

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA Y SEÑALÉTICA PARA LOS MEDIOS DE EGRESO EN LAS OFICINAS DE LA ESFOT

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA

WLADIMIR STALIN MUÑOZ OÑA

wladimir.munoz@epn.edu.ec

DIRECTOR: ING. SANTIAGO ORTIZ

oscar.ortiz02@epn.edu.ec

CODIRECTOR: ING. WILSON MORÁN

wilson.moran@epn.edu.ec

Quito, Octubre 2020

DECLARACIÓN

Yo Wladimir Stalin Muñoz Oña, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Sin perjuicio de los derechos reconocidos en el primer párrafo del artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación -COESC-, somos titulares de la obra en mención y otorgamos una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva de uso con fines académicos a la Escuela Politécnica Nacional. Entregaremos toda la información técnica pertinente. En el caso de que hubiese una explotación comercial de la obra por parte de la EPN, se negociará los porcentajes de los beneficios conforme lo establece la normativa nacional vigente.

Wladimir Stalin Muñoz Oña

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por Wladimir Stalin Muñoz Oña, bajo nuestra supervisión.

Ing. Santiago Ortiz
DIRECTOR DE PROYECTO

Ing. Wilson Morán
CODIRECTOR DE PROYECTO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia, en especial a mi madre y padre, quienes han sido mi apoyo durante mi etapa universitaria, siempre con su apoyo incondicional en cualquier ámbito de mi vida, este logro se los debo a ustedes.

AGRADECIMIENTO

Primero quiero agradecer a DIOS quien me ha bendecido en cada momento de mi vida, siendo una guía espiritual en momentos de adversidades.

A mis padres por siempre ofrecerme su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.

Al Ing. Santiago Ortiz por su apoyo en este proceso, quien con su dirección, conocimiento y colaboración permitió la culminación de este trabajo.

Al Ing. Wilson Morán por su apoyo como codirector de este trabajo.

Finalmente agradezco a la Escuela Politécnica Nacional, a la Escuela de Formación de Tecnólogos, a todos los docentes que compartieron todo su conocimiento para mi formación académica.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Descripción del problema	1
1.2.	Objetivos	2
1.3.	Justificación	2
2.	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	4
2.1.	Normativas del alumbrado de emergencia.....	4
2.2.	¿Qué es una vía de evacuación?.....	5
2.3.	Sistema de iluminación de emergencia	6
2.4.	Señalización de iluminación de emergencia	7
2.5.	Conceptos básicos sobre iluminación de emergencia.....	8
2.6.	Clasificación del alumbrado de emergencia	9
2.7.	Tipos de iluminación.....	10
2.8.	Lugares de instalación del alumbrado de emergencia	11
2.9.	Estados de funcionamiento	14
2.10.	Forma de conexión.....	14
2.11.	Programa para el cálculo de iluminación.....	15
3.	METODOLOGÍA.....	16
3.1.	Descripción de la metodología utilizada	16
3.2.	Pasos metodológicos	16
4.	RESULTADOS.....	18
4.1.	Lámpara de Emergencia	18
4.2.	Señalética de salida	19
4.3.	Diseño: Planta Administrativa	20
4.4.	Diseño: Oficina Profesores 2	22
4.5.	Diseño: Oficina Profesores 3	25
4.6.	Diseño: Oficina Profesores 4	28
4.7.	Análisis de resultados	29
4.8.	Selección de componentes	30
4.9.	Manual de operación y mantenimiento.....	32
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	36
5.1.	Conclusiones.....	36
5.2.	Recomendaciones.....	37
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	38
7.	ANEXOS.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Vías de Evacuación. (Legrand, 2019).....	6
Figura 2.2 Vías de Evacuación. (Legrand, 2011).....	10
Figura 2.3 Clases de luminarias. (Normalux, 2018)	11
Figura 2.4 Intersecciones (Legrand, 2012)	11
Figura 2.5 Escaleras. (Legrand, 2012)	12
Figura 2.6 Salidas de emergencia. (Legrand, 2012)	12
Figura 2.7 Cambios de dirección. (Legrand, 2012)	13
Figura 2.8 Extintores y Alarmas. (Legrand, 2012)	13
Figura 2.9 Conexión Sistema de iluminación de emergencia (Legrand, 2011)	14
Figura 2.10 Instalación con un telemando (Legrand, 2011)	15
Figura 2.11 Software Dialux (Dialux, 2020)	15
Figura 4.1 Composición de la lámpara. (Sylvania, 2019)	18
Figura 4.2 Dimensiones del letrero. (Sylvania, 2019).....	19
Figura 4.3 Posición de luminarias Planta Administrativa. (Fuente: Propia).....	20
Figura 4.4 Gammas de grises Planta Administrativa. (Fuente: Propia)	21
Figura 4.5 Resultado de iluminancia en vía de evacuación. (Fuente: Propia).....	21
Figura 4.6 Posición de luminarias Oficina 2. (Fuente: Propia).....	22
Figura 4.7 Gammas de grises Oficina 2. (Fuente: Propia).....	23
Figura 4.8 Resultado de iluminancia en vía de evacuación. (Fuente: Propia).....	24
Figura 4.9 Posición de luminarias Oficina 3. (Fuente: Propia).....	25
Figura 4.10 Gammas de grises Oficina 3. (Fuente: Propia)	26
Figura 4.11 Resultado de iluminancia en vía de evacuación. (Fuente: Propia).....	27
Figura 4.12 Posición de luminarias Oficina 4. (Fuente: Propia).....	28
Figura 4.13 Gammas de grises Oficina 4. (Fuente: Propia)	28
Figura 4.14 Resultado de iluminancia en vía de evacuación. (Fuente: Propia).....	29
Figura 4.15 Luminaria de Emergencia R1 MINI (Sylvania, 2019)	30
Figura 4.16 Luminaria LED de Emergencia L2141 (Ledex, 2019)	31
Figura 4.17 Letrero de salida LED (Sylvania, 2019).....	31
Figura 4.18 Conexión Sistema iluminación de emergencia (Legrand, 2011)	33
Figura 4.19 Diagrama Unifilar Oficinas de profesores 3 (Fuente: Propia).....	33
Figura 4.20 Botón de Test (Hagroy Electronic, s.f.).....	34
Figura 4.21 Reemplazo de batería de una Lámpara de emergencia (Hagroy Electronic, s.f.).....	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Características de Operación de los Sistemas de Alumbrado de Emergencia....	7
Tabla 2.2 Tabla figuras geométricas, colores de seguridad y colores de contraste para señales de seguridad.....	7
Tabla 2.3 Rangos de Temperatura del Color	8
Tabla 4.1 Características técnicas de la luminaria	19
Tabla 4.2 Características técnicas del letrero	19
Tabla 4.3 Resultados del diseño para Planta Administrativa	20
Tabla 4.4 Resultados del diseño para Oficina 2	22
Tabla 4.5 Resultados del diseño para Oficina 3	25
Tabla 4.6 Resultados del diseño para Oficina 4	28
Tabla 4.7 Número de lámparas y letreros.....	29
Tabla 4.8 Resultados luminotécnicos.....	29
Tabla 4.9 Proforma Instalación de luminarias	32

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción del problema

En el Distrito Metropolitano de Quito, todas las edificaciones están en riesgo de sufrir un evento adverso, ya sea por causas naturales terrestres, de origen atmosférico o provocadas por el hombre y puede causar suspensión del servicio eléctrico. En el Ecuador por su ubicación geográfica es vulnerable de sufrir eventos sísmicos y volcánicos, como los dos últimos terremotos sucedidos en 1987 y 2016, que afectaron al sistema de distribución eléctrica provocando la ausencia de esta para algunas provincias del país. (Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2016)

De acuerdo al Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, en sus informes de Situación Actual por Eventos Peligrosos – Ecuador, señala que desde el año 2016 el Ecuador ha sufrido varias amenazas naturales como sismos, actividad volcánica, incendios forestales, inundaciones, entre otras. Dichos eventos tienen potencial para afectar al ser humano, a sus actividades y a sus infraestructuras. (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2019)

En un evento adverso, las vías de evacuación deberán ser claramente visibles con una correcta señalización que permita guiar de una manera rápida a las personas a las respectivas salidas, si el evento ocurre en la noche la edificación deberá contar con iluminación de emergencia que indique claramente el camino hacia la salida y permita una evacuación segura y sin peligro para así salvaguardar la integridad de las personas según la norma NFPA 101 (2009).

La Ordenanza Metropolitana 470 vigente en el Distrito Metropolitano de Quito, señala en sus reglas técnicas en materia de prevención de incendios, la Regla Técnica Metropolitana 3 (RTQ 3) describe los criterios de diseño que debe tener las edificaciones según su ocupación o actividad y en la Regla Técnica Metropolitana 5 (RTQ 5) describe los requisitos que debe tener la iluminación y señalización de las vías de evacuación.

Se puede observar que las oficinas de la Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT), al ser una edificación patrimonial no cumple con los requisitos de una edificación moderna, lo que conlleva al incumpliendo de requerimientos en Materia de Prevención de Incendios y Seguridad Humana, debido a que una correcta iluminación de emergencia está relacionada con la

seguridad de la vida, se plantea el DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA Y SEÑALÉTICA PARA LOS MEDIOS DE EGRESO EN LAS OFICINAS DE LA ESFOT.

1.2. Objetivos

Objetivo General

Diseñar un sistema de iluminación de emergencia y señalética para los medios de egreso en las oficinas de la ESFOT

Objetivos Específicos

- Investigar los requerimientos exigidos por la normativa nacional e internacional que deben cumplir los sistemas de iluminación de emergencia y señaléticas.
- Diseñar el sistema de iluminación de emergencia de las oficinas en el software de iluminación Dialux.
- Seleccionar cada uno de los componentes que forman parte del sistema de iluminación de emergencia.
- Elaborar un manual de instalación, uso y mantenimiento sobre luminarias de emergencia.

1.3. Justificación

Las señaléticas de seguridad son de vital importancia ya que brindan información relevante en caso de emergencia. Dichas señaléticas son colocadas en puntos clave, siendo fácilmente reconocidas, permitiendo orientación y guías hacia los medios de egreso o sitios seguros. En caso de emergencia estos elementos pueden salvar vidas. (Boehmwald, 2018)

En situaciones de emergencia en toda empresa, instalación o edificación la iluminación juega un papel fundamental. Contar con una fuente alterna de luz, que se activa en caso de ausencia de suministro eléctrico, protegería de accidentes y evitaría el pánico en las personas. Es muy importante disponer de un alumbrado de emergencia y buena señalización, lo cual evitaría amplios tiempos de evacuación y posibles pérdidas de vidas humanas. (ZEMPER, s.f.)

Por tal motivo es fundamental la instalación de luminarias de emergencia y señaléticas que permita indicar los medios de egreso, en caso de emergencia las luminarias entrarán en funcionamiento de manera inmediata, así facilitarán la evacuación de la edificación de manera segura y reducirán el pánico de las personas debido a la oscuridad.

Las señaléticas cumplirán las funciones de proporcionar información sobre el acceso a las salidas para mantener una evacuación ordenada, rápida y segura. En conjunto las luminarias y las señaléticas lograrán salvaguardar las vidas de las personas que se encuentren en la edificación.

Dichos elementos tienen una vital importancia en las oficinas de la ESFOT, las cuales tienen una jornada laboral de 7:00 AM a 8:00 PM, entrando en funcionamiento ante un estado de emergencia en el día o en la noche, por lo cual sus principales beneficiarios serán el personal administrativo, profesores, estudiantes y público en general.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Normativas del alumbrado de emergencia

RTQ 3/2015: Reglas técnicas en función del riesgo derivado del destino u ocupación de la edificación, establecimiento o local de la actividad que se realiza en ellos

Oficinas:

Ocupación destinada a actividades de gestión administrativa, técnica o educación superior sean de carácter público o privado.

Se consideran ocupaciones de oficinas, entre otras las siguientes edificaciones:

- Oficinas en general
- Salas de reunión con aforo menor a 50 personas
- Oficinas Gubernamentales o Públicas
- Oficinas privadas
- Oficinas Técnicas
- Laboratorios educativos
- Consultorios Médicos y Odontológicos
- Clínicas para pacientes ambulatorios
- Universidades (RTQ 3, 2015)

Medios de egreso

Iluminación de emergencia: Se deberá proveer iluminación de emergencia, que cumpla con la RTO 5 vigente, en las siguientes áreas:

- Escaleras y corredores interiores que conduzcan a una salida.
- Espacios de uso común y para reuniones públicas.
- Partes interiores de los edificios donde no hay ventanas.

RTQ 5/2015: Medios de egreso

Iluminación de las vías de evacuación

1. Valores mínimos de iluminación. Los pisos y todas las superficies para caminar en el acceso a la salida, salida y la desembocadura de la salida, deberán tener lámparas de emergencia con un nivel mínimo de iluminación de 10 lux, medidos en el suelo

2. Iluminación de emergencia. Se deberá cumplir lo siguiente:

(a) Todas las áreas de los medios de egreso deberán tener iluminación de emergencia por un período de 60 minutos, en el caso de falla en la iluminación normal.

(b) Las luces de emergencia activadas con baterías deberán usar únicamente tipos de baterías recargables, provistas de las facilidades adecuadas para mantenerlas en la correcta condición de carga, localizadas a distancias no mayores a 30 metros.

(c) El sistema de iluminación de emergencia deberá estar continuamente en operación y deberá ser capaz de funcionar de forma repetida y automática, sin intervención manual. (RTQ 5, 2015)

NFPA 101: Código de Seguridad Humana

Iluminación de emergencia

La iluminación de emergencia debe proveerse por no menos de 1½ horas en caso de falla de la iluminación normal. Las instalaciones de la iluminación de emergencia deben disponerse para proveer una iluminación inicial no menor, en promedio, de 1 pie-bujía (10.8 lux) y, en cualquier punto, no menos de 0.1 pie-bujía (1.1 lux), medido a lo largo del camino de egreso a nivel del suelo. (NFPA 101, 2009).

Prueba periódica del equipo de iluminación de emergencia

Debe permitirse que las pruebas de los sistemas de iluminación de emergencia requeridos, se realicen de la siguiente manera:

- (1) La prueba funcional debe llevarse a cabo mensualmente, con un mínimo de 3 semanas y un máximo de 5 semanas entre pruebas, por no menos de 30 segundos
- (2) Si el sistema de iluminación de emergencia es energizado por baterías, debe realizarse anualmente una prueba funcional por no menos de 1½ horas.
- (3) El propietario debe mantener registros escritos de las inspecciones visuales y de las pruebas para la inspección por la autoridad competente (NFPA 101, 2009).

2.2. ¿Qué es una vía de evacuación?

Son las rutas de salida de circulación continua y sin obstáculos, desde cualquier punto en un edificio o estructura hacia una vía pública y/o abierta, que consisten en tres (3) partes separadas y distintas:

- a) El acceso a la salida;
- b) La salida; y,
- c) La desembocadura a la salida. (Ministerio De Inclusión Económica Y Social, 2019)

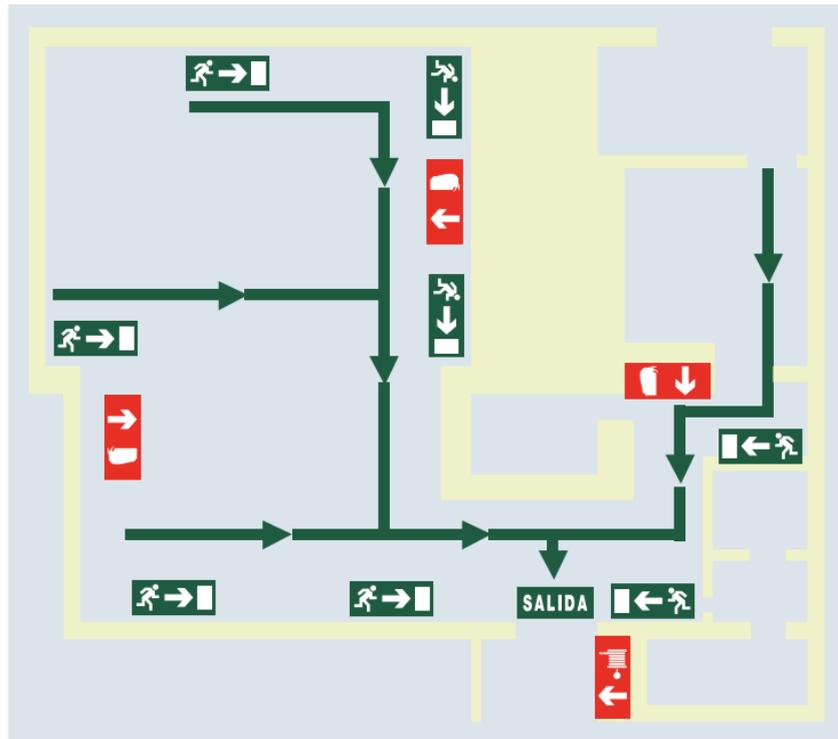


Figura 2.1 Vías de Evacuación. (Legrand, 2019)

2.3. Sistema de iluminación de emergencia

La iluminación de emergencia es aquella que debe permitir, en caso de corte de energía eléctrica, la evacuación segura y fácil del público hacia el exterior. (Ministerio De Inclusión Económica Y Social, 2019)

El objetivo primordial de las luces de emergencia es iluminar las rutas de evacuación de toda edificación garantizando la seguridad, logrando una evacuación ordenada, rápida y segura de los usuarios de dicha edificación ante una situación de emergencia o riesgo, como lo puede ser un corte de energía debido a causas naturales terrestres, de origen atmosférico o provocadas por el hombre. Existen diferentes normativas que regulan el uso y la instalación de las luminarias, asegurando que la visibilidad para las personas sea la adecuada para la identificación de las vías de salida de la edificación en la que se encuentren evitando el pánico que una situación de emergencia puede causar y facilitar una evacuación segura.

El sistema de iluminación de emergencia debe disponerse para proporcionar automáticamente la iluminación requerida en cualquiera de los casos siguientes:

- a) Corte del suministro de energía eléctrica.
- b) Apertura de un disyuntor, interruptor de circuito o fusible.
- c) Cualquier acto manual, incluyendo la apertura de un conmutador que controla las instalaciones de iluminación manual. (Ministerio De Inclusión Económica Y Social, 2019)

Tabla 2.1 Características de Operación de los Sistemas de Alumbrado de Emergencia

Tipo de iluminación	Iluminación mínima	Razón I_{max} / I_{min} o uniformidad	Autonomía (mínimo)
Evacuación	1 lux, medido a nivel de suelo.	I _{max} / I _{min} = 40	1 hora
Antipánico	0.5 lux, medido a nivel de suelo.	I _{max} / I _{min} = 40	1 hora
Trabajos Peligrosos	mínimo de 15 lux o 10 % de la iluminación normal.	I _{max} / I _{min} = 0.1	3 horas

Fuente: MIDUVI (2011)

I_{max} = iluminancia máxima

I_{min} = iluminancia mínima

2.4. Señalización de iluminación de emergencia

El alumbrado de señalización, debe indicar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras, el número del piso y salidas de los locales durante el tiempo que permanezcan con público. (Ministerio De Inclusión Económica Y Social, 2019)

El acceso a las salidas deberá estar marcado por señales fácilmente visibles en todos los casos, cuando la salida o el camino para alcanzarla no sea fácilmente evidente para los ocupantes.

Las señalizaciones tendrán la palabra "SALIDA" o una designación similar en letras fácilmente legibles. (RTQ-5, 2015)

La señalización de seguridad deberá cumplir con la norma NTE INEN-ISO 3864-1:2013, en donde se especifica los colores de seguridad, símbolos y señales de seguridad.

Tabla 2.2 Tabla figuras geométricas, colores de seguridad y colores de contraste para señales de seguridad.

Figura Geométrica	Significado	Color de Seguridad	Color de Contraste al Color de Seguridad	Color del Símbolo Gráfico	Ejemplos de Uso
	Condición Segura	Verde	Blanco	Blanco	<ul style="list-style-type: none"> - Primeros auxilios - Salida de emergencia - Punto de encuentro durante una evacuación

	Equipo contra incendio	Rojo	Blanco	Blanco	<ul style="list-style-type: none"> - Extintor de incendios - Punto de llamado para alarma de incendio - Recolección de equipo contra incendios
---	------------------------	------	--------	--------	---

Fuente: INEN (2013).

2.5. Conceptos básicos sobre iluminación de emergencia

Términos técnicos en iluminación

- **Flujo Luminoso (Φ) [Lumen (lm)]:**

Es la cantidad de energía de luz emitida por una fuente de luz en una unidad de tiempo. Su unidad es el lumen (lm) y su símbolo es Φ .

- **Iluminancia (E) [Lux (lx)]:**

Es la cantidad de flujo luminoso (1 lm) que incide sobre una superficie (1 m²). Su unidad es el lux (lx) y su símbolo es E.

- **Iluminancia media (Em) [Lux (lx)]:**

Valor promedio de iluminancia medida o calculada sobre una superficie.

- **Intensidad Luminosa (I) [Candela (cd)]:**

Es la unidad básica del Sistema Internacional para medir la intensidad de luz. Una fuente emite un flujo de luz en varias direcciones y con diferente intensidad. Su unidad es la candela (cd) su símbolo es I.

- **Uniformidad lumínica (U):**

Es la iluminancia proporcionada sobre una superficie de referencia, esta varía con el tiempo debido a la depreciación luminosa que se encuentran expuestas, debido a la suciedad que pueden acumular con el paso del tiempo o la zona o espacio a iluminar.

- **Temperatura del color [Kelvin (K)]:**

La temperatura de color define el color que puede tener una fuente de luz. Ese color se mide en grados Kelvin (K). Cuando se describe una fuente encendida como caliente o fría, lo que se hace es proporcionar información sobre su valor Kelvin.

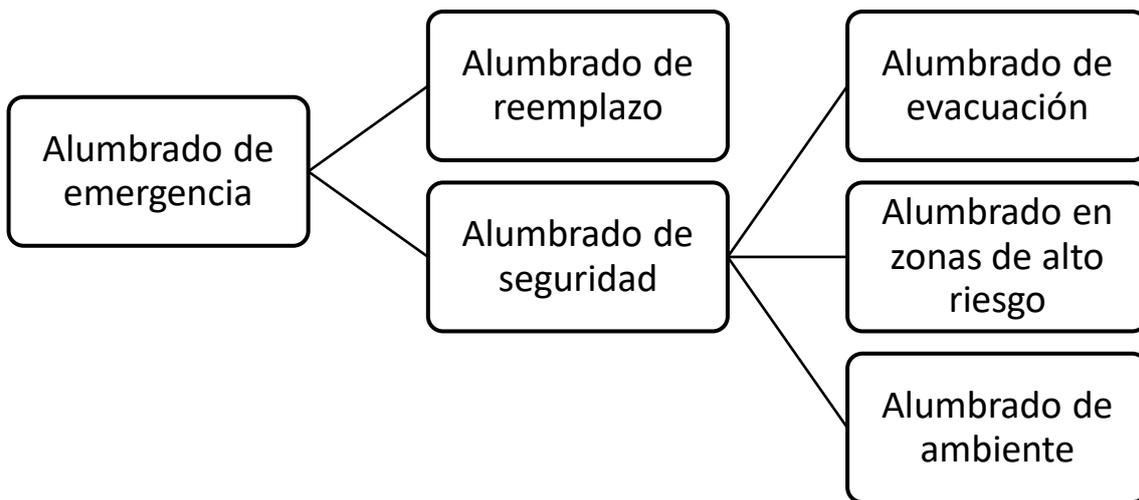
Tabla 2.3 Rangos de Temperatura del Color

T _c (K)	Apariencia de color
T _c < 3300	Cálida
3300 < T _c < 5000	Intermedia
5000 < T _c	Fría

- **Grado de Protección (IP):**

Es el nivel de protección que indica la durabilidad de las luminarias contra la penetración de polvo, sólidos, agua y humedad. En la literatura internacional, se abrevia con el código IPX1X2. El primer número en la clasificación IP (X1) indica el grado de protección contra sólidos y el segundo número (X2) indica el grado de protección contra la humedad y el agua.

2.6. Clasificación del alumbrado de emergencia



Alumbrado de reemplazo

Este tipo de alumbrado de emergencia, permite la continuidad normal de las actividades en caso de un corte del suministro eléctrico, durante un mínimo de 2 horas.

Alumbrado de seguridad

Garantiza la seguridad de las personas durante una evacuación o personas que necesiten culminar un trabajo potencialmente peligroso.

- **Alumbrado de evacuación:**

Este alumbrado garantiza el reconocimiento de la ruta de evacuación, facilitando además las maniobras de seguridad e intervenciones de auxilio. Por lo tanto, este alumbrado de evacuación deberá ir colocado en todas las vías de evacuación.

Iluminancia mínima de 1 lux a nivel del suelo, 5 lux en los cuadros de alumbrado y de protección contra incendios. Funcionamiento mínimo 1 hora.

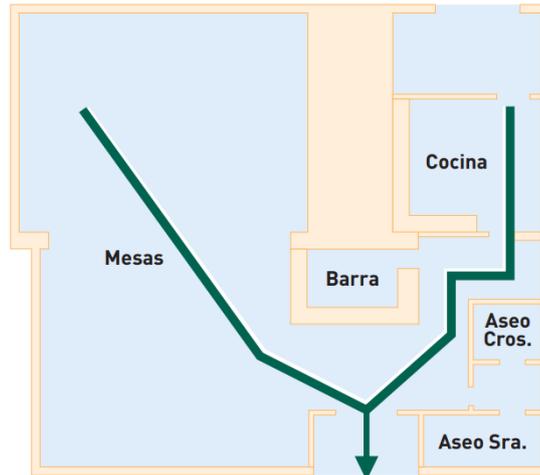


Figura 2.2 Vías de Evacuación. (Legrand, 2011)

- **Alumbrado de ambiente o antipánico:**

Este alumbrado de seguridad tiene como finalidad evitar el 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.

Iluminancia mínima de 0,5 lux en toda el área considerada. Funcionamiento mínimo 1 hora.

- **Alumbrado en zonas de alto riesgo:**

Permite la realización de trabajos potencialmente peligrosos durante un corte de energía, funcionando el tiempo necesario para abandonar la actividad de alto riesgo.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo deber permitir una iluminancia mínima de 15 lux o 10% de la iluminación normal.

2.7. Tipos de iluminación

Iluminación no permanente

Las lámparas se encienden al producirse el corte de energía o alguna falla de la alimentación del alumbrado normal.

Iluminación permanente

Las lámparas de emergencia están encendidas todo el tiempo, tanto en presencia de red eléctrica como en ausencia de ella. Cuando ocurre el corte de energía las lámparas no se apagarán gracias al mecanismo de emergencia.

Iluminación combinada

Estas son luminarias que contienen dos o más lámparas de las cuales unas estarán alimentadas por el alumbrado normal, mientras que las otras estarán alimentadas por el mecanismo de emergencia, dependiendo de la situación en la que se encuentren. (Normalux, 2018)

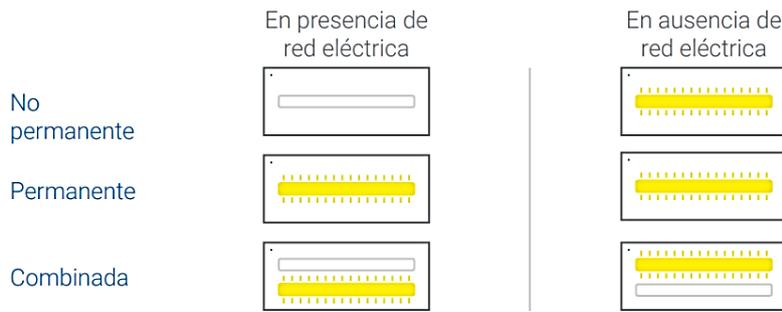


Figura 2.3 Clases de luminarias. (Normalux, 2018)

2.8. Lugares de instalación del alumbrado de emergencia

- a) Próxima a todas las intersecciones. (Figura. 2.4)

Pasillos con intersecciones necesitan una buena iluminación.



Figura 2.4 Intersecciones. (Legrand, 2012)

- b) Próximo a cualquier cambio del nivel del suelo. (Figura. 2.5)

Las escaleras representan un peligro potencial por ende es necesario la instalación de luces de emergencia.



Figura 2.5 Escaleras. (Legrand, 2012)

c) Sobre de las puertas de salida. (Figura. 2.6)

Las puertas de salida deben ser claramente iluminadas en caso de emergencia para lograr una evacuación rápida.

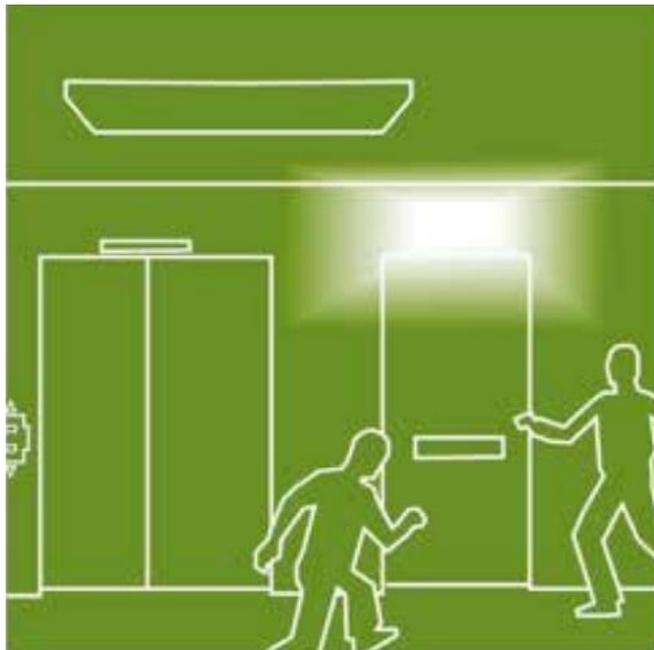


Figura 2.6 Salidas de emergencia. (Legrand, 2012)

d) Próximo a todos los cambios de dirección. (Figura. 2.7)

Pasillos en donde existan cambios de dirección es necesario ubicar luces de emergencia que permitan identificar las rutas de evacuación.



Figura 2.7 Cambios de dirección. (Legrand, 2012)

e) Próximo a los equipos de extinción de incendios o alarma contra incendios. (Figura. 2.8)

En caso de emergencia se necesita iluminación a puntos en donde se encuentran equipos de extinción de incendios o alarmas contra incendio.



Figura 2.8 Extintores y Alarmas. (Legrand, 2012)

2.9. Estados de funcionamiento

Estado de alerta

La luminaria de emergencia se encuentra a la espera del fallo del suministro eléctrico para entrar en funcionamiento.

Estado de emergencia

La luminaria entra en estado de emergencia proporcionando iluminación por medio de su fuente de energía propia, una vez que falló el suministro de energía.

Estado de reposo

La luminaria de emergencia se encuentra apagada durante la falla de suministro de energía o ha pasado la duración asignada de la batería y la alimentación normal no se ha restablecido.

2.10. Forma de conexión

Instalación a la misma fase

Las luminarias de emergencia son conectadas a la misma fase del alumbrado normal con su respectiva protección como se visualiza en la Figura 2.9.

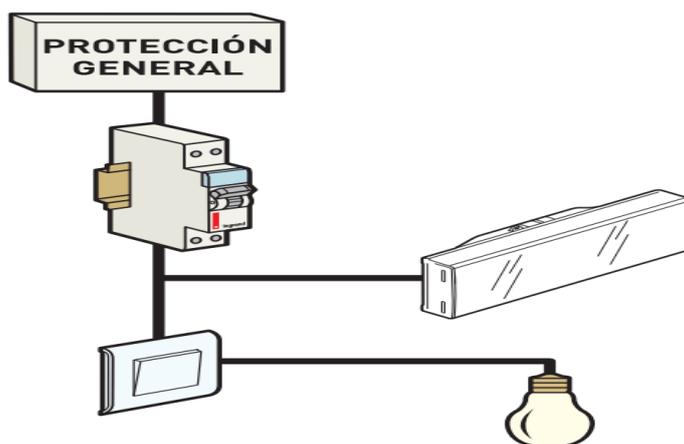


Figura 2.9 Conexión Sistema de iluminación de emergencia. (Legrand, 2011)

Instalación con telemando

El telemando asegura la puesta en reposo o en funcionamiento de las luminarias, permitiendo evitar una descarga innecesaria de la batería de ser el caso cuando se encuentra en estado de funcionamiento de emergencia y ninguna persona se encuentre en el establecimiento en ese momento. También permite pasar del estado de reposo al estado de emergencia para pruebas de funcionamiento.

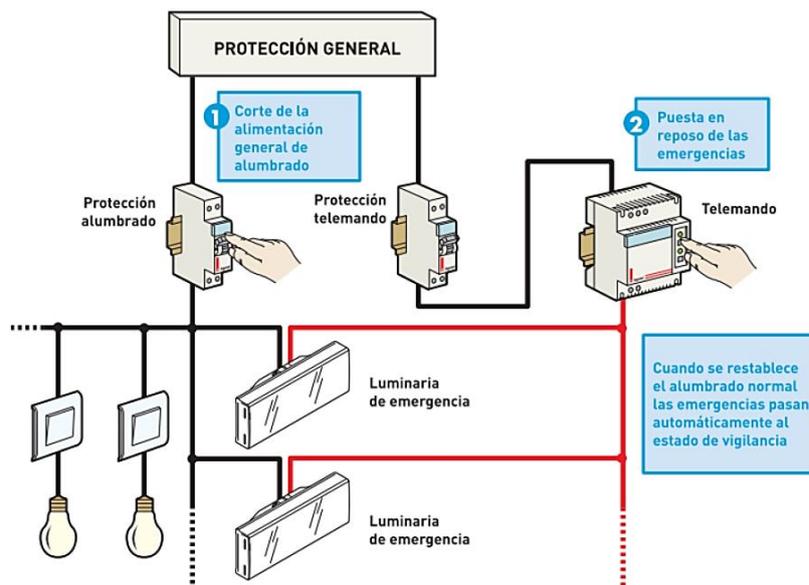


Figura 2.10 Instalación con un telemando. (Legrand, 2011)

2.11. Programa para el cálculo de iluminación

Dialux

DIALux es un software gratuito de DIAL, que permite crear proyectos de iluminación profesionales. Este software está siendo utilizado por diseñadores de iluminación en todo el mundo, y facilita la tarea de diseñar sistemas de iluminación tanto para interiores como exteriores.

Con DIALux, puede crear de manera sencilla e intuitiva proyectos de iluminación. El programa DIALux posibilita un análisis cuantitativo sencillo de un proyecto, y además cuenta con una funcionalidad sencilla de renderización 3D, lo cual es muy útil para cálculos de iluminación interior y exterior.

DIALux determina el consumo energético de un proyecto de iluminación, para el cumplimiento de las normas vigentes a nivel nacional e internacional. (Airfal, s.f.).

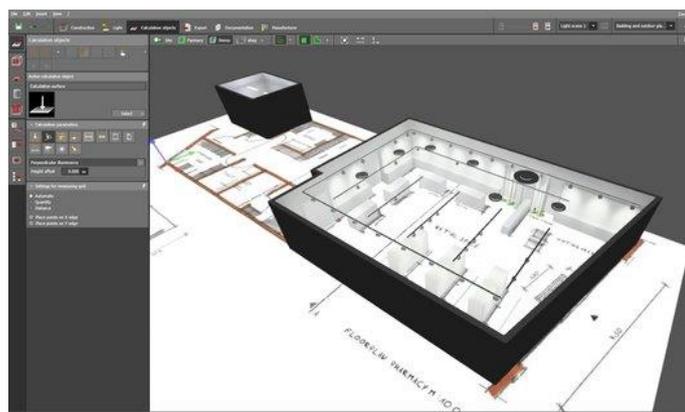


Figura 2.11 Software Dialux. (Dialux, 2020)

3. METODOLOGÍA

3.1. Descripción de la metodología utilizada

El presente proyecto se realiza aplicando la investigación aplicada, esta recibe el nombre de “investigación práctica o empírica”, ya que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. (Cordero & Rosa, 2009)

3.2. Pasos metodológicos

Para este proyecto se investiga sobre las normas que deben cumplir los sistemas de iluminación de emergencia, cumpliendo con la Ordenanza Metropolitana de Quito 470 RTQ 3, que explica sobre los criterios para la prevención de incendios en función del tipo de ocupación o la actividad que se desarrolle en dicha edificación. Considerando el tipo de ocupación de OFICINAS, destinada a actividades de gestión administrativa, técnica o educación superior ya sea de carácter público o privado (RTQ 3). Así también, tomando en cuenta los requisitos técnicos de iluminación establecidos en la Regla Técnica Metropolitana 5 (RTQ 5), Código de Seguridad Humana (NFPA 101), Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) Instalaciones Electromecánicas y Norma INEN ISO 3864-1.

Se elabora planos arquitectónicos en AutoCAD, que indican el área ocupacional de cada oficina de la ESFOT con sus respectivas medidas, determinando las zonas de tránsito de las personas. Con los planos realizados se procederá al diseño y cálculo del sistema de iluminación con la ayuda del software de iluminación Dialux, generando simulaciones de proyección lumínica en dicho programa, permitiendo determinar el número de luminarias que deberán ser instaladas y la distribución adecuada de cada una de ellas, cumpliendo con las normativas vigentes tanto nacionales como internacionales.

Se procede a la búsqueda de luminarias y señaléticas en el mercado detalladas a continuación como recomendación para su instalación, estas luminarias recomendadas van acorde a los resultados obtenidos en la simulación del software Dialux y cumpliendo con las características que establece la norma. A la vez se elaboró una proforma con los elementos principales necesarios para realizar la instalación, detallando precios referenciales por cada elemento.

Para cada oficina se realiza su respectivo diagrama unifilar, en donde se indica la conexión de las luminarias y señalética con sus respectivos elementos de protección, conformando el sistema de iluminación de emergencia.

Se elabora un manual sobre la instalación y el mantenimiento que deben tener las luminarias, el cual está basado en una serie de inspecciones mensuales basadas en la

teoría del Mantenimiento Preventivo, y así poder facilitar su instalación, su adecuado uso y mantenimiento a las diferentes luminarias a instalarse.

4. RESULTADOS

El diseño y cálculo del número total de luminarias para cada oficina fue desarrollado en el software Dialux, mediante el diseño previo en AutoCAD de los planos arquitectónicos de cada oficina. Las luminarias fueron diseñadas para colocarse a altura de 2.50 (m) y los letreros led a 2.30 (m) respecto del nivel del suelo, permitiendo que los mismos sean de fácil visualización para los usuarios de la instalación y así se pueda realizar una evacuación rápida y segura, cumpliendo así con las normativas vigentes como Regla Técnica Metropolitana (RTQ), Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC).

La ubicación de las lámparas se planteó de tal manera que se logre obtener un nivel de iluminación de 1 lux mínimo en cualquier punto de la línea central de la ruta de evacuación, y además obtener una relación de iluminación entre la iluminación máxima y mínima que no exceda de 40:1, es decir, si el valor mínimo de iluminación es de 1 lux, el valor máximo no puede exceder de 40 lux.

La ubicación de los letreros se diseñó para una altura de 2.30 metros, para ser instaladas sobre el marco de la puerta de salida.

Para el diseño de las luminarias de emergencia se tomó como referencia la luminaria “LED EMERGENCIA R1 Mini 2 X 1.2W” con un flujo luminoso de 200 lm de la marca Sylvania y para los letreros led “LED EMERGENCIA AVISO” de la misma marca, en la Tabla 4.1. y 4.2, se muestra las especificaciones técnicas de la luminaria y letrero utilizados como referencia para la simulación.

4.1. Lámpara de Emergencia

Dimensiones

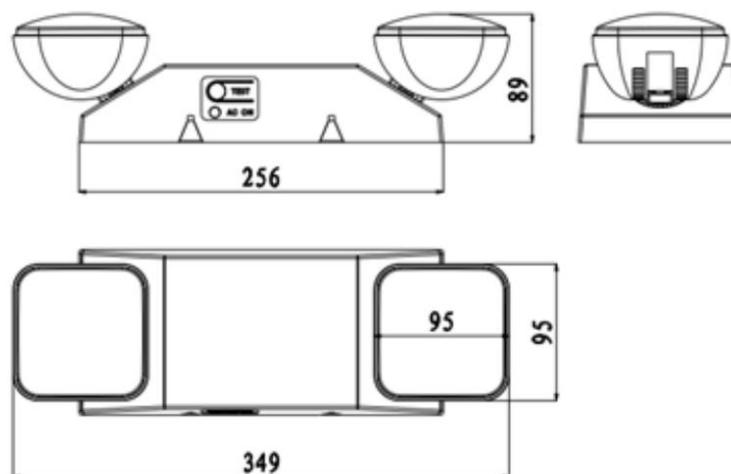


Figura 4.1 Composición de la lámpara. (Sylvania, 2019)

Aspectos Técnicos

Tabla 4.1 Características técnicas de la luminaria

DATOS ÓPTICOS		DATOS FÍSICOS		DATOS ELÉCTRICOS	
Temperatura de color	6000K	Acabado	Blanco	Potencia de entrada	Max 2.4 (W)
Flujo luminoso	2X100 lm	Grado de protección	IP20	Tensión de operación	120 o 277 (V)
Ángulo de apertura	120°	Dimensiones	89 x 349 x 95 (mm)	Frecuencia	50/60 (Hz)
Potencia Spot LED	2x1.2W	Tipo de montaje	Sobreponer	Corriente de entrada	Max 0.02 (A9)
		Chasis	Carcasa termo plástica	Factor de potencia	0.6
		Material óptico	PMMA	Batería	Ni-Cd 3.6 V 1000 mAH
		Temperatura de operación	0°C ~ 40°C	Tiempo de autonomía	90 min

Fuente: (Sylvania, 2019)

4.2. Señalética de salida

Dimensiones

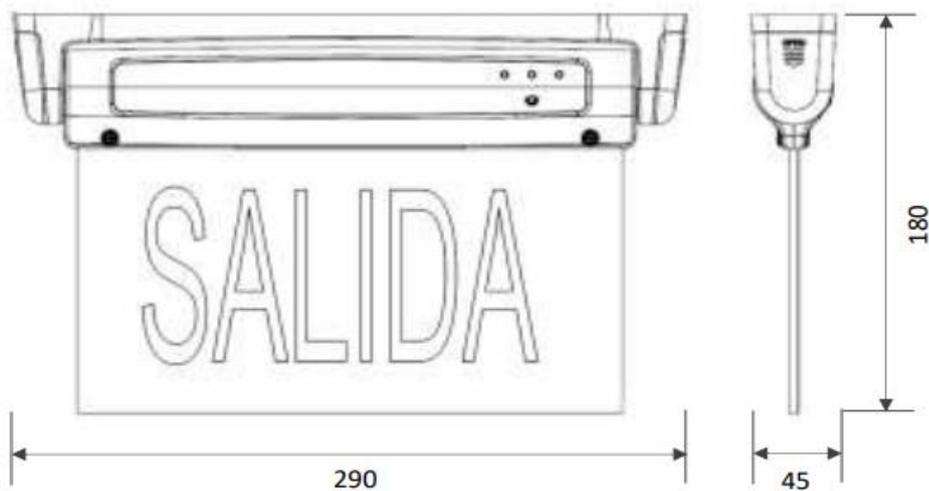


Figura 4.2 Dimensiones del letrero. (Sylvania, 2019)

Aspectos Técnicos

Tabla 4.2 Características técnicas del letrero

DATOS ÓPTICOS		DATOS FÍSICOS		DATOS ELÉCTRICOS	
Temperatura de color	Luz verde	Acabado	Letras Verdes	Potencia de entrada	Max 1.8(W)
Flujo luminoso	8 lm	Grado de protección	IP20	Tensión de operación	120 -130 (V)

Ángulo de apertura	No aplica	Dimensiones	45 x 290 x 180 (mm)	Frecuencia	50/60 (Hz)
Potencia Spot LED	1.6 W	Tipo de montaje	Sobreponer	Corriente de entrada	Max 0.15 (A9)
		Chasis	Carcasa termo plástica	Factor de potencia	0.9
		Material óptico	PMMA	Batería	Ni-Cd 3.6 V 1000 mAH
		Temperatura de operación	0°C ~ 40°C	Tiempo de autonomía	300 min

Fuente: (Sylvania, 2019)

4.3. Diseño: Planta Administrativa

Posición de luminarias y letreros



Figura 4.3 Posición de luminarias Planta Administrativa. (Fuente: Propia)

Tabla 4.3 Resultados del diseño para Planta Administrativa

N°	Total	Descripción	Φ (Luminaria) [lm]	P [W]
1	1	Letrero LED	8	1.6
2	6	Lampara de emergencia	200	2.4
Total:			1208	16

Fuente: Propia

Plano luminotécnico

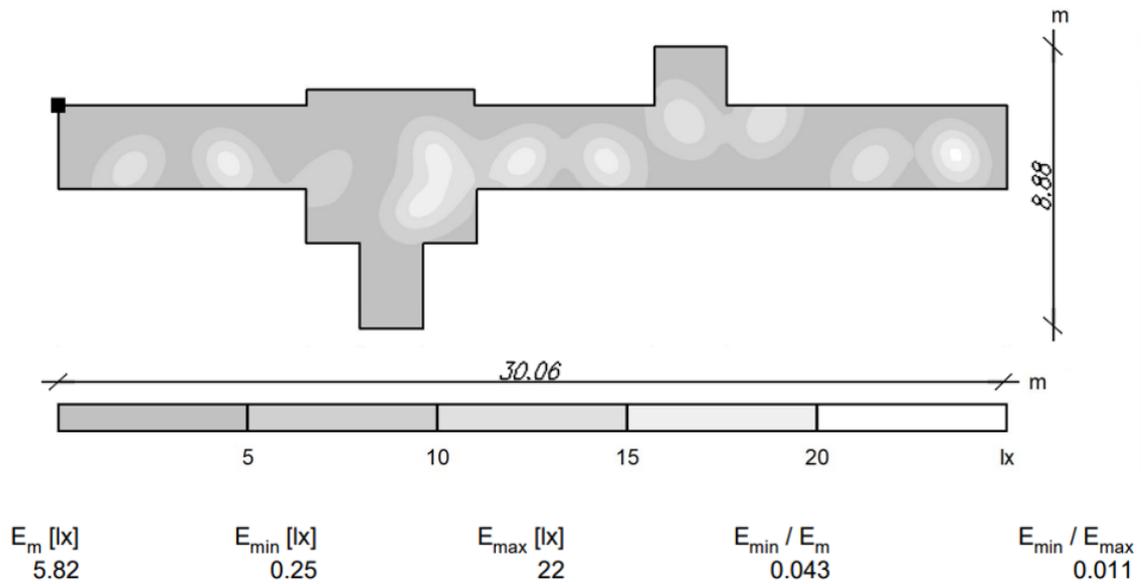
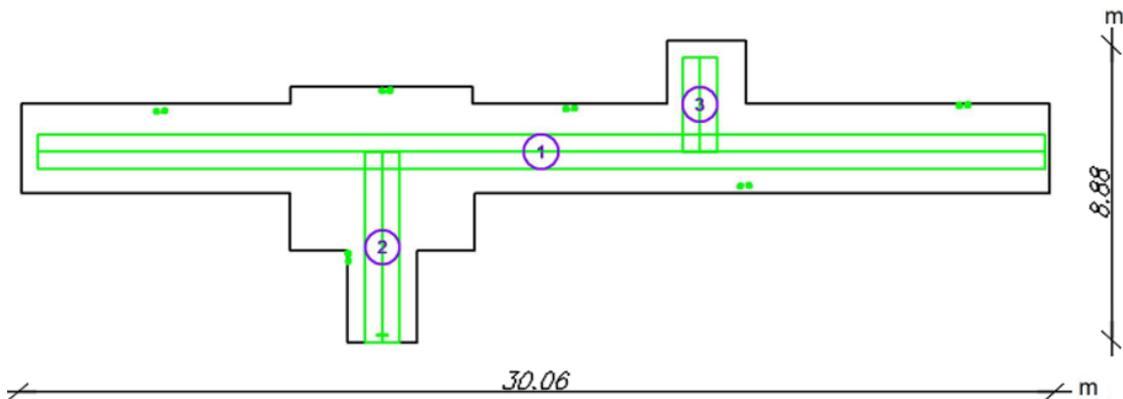


Figura 4.4 Gamas de grises Planta Administrativa. (Fuente: Propia)

Vías de evacuación



Lista de vías de evacuación

N°	Designación	E_{min} [lx]	E_{min} / E_{max}	E_{min} [lx] (Línea media)	E_{min} / E_{max} (Línea media)
1	Vía de evacuación 1	0.87	0.039	1.41	0.06 (1 : 15)
2	Vía de evacuación 2	1.04	0.071	1.61	0.20 (1 : 4.96)
3	Vía de evacuación 3	1.95	0.126	2.87	0.19 (1 : 5.39)

Resumen de los resultados:

E_{min} : 0.87 lx, E_{min} / E_{max} : 0.04, E_{min} (Línea media): 1.41 lx, E_{min} / E_{max} (Línea media): 0.06 (1 : 15)

Figura 4.5 Resultado de iluminancia en vía de evacuación. (Fuente: Propia)

4.4. Diseño: Oficina Profesores 2

Posición de luminarias y letreros

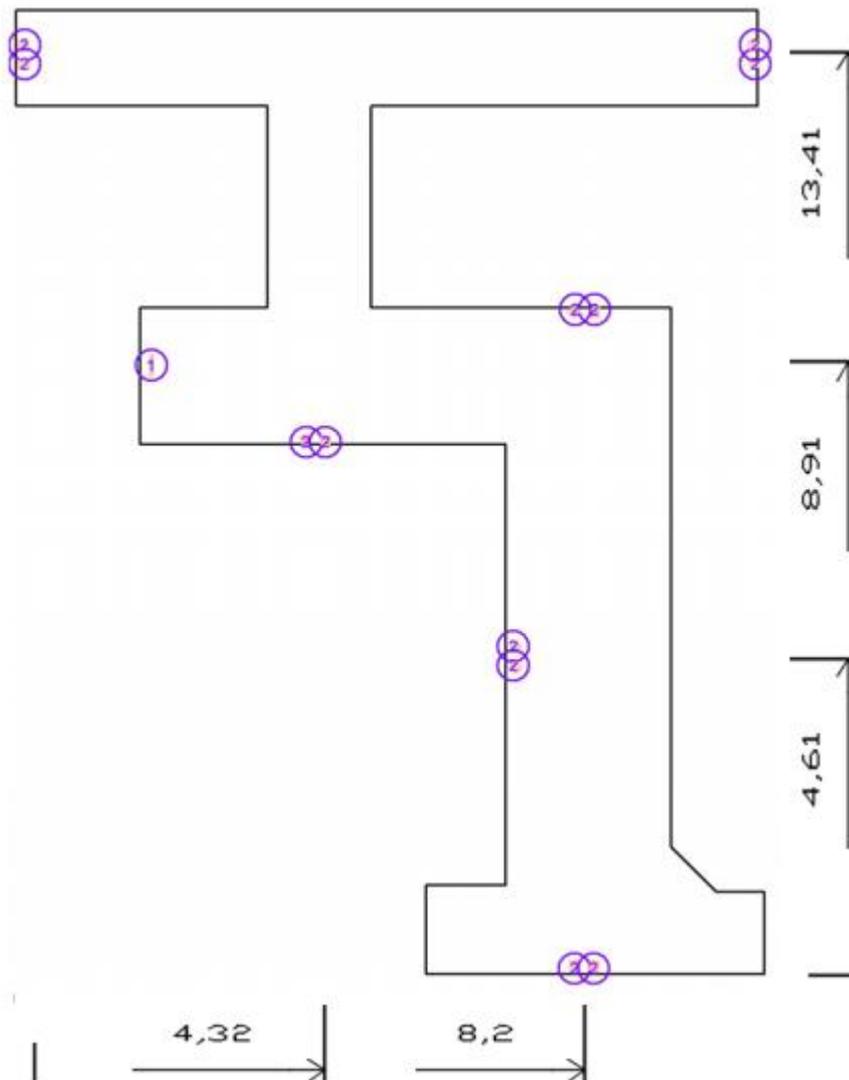


Figura 4.6 Posición de luminarias Oficina 2. (Fuente: Propia)

Tabla 4.4 Resultados del diseño para Oficina 2

N°	Total	Descripción	Φ (Luminaria) [lm]	P [W]
1	1	Letrero LED	8	1.6
2	6	Lampara de emergencia	200	2.4
Total:			1208	16

(Fuente: Propia)

Plano luminotécnico

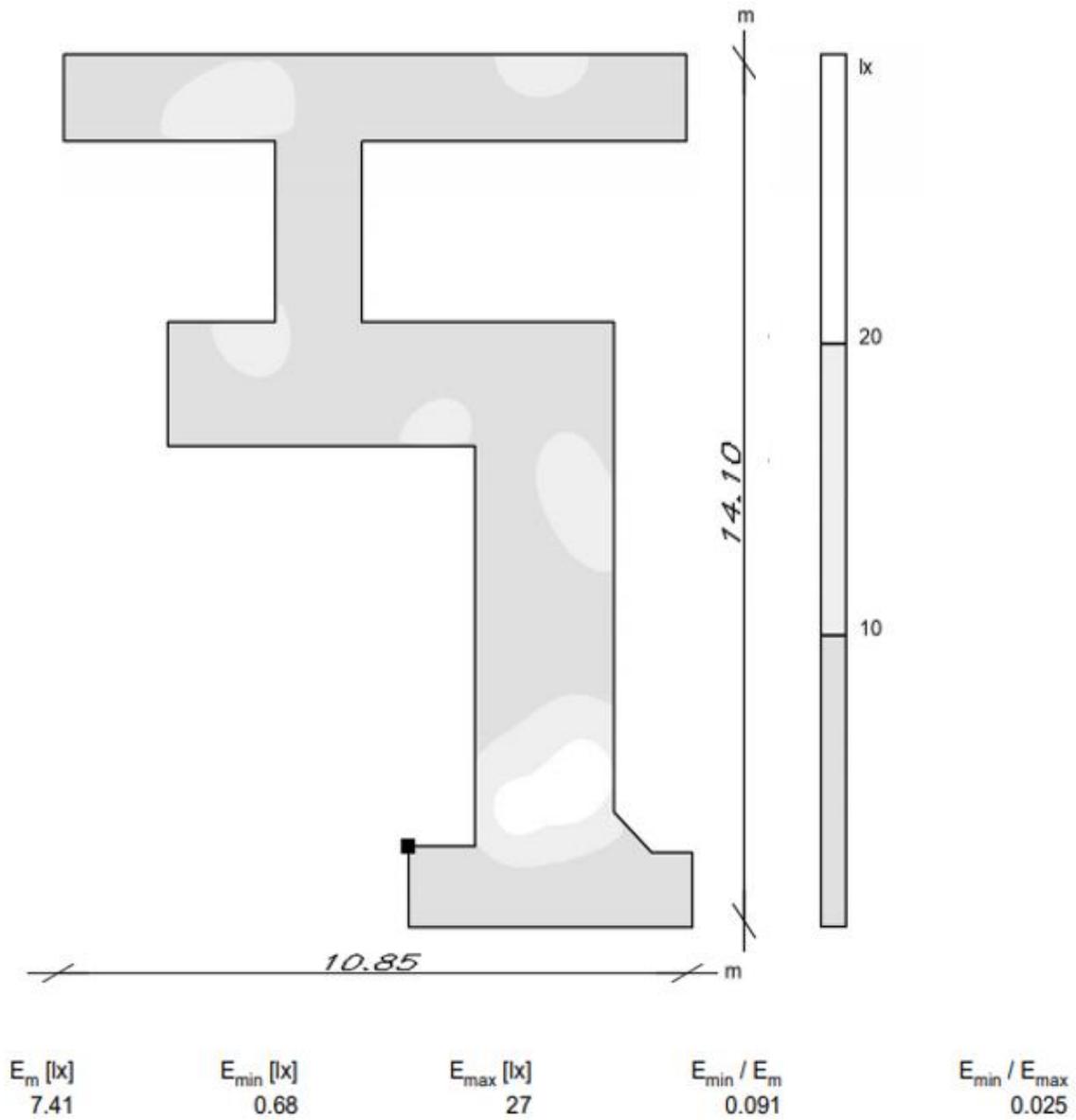
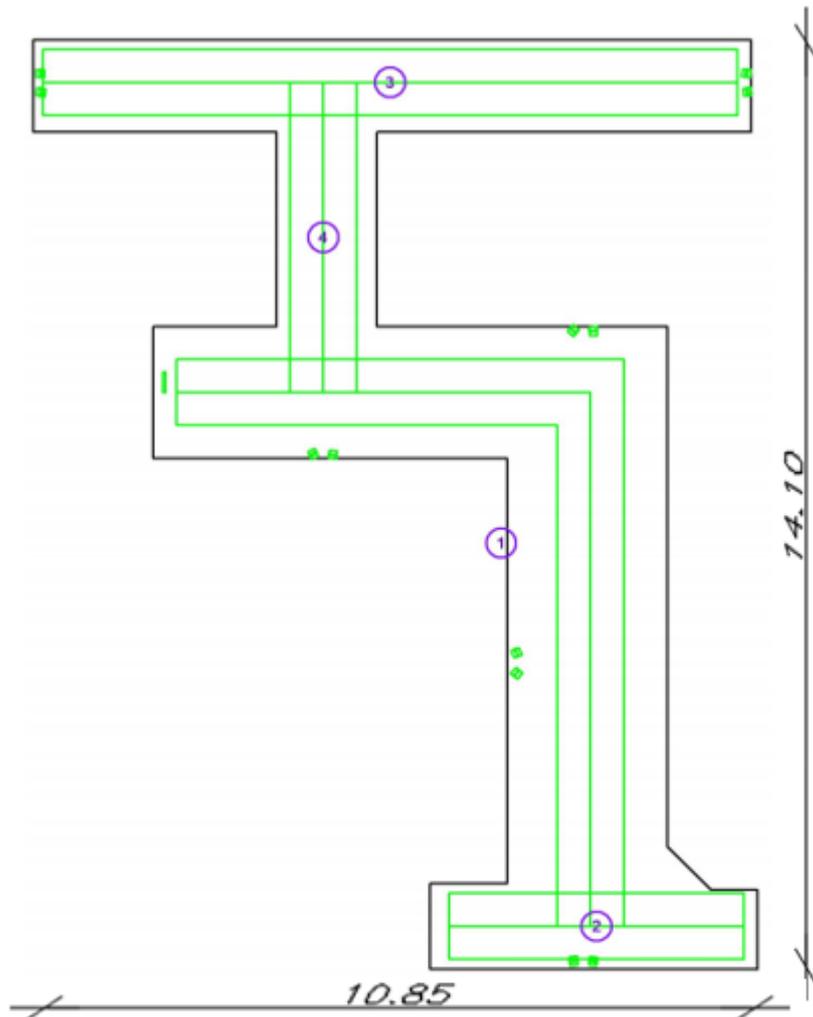


Figura 4.7 Gamas de grises Oficina 2. (Fuente: Propia)

Vías de evacuación



Lista de vías de evacuación

Nº	Designación	E_{\min} [lx]	E_{\min} / E_{\max}	E_{\min} [lx] (Línea media)	E_{\min} / E_{\max} (Línea media)
1	Vía de evacuación 1	1.58	0.060	2.80	0.12 (1 : 8.43)
2	Vía de evacuación 2	0.89	0.069	1.36	0.24 (1 : 4.24)
3	Vía de evacuación 3	2.03	0.128	2.33	0.17 (1 : 5.75)
4	Vía de evacuación 4	1.72	0.159	2.55	0.28 (1 : 3.53)

Resumen de los resultados:

E_{\min} : 0.89 lx, E_{\min} / E_{\max} : 0.03, E_{\min} (Línea media): 1.36 lx, E_{\min} / E_{\max} (Línea media): 0.06 (1 : 17)

Figura 4.8 Resultado de iluminancia en vía de evacuación. (Fuente: Propia)

4.5. Diseño: Oficina Profesores 3

Posición de luminarias y letreros

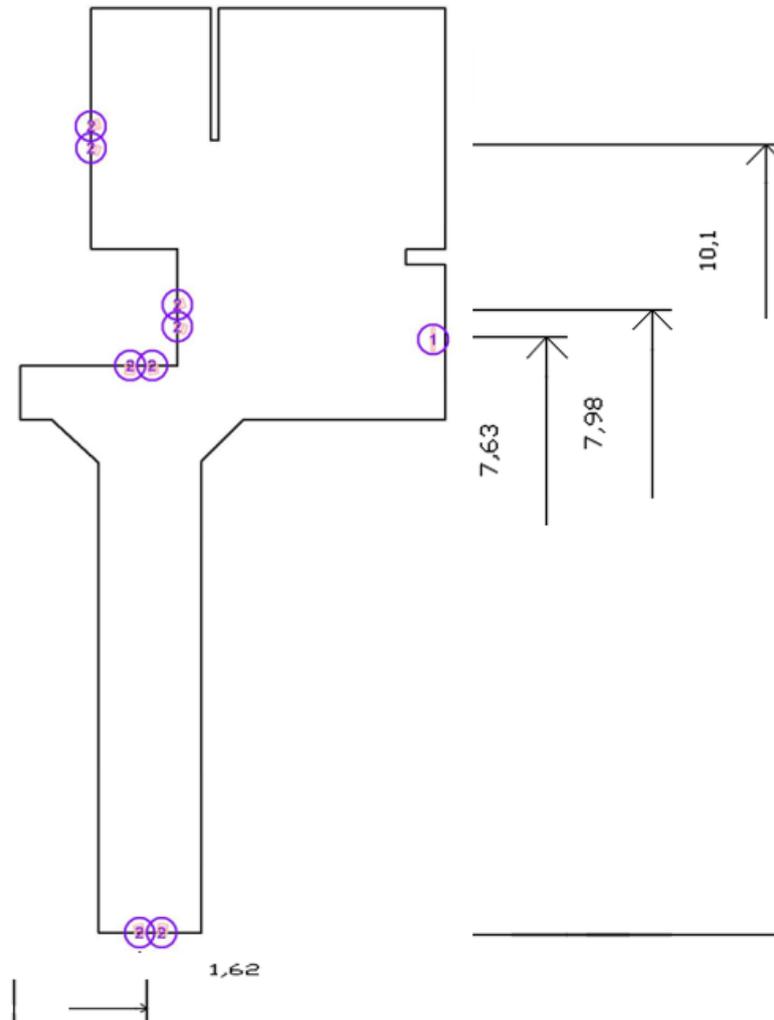


Figura 4.9 Posición de luminarias Oficina 3. (Fuente: Propia)

Tabla 4.5 Resultados del diseño para Oficina 3

N°	Total	Descripción	Φ (Luminaria) [lm]	P [W]
1	1	Letrero LED	8	1.6
2	4	Lampara de emergencia	200	2.4
Total:			808	11.2

(Fuente: Propia)

Plano luminotécnico

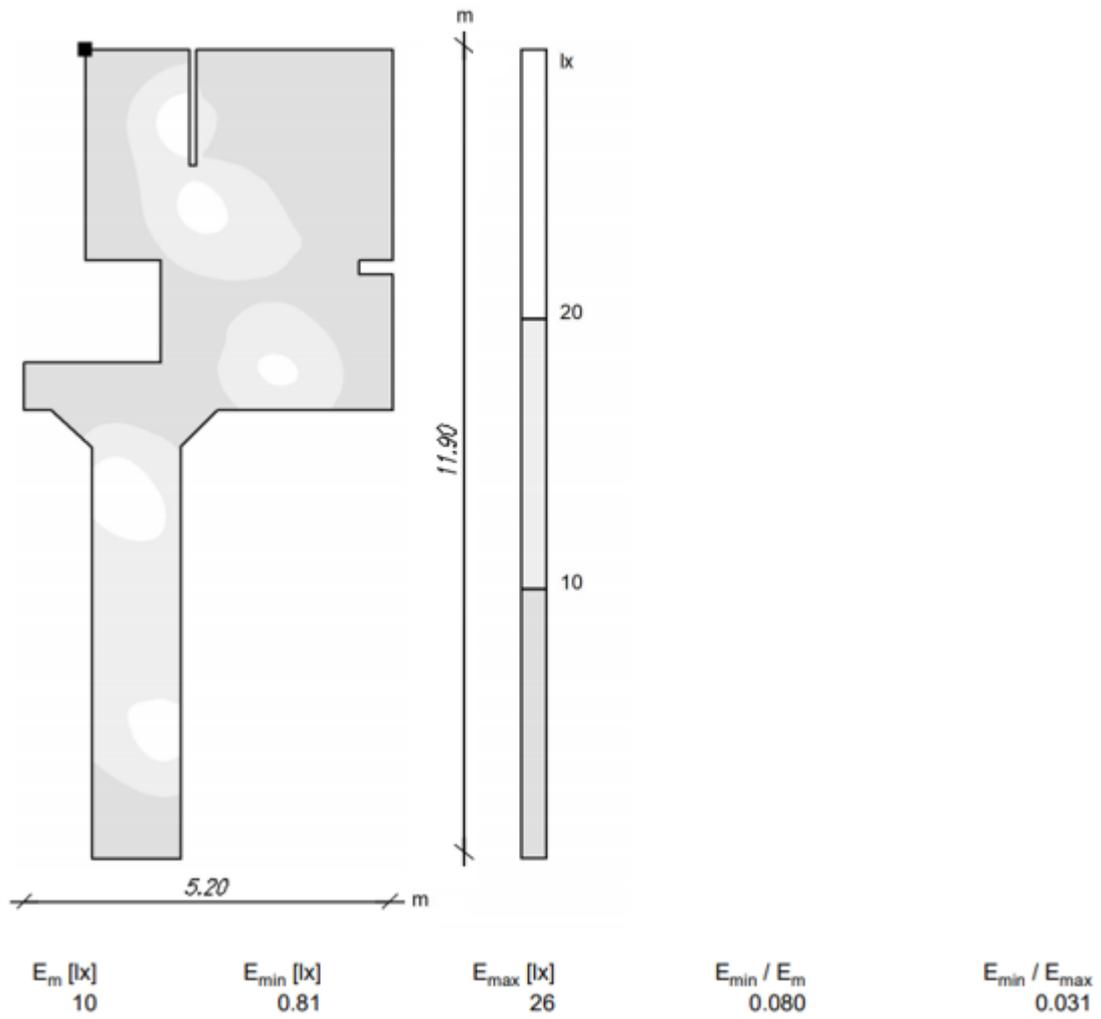
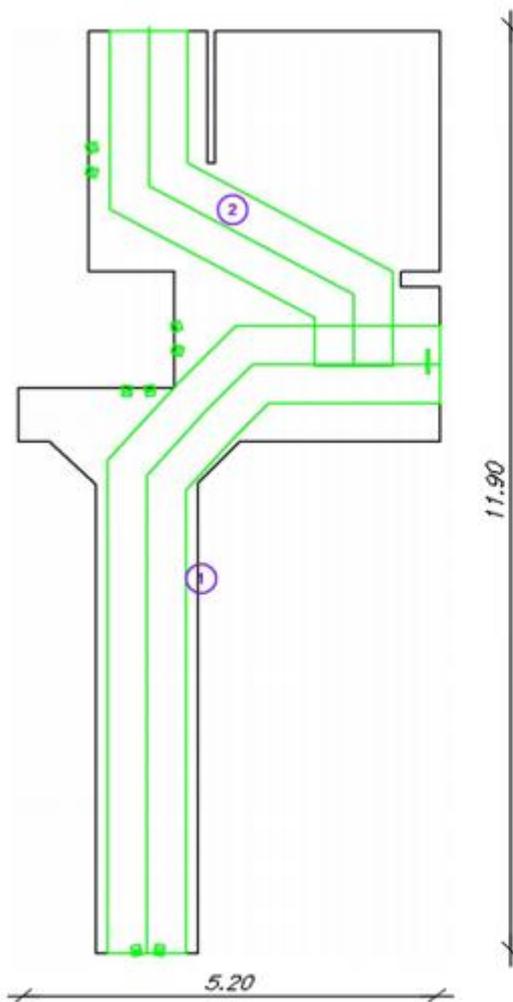


Figura 4.10 Gamas de grises Oficina 3. (Fuente: Propia)

Vías de evacuación



Lista de vías de evacuación

Nº	Designación	E_{min} [lx]	E_{min} / E_{max}	E_{min} [lx] (Línea media)	E_{min} / E_{max} (Línea media)
1	Vía de evacuación 1	2.64	0.102	3.18	0.13 (1 : 7.69)
2	Vía de evacuación 2	2.19	0.090	4.47	0.20 (1 : 5.06)

Resumen de los resultados:

E_{min} : 2.19 lx, E_{min} / E_{max} : 0.08, E_{min} (Línea media): 3.18 lx, E_{min} / E_{max} (Línea media): 0.13 (1 : 7.69)

Figura 4.11 Resultado de iluminancia en vía de evacuación. (Fuente: Propia)

4.6. Diseño: Oficina Profesores 4

Posición de luminarias y letreros

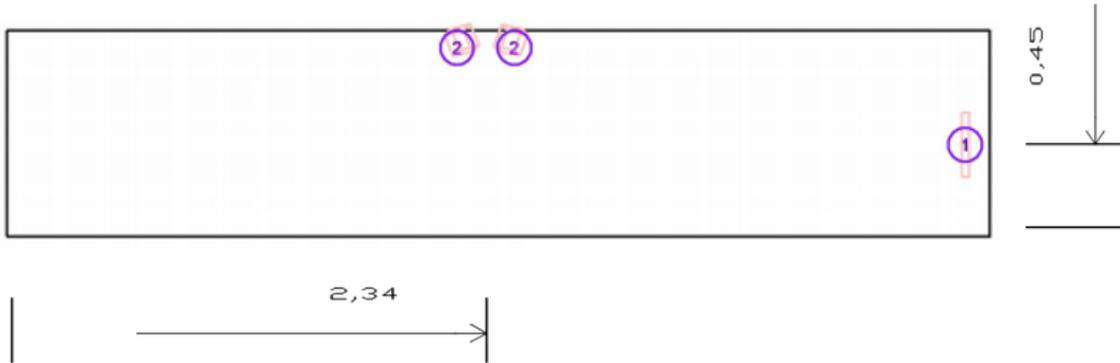


Figura 4.12 Posición de luminarias Oficina 4. (Fuente: Propia)

Tabla 4.6 Resultados del diseño para Oficina 4

N°	Total	Descripción	Φ (Luminaria) [lm]	P [W]
1	1	Letrero LED	8	1.6
2	1	Lampara de emergencia	200	2.4
Total:			208	4

(Fuente: Propia)

Plano luminotécnico

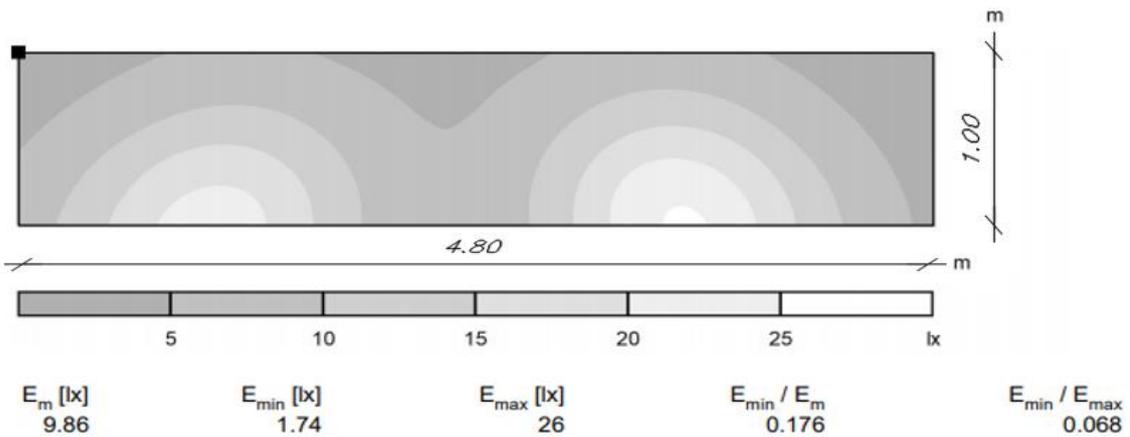
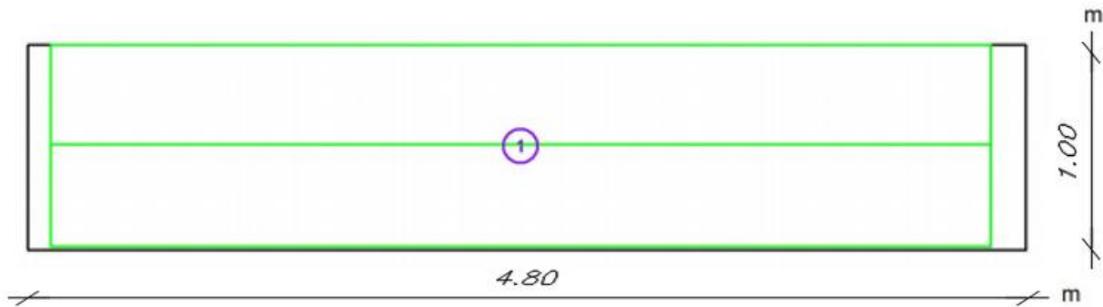


Figura 4.13 Gammas de grises Oficina 4. (Fuente: Propia)

Vías de evacuación



Lista de vías de evacuación

N°	Designación	E_{\min} [lx]	E_{\min} / E_{\max}	E_{\min} [lx] (Línea media)	E_{\min} / E_{\max} (Línea media)
1	Vía de evacuación 1	2.13	0.083	4.28	0.26 (1 : 3.84)

Figura 4.14 Resultado de iluminancia en vía de evacuación. (Fuente: Propia)

4.7. Análisis de resultados

La cantidad de lámparas y letreros que se diseñaron para cada una de las oficinas se pueden visualizar en la Tabla 4.3. Los resultados de iluminación obtenidos en cada una de las oficinas cumplen con las normas nacionales respecto a alumbrado de emergencia obteniendo una iluminancia mayor a 1 lux en la línea media de la ruta de evacuación y logrando obtener una relación de iluminación menor de 40.

Tabla 4.7 Número de lámparas y letreros

	Oficina	Número de lámparas	Número de letreros
1	Planta Administrativa	6	1
2	Oficina 2	6	1
3	Oficina 3	4	1
4	Oficina 4	1	1
	Total	17	4

(Fuente: Propia)

Tabla 4.8 Resultados luminotécnicos

	Oficina	Iluminación máxima	Iluminación mínima	Uniformidad (I_{\max}/I_{\min})	Iluminación min (Línea media)
1	Planta Administrativa	21.75	0.87	25	1.41
2	Oficina 2	29.67	0.89	33.33	1.36
3	Oficina 3	27.38	2.19	12.5	3.18
4	Oficina 4	25.66	2.13	12.04	4.25

(Fuente: Propia)

4.8. Selección de componentes

Se realizó una lista de los componentes necesarios para realizar la instalación del sistema de iluminación de emergencia.

Luminarias de emergencia

Los cálculos luminotécnicos fueron realizados con luminarias que ofrecían un flujo luminoso de 200 lúmenes. Con los resultados obtenidos se puede seleccionar las luminarias y los aspectos a tener en cuenta son un flujo luminoso mínimo de 200 lúmenes y que la duración de la batería ofrezca una autonomía de 90 minutos como mínimo.

Tener muy en cuenta que el flujo luminoso que debe ofrecer la lámpara, se recomienda que sea de 200 lúmenes con una variación del 10%, ya que si se excede el grado de iluminación la uniformidad puede variar, provocando que las luminarias produzcan un posible deslumbramiento del campo visual de las personas que se encuentren en el establecimiento.

En el mercado se encontraron varios tipos de luminarias de diferentes marcas, se recomiendan para su instalación las siguientes:

- **Luminaria de Emergencia R1 MINI (Sylvania)**



Figura 4.15 Luminaria de Emergencia R1 MINI. (Sylvania, 2019)

Potencia	Flujo luminoso	Autonomía
2.4 (w)	200 (lm)	90 minutos

- **Luminaria LED de Emergencia L2141 (Ledex)**



Figura 4.16 Luminaria LED de Emergencia L2141. (Ledex, 2019)

Potencia	Flujo luminoso	Autonomía
2.4 (w)	200 (lm)	90 minutos

Señalética led de emergencia

Los aspectos para tener en cuenta para la selección de la señalita son su autonomía mínima de 90 minutos y el aviso de SALIDA debe ser de fácil interpretación.

Se recomienda la siguiente señalética para su instalación:

- **Letrero de salida LED (Sylvania)**



Figura 4.17 Letrero de salida LED. (Sylvania, 2019)

Potencia	Flujo luminoso	Autonomía
1.6 (w)	8 (lm)	90 minutos

Elementos para instalación

Se elaboró una proforma con los materiales y elementos necesarios para la instalación de las luminarias y señaléticas, en la Tabla 4.9.

El calibre del conductor a utilizar debe ser mínimo No. 14 AWG, establecido por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC).

Tabla 4.9 Proforma Instalación de luminarias

Elemento	Cantidad	Precio Unitario	Total
Luminaria de emergencia	17	18,00	306,00
Letrero de Salida LED	4	19,00	76,00
Rollo de cable No. 14 Flex	4	28,00	112,00
Destornillador estrella	1	2,00	2,00
Destornillador plano	1	2,00	2,00
Pinza de corte	1	5,00	5,00
Alicate	1	5,00	5,00
Flexómetro	1	4,50	4,50
Multímetro	1	12,00	12,00
Tornillos	42	0,05	2,10
Tacos para tornillos	42	0,05	2,10
Taladro	1	55,00	55,00
Luxómetro	1	40,00	40,00
		TOTAL	623,70

(Fuente: Propia)

Tener en cuenta que los precios detallados en la Tabla 4.5, son referenciales fueron consultados en varios lugares y se colocó un precio promedio de las cotizaciones obtenidas.

4.9. Manual de operación y mantenimiento

Instalación de las luminarias de emergencia

Las luminarias requieren una correcta instalación para un funcionamiento sin problemas, por ende, es necesario tomar en cuenta las recomendaciones que se detallan a continuación:

Instrucciones de seguridad:

- La instalación de luminarias la deben realizar personal calificado, técnicos con conocimientos de normas sobre instalaciones eléctricas.
- Cortar la tensión de alimentación general, antes y durante la instalación de las luminarias.
- Verificar la ausencia de tensión eléctrica
- Delimitar y señalizar la zona de trabajo.
- Utilizar los respectivos equipos de protección personal (EPP).

Instalación:

Las luminarias estarán conectadas a la red eléctrica de manera continua, cumpliendo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) las luminarias estarán conectadas a la misma fase del alumbrado normal con se visualiza en la Figura 4.6.

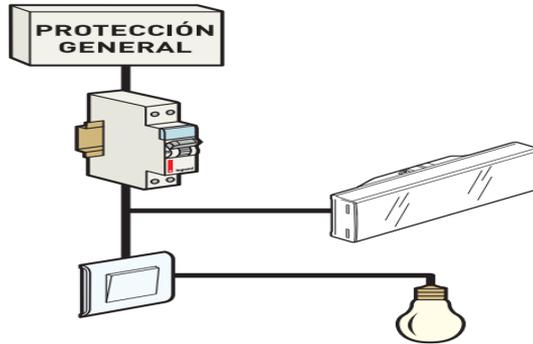


Figura 4.18 Conexión Sistema iluminación de emergencia. (Legrand, 2011)

Las luminarias y la señalética deberán ser conectadas en paralelo con su respectivo breaker de protección como se observa en el diagrama unifilar de la Figura 4.4, las luminarias entrarán en funcionamiento cuando el sistema de alumbrado normal falle. En el Anexo B, se encuentran los diagramas unifilares para cada bloque de oficinas.

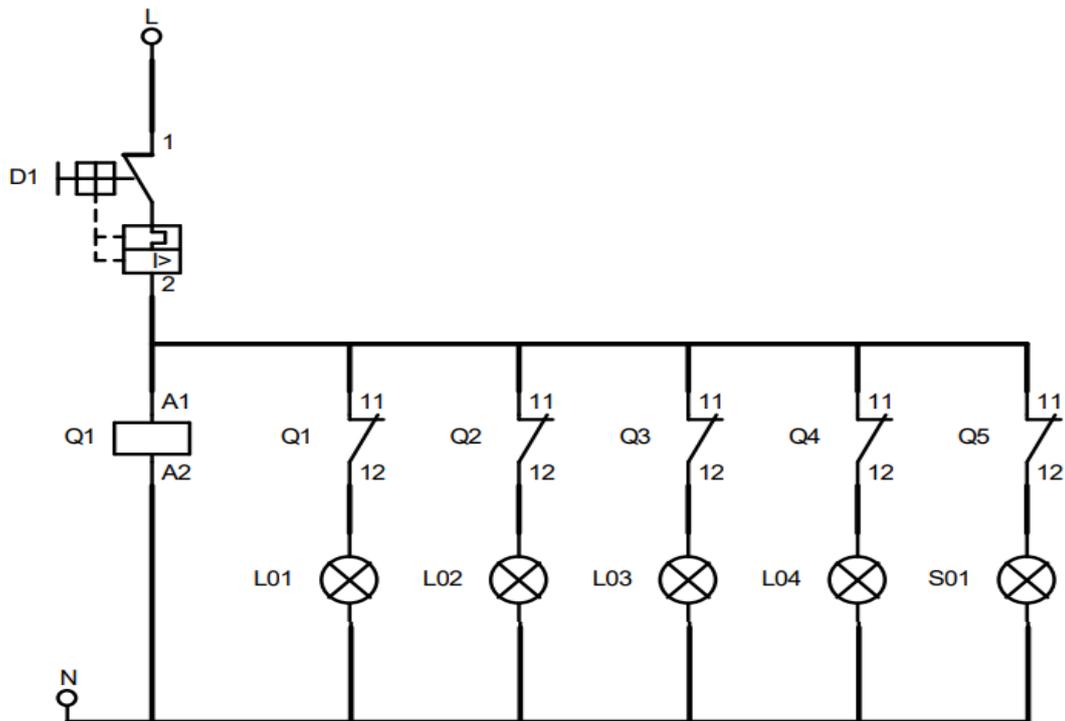


Figura 4.19 Diagrama Unifilar Oficinas de profesores 3. (Fuente: Propia)

Operación

Una vez instalada la luminaria se debe cargar la batería por los menos un periodo de 24 horas, para obtener un funcionamiento correcto de la luminaria.

Las luminarias se encontrarán en un estado de alerta y entrarán en funcionamiento automáticamente durante un fallo de energía durante un lapso de tiempo mínimo de 90 minutos, este tiempo dependerá de las especificaciones del fabricante.

Una vez que retorne el suministro de energía eléctrica, las luminarias entrarán en un estado de reposo permitiendo que las baterías pueden cargarse.

Mantenimiento

Se deberá realizar una revisión visual y de funcionamiento cada 30 días

- Simulación de corte de suministro eléctrico y verificar el funcionamiento mínimo establecido por el fabricante de la lámpara.
- En caso que la lámpara no cumpla con el tiempo de autonomía establecido, será necesario el reemplazo de las baterías
- Realizar una limpieza tanto en el exterior como el interior de la lámpara, quitando el polvo que se puede acumular.

Testeo:

Las luminarias de emergencia cuentan con un botón de Auto Test, que, al momento de presionarlo, se encenderán las luces, indicando que su funcionamiento es correcto y entrara en funcionamiento ante un corte de alimentación.

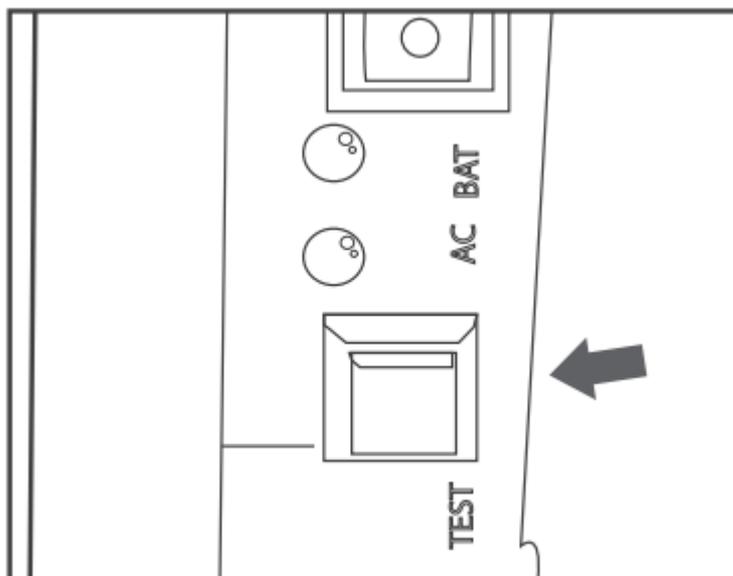


Figura 4.20 Botón de Test. (Hagroy Electronic, s.f.)

Reemplazo de baterías:

Para el reemplazo de la batería, se debe tener en cuenta las características eléctricas de la batería como el voltaje y la corriente.

1. Desconectar la lámpara de su alimentación
2. Quitar la tapa posterior de la luminaria
3. Quitar el cierre de seguridad, desconectar los terminales positivo y negativo de la batería
4. Colocar y asegurar la nueva batería.

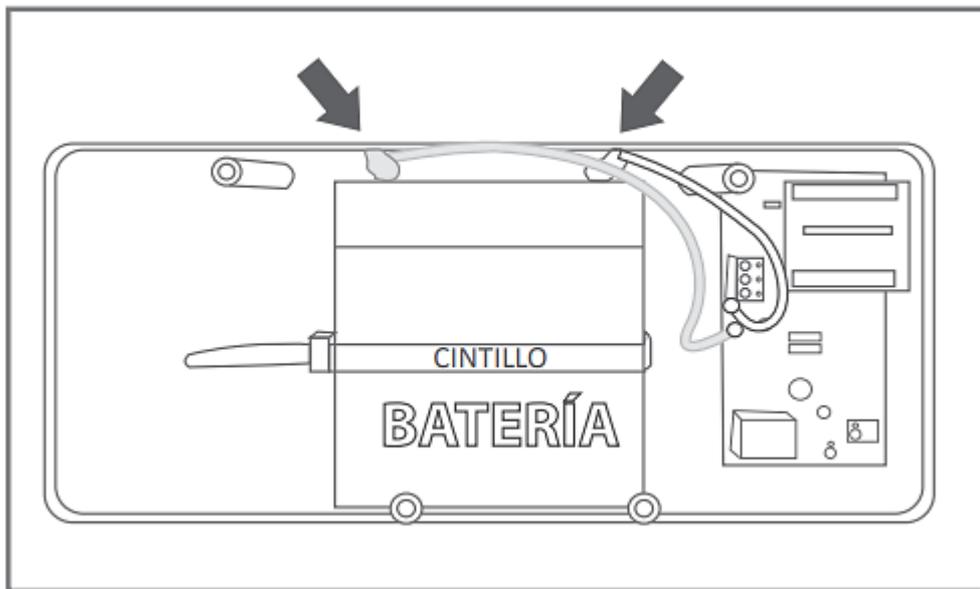


Figura 4.21 Reemplazo de batería de una Lámpara de emergencia. (Hagroy Electronic, s.f.)

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Este proyecto se desarrolló con la ayuda de dos programas Dialux y AutoCAD, se pudo obtener simulaciones de las proyecciones lumínicas de las luminarias de emergencia, determinando la cantidad necesaria de luminarias para cada oficina y lograr cumplir con las normas de iluminación de las vías de evacuación.
- Se obtuvo como resultado de las proyecciones lumínicas que se necesitan un total de 17 luminarias de emergencia y 4 señaléticas LED, 6 luminarias para el bloque de la Planta Administrativa, 6 luminarias para Oficina de Profesores “2”, 4 luminarias para la Oficina de profesores “3” y 1 luminaria para la Oficina de profesores “4”.
- Para determinar el nivel de iluminación necesario para las vías de evacuación se tomaron en cuenta las leyes y normas tanto a nivel nacional e internacional, a nivel municipal se debía cumplir con la Regla Técnica Metropolitana (RTQ), siendo un requisito indispensable para obtener el permiso de funcionamiento del establecimiento según su clasificación de riesgo, por ende se planteó la implementación de un sistema de iluminación de emergencia en las oficinas de profesores de la Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT).
- Se determinó que el costo de la instalación de las luminarias de emergencia sería de alrededor \$ 623,70, este costo variaría según los establecimientos comerciales donde se consigan los elementos y este valor podría aumentar si surgen gastos no previstos al momento de la instalación.
- Las luminarias deberán ser instaladas a la salida del elemento de protección del circuito de iluminación y conectadas en paralelo al sistema de iluminación normal, para que independientemente de la falla que exista, y la iluminación normal falle, el sistema de iluminación de emergencia entrará en funcionamiento inmediatamente.
- La selección de las luminarias debe ir acorde con el flujo luminoso con el cual se realizaron las proyecciones lumínicas de 200 lúmenes por luminaria, en el caso de colocarse luminarias con un flujo luminoso menor se podría incumplir con lo señalado en la norma, que exige 10 luxes mínimos a nivel del suelo.

5.2. Recomendaciones

- Para la instalación de las luminarias se recomienda que sea realizado por personal con conocimientos técnicos en instalaciones eléctricas.
- Previo a la instalación de las luminarias se recomienda realizar un análisis de cargas para evitar un mal dimensionamiento del elemento de protección del circuito y problemas a futuro con el funcionamiento de las luminarias.
- En caso de instalar luminarias con un flujo luminoso mayor a 200 lúmenes, se recomienda realizar nuevas proyecciones lumínicas para obtener el número correcto de luminarias a utilizar y su ubicación.
- Realizar un mantenimiento preventivo y revisión del correcto funcionamiento de las luminarias mínimo una vez por mes.
- Siempre tener en cuenta las leyes y normativas vigentes en cada municipalidad, ciudad, tanto normativas nacionales como internacionales, antes de realizar un diseño lumínico, para determinada edificación según sea su clasificación de riesgo.
- Al momento de realizar un diseño lumínico, tomar en cuenta el factor de reflexión de las superficies como suelo, paredes y techo. Valores erróneos afectarían a la diferencia de los valores resultantes con los valores medidos.
- Para el diseño se recomienda conocer las características del espacio en el cual se va a trabajar, conocer sus dimensiones, las actividades que se realizan en el lugar, una vez analizadas poder trabajar en el diseño en DIALUX.

6. BIBLIOGRAFÍA

- RTQ 3. (2015). Reglas técnicas en función del riesgo derivado del destino u ocupación de la edificación, establecimiento o local de la actividad que se realiza en ellos. Quito
- RTQ 5. (2015). Medios de egreso. Quito
- NFPA 101. (2009). Código de Seguridad Humana. Quincy, Massachusetts: National Fire Protection Association
- MIES. (2019). Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios.
- Beş A Elektronik. (s.f.). Emergency Lighting User's Guide. Recuperado Junio 2, 2020, de <https://aydinlatmateknik.com/en/wp-content/uploads/2020/03/besa-electronic-emergency-lighting-users-guidepdf-1.pdf>
- INEN (2013). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 3864-1:2013. Símbolos Gráficos. Colores De Seguridad Y Señales De Seguridad, Primera Edición. Quito, Ecuador
- Legrand. (2011). Gestión De Iluminación Y Luminarias De Emergencia. Recuperado Junio 10, 2020, de <https://www.grupolegrand.es/ftp/gestilumlumemerg20112012-legrand.pdf>
- Legrand. (2012). Guía de Iluminación de Emergencia. Recuperado Junio 11, 2020, de <http://www.ecosel.com.pe/catalogos/legrand/iluminaciondeenergia.pdf>
- Birt LH. (s.f.). IEI08.- Instalaciones interiores en locales especiales. Recuperado Junio 10, 2020, de https://ikastaroak.birt.eus/edu/argitalpen/backupa/20200331/1920k/es/IEA/IEI/IEI08/es_IEA_IEI08_Contenidos/website_index.html
- Normalux. (2018). Guía Básica De Alumbrado De Emergencia. Recuperado Junio 9, 2020, de http://www.normalux.com/intranet/uploads/descargas/guia_basica_2018.pdf
- MIDUVI (2011). Norma Ecuatoriana de Construcción NEC. Instalaciones Electromecánicas Capítulo 15. Quito, Ecuador
- Airfal. (s.f.). Programa de cálculo de iluminación Dialux - Airfal. Recuperado Junio 25, 2020, de <https://www.airfal.com/programa-calculo-iluminacion-dialux/>
- Dialux. (2020). DIALux. Recuperado Junio 27, 2020, de <https://www.dialux.com/en-GB/dialux>
- Hager Sistemas S.A.U. (s.f.). Iluminación de emergencia y seguridad Mando y señalización - Hager. Recuperado Junio 25, 2020, de <https://www.hager.es/catalogo-de-productos/distribucion-de-la-energia/potencia-mando-y-senalizacion/mando-y-senalizacion/iluminacion-de-emergencia-y-seguridad/9169.htm>

- Cordero, V., & Rosa, Z. (2009). *La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia*. <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>
- Hagroy Electronic. (s.f.). *FICHA - MANUAL luz de emergencia LED*. Recuperado Agosto 30, 2020, de https://rojesan.com/sistema/cache/pdf/Ficha_Tecnica918982.pdf
- Sylvania. (2019). *Emergencia | Sylvania Ecuador*. Recuperado Septiembre 1, 2020, de <https://sylvania.com.ec>
- Ledex. (2019). *Iluminación LED eficiente | Ledex*. Recuperado Septiembre 2, 2020, de <https://ledex.ec/>