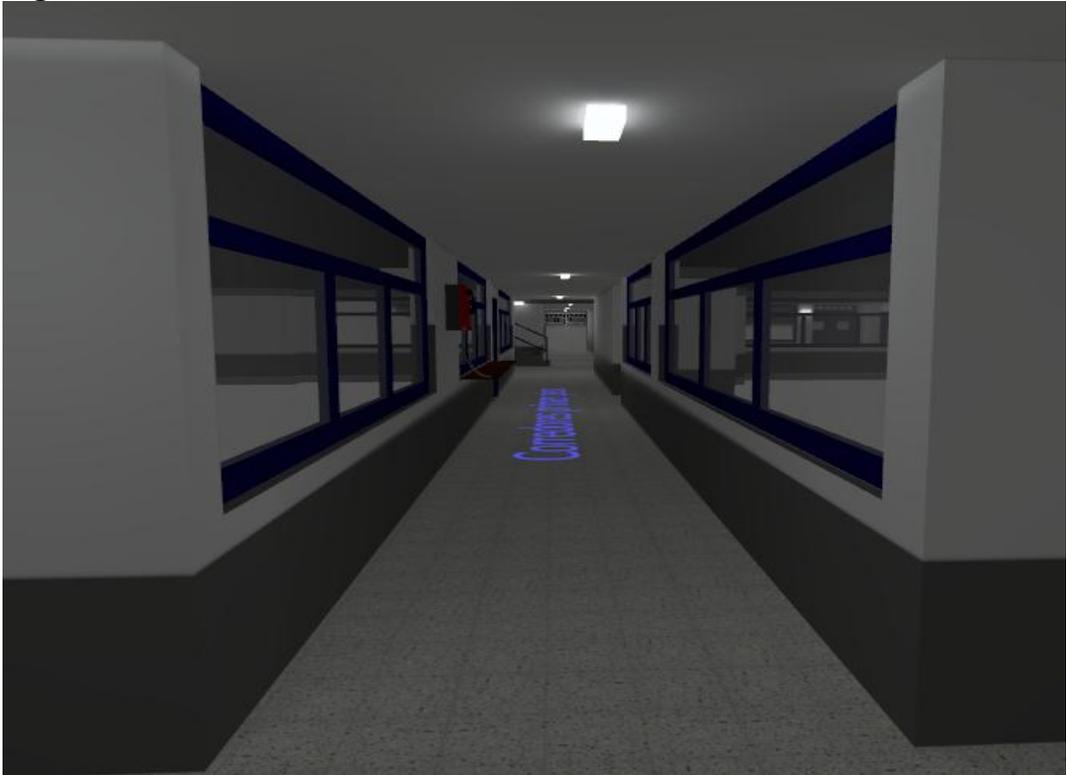
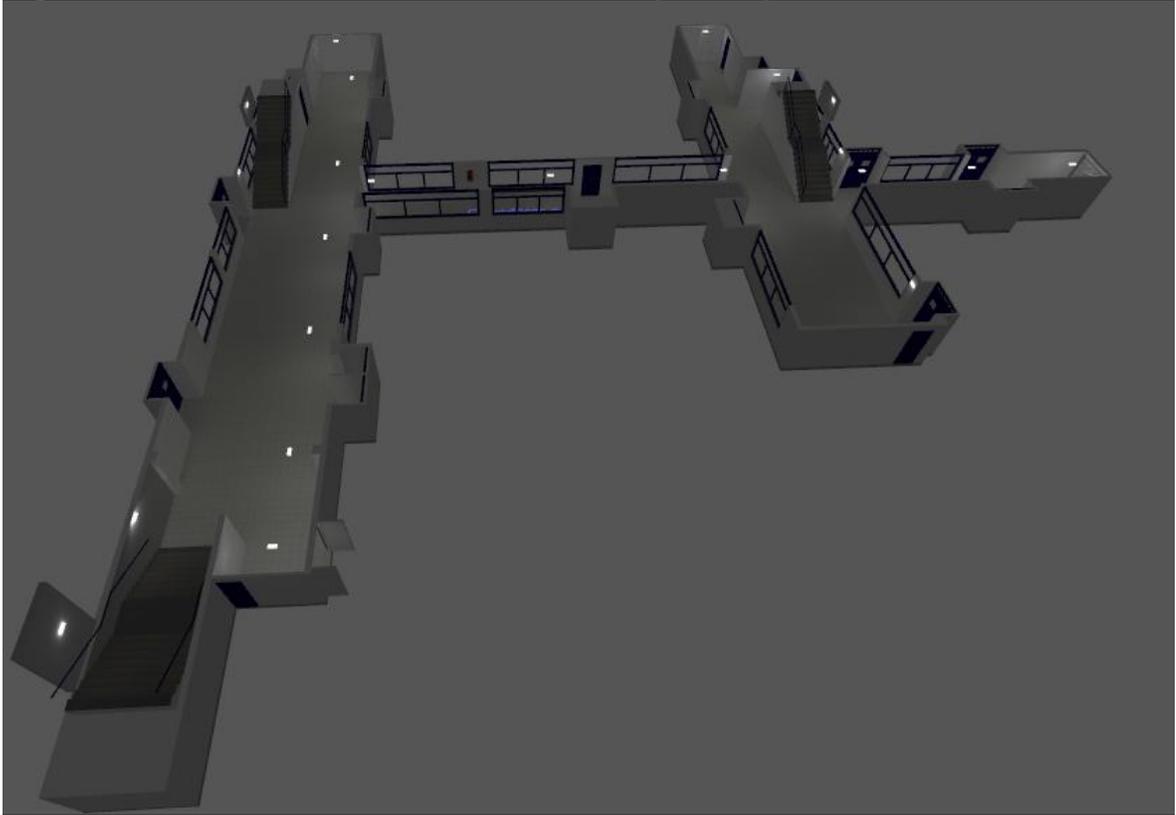


Figura 33. Vista total de los corredores del primer piso



En la imagen 34 y 35 se pueden ver las curvas isolux (isolíneas) y el grafico de los colores falsos respectivamente en el plano de los corredores del primer piso, las líneas verdes muestran zonas entre 0.5 luxes y 1 lux, la roja muestra las zonas entre 1 lux y 8 luxes y por último la azul muestra las zonas donde hay 8 luxes o más. Gracias a esta simulación se puede demostrar que el diseño desarrollado cumple con el mínimo de luxes pedido por el RETILAP [7].

Figura 34. Isolíneas corredores primer piso

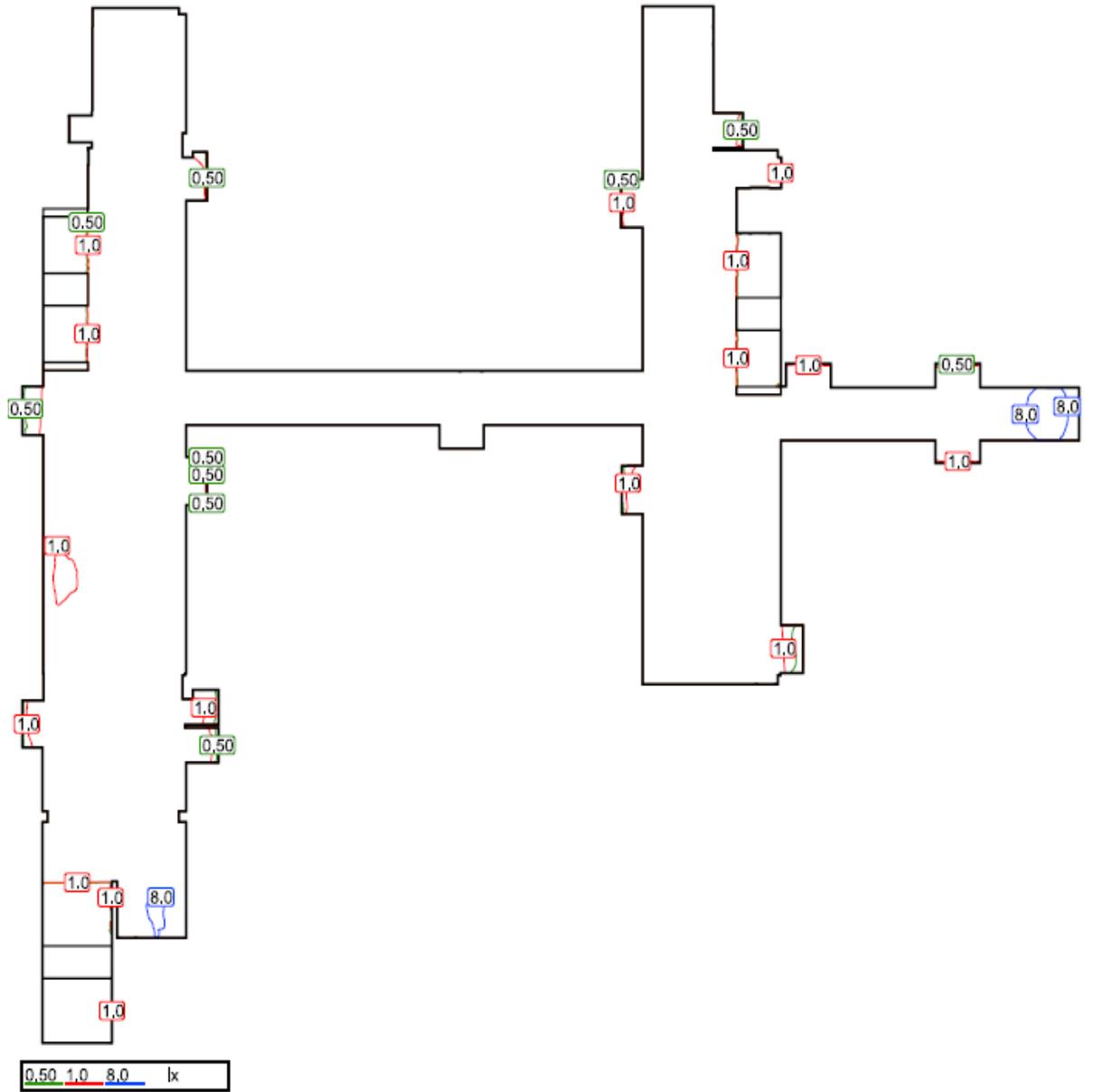
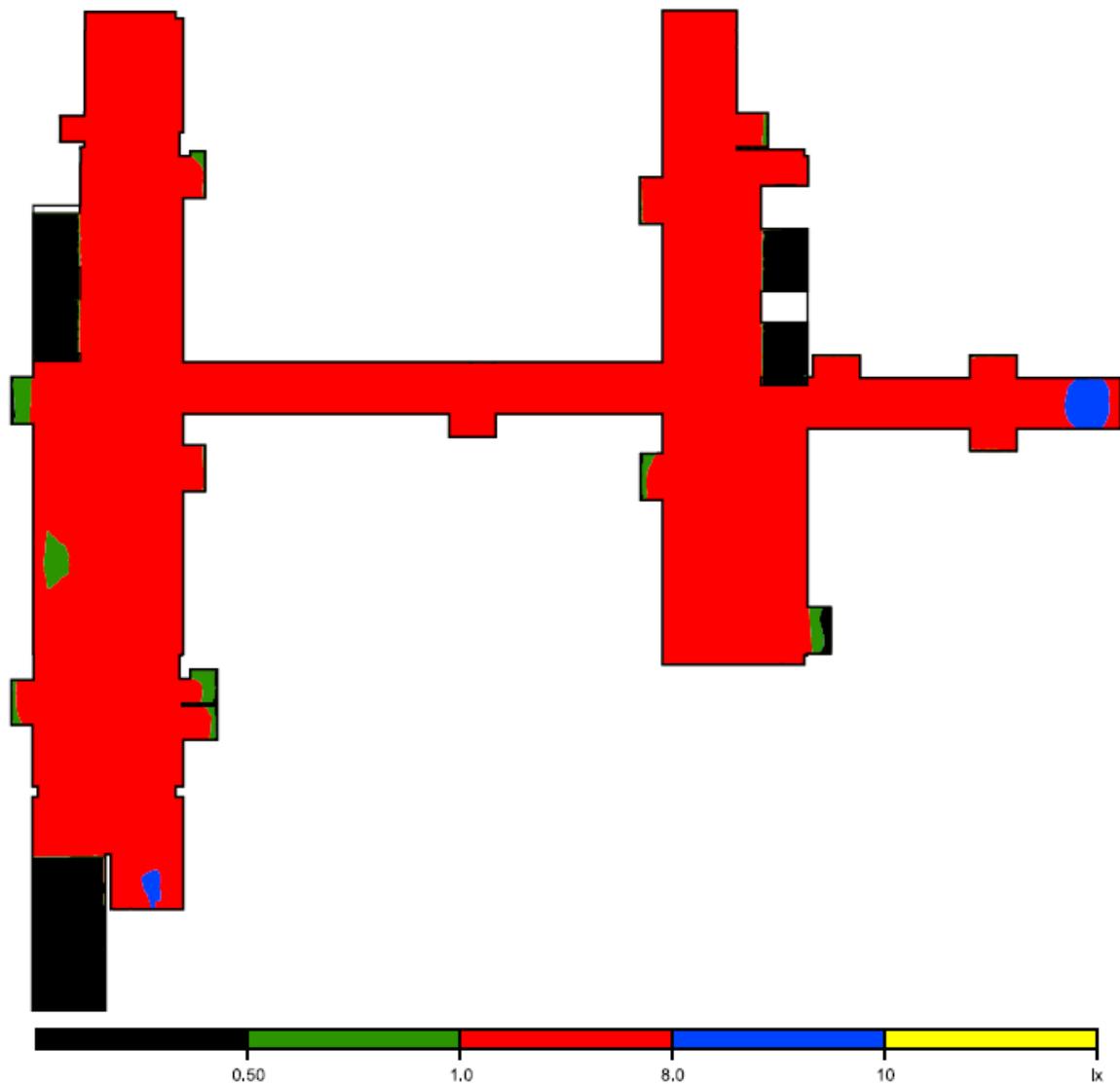


Figura 35 Colores falsos primer piso



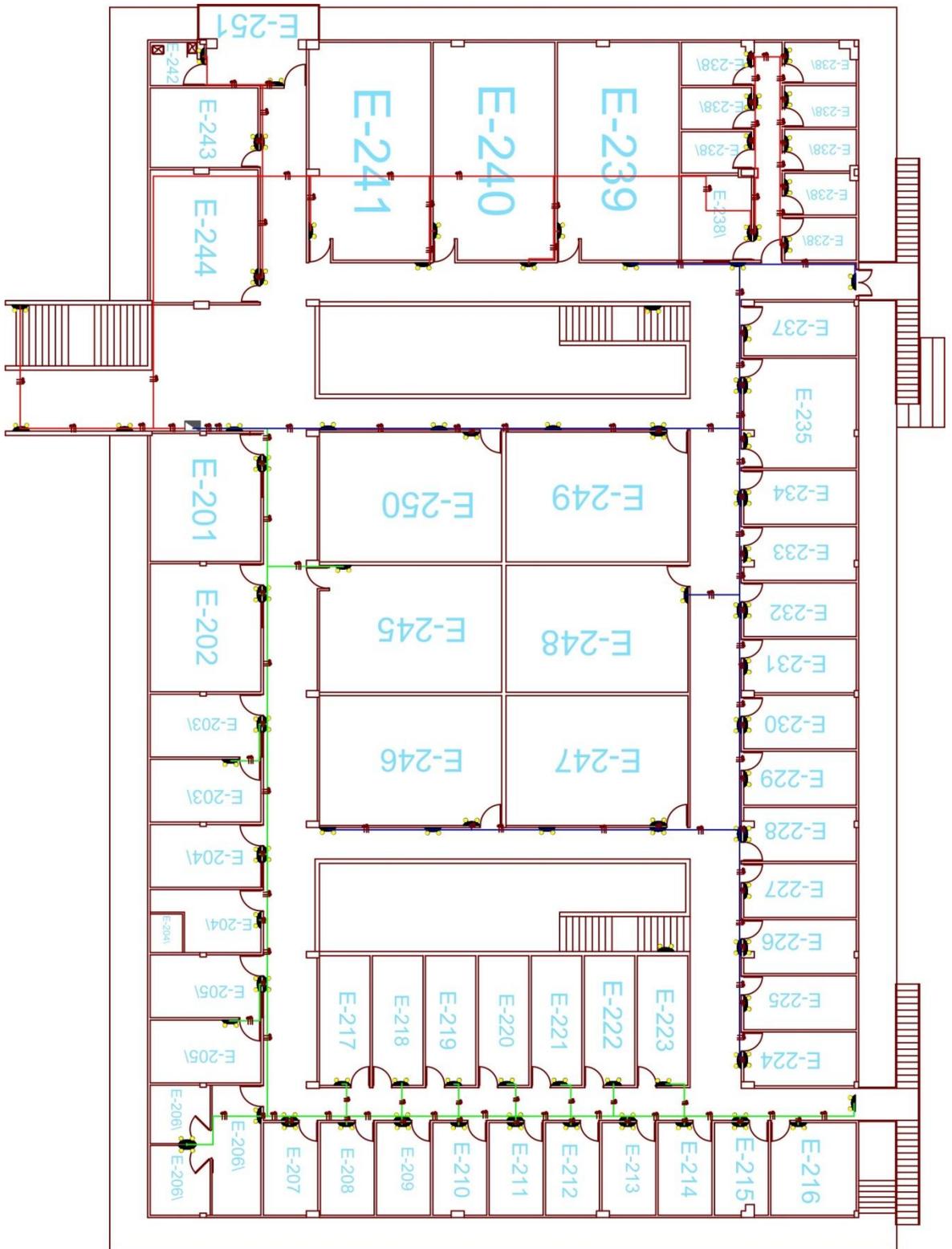
3.2.2 Iluminación de emergencia segundo piso

Para el segundo piso se utilizaron un total de 104 luminarias de emergencia y fueron colocadas en los puntos necesarios para una correcta evacuación según las normas antes mencionadas en el capítulo 1, en la siguiente figura 29 y 30 se muestra la posición de las luminarias y sus respectivos circuitos.

Figura 36. Ubicación luminarias segundo piso



Figura 37. Circuitos luminarias segundo piso



En las siguientes imágenes se puede apreciar la iluminación de emergencia en los corredores del segundo piso ya simuladas en el software DIALux evo, y una vista general de todos los corredores.

Figura 38. Pasillo principal segundo piso

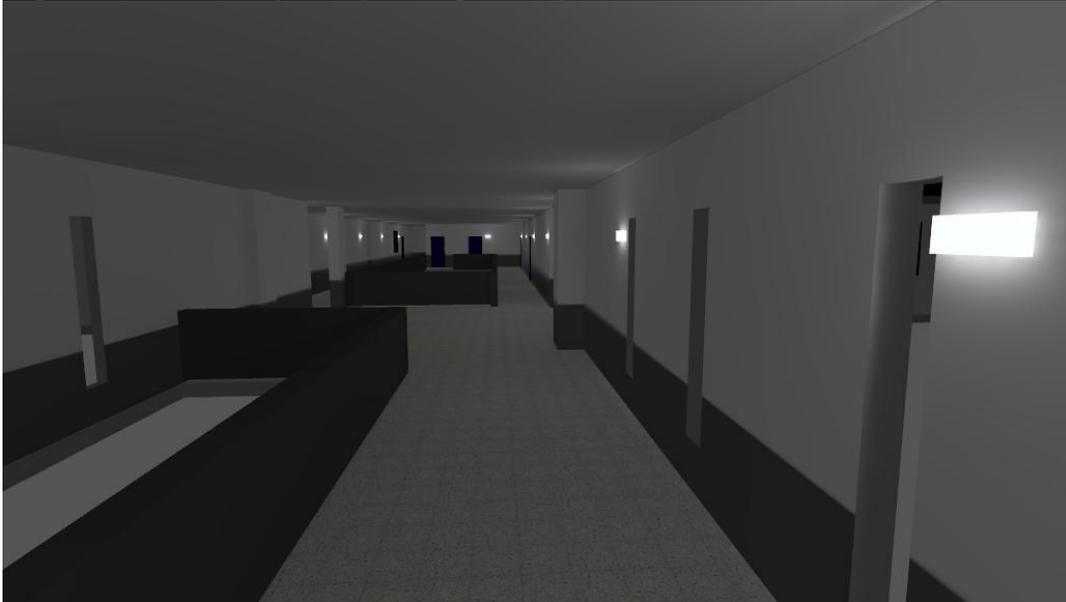


Figura 39. pasillo cafetería profesores



Figura 40. Pasillos secretarias y direcciones eléctrica

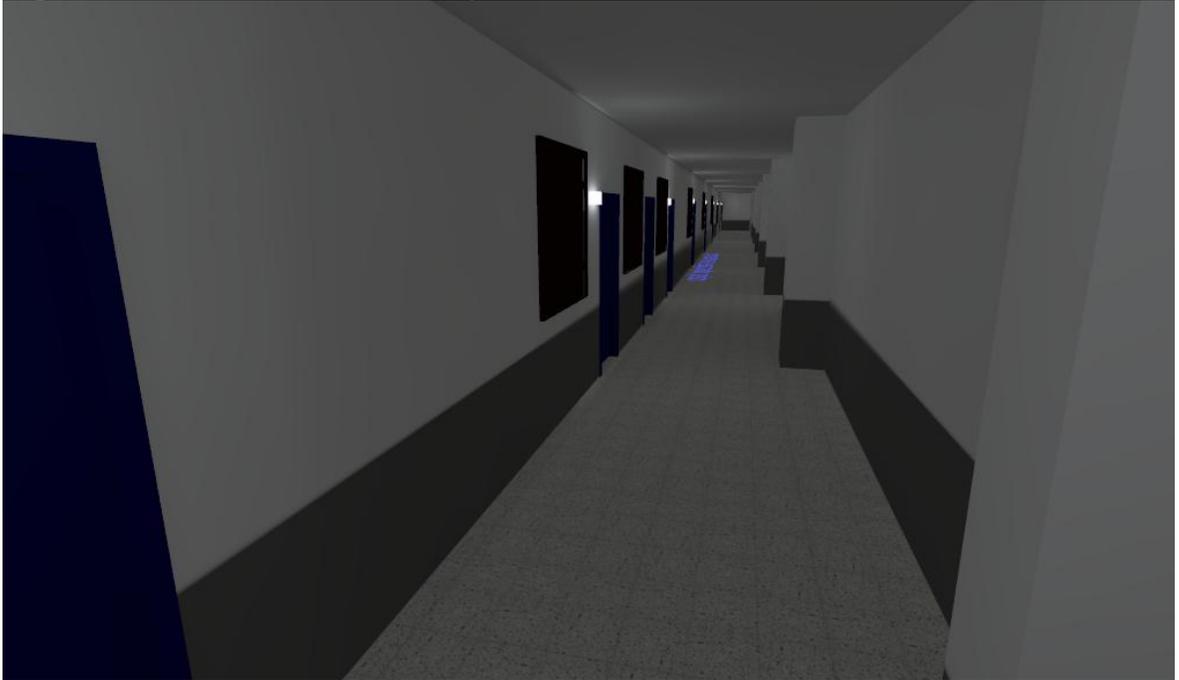


Figura 41. Pasillo sala de AutoCAD



Figura 42. Pasillo profesores de matemáticas y tecnología eléctrica



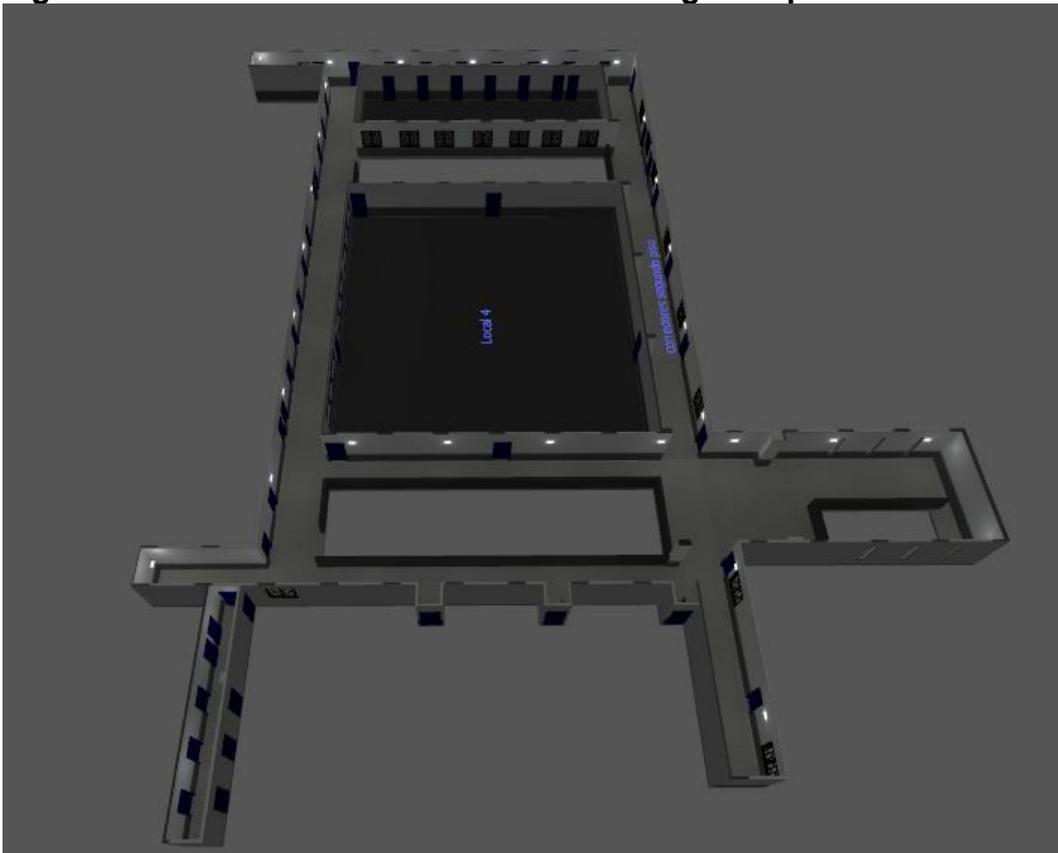
Figura 43. Pasillo oficinas profesores ingeniería eléctrica



Figura 44. Pasillo Oficinas de profesores de dibujo



Figura 45 Vista total de los corredores del segundo piso



En la imagen 46 y 47 se pueden ver las curvas isolux (isolíneas) y el grafico de los colores falsos respectivamente en el plano de los corredores del segundo piso, las líneas verdes muestran zonas entre 0.5 luxes y 1 lux, la roja muestra las zonas entre 1 lux y 1,5 luxes, el color morado muestra las zonas entre 1,5 luxes y 2 luxes, la azul muestra las zonas entre 2 luxes y 8 luxes y o más. Gracias a esta simulación se puede demostrar que el diseño desarrollado cumple con el mínimo de luxes pedido por el RETILAP [7].

Figura 46. Isolíneas corredores segundo piso

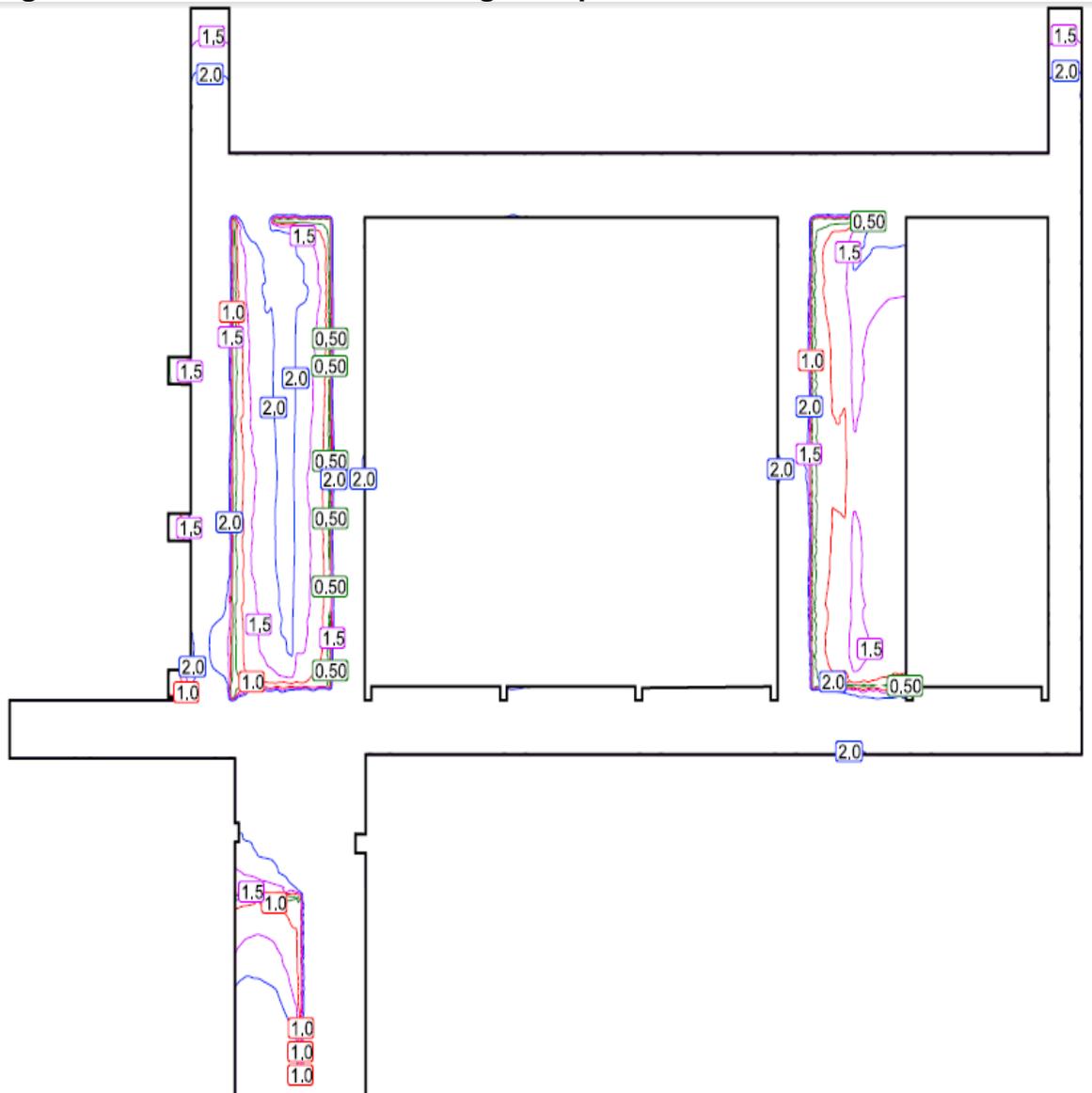


Figura 47. Colores falsos corredores de dibujo segundo piso

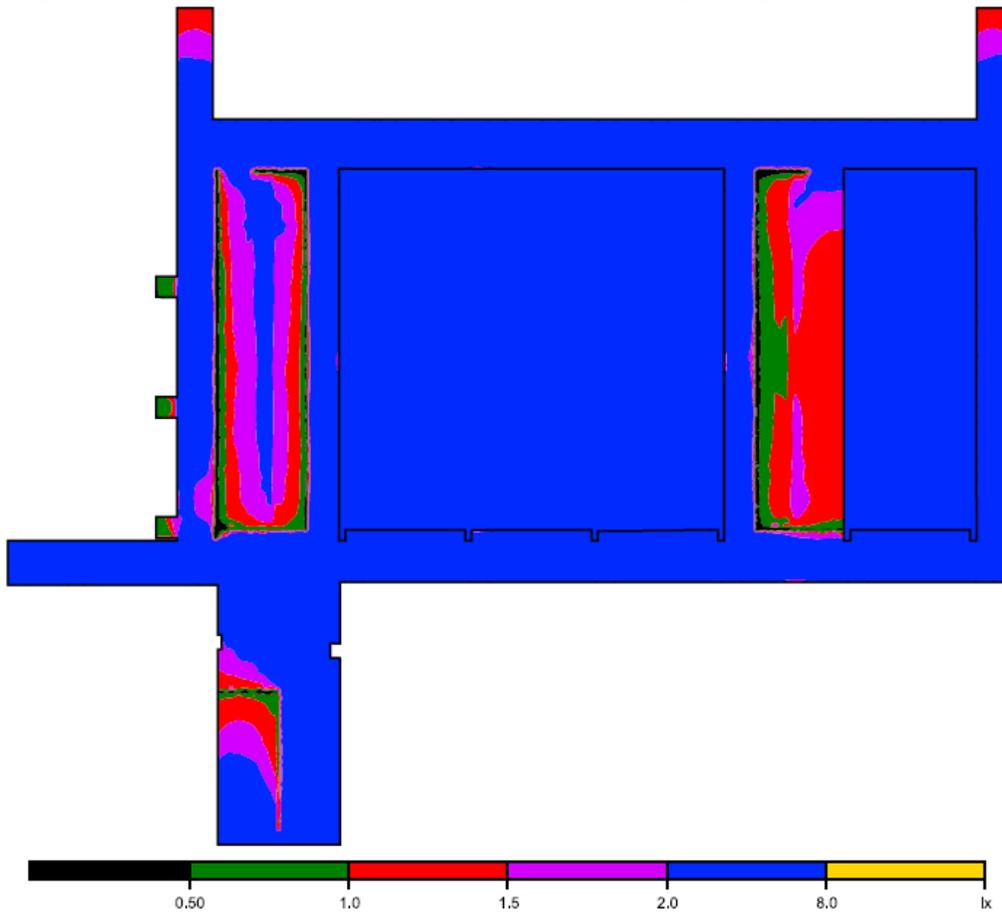


Figura 48. Islíneas corredor de dibujo segundo piso

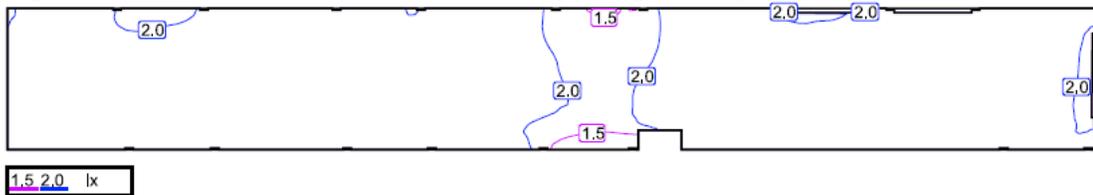
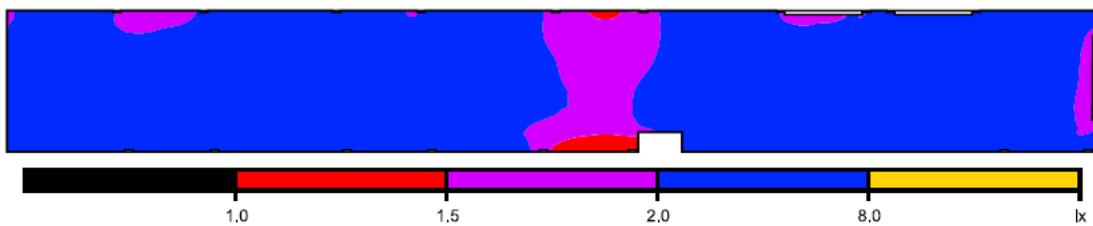


Figura 49. Colores falsos corredor de dibujo segundo piso



3.2.3 Cálculo de regulación

El cálculo de la regulación nos permite saber si la última luminaria del trayecto más largo del circuito está recibiendo la tensión adecuada o si de lo contrario no la está recibiendo a causa de la caída de tensión causada por el conductor y las demás cargas.

Para estos cálculos se utilizó el calibre mínimo permitido por la NTC 2050 [5] que es el calibre 14 AWG la tensión de envío es 120 V y el factor de potencia es 0,9.

Tanto el valor de la resistencia (R) y el valor de la reactancia (X_L) son tomados de la Tabla 9. (Resistencia y reactancia de c.a. de cables trifásicos para 600 V a 60 Hz y 75 °C. Tres conductores sencillos en tubo conduit) de la norma NTC 2050 [5].

Resistencia:

$$R = 10,17 \frac{\Omega}{\text{km}} * Longitud$$

Reactancia:

$$X_L = 0,1903 \frac{\Omega}{\text{km}} * Longitud$$

Ecuaciones utilizadas para los cálculos de regulación:

Impedancia:
$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} \quad (1)$$

Potencia aparente:
$$S = \frac{P}{fp} \quad (2)$$

Corriente:
$$I = \frac{S}{V} \quad (3)$$

Caída de tensión:
$$\Delta V = I * Z \quad (4)$$

Tensión de envío:
$$V_e = 120 V$$

Tensión de recibo:
$$\Delta V = V_r - V_e \quad (5)$$

Porcentaje de regulación:
$$Reg = \frac{|\Delta V|}{|V_r|} * 100\% \quad (6)$$

Se realizaron los cálculos de la regulación para el primer piso el cual tenía 72 luminarias distribuidas en 2 circuitos, dichas regulaciones no superaron el 3% como se muestra en siguiente tabla.

Tabla 5. Regulación y protección para el primer piso

Cto	Longitud (m)	luminarias	Carga (W)	Corriente (A)	Regulación%	Protección (A)
1	65,16	40	432	4	2,2592	15
2	69,5	32	345,2	3,2	1,921	15

Para el segundo piso se realizó el cálculo de la regulación para 104 luminarias distribuidas en 3 circuitos, dichas regulaciones no superaron el 3% como se muestra en siguiente tabla.

Tabla 6. Regulación y protección para el segundo piso

Cto	Longitud (m)	luminarias	Carga (W)	Corriente (A)	Regulación%	Protección (A)
1	61,35	41	442,8	4,1	2,179	15
2	60,14	37	399,6	3,7	1,922	15
3	62,6	26	280,8	2,6	1,399	15

3.3 Presupuesto de la iluminación de emergencia

La tabla 7 muestra el presupuesto total para el diseño de la iluminación de emergencia para el bloque E de la Universidad Tecnológica de Pereira, se determinó que en las cajas distribución de ambos pisos hay espacio suficiente para la integración del sistema de iluminación de emergencia.

Este presupuesto incluye mano de obra, el presupuesto completo se puede ver en el Anexo D todos los precios fueron cotizados el 12 de noviembre del 2013.

Tabla 7. Presupuesto

ITEM	DESCRIPCION	UN	CANTIDAD	VR UNITARIO	VR TOTAL
1,1	Diseño y elaboración de planos	días	5	\$98.756	\$493.777
1,2	Suministro e instalación de canaletas y accesorios	ml	946	\$9.607	\$9.088.485
1,3	Suministro e instalación de acometida	ml	946	\$5.125	\$4.848.432
1,4	Suministro e instalación de lámparas	un	176	\$63.294	\$11.139.773
1,5	Suministro e instalación de interruptores termo magnéticos	un	5	\$22.588	\$112.943
1,6	Pruebas puesta en marcha y acompañamiento en la operación de funcionamiento	días	2	\$189.101	\$378.202
1,7	Capacitación al personal técnico y operativo del sistema	días	1	\$98.755	\$98.755
1,8	Elaboración de manual de operación	días	3	\$98.755	\$296.266
COSTO DIRECTO					\$26.456.637
AIU				12%	\$3.174.796
IVA				0%	\$0
COSTO TOTAL					\$29.631.433

4 CONCLUSIONES

Se encontró que la distribución y los nombres en los planos arquitectónicos de algunas aulas, oficinas y laboratorios suministrados por planeación no concuerdan con el estado actual del Bloque E, por lo cual se actualizaron los planos y se realizó una clasificación.

Gracias a los paquetes computacionales DIALux evo y AutoCAD se pudo desarrollar la simulación y el diseño de la iluminación de emergencia y determinar la cantidad de luminarias R2 de la marca Sylvania, que se requieren para la iluminación de emergencia, en total se requieren 176 luminarias, 72 en el primer piso y 104 en el segundo piso.

Se determinó que el costo total de la iluminación de emergencia para el bloque E incluyendo la mano de obra sería de \$ 29.631.433

Debido a que el paquete computacional DIALux evo es relativamente nuevo se presentaron algunos imprevistos en el desarrollo del proyecto, se debían hacer copias constantes ya que algunos archivos se perdían al instante de guardar y al momento de la simulación el proceso tardaba demasiado tiempo ya que este proceso exigía más recurso por parte del computador.

Fue difícil encontrar el plugins de la luminaria de emergencia ya que muchas empresas aún no han desarrollado dichos plugins para este tipo de iluminación.

La distribución fotométrica de las luminarias R2 de la marca Sylvania garantizan una repartición del flujo luminoso sobre la superficie del suelo que permite adquirir la cantidad de luxes requerido por el RETILAP con un numero bajo de luminarias.

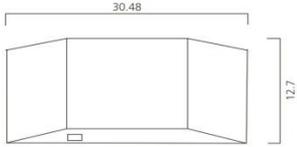
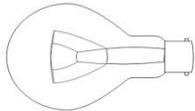
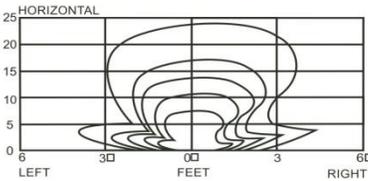
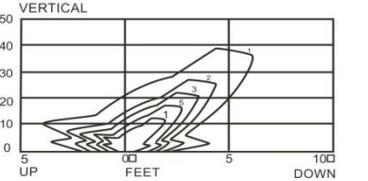
5 BIBLIOGRAFÍA

- [1] ALEX INTERNACIONAL y ATOMLUX. (Introducción al Alumbrado de Emergencia). [Online]. Disponible desde internet: <<http://www.alexinternacional.com/docgenerales/Introduccion%20al%20Alumbrado%20de%20Emergencia.pdf>>
- [2] ARANGO MARÍN, Yara Lucía y GÁLVEZ RAMÍREZ, Juliana. Diseño del sistema de iluminación de emergencia en el edificio de ciencias ambientales. Trabajo de grado tecnólogas en electricidad. Pereira Risaralda. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de tecnología. Programa de tecnología eléctrica
- [3] BTICINO, (Productos y sistemas para instalaciones eléctricas, Emergencia y señalización). [Online]. Perú. 2011. Disponible desde internet: <http://www.bticino.com.pe>
- [4] BTICINO, (Soluciones de iluminación de emergencia, Guía de Iluminación de Emergencia). [Online]. Perú. 2011. Disponible desde internet: <http://www.bticino.com.pe>
- [5] COLOMBIA, INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN, ICONTEC NTC 2050. Norma Técnica Colombiana. Métodos y Materiales de las Instalaciones. En: Sección 700. Sistemas de Emergencia. p. 769. Pdf.
- [6] COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍAS. RESOLUCIÓN NÚMERO 18 0398 DEL (7 ABRIL 2004) Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE, y se dictan otras disposiciones. p 1-222.
- [7] COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍAS. Resolución 181331 (06, Agosto, 2009) Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP y se dictan otras disposiciones. 2010. p 1-246.
- [8] COLOMBIA, MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL. (03, Marzo, 1982). NTC 1700. p 1-64.
- [9] EXCELITE (Excelencia Luminosa) [Online]. Cali (Colombia), 2012. Disponible desde internet: <<http://excelite.net>>
- [10] GAMASONIC (Iluminación de Emergencia) [Online]. Buenos Aires (Argentina), 2011. Disponible desde internet: <<http://www.gamasonic.com.ar/luz-iluminacion-de-emergencia.html>>

- [11] LEGRAND. (Guía de iluminación de emergencia). [Online]. Chile, 2003. <http://www.legrand.cl/sitio/archivos/alumbrado_emergencia.pdf>
- [12] LITHONIA. NFPA 70 NATIONAL ELECTRICAL CODE 2008. En: Lithonia Emergency System. 2008. p. 44.
- [13] NFPA. (National Fire Protection Association) [online]. Massachusetts (USA), 2011. Disponible desde internet: <<http://www.nfpa.org/categoryList.aspx?categoryID=932&URL=About%20NFPA/International/C%20%F3digos%20y%20Normas%20de%20la%20NFPA/Proceso%20de%20Desarrollo%20del%20C%20%F3digo%20de%20la%20NFPA&cookie%5Ftest=1>>
- [14] PÉREZ SANZ, Antonio. (BATERÍAS). [Online]. disponible desde internet: <<http://platea.pntic.mec.es/~lmarti2/baterias.htm>>
- [15] PHILIPS (Sense and simplicity). [Online], 2012. Disponible desde internet: <<http://www.philips.com.co>>
- [16] PLANETA SEDNA (Luminiscencia). [Online]. Buenos Aires (Argentina), 2012. Disponible desde internet: <<http://www.portalplanetasedna.com.ar/luminiscencia.htm>>
- [17] SANTIAGO ECHAVARRÍA. Iluminación de Emergencia. En: Mundo Eléctrico. Enero, Marzo de 2011. Vol. 25. N.82. ISSN 1692-7052. Edición 2009. p 1-77.
- [18] SCHNEIDER ELECTRIC (Normativa Indicaciones Generales). [Online]. España, 2008. Disponible desde internet: <<http://www.schneiderelectric.es>>
- [19] STEREN (Soluciones en electrónica). [Online]. México, 2012. Disponible desde internet: <http://www.steren.com.mx/catalogo/prod.asp?sug=1&search_type=prod&p=2114&s=LAM-500>
- [20] STRAUSS, Ergon. Saber Electrónica. En: Iluminación de Emergencia. Cuarta Edición 1991.
- [21] SUB DIRECCIÓN NACIONAL DE BOMBEROS. (Iluminación de emergencia).[Online].chile,2011.<http://www.bomberos.gub.uy/instructivos/IT_07_iluminacion_de_emergencia.pdf>
- [22] SYLVANIA [Online]. (Colombia). 2012. Disponible desde internet: <<http://www.havellssylvania.com.co/emergenciar2>>

- [23] TEC TRON (Tecnología Eléctrica y Electrónica).[Online]. 2008. Disponible desde internet: <http://www.tec-tron.com.ar/bateriasparaluzdeemergencia.html>
- [24] TRASHORRAS MONTECELOS, Jesús. (Diseño de Instalaciones Eléctricas de Alumbrado) [Online]. Madrid, España 2001 http://editorial.cda.ulpgc.es/instalacion/7_OPTATIVAS/LAU/LAU8_TRABAJOS/LAU87.htm
- [25] UNDERWRITERS LABORATORIES INC (UL) [Online]. Illinois (Estados Unidos). 2010. Disponible desde internet: <http://www.ul.com/global/spa/pages/corporate/standards/>
- [26] VOLTIMUM. (Alumbrado de emergencia).[Online]. Disponible desde internet: http://www.voltimum.es/catalogue.jsp?family_id=/101/040/REE-ITC28/2&brand=REE&mode=details&catalogType=L
- [27] WIKIPEDIA (La enciclopedia libre. Lámpara halógena). [Online]. 2011. Disponible desde internet: http://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%A1mpara_hal%C3%B3gena
- [28] WIKIPEDIA (La enciclopedia libre. LUX). [Online]. 2011. Disponible desde internet: <http://es.wikipedia.org/wiki/Lux>

ANEXO A. LUMINARIA R2 DE SYLVANIA.

SYLVANIA		Iluminación de emergencia																										
Producto seleccionado: Luminaria de emergencia R2																												
Imagen del Producto	Dibujo (Dimensiones)	Tipo de Lámpara																										
																												
Emisión de Luz	Datos Técnicos																											
 	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: #e0e0e0;">Código</td> <td>P33351-36</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0e0;">Nombre del Producto</td> <td>Luminaria de emergencia R2</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0e0;">Montaje</td> <td>Sobreponer</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0e0;">Descripción</td> <td>Luminaria de emergencia R-2, decorativa y económica, de fácil mantenimiento.</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0e0;">Lugar de Uso</td> <td>Interior</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0e0;">Chasis</td> <td>Diseño compacto en color blanco, de bajo perfil, chasis termoplástico ABS retardante al fuego, resistente a golpes, a prueba de rayaduras, fácil instalación, aprobado para montaje de pared o techo.</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0e0;">Batería</td> <td>Batería de plomo, no requiere mantenimiento, entrada de voltaje dual (120 o 277) VAC 60 Hz.</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0e0;">Sistema eléctrico</td> <td>El cargador de batería minimiza el consumo de energía, reduce costos de operación. Circuito interno controla carga de la batería. Cambio automático de CA a la batería. Indicador de status con luz led roja visible fácilmente.</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0e0;">Instalación</td> <td>Placas de montaje universal que permiten una rápida y fácil instalación puede ser en pared o techo.</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0e0;">Garantía</td> <td>Un (1) año de garantía en condiciones normales de funcionamiento.</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0e0;">Autonomía</td> <td>90 minutos.</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0e0;">Tension</td> <td>120V o 277V</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0e0;">Potencia nominal</td> <td>2x5.4W</td> </tr> </table>		Código	P33351-36	Nombre del Producto	Luminaria de emergencia R2	Montaje	Sobreponer	Descripción	Luminaria de emergencia R-2, decorativa y económica, de fácil mantenimiento.	Lugar de Uso	Interior	Chasis	Diseño compacto en color blanco, de bajo perfil, chasis termoplástico ABS retardante al fuego, resistente a golpes, a prueba de rayaduras, fácil instalación, aprobado para montaje de pared o techo.	Batería	Batería de plomo, no requiere mantenimiento, entrada de voltaje dual (120 o 277) VAC 60 Hz.	Sistema eléctrico	El cargador de batería minimiza el consumo de energía, reduce costos de operación. Circuito interno controla carga de la batería. Cambio automático de CA a la batería. Indicador de status con luz led roja visible fácilmente.	Instalación	Placas de montaje universal que permiten una rápida y fácil instalación puede ser en pared o techo.	Garantía	Un (1) año de garantía en condiciones normales de funcionamiento.	Autonomía	90 minutos.	Tension	120V o 277V	Potencia nominal	2x5.4W
Código	P33351-36																											
Nombre del Producto	Luminaria de emergencia R2																											
Montaje	Sobreponer																											
Descripción	Luminaria de emergencia R-2, decorativa y económica, de fácil mantenimiento.																											
Lugar de Uso	Interior																											
Chasis	Diseño compacto en color blanco, de bajo perfil, chasis termoplástico ABS retardante al fuego, resistente a golpes, a prueba de rayaduras, fácil instalación, aprobado para montaje de pared o techo.																											
Batería	Batería de plomo, no requiere mantenimiento, entrada de voltaje dual (120 o 277) VAC 60 Hz.																											
Sistema eléctrico	El cargador de batería minimiza el consumo de energía, reduce costos de operación. Circuito interno controla carga de la batería. Cambio automático de CA a la batería. Indicador de status con luz led roja visible fácilmente.																											
Instalación	Placas de montaje universal que permiten una rápida y fácil instalación puede ser en pared o techo.																											
Garantía	Un (1) año de garantía en condiciones normales de funcionamiento.																											
Autonomía	90 minutos.																											
Tension	120V o 277V																											
Potencia nominal	2x5.4W																											
Atributos	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñada para espacios donde hay una gran afluencia de personas a fin de evitar accidentes cuando se suscitan apagones. 																											
Certificaciones																												

ANEXO B. CERTIFICADO DE MANTENIMIENTO PLANTA ELECTRICA



CERTIFICADO DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO DE PLANTA ELECTRICA



Nit. 800.127.313-9

Cliente: U.T.P ELECTRICA	PLANTA No. 128	MP N° 11999
Dirección: LA JULITA	Ciudad: PEREIRA	FECHA 11 27 2013
Tipo de Servicio: Preventivo <input checked="" type="checkbox"/> Otro: <input type="checkbox"/> Solicitado por: CONTRATO		

ITEM	OBSERVACION
1. SISTEMA DE LUBRICACION	
Revisar Nivel de Aceite	OK
Revisar Fugas	OK
Revisar Fugas por filtro(s)	OK
Estado del Aceite	OK
2. SIS. REFRIGERACION/VENTILACION M.	
Revisar Nivel Refrigerante del Radiador /Int.	OK
Revisar Concentración de DCA	OK
Revisar Fugas de Agua	OK
Revisar Restricción de Aire en el Radiador	OK
Revisar Cubo de Ventilador y Poleas	OK
Revisar Bomba de Agua	OK
Revisar Pre calentador	OK
Revisar Condición y Tensión de Correa(s)	OK
3. SISTEMA DE COMBUSTIBLE/ENCENDIDO	
Indicar Nivel del Tanque	70%
Revisar Fugas de Combustible	OK
Bomba de Inyección <input checked="" type="checkbox"/> Carburador <input type="checkbox"/>	OK
Conjunto Control Velocidad	OK
Bomba Transferencia	OK
Drenar Sedimento de Tanque	OK
Revisar Tuberías	OK
Bujías (s) Sistemas de Gasolina / Gas	OK
Indicar Presión del Gas	OK
4. FILTROS	
Revisar Estado Filtro(s) de Aire	OK
Revisar Estado Filtro(s) Agua	OK
Revisar Estado Filtro(s) Aceite	OK
Revisar Estado Filtro(s) Combustible	OK

ITEM	OBSERVACION
5. ESCAPE GASES	
Revisar Flexible	OK
Revisar Silenciador	OK
Revisar Tubería dentro del recinto	OK
Revisar Multiples	OK
Revisar Turbo	OK
6. SISTEMA DE ARRANQUE/C. BATERIAS	
Revisar Cargador de Batería(s)	OK
Revisar Carga Alternador	OK
Revisar Correa(s) Alternador	OK
Revisar Terminales y Bornes	OK
Revisar Nivel Electrolito de Batería(s)	OK
Revisar Motor de Arranque	OK
Simular Arranque Remoto	OK
Revisar Sistema de Arranque	OK
7. PROTECCION DEL MOTOR	
Revisar Sensor Alta Temperatura	OK
Revisar Sensor Baja presión de Aceite	OK
Revisar Sensor Sobre Velocidad	OK
Revisar Sensor sobre Arranque	OK
Revisar Sensor Bajo nivel de Agua	OK
8. SISTEMA ELECTRICO GENERADOR	
Revisar entrada y salida Generador	OK
Revisar Breaker Totalizador - dejarlo ON	OK
Revisar Tarjeta Reguladora de Voltaje	OK
Revisar Tablero Control	OK
Revisar Breaker de excitación - dejarlo ON	OK
9. LIMPIEZA GENERAL	
Efectuarla	OK

10. LECTURA DE INSTRUMENTOS	VOLTIMETRO	220/127 V.AC	FRECUENCIA	60.5 HZ	HORAS	720
	AMPERIMETRO	0	A.AC	PRESION DE ACEITE	90	PSI:
	TEMP. DEL REFRIGERANTE	22 °C	°F	BATERIA	12.8/13.5 V.DC V.	ARRANQUE:

Observaciones: Se realizó mantenimiento preventivo general, limpieza del grupo, revisión de ajustes generales, líquidos a nivel, revisión del cargador de baterías y carga de la batería, prueba de funcionamiento manual sup carga, la planta opero y genero normalmente.

MATERIALES ADICIONALES:

AUTORIZADO

PERSONAL HDO DE COLOMBIA
Carlos A. Posada

INFORME RECIBIDO POR:
NOMBRE: Juan Pablo Tabares
HORA:
FIRMA:

ANEXO C. INFORME TÉCNICO MANTENIMIENTO

INFORME TÉCNICO

MANTENIMIENTO UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA PEREIRA

24 de Agosto Al 14 de Septiembre 2013

El mantenimiento programado para la Universidad tecnológica de Pereira, constaba de aseo, reapreté de puntos de contacto, peinado de cables, conformidad de equipos instalados, mantenimiento de barrajes, maquillaje según norma, ajuste de envolvente, revisión de transferencias.

Las fechas de intervención de los gabinetes con sus respectivas revisiones fue la siguiente:

24 de Agosto 2013

TABLERO DE BAJA TENSION EDIFICIO ELECTRICA

El mantenimiento de este edificio consto de tres tableros, dos de distribucion y un banco de condensadores.



Se limpiaron rayones y mantenimiento general en la metalmeccanica.



Se peino y reapreto cableado de control.



Se reapretaron las alimentaciones de los interruptores.



Se marquillo y se reapreto tanto los barrajes como los polos de los interruptores.



Se reapretaron los barrajes de la transferencia y se limpio internamente teniendo en cuenta reapretar el control interno.



Se marquillo y reapreto según norma RETIE, tambien se reapretaron polos de interruptores



Se limpio por la parte posterior.



Se reacomodaron cables de control, se reapretaron bormas de control.



Se probaron los condensadores en la prueba se determino que los 3 tienen de a un condensador malo, se recomienda cambio .



Se limpio el barraje principal, se reapretaron los polos de los interruptores, se limpiaron los contactores.



Se hizo limpieza general de el gabinete internamente.