

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO – MECÁNICA

TEMA:

**“Diseño de iluminación eficiente y electrificación de un
edificio residencial.”**

AUTOR:

Torres Manzano, Luis Francisco

Trabajo de Titulación previo a la obtención del grado de

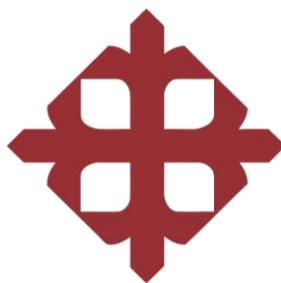
**INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA CON MENCIÓN EN
GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL.**

TUTOR:

Ing. Vallejo Samaniego, Luis Vicente, M. Sc.

Guayaquil, Ecuador

17 de septiembre del 2020



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA
DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Torres Manzano, Luis Francisco**, como requerimiento para la obtención del Título de **Ingeniería en Eléctrico Mecánica con mención en gestión empresarial industrial**.

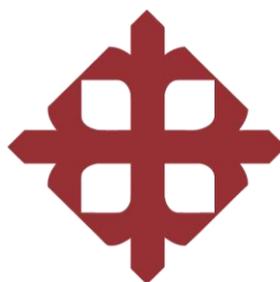
TUTOR

Ing. Vallejo Samaniego, Luis Vicente, M. Sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando, M. Sc.

Guayaquil, a los 17 días del mes de septiembre del año 2020



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO- MECÁNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Torres Manzano, Luis Francisco**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, “**Diseño de iluminación eficiente y electrificación de un edificio residencial**”. Previo a la obtención del título de **Ingeniería en Eléctrico - Mecánica**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

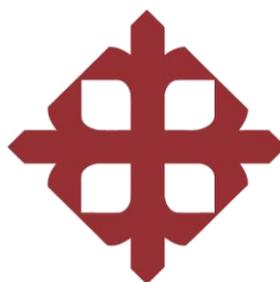
En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 17 días del mes de septiembre del año 2020

EL AUTOR

Luis Torres

Torres Manzano, Luis Francisco



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA
DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

AUTORIZACIÓN

Yo, **Torres Manzano, Luis Francisco**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, “**Diseño de iluminación eficiente y electrificación de un edificio residencial**”. cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 17 días del mes de septiembre del año 2020

AUTOR:

Luis Torres

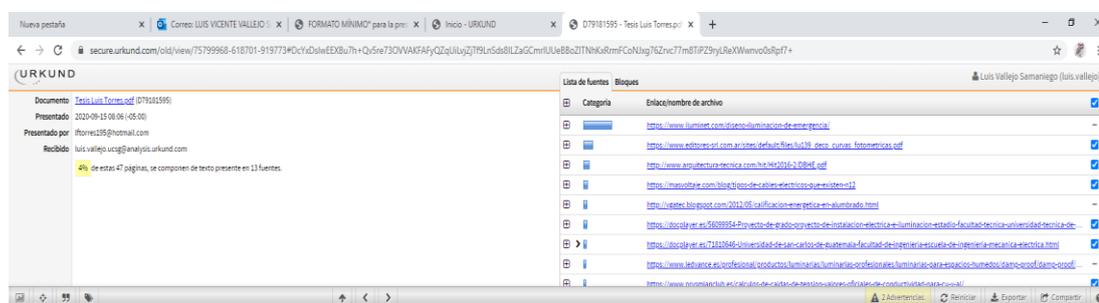
Torres Manzano, Luis Francisco

REPORTE URKUND

Datos

Documento: Trabajo de Titulación
Título del Trabajo: "DISEÑO DE ILUMINACIÓN EFICIENTE Y ELECTRIFICACIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL"
Carrera: Ingeniería en Eléctrico Mecánica
Estudiante: LUIS FRANCISCO TORRES MANZANO
Semestre: A-2020
Fecha: SEP/2020

Reporte final URKUND



The screenshot shows the URKUND system interface. The main content area displays document information: 'Documento: Tesis Luis Torres.pdf (079341595)', 'Presentado: 2020-09-15 08:06:05:00', 'Presentado por: lftorres139@hotmail.com', and 'Recibido: luis.vallejo.samaniego@analyst.orkund.com'. A progress bar indicates '4%' of 47 pages. On the right, a 'Lista de Fuentes' (List of Sources) is visible, containing various URLs related to lighting and electrical engineering. Below the screenshot, the text of the report is visible, including a declaration of authorship and a list of sources.

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRIC-MECÁNICA TEMA: "Diseño del proyecto de iluminación eficiente y electrificación de un edificio residencial". AUTOR: Torres Manzano, Luis Francisco Trabajo de Titulación previo a la obtención del grado de INGENIERO EN ELÉCTRIC-MECÁNICA CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL, TUTOR: Ing. Vallejo Samaniego, Luis Vicente M.Sc. Guayaquil, Ecuador 5 de septiembre del 2020

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRIC-MECÁNICA CERTIFICACIÓN Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por Torres Manzano Luis Francisco, como requerimiento para la obtención del Título de Ingeniería en Eléctrico Mecánica con mención en gestión empresarial industrial. TUTOR: Ing. Vallejo Samaniego, Luis Vicente M.Sc. DIRECTOR DE LA CARRERA Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando, M.Sc. Guayaquil, Ecuador 5 de septiembre del 2020

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRIC-MECÁNICA DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Yo, Torres Manzano, Luis Francisco DECLARO QUE, El Trabajo de Titulación, "Diseño del proyecto de iluminación eficiente y electrificación de un edificio residencial". Previo a la obtención del título de Ingeniería en Eléctrico-Mecánica, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografía. Conscientemente este trabajo es de total autoría. En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido. Guayaquil, Ecuador 5 de septiembre del 2020 EL AUTOR Torres Manzano, Luis Francisco

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRIC-MECÁNICA AUTORIZACIÓN Yo, Torres Manzano Luis Francisco Autorizo a la Universidad Católica de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, "Diseño del proyecto de iluminación eficiente y electrificación de un edificio residencial" cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría. AUTOR: Torres Manzano, Luis Francisco

V REPORTE URKUND

VI AGRADECIMIENTO Agradezco a mis padres por la ayuda y apoyo que recibí de ellos, a los profesores de la universidad por sus enseñanzas, al tutor por su guía durante este proceso y a todas las personas que colaboraron directa o indirectamente con este título. Gracias, total!!!

VII DEDICATORIA Le dedico este trabajo a todas las personas que creyeron en mí, me apoyaron y me dieron consejos a lo largo de este proceso, pero sobre todo a mis padres que siempre estuvieron presentes dándome una guía para seguir adelante en este duro camino.

VIII FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRIC-MECÁNICA TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN I. Ing. Romero Paz, Manuel De Jesús, M.Sc. DECANADO II. Ing. Prieto Agui, Luis Orlando, M.Sc. COORDINADOR DEL ÁREA DE TITULACIÓN III. Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando, M.Sc. OPONENTE

IX TABLA DE CONTENIDO REPORTE URKUND

TUTOR



Ing. Luis Vallejo Samaniego, M.Sc.
DOCENTE-TUTOR

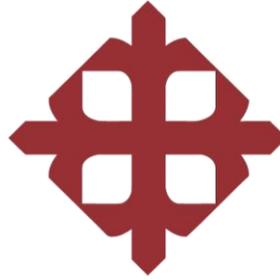
AGRADECIMIENTO

*Agradezco a mis padres por la ayuda y apoyo que recibí de ellos,
a los profesores de la universidad por sus enseñanzas,
al tutor por su guía durante este proceso y
a todas las personas que colaboraron directa o indirectamente con este título*

Gracias, ¡totales!!!

DEDICATORIA

*Le dedico este trabajo a todas las personas
que creyeron en mí, me apoyaron y me dieron
consejos a lo largo de este proceso,
pero sobre todo a mis padres que siempre
estuvieron presentes dándome una guía
para seguir adelante en este duro camino.*

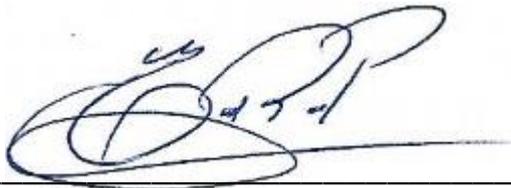


**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

Ing. Romero Paz, Manuel De Jesús, M. Sc.
DECANO

f. 

Ing. Palacios Méndez, Edwin Fernando M. Sc.
COORDINADOR DEL ÁREA DE TITULACIÓN

f. 

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando, M. Sc.
OPONENTE

ÍNDICE GENERAL

REPORTE URKUND	V
AGRADECIMIENTO	VI
DEDICATORIA	VII
ÍNDICE GENERAL	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	XVI
RESUMEN	XIX
ABSTRACT	XX
CAPÍTULO 1	2
INTRODUCCIÓN	2
1.1 Justificación y alcance	2
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Tipo de investigación	3
1.5 Hipótesis	3
1.6 Metodología	4
PARTE I MARCO TEÓRICO	5
CAPÍTULO 2	5
ELECTRIFICACIÓN	5
2.1 Generalidades de las redes en baja tensión.	5
2.1.1 Características de las redes en baja tensión	5
2.1.2 Sistemas de puesta a tierra	6
2.1.3 Pararrayo.	8
2.2 Elementos de una red en baja tensión	9
2.2.1 Medidores en baja tensión	9
2.2.2 Tablero de medidores	10

2.2.3	Acometida subterránea en baja tensión	10
2.2.4	Panel de breakers	11
2.2.5	Disyuntor termomagnético	12
2.2.6	Conductores	13
2.3	Cálculos aplicados a baja tensión	14
2.3.1	Factor de coincidencia	14
2.3.2	Método para el cálculo de la carga prevista para el edificio	15
2.3.3	Método para el cálculo de conductores	15
2.3.4	Método de cálculo de breakers	18
2.4	Generalidades en media tensión	19
2.4.1	Características en media tensión	19
2.4.2	Elementos de una línea de distribución en media tensión	20
2.4.3	Medidores en media tensión	20
2.4.4	Transformador Pad Mounted	21
CAPÍTULO 3		24
ILUMINACIÓN		24
3.1	Fundamentos de luminotecnia	24
3.1.1	Luz	24
3.1.2	Longitud de onda	24
3.1.3	Magnitudes y unidades luminosas	26
3.1.5	Tipos de luminarias	27
3.1.6	Control de la iluminación	31
3.1.7	Diagrama fotométrico	34
3.1.8	Luxómetro	35
3.2	Sistema de iluminación	35
3.2.1	Iluminación interior	35
3.2.2	Iluminación exterior	36
3.2.	Iluminación de emergencia	37
CAPÍTULO 4		40
AHORRO ENERGÉTICO		40
4.1	Iluminación eficiente	40

4.2	Métodos de cálculo	41
4.3	Programa para cálculo y diseño de luminotecnia.	43
4.6	Procedimiento para el cálculo y diseño de luminotecnia.	43
4.7	Ahorro energético.	48
CAPÍTULO 5		50
NORMATIVIDAD PARA ELECTRIFICACIÓN Y LUMINOTECNIA		50
4.1	Normatividad eléctrica	50
4.1.1	Normatividad media tensión	51
4.1.2	Normatividad baja tensión	55
4.1.3	Consideraciones adicionales	58
4.2	Normatividad de Iluminación	59
4.2.1	SUA 4 - Seguridad frente al riesgo derivado de iluminación inadecuada	59
4.2.3	Norma UNE 12464-10	62
4.2.4	HE 3 - Eficiencia energética en instalaciones de iluminación	64
PARTE II APORTACIONES		65
CAPÍTULO 5		65
CÁLCULOS DE LAS REDES ELÉCTRICAS DEL EDIFICIO		65
5.1	Características generales del edificio	65
5.2	Potencia instalada (kW)	68
5.3	Estudio de la demanda (kVA)	71
5.4	Cálculo de conductores y disyuntores principales	79
CAPÍTULO 6		81
CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO		81
6.1	Selección de las luminarias	81
6.2	Cálculo de iluminación exterior	81
6.2.1	Parqueo exterior	81
6.2.2	Área social	82
6.2.3	Administración	83
6.3	Cálculo de iluminación interior	87
6.3.1	Subterráneo	87

6.3.2	Pisos	89
6.3.3	Escaleras	99
6.4	Vista general de colores falsos del proyecto residencial	100
6.5	Potencia total de las luminarias.	102
6.5	Ahorro y calificación energética de la iluminación propuesta	103
6.5.1	Comparativa de características entre luminarias	105
6.5.2	Determinación del ahorro energético de la iluminación	106
CAPÍTULO 7		109
DISEÑO ELÉCTRICO DEL PROYECTO		109
7.1	Diseño eléctrico	109
7.1.1	Diseño de diagrama unifilar	109
7.1.2	Detalle de las instalaciones eléctricas	111
7.1.3	Diseño de red en baja tensión e iluminación de planta baja y exteriores	113
7.1.4	Diseño de red en baja tensión e iluminación de plantas altas	117
7.1.5	Diseño de red en baja tensión e iluminación de planta baja	121
7.1.6	Memoria técnica	124
CAPÍTULO 8		128
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		128
8.1	Conclusiones	128
8.2	Recomendaciones	129
REFERENCIAS		131
ANEXOS		133

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tensión monofásica y trifásica _____	5
Figura 2 Diagrama de sistema puesta a tierra. _____	7
Figura 3 Conexión de puesta a tierra _____	8
Figura 4 Sistema de pararrayos _____	8
Figura 5 Medidor inteligente _____	9
Figura 6 Tableros de medidores _____	10
Figura 7 Acometida subterránea en baja tensión _____	11
Figura 8 Panel de breakers _____	12
Figura 9 Elementos del conductor _____	13
Figura 10 Red de distribución en media tensión _____	19
Figura 11 Diagrama de conexión de una medición indirecta en media tensión _____	20
Figura 12 Transformador Pad Mounted tipo radial trifásico _____	22
Figura 13 Conexión Dy5n _____	22
Figura 14 Placa de características del transformador Pad Mounted _____	23
Figura 15 Espectro electromagnético _____	25
Figura 16 Estereorradián _____	27
Figura 17 Foco incandescente _____	28
Figura 18 Dicroico halógeno _____	28
Figura 19 Lámpara fluorescente compacta _____	29
Figura 20 Luminaria de descarga de alta intensidad _____	29
Figura 21 Ojo de buey LED _____	30
Figura 22 Fococélula _____	31
Figura 23 Temporizador _____	32
Figura 24 Sensor de ocupación _____	32
Figura 25 Atenuador _____	33
Figura 26 Arquitectura de un sistema de control de iluminación _____	33
Figura 27 Diagrama fotométrico de luminaria Ledvance damp proof led 1500 55 w 6500k IP65 GY _____	34

Figura 28 Curva fotométrica de una lámpara _____	35
Figura 29 Tabla de calificación IP _____	37
Figura 30 Elementos indicadores de emergencia _____	38
Figura 31 Isotipo de Dialux _____	43
Figura 32 Modelado de la estructura del edificio. _____	44
Figura 33 Selección de luminarias por medio de la paginas LUMserch _____	44
Figura 34 Selección de luminarias por medio de la paginas LUMserch _____	45
Figura 35 Catalogo LEDVANCE _____	45
Figura 36 Catálogo SIMON _____	46
Figura 37 Catálogo SYLVANIA _____	46
Figura 38 Disposición de las luminarias _____	47
Figura 39 Colores falsos _____	48
Figura 40 Porcentajes de Ahorro de las etiquetas de eficiencia energética _____	49
Figura 41 Diagrama del ultimo poste con instrumento de medición indirecta. _____	52
Figura 42 Medidor indirecto _____	53
Figura 43 Medidor clase 200 _____	55
Figura 44 Vista exterior del edificio _____	66
Figura 45 Descripción de pisos y departamentos del edificio _____	67
Figura 46 Esquema de distribución de los paneles del edificio residencial _____	68
Figura 47 Colores falsos en el área parqueo exterior _____	82
Figura 48 Distribución de colores falsos en el área social _____	83
Figura 49 Distribución de colores falsos en administración _____	87
Figura 50 Distribución de colores falsos en el área parqueo _____	88
Figura 51 Distribución de colores falsos en cuarto eléctrico _____	89
Figura 52 Distribución de colores falsos en planta baja _____	95
Figura 53 Distribución de colores falsos en las plantas altas _____	98
Figura 54 Distribución de colores falsos de las escaleras _____	99
Figura 55 Distribución lumínica de la escalera _____	100
Figura 56 Vista terminada frontal del edificio residencial _____	101

Figura 57 Vista trasera terminada del edificio residencial	101
Figura 58 Comparación de eficiencia luminosa	105
Figura 59 Estadística de ahorro energético	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Intensidad máxima permanente admisible de conductores aislados. _____	16
Tabla 2 Valores de conductividad (γ) en $m/(\Omega \cdot mm^2)$ _____	17
Tabla 3 Sección del conductor S en mm^2 o ϕ vs AWG _____	18
Tabla 4 Medidas de la luz _____	26
Tabla 5 Comparación entre las tecnologías de iluminación más usadas _____	30
Tabla 6 Valore límites de eficiencia energética _____	40
Tabla 7 Tipos generales de etiquetas de productos que se utilizan en el mundo ____	49
Tabla 8 Ampacidad de barras de cobre _____	57
Tabla 9 Tabla de requisitos mínimos de iluminación _____	63
Tabla 10 Potencia instalada de un piso tipo con sus departamentos A y B _____	69
Tabla 11 Potencia instalada en servicios generales _____	70
Tabla 12 Potencia total instalada del edificio _____	71
Tabla 13 Resumen esquemático de las potencias del edificio _____	71
Tabla 14 Descripción de las cargas previstas para los departamentos tipo A _____	73
Tabla 15 Descripción de las cargas previstas para el departamento tipo B _____	74
Tabla 16 Resumen de la demanda del panel de bombas de agua potable. _____	74
Tabla 17 Resumen de la demandad del panel de administración _____	75
Tabla 18 Resumen de la demanda del panel de servicios generales. _____	75
Tabla 19 Resumen de la demanda del del Panel PD-SCI panel de sistema contra incendio. _____	76
Tabla 20 Resumen de la demanda del del Panel PB-ASC de panel de ascensores ____	76
Tabla 21 Resumen de la demanda del Panel PD-EM de tablero de distribución de servicios generales. _____	77
Tabla 22 Resumen de la demanda del Panel PD-EM de generador de emergencia _	77
Tabla 23 Sumatoria total de las demandas de los diferentes paneles _____	78
Tabla 24 Resumen de la demanda del transformador tipo Pad Mounted _____	79
Tabla 25 Resumen de la longitud, potencia, corriente nominal y calibre del conductor. _____	80
Tabla 26 Datos obtenidos del área parqueo exterior _____	81

Tabla 27 Datos obtenidos del área social _____	83
Tabla 28 Datos obtenidos de oficina de administración _____	84
Tabla 29 Datos obtenidos de baño de oficina _____	84
Tabla 30 Datos obtenidos de baño de hombres _____	85
Tabla 31 Datos obtenidos de baño de mujeres _____	85
Tabla 32 Datos obtenidos de cuarto de control de luces _____	86
Tabla 33 Datos obtenidos de cuarto de bombas _____	86
Tabla 34 Datos obtenidos de entrada a baños _____	87
Tabla 35 Datos obtenidos del subterráneo (parqueo) _____	88
Tabla 36 Datos obtenidos del subterráneo (cuarto eléctrico) _____	89
Tabla 37 Datos obtenidos de la planta baja 1/4 _____	90
Tabla 38 Datos obtenidos de la planta baja 2/4 _____	91
Tabla 39 Datos obtenidos de la planta baja 3/4 _____	92
Tabla 40 Datos obtenidos de la planta baja 4/4 _____	93
Tabla 41 Datos obtenidos de los pisos altos del primero al sexto piso 1/4 _____	93
Tabla 42 Datos obtenidos de los pisos altos del primero al sexto piso 2/4 _____	94
Tabla 43 Datos obtenidos de los pisos altos del primero al sexto piso 3/4 _____	95
Tabla 44 Datos obtenidos de los pisos altos del primero al sexto piso 4/4 _____	96
Tabla 45 Datos obtenidos de las escaleras _____	99
Tabla 46 Potencia del sistema de iluminación LED en cada panel _____	102
Tabla 47 Potencia total del sistema de iluminación LED _____	103
Tabla 48 Potencia del sistema de iluminación Fluorescente en cada panel _____	104
Tabla 49 Potencia total del sistema de iluminación Fluorescente _____	105
Tabla 50 Comparativa de la potencia consumida por iluminación LED vs Fluorescente _____	105
Tabla 51 Valor del índice C _____	106
Tabla 52 Resumen del ahorro energético en la iluminación del edificio residencial _____	107

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Levantamiento de información de centro comercial. _____	134
Anexo 2 Características de las luminarias LEDVANCE 6W _____	135
Anexo 3 Características de las luminarias LEDVANCE 12W _____	135
Anexo 4 Características de las luminarias LEDVANCE 18W _____	136
Anexo 5 Características de las luminarias LEDVANCE DAMP PROOF 39W ____	136
Anexo 6 Características de las luminarias LEDVANCE DAMP PROOF 55W ____	137
Anexo 7 Características de las luminarias LIGMAN 80W _____	137
Anexo 8 Características de las luminarias MPE 24W _____	138
Anexo 9 Características de las luminarias MPE 24W sobrepuestas _____	138
Anexo 10 Características de las luminarias SIMES 34W pool _____	139
Anexo 11 Características de las luminarias SIMES 50W _____	139
Anexo 12 Características de las luminarias SIMES 10W pared _____	140
Anexo 13 Características de las luminarias SIMON 16W _____	140
Anexo 14 Características de las luminarias SIMON 12W de pared _____	141
Anexo 15 Características de las luminarias SYLVANIA 5W IN WALL _____	141
Anexo 16 Características de las luminarias SYLVANIA 47W INGROWN ____	142
Anexo 17 Planilla de circuitos _____	143

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó un estudio teórico sobre el diseño eléctrico en media y baja tensión, aplicando normativas nacionales e internacionales, que se podrán verificar en los planos, planillas de circuitos, estudio de la demanda y memoria técnica, adjuntos. Por otro lado, se tratan los temas iluminación interior, exterior y de emergencia en los que se toma en cuenta las normativas aplicadas para edificios residenciales, también se abordarán los temas desde el punto de vista de ahorro energético, sin dejar de lado las prestaciones necesarias para desarrollar actividades cotidianas. En este trabajo se consideró un edificio residencial el cual cuenta con: siete plantas residenciales que son los pisos en los cuales se encuentran tres departamentos y una área general dando un total de veintiún departamentos para este edificio, la planta subterránea cuenta con dieciocho plazas de aparcamiento, donde se encuentra nuestro tablero de medidores y el panel de servicios generales, el área exterior cuenta con veintisiete plazas de parqueo adicionales y un área social con piscina, pérgola, área de juegos y pasillos donde va a estar ubicado el transformador tipo Pad Mounted y por último las 8 áreas de circulación correspondientes a cada piso.

Palabras claves: Electrificación, Baja tensión, Media tensión, Luminotecnia, Eficiencia energética, Calificación energética

ABSTRACT

In the present work a theoretical study was carried out on the electrical design in medium and low voltage, applying national and international regulations, which can be verified in the attached plans, circuit sheets, study of the demand and technical memory. On the other hand, the topics of interior, exterior and emergency lighting are dealt with, in which the regulations applied for residential buildings are also taken into account, it will address the mentioned topics from the point of view of energy efficiency, without neglecting the benefits necessary to carry out daily activities. In this work, a residential building is considered which has: seven residential floors that are the floors in which three apartments are located and a general area giving a total of twenty-one apartments for this building, the underground floor has eighteen parking spaces , where our meter board and general services panel are located, the outdoor area has twenty-seven additional parking spaces and a social area with a pool, pergola, games area and corridors where the Pad Mounted transformer will be located and finally the 8 circulation areas corresponding to each floor.

Keywords: Electrification, Low voltage, Medium voltage, Lighting technology, Energy efficiency, Energy rating

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación y alcance

En la actualidad es muy importante estar de la mano con el progreso de la tecnología en iluminación, a medida que progresa la urbanización y tecnificación del planeta, nos vemos obligados a pasar hasta el 80% del tiempo en entornos cerrados, totalmente alejados de lo natural, que es vivir a pleno sol. Mejorar la calidad de la luz incrementa el factor de bienestar, la motivación para trabajar y con ello los resultados en la productividad de las personas. La iluminación artificial no solo tiene que ser decorativa sino además eficaz y confortable para el bienestar de los que habitan y utilizan las instalaciones del edificio, cuidando muy especialmente la vista y evitando la fatiga ocular.

La implementación de luminotecnia mejorará el confort de los residentes y dará un consumo eficiente de energía. Por estas razones es necesario que un futuro profesional conozca y aprenda sobre los nuevos sistemas que en la actualidad se están implementando, los cuales están dando un resultado positivo en el edificio residencial. Para el estudio de este proyecto se plantea el diseño específico de:

- Dimensionar las redes eléctricas del edificio
- Determinar el sistema de iluminación eficiente del edificio
- Diseñar el proyecto de iluminación y redes eléctricas del edificio.

Se realizará una investigación teórica sobre las aportaciones de las instalaciones eléctricas normadas, la luminotecnia y el ahorro energético aplicables a las edificaciones, ya que se han vuelto casi imprescindibles para las construcciones modernas, dados sus aportes para el confort, seguridad y el bienestar de los ocupantes, todo ello con un consumo eficiente de la energía que es lo que busca la sociedad actual.

1.2 Planteamiento del problema

El sector de la iluminación podría ahorrar un 45% de la energía eléctrica consumida gracias al uso de las tecnologías actuales, al considerar el uso de técnicas

como la luminotecnia y el ahorro energético se optimizará el consumo conservando sus propiedades de confort, seguridad y agregando ahorro energético.

El avance tecnológico de los sistemas eléctricos ha evolucionado notablemente con el transcurso del tiempo, no solo cubriendo la necesidad de electricidad sino llevándolas a otro nivel en el cual se refiere al ahorro energético y el incremento de seguridad y confort en la vivienda. Para lo cual se pretende hacer uso de técnicas como la luminotecnia y el ahorro energético para cumplir los requerimientos lumínicos y las normas eléctricas de construcción para el edificio residencial a estudiarse.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar de la iluminación eficiente y electrificación de un edificio residencial.

1.3.2 Objetivos específicos

- Dimensionar las redes eléctricas del edificio
- Determinar el sistema de iluminación eficiente del edificio
- Diseñar el proyecto de iluminación y redes eléctricas del edificio.

1.4 Tipo de investigación

El enfoque para este título de tesis será teórico, por lo que se usaran técnicas de investigación documental y analítica, se recopilará información relacionada a electrificación e iluminación eficiente para residencias y se creará un modelo de diseño digital, tomando lo de mayor utilidad en información y resultados obtenidos de dicho diseño para nuestro ejemplo, y luego se realizaran los análisis pertinentes para su posterior comparación de ahorro energético.

1.5 Hipótesis

Para este proyecto de tesis de electrificación e iluminación eficiente del edificio, se proyecta que tenga un ahorro en el consumo eléctrico de iluminación del 40% con respecto a un sistema iluminado con fluorescentes.

1.6 Metodología

La metodología utilizada para la elaboración de esta tesis es la de investigación, consiste en la búsqueda de información, basada en normas nacionales e internacionales, estándares de calidad y buenas prácticas constructivas.

CAPÍTULO 2

ELECTRIFICACIÓN

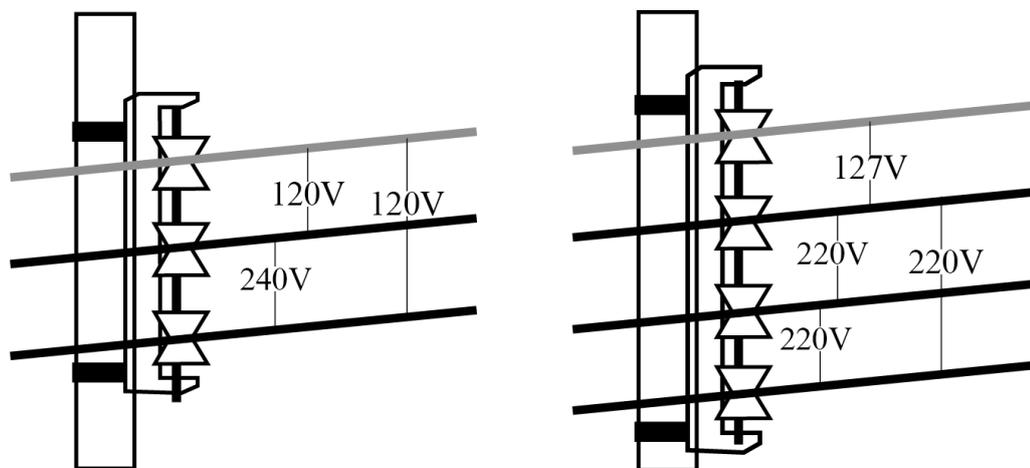
2.1 Generalidades de las redes en baja tensión.

2.1.1 Características de las redes en baja tensión

Según el NATSIM (Norma Acometida Transformadores Sistemas de Medición) se entiende por baja tensión a los voltajes entre 0 y 600V. En nuestro medio, utilizamos de forma estándar voltajes monofásicos 127 / 220 voltios AC y sistemas trifásicos de 127 / 220 Voltios AC, a una frecuencia de 60 Hz.

En la figura 1 observamos las diferentes tensiones que se encuentran en un sistema monofásico con dos líneas y un neutro siendo este mayormente usado en área residenciales porque la mayoría de cargas en viviendas son monofásicas, además observamos un sistema trifásico de tres líneas y un neutro que se utiliza en mayor medida para el área industrial por ser más eficiente en su uso con motores. Es importante tener en cuenta estos voltajes porque dependiendo de la carga se escoge si va a ser monofásica o trifásica.

Figura 1 Tensión monofásica y trifásica



Nota: Adaptado de Distribución de la energía eléctrica 2017, <https://coparoman.blogspot.com/2016/07/distribucion-de-la-energia-electrica.html>

2.1.2 Sistemas de puesta a tierra

Este término es usado en sistemas eléctricos donde equipos, redes de instalaciones eléctricas y estructuras de soporte o metálicas se conectan a tierra por medio de un electrodo con el fin de limitar la tensión que pudiera circular en los mencionados elementos, por estar expuestos a descargas atmosféricas y corriente circundante en ellos.

- Tipos de sistemas de puesta a tierra

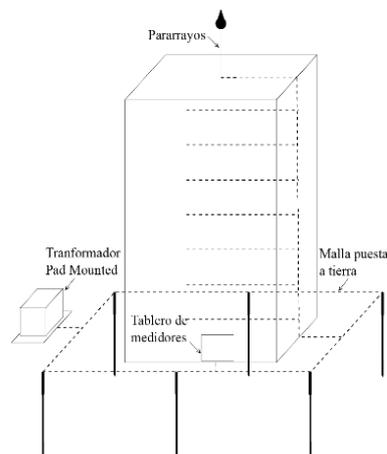
De acuerdo con sus aplicaciones, estos se clasifican en:

- Puesta a tierra para sistemas eléctricos: El propósito de aterrizar los sistemas eléctricos es disipar corrientes de un circuito eléctrico que pueda resultar de algún fenómeno atmosférico, de inducción o de contactos no intencionales con cables de diferente potencial. Esto se realiza mediante un conductor diseñado para la corriente de falla a tierra total del sistema como parte del sistema eléctrico.
- Puesta a tierra de protección atmosférica: la puesta a tierra de protección atmosférica se destina para drenar a tierra las corrientes producidas por descargas atmosféricas sin mayores daños a personas y propiedades.
- Puesta a tierra de los equipos eléctricos: el propósito de la puesta a tierra es eliminar los potenciales de toque que pudieran poner en peligro la vida y las propiedades de forma que operen las protecciones por sobre corriente de los equipos. También es utilizado para conectar a tierra la carcasa de todos los elementos de la instalación que en condiciones normales de operación no están sujetos a tensiones, pero que pueden tener diferencia de potencial con respecto a tierra a causa de fallas accidentales en los circuitos eléctricos. Así como los puntos de la instalación eléctrica en los que es necesario establecer una conexión a tierra para dar mayor seguridad, mejor funcionamiento y regularidad de la operación de todos los elementos sujetos a corrientes eléctricas importantes de corto circuito y sobretensiones en condiciones de falla en un sistema de protecciones eléctricas.

La distancia del edificio con respecto al sitio donde se entierre el electrodo no debe ser inferior a 2,50 metros según normativas establecidas. Otro factor a tomar en cuenta es la resistencia a tierra en cualquier punto del sistema, la cual no debe ser mayor a 5 ohm según la National Electrical Code (NEC, 2015).

La figura 2 muestra un edificio con su malla puesta a tierra, en el que se aterriza el transformador, el tablero de medidores y pararrayos, la malla se encuentra formando un perímetro alrededor del edificio.

Figura 2 Diagrama de sistema puesta a tierra.



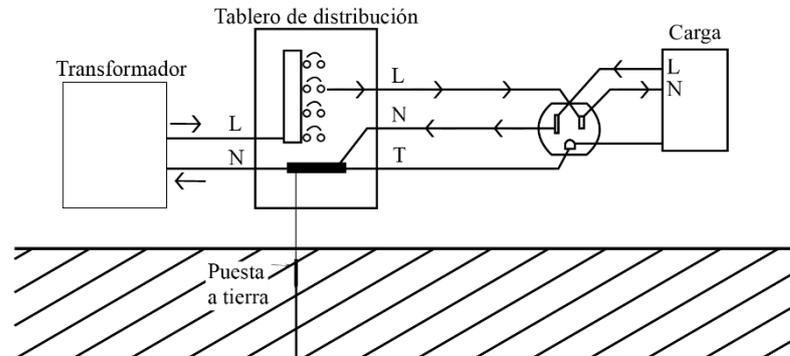
- Diferencias entre la conexión de tierra y neutro

La diferencia básica de estos términos es en su tipo de conexión de forma y lugar. Para la protección de los equipos eléctricos, su carcasa se conecta a tierra, para evitar que su cubierta metálica represente un potencial con respecto a tierra que pueda significar un peligro para el operario o usuario del equipo. La línea neutra es la fase con la que se cierra un circuito eléctrico en red monofásica, para el funcionamiento de los equipos.

La figura 3 muestra el recorrido de la corriente eléctrica para hacer funcionar una carga, en donde podemos ver que las líneas de neutro y tierra que, aunque llegan a un mismo punto en algún momento del circuito eléctrico no son lo mismo, esto es debido a la forma de conexión del transformador en su lado secundario. El cable de neutro es el encargado de la transmisión de corriente y el conductor de tierra es una seguridad primaria de los equipos contra descargas eléctricas en caso de falla de

sobrecargas o por cortocircuito. Identificarlos como si cumplieran la misma función sería anular la seguridad de tierra (Sacerdoti Eduardo, 2015).

Figura 3 Conexión de puesta a tierra

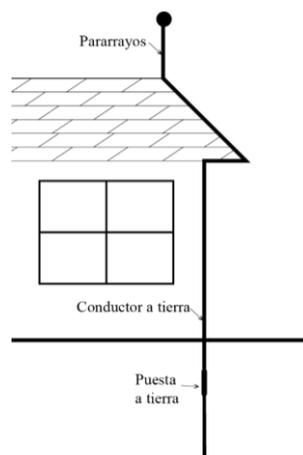


Nota: Adaptado de Masa, neutro y tierra de Eduardo Sacerdoti, 2015 <https://www.equaphon-university.net/masa-neutro-y-tierra-que-tienen-que-ver/>

2.1.3 Pararrayo.

La electricidad siempre se mueve por donde exista menos resistencia al paso de la corriente eléctrica es decir que comparado con el aire, el pararrayos es un elemento de mayor conductividad, ya que los metales son más conductivos que los gases. Un descargador atmosférico o pararrayos es un elemento de drenaje para descargas eléctricas producidas por la energía estática de las nubes. La figura 4 muestra los principales elementos de un sistema de protección contra descargas atmosféricas:

Figura 4 Sistema de pararrayos



- Un sistema de captación (Pararrayo)
- Conductor eléctrico de descarga Atmosférica (cable desnudo)
- Electrodo instalado a Puesta a tierra.

2.2 Elementos de una red en baja tensión

2.2.1 Medidores en baja tensión

El medidor de luz o vatímetro, es un dispositivo que mide el consumo de energía en kilovatios hora (kWh). Se están dejando de lado los medidores análogos para darle paso a los digitales, los cuales son capaces de enviar los datos de consumo en tiempo real a la empresa suministradora para una facturación más precisa.

Los medidores electrónicos miden la energía utilizando componentes electrónicos e integrados. Estos dispositivos digitalizan el voltaje y la corriente instantáneos a través de un Conversor Análogo-Digital sigma-delta de alta resolución. Al calcular el producto del voltaje y la corriente se obtiene la potencia instantánea en vatios. Por ende la integración a lo largo del tiempo proporciona la energía utilizada (Jeba Kumar, 2011).

Las partes de un medidor inteligente que podemos identificar de la figura 5 son los siguientes:

Figura 5 *Medidor inteligente*



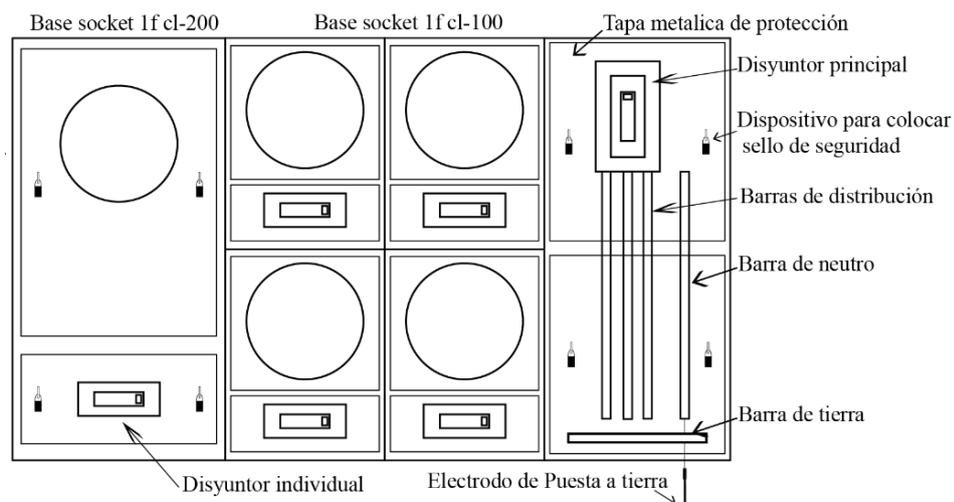
Nota: Obtenido de <https://eliseosebastian.com/medir-electricidad-en-paneles-fotovoltaicos/>, 2018

- Pantalla de lectura: muestra los datos del consumo eléctrico.
- Indicador de consumo: Señala que el contador está recibiendo datos sobre la potencia consumida en el predio.
- Número de serie o identificación: es el número que te vincula a la facturación mensual por contrato.

2.2.2 Tablero de medidores

Cuando se requiere más de un medidor, se procede a instalar un tablero de medidores el cual es de construcción metálicas y contiene barras, cables y disyuntores instalados en su interior que son parte de este diseño. Adicionalmente el tablero ayuda a que los medidores no sean manipulados por personal no autorizado. La figura 6 muestra las partes principales de un tablero de medidores que son:

Figura 6 *Tableros de medidores*



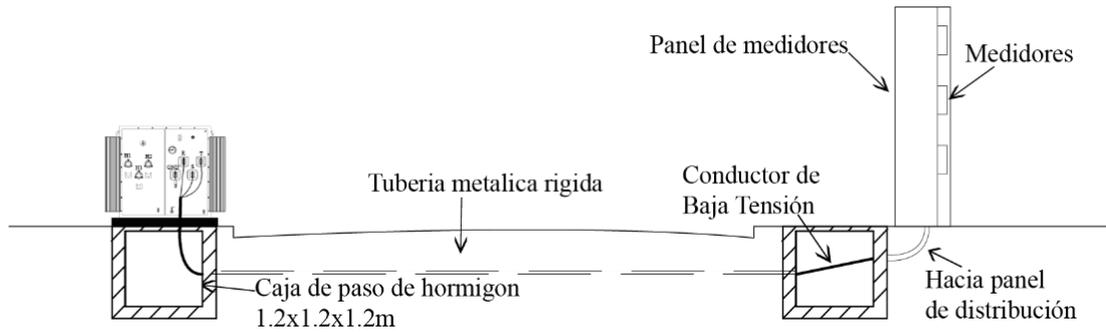
Nota: adoptado de Normas de acometidas cuartos de transformadores y sistemas de medición para el suministro de electricidad (NATSIM, 2012)

- Disyuntor principal
- Tapas metálicas de protección
- Barraje de distribución
- Barra de neutro
- Barra de puesta a tierra
- Dispositivos para colocar sellos de seguridad
- Bases socket Clase 100/200 para 100 y 200 amperios respectivamente
- Disyuntores individuales
- Modulo metálico

2.2.3 Acometida subterránea en baja tensión

La acometida de baja tensión es parte de la instalación eléctrica que se conecta desde la red eléctrica de distribución hasta el predio del usuario de modo subterráneo o aéreo. Es subterránea cuando los cables bajan del poste a una caja de registro, luego pasan por tuberías enterradas y entran al predio por debajo de la construcción como vemos en la figura 7.

Figura 7 Acometida subterránea en baja tensión



Estas acometidas se conforman por los siguientes elementos:

- Punto de alimentación
- Conductores
- Cajas de Inspección y paso
- Ductos
- Tablero general de acometidas
- Armario de medidores o caja para equipo de medición

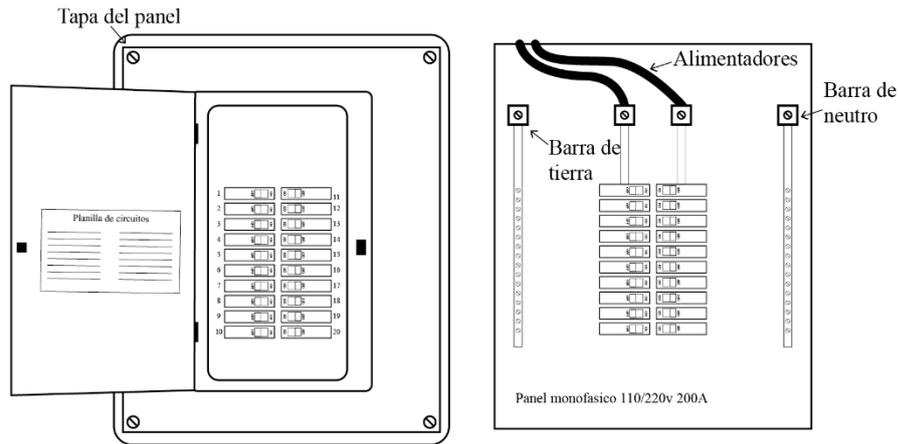
2.2.4 Panel de breakers

También llamados Panel de Centro de Cargas, desde donde se distribuyen los conductores que alimentan a los circuitos del predio, los mismos que tienen como protección a los disyuntores para cada circuito eléctrico y entre sus funciones están:

- Distribuir los circuitos eléctricos de iluminación, tomas de corriente, circuitos especiales para cargas específicas e independientes.
- Intervenir o desconectar si se requiere en un circuito eléctrico para un mantenimiento, una nueva de instalación o verificación del sistema, por medio del disyuntor se puede desconectar la alimentación eléctrica, poniendo el circuito en modo OFF, de luces, tomas de corriente o circuito especial.
- Protegen a los conductores o alimentadores de cada circuito contra fallas eléctricas, calentamiento del conductor que se pudieran presentar en la instalación, tales como sobrecarga, cortocircuito o fallas a tierra.

La figura 8, muestra las principales partes del panel de distribución:

Figura 8 Panel de breakers



- Conductores alimentadores: Son los cables de alimentación de la energía al panel que viene desde el medidor pasando por el disyuntor principal.
- Barra de neutro: Esta barra está dotada con múltiples terminales para poder derivar los neutros a los diferentes circuitos.
- Disyuntores/breakers: Son los dispositivos de protección, los hay térmicos y magnéticos, y son diseñados para la protección del circuito eléctrico a proteger, y se encuentran instalados en las barras diseñadas para su conexión.
- Barra de tierra: Esta barra provee conexión a tierra.
- Barras de energía: Estas barras están diseñadas para la capacidad del panel en amperaje, siendo en ellas donde se alienten los diferentes disyuntores de cada circuito.
- Planilla de circuito: Es la descripción del nombre de cada circuito que controla cada disyuntor

2.2.5 Disyuntor termomagnético

Es el elemento de protección que desconecta la corriente eléctrica de un circuito cuando supera un valor máximo permitido. Este está compuesto de un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en secuencia mediante las cuales circula las cargas del circuito. El disyuntor termomagnético está compuesto por dos partes, una magnética y la otra térmica.

- El accionamiento magnético es la parte encargada de la protección contra cortocircuitos.

- El accionamiento térmico es la parte encargada de la protección contra sobrecargas y calentamiento del conductor.

2.2.6 Conductores

Los conductores eléctricos son elementos creados para conducir electricidad, su principal material de fabricación es el cobre debido a sus propiedades de conductividad eléctrica, aunque también se encuentran en el mercado conductores de aluminio debido a su costo inferior con respecto al cobre.

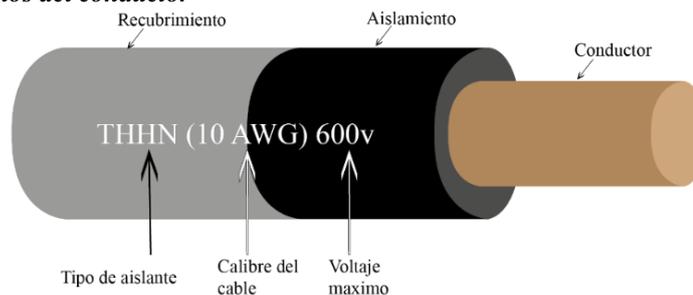
- Tipos de aislamiento para conductores

El aislamiento es el elemento que protege al conductor para determinada capacidad de corriente, temperatura y flexibilidad. En el aislante del conductor, se encuentra impresa las características del cable, se puede identificar el tipo de aislamiento que posee, calibre del cable en AWG o MCM, voltaje nominal y fabricante. Teniendo diferentes tipos de aislamiento según su codificación. Entre los más utilizados tenemos:

- T.-Thermoplastic: Aislamiento termoplástico propio de todos los cables.
- H.-Heat resistant: Resiste hasta 75° centígrados de temperatura.
- HH.-Heat resistant: Resiste hasta 90° centígrados de temperatura
- W.-Water resistant: Resistente al agua y a la humedad.
- LS.-Low smoke: Este cable al estar en contacto con flama presenta una baja emisión de humos, y sus gases de combustión son poco contaminantes.
- SPT.-Service paralell thermoplastic: Denomina un par de cables flexibles con recubrimiento plástico que lo mantiene unidos (Equipo Técnico MasVoltaje, 2016).

- Elementos del conductor: Los conductores se componen de los elementos mostrados en la figura 9:

Figura 9 Elementos del conductor



- Recubrimiento: Es el material que recubre al cable protegiéndolo de los elementos externos.
 - Aislamiento: Este elemento es el responsable de evitar fugas de corriente y también de proteger al conductor.
 - Conductor eléctrico: Es el filamento metálico que traslada la electricidad y puede estar formado por un solo alambre o por diversos hilos.
- Tipos de conductores: Entre los principales tipos de conductores se encuentran los siguientes:
- Conductor de alambre desnudo: Es un conductor de uno o más hilos, no tiene recubrimiento.
 - Conductor de cable flexible: Este conductor está elaborado por múltiples filamentos recubiertos por el aislante, siendo más flexibles que los alambres.
 - Conductor de alambre aislado: El conductor va cubierto por el aislante para evitar que entre en contacto con otro cable u objetos de diferente potencial al estar energizados y que produzcan descargas no deseadas.

2.3 Cálculos aplicados a baja tensión

2.3.1 Factor de coincidencia

La aplicación correcta del Factor de coincidencia C_n ayudará a determinar la demanda real que tendrá el predio ya que disminuirá la demanda máxima al ser multiplicada por dicho factor, y este valor de potencia corregida será el encargado de dimensionar el transformador principal, por lo que dará valores más exactos lo que ayudará a ahorrar costos en las instalaciones, para el cálculo de este factor se procede a usar la fórmula antes citada.

$$C_n = 0.38 + \frac{0.62}{N}$$

Donde:

C_n = Factor de coincidencia

N = Número de usuarios

2.3.2 Método para el cálculo de la carga prevista para el edificio

El método de Ebasco empieza asignando una potencia activa en (kW_{pico}) por usuario, equivalente a los kWh/mes consumidos (Ramirez & Bernal, 2015).

$$kW_{pico} = \frac{\frac{kWh}{mes}}{49. \times \left(\frac{kWh}{mes}\right)^{0.154}}$$

Luego de que se determina la potencia activa pico del conjunto de usuarios, usando la ecuación se determina kW_n que es la demanda instalada en kW.

$$kW_n = kW_{pico} \times N \times C_n$$

La potencia aparente en kVA demandada por los N números de usuarios se obtiene de la siguiente expresión.

$$Demanda(kVA) = \frac{kW_n}{\cos \phi}$$

Donde:

Demanda= Potencia aparente en kVA actual, para los N números de usuarios.

kW_n = Demanda instalada en kW

$\cos \phi$ = Factor de potencia (0.85 - 0.9) proporcionado por el transformador

2.3.3 Método para el cálculo de conductores

Es importante entender como dimensionar correctamente los conductores debido a que puede suponer un riesgo para la instalación, entre los métodos de cálculo para conductores se encuentran los siguientes:

- Cálculo de la sección por el método de las caídas de tensión.
- Cálculo de la sección por la capacidad térmica que poseen los conductores
- Calculo por intensidad.

De los métodos de cálculos antes mencionados, se toma como referencia el cálculo de la sección por intensidad para calcular la sección de los conductores de una línea, por lo que se requiere conocer previamente la carga máxima instalada. De ese modo poder determinar la corriente nominal. Dichas corrientes se dan por las siguientes fórmulas:

Intensidad de corriente alterna

$$I_{1\phi} = \frac{P}{V \times \cos \varphi} \times 1.25$$

$$I_{3\phi} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi} \times 1.25$$

En donde:

I= Corriente en Amperios

P = Potencia de Cálculo en Watios.

V = Voltaje nominal en Voltios.

cos φ= Factor de potencia (usar 1 en caso de carga resistiva)

La tabla 1 muestra que una vez calculada la intensidad del circuito procedemos a comparar la corriente con la tabla de intensidad máxima permanente admisible de conductores aislados, para determinar el calibre del conductor.

Tabla 1 Intensidad máxima permanente admisible de conductores aislados.

Sección	Temperatura nominal del conductor						Sección
	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C	
	Tipos	Tipos	Tipos	Tipos	Tipos	Tipos	
AWG / MCM	TW UF	FEPW*RH* RHW THHW THW THWN XHHN USE ZW	TBS SA SIS FEP FEPB NIRHH RHW-2 THHN THHW THW-2 THWN-2 USE-2 XHH XHHW XHHW-2 ZW-2	TW UF	RH RHW THHW THW THWN XHHN USE	TBS SA SIS THHN THHW THW-2 THWN-2 RHH RHW-2 USE-2 XHH XHHW XHHW-2 ZW-2	AWG / MCM
		Cobre		Aluminio			
18	-	-	14	-	-	-	18
16	-	-	18	-	-	-	16
14	20	20	25	-	-	-	14
12	25	25	30	20	20	25	12
10	30	35	40	25	30	35	10
8	40	50	55	30	40	45	8
6	55	65	75	40	50	60	6
4	70	85	95	55	65	75	4
2	95	115	130	75	90	100	2
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	190	230	255	300
350	260	310	350	210	250	280	350

Nota: adaptado de Normas de acometidas cuartos de transformadores y sistemas de medición para el suministro de electricidad (NATSIM, 2012)

- Caída de tensión

Es el valor medido de pérdida de tensión, entre dos puntos a lo largo de una distancia diferente y por la resistencia del conductor. Al circular la corriente en el conductor se pierde energía por medio del efecto joule en el cual la tensión de entrada a la línea es diferente a la de salida, se transforma en calor produciendo una caída de tensión, las fórmulas para calcularlas son las siguientes:

Método de cálculo de caída de tensión en sistema monofásico

$$\Delta V_{1\phi} = \frac{2 \times P \times L}{\gamma \times V \times S}$$

$$\Delta V_{3\phi} = \frac{P \times L}{\gamma \times V \times S}$$

En donde:

$\Delta V_{1\phi}$ = Caída de tensión monofásica en voltios.

$\Delta V_{3\phi}$ = Caída de tensión trifásica en voltios.

P = Potencia de cálculo en watios.

L = Longitud de cálculo en metros.

V = Voltaje nominal en voltios.

γ = Conductividad del conductor

S = Sección del conductor

Para concluir el cálculo requerimos de la conductividad del conductor que son valores medidos según la temperatura que se muestran en la tabla 2.

Tabla 2 Valores de conductividad (γ) en $m/(\Omega \cdot mm^2)$

Conductor	Temperatura del conductor		
	20°C	70°C	90°C
Cu	58	48.47	45.49
Al	35.71	29.67	27.8

Nota: Recuperado de Cálculos de caídas de tensión. Valores oficiales de conductividad para Cu y Al, 2019 <https://www.prysmianclub.es/calculos-de-caidas-de-tension-valores-oficiales-de-conductividad-para-cu-y-al/>

Para seleccionar el mejor valor debemos tomar en cuenta que un cable en un electro canal, tendrá una temperatura ambiental aproximada a 40°C y este cable debido a efectos Joule se va a calentar al ser atravesado por una corriente eléctrica, para esto se utilizan los valores de temperatura máxima del conductor mostrados en la tabla 3.

Tabla 3 Sección del conductor S en mm^2 o \emptyset vs AWG

N° AWG	Sección del cable mm^2	Diámetro del cable \emptyset
300	152	16,0
250	127	14,6
4/0	107,2	11,68
3/0	85,0	10,40
2/0	67,4	9,27
1/0	53,4	8,25
1	42,4	7,35
2	33,6	6,54
3	26,7	5,83
4	21,2	5,19
5	16,8	4,62
6	13,3	4,11
7	10,6	3,67
8	8,34	3,26
9	6,62	2,91
10	5,26	2,59
11	4,15	2,30
12	3,31	2,05
13	2,63	1,83
14	2,08	1,63
15	1,65	1,45
16	1,31	1,29
17	1,04	1,15
18	0,8230	1,0240

Nota: adaptado de <https://www.sab-cables.eu/productos/datos-tecnicos/cables-electricos/construccionesdevenasamericanas.html>

Los conductores de los circuitos ramales deben tener una capacidad de corriente mayor o igual a la carga máxima que van a alimentar. Cuando un circuito ramal alimente cargas continuas o una combinación de cargas continuas y no continuas, el calibre mínimo del conductor del circuito ramal antes de la aplicación de cualquier factor de corrección o ajuste, debe tener una ampacidad permisible no inferior a la carga no continua más el 125% de la carga continua (NEC, 2015).

2.3.4 Método de cálculo de breakers

Para el cálculo de los disyuntores o breaker, se requiere la corriente nominal para lo cual partimos de la potencia del circuito a alimentar, con esa potencia en kVA obtenemos la corriente nominal que buscamos según la fórmula:

$$I = \frac{P}{V \times \cos \varphi} \times 1.25$$

En donde:

I = Corriente en amperios

P = Potencia de cálculo en watios.

V = Voltaje nominal en voltios.

$\cos \varphi$ = Factor de potencia (usar 1 en caso de carga resistiva)

Con esta corriente buscamos entre las características de los breakers comerciales y seleccionamos el inmediato superior el cual será la protección de nuestro circuito (NEC, 2015).

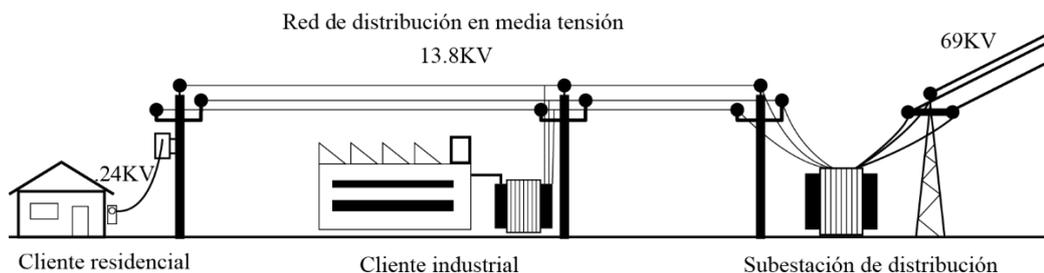
2.4 Generalidades en media tensión

2.4.1 Características en media tensión

La media tensión es el término usado para las tensiones entre 1kV y 36 kV y es usada para la distribución, esta tensión es suministrada al consumidor cuando la demanda se encuentra en un rango entre 30 kW y 90 kW y su capacidad total instalada no sobrepasa los 1000kVA. (Empresa Electrica de Guayaquil, 2012).

En la figura 10 podemos observar como la red de distribución en Media Tensión parte desde el transformador de una subestación de distribución, que recibe alta tensión de 69 kV disminuyendo el voltaje a 13.8kV y transmitiendo la energía que alimenta directamente a los clientes industriales, los cuales deben contar con su propio centro de transformación, para llegar a los consumidores residenciales utiliza otro transformador para entregar 0.24kV monofásico para su consumo.

Figura 10 Red de distribución en media tensión



Nota: recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_distribuci%C3%B3n_de_energ%C3%A1Da_el%C3%A9ctrica

2.4.2 Elementos de una línea de distribución en media tensión

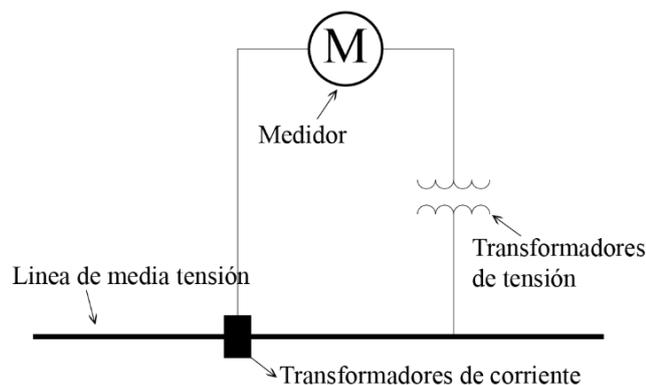
Principales elementos de una línea de distribución en media tensión:

- Torres de soporte: son las estructuras que soportan los conductores de línea que se encuentran suspendidos.
- Conductores.
- Transformadores: son las máquinas eléctricas no mecánicas que cambian los parámetros de entrada de voltaje y corriente, manteniendo la potencia elevándola o reduciéndola para optimizar su distribución.
- Aisladores de línea: son los elementos mecánicos que se encargan de soportar y aislar los conductores línea para mantener las torres de soporte libres de riesgos eléctricos.
- Dispositivos de protección: son los encargados de proteger y garantizar el correcto funcionamiento del sistema de transmisión. Entre los cuales se encuentran los cables de tierra, pararrayos, disyuntores, relés, etc (Moreno Andres, 2018).

2.4.3 Medidores en media tensión

Estos medidores son usados para medir el consumo de aquellos usuarios que sobrepasen el consumo de 30kW al mes y que demandan gran cantidad de energía. Para este tipo de medición se requieren elementos adicionales al medidor para censar los parámetros de entrada al medidor, como lo son los transformadores de corriente y de tensión como muestra la figura 11.

Figura 11 Diagrama de conexión de una medición indirecta en media tensión



Para este tipo de medición se requiere los siguientes elementos:

- Transformadores de tensión: Es un transformador de medida de media tensión, en el cual se reducen los valores de tensión del punto de la red MT, en que están conectados su lado primario y su lado secundario reducido por la relación de transformación para la medición indirecta en el medidor de BT.
- Transformador de corriente: Es un transformador de campo magnético, en el cual la corriente secundaria, bajo condiciones normales de relación de transformación, es proporcional a la corriente primaria y cuya diferencia de fase debe ser cero voltios. La relación de los transformadores de corriente se determinará de forma tal que se garantice que la corriente nominal primaria del transformador reductor de MT a BT, sea el valor más cercano al de la corriente nominal del sistema calculada a plena carga.
- Medidor de lectura de energía trifásica: Los medidores de energía en media tensión, toma valores de voltajes de los TP y de corriente de los TC instalados en el lado del primario del transformador, y con estos valores el instrumento mide KW, KVA, KVAR, FP, I, V, en el lado de MT. Valores que son utilizados para el cobro mensual de consumo de energía.

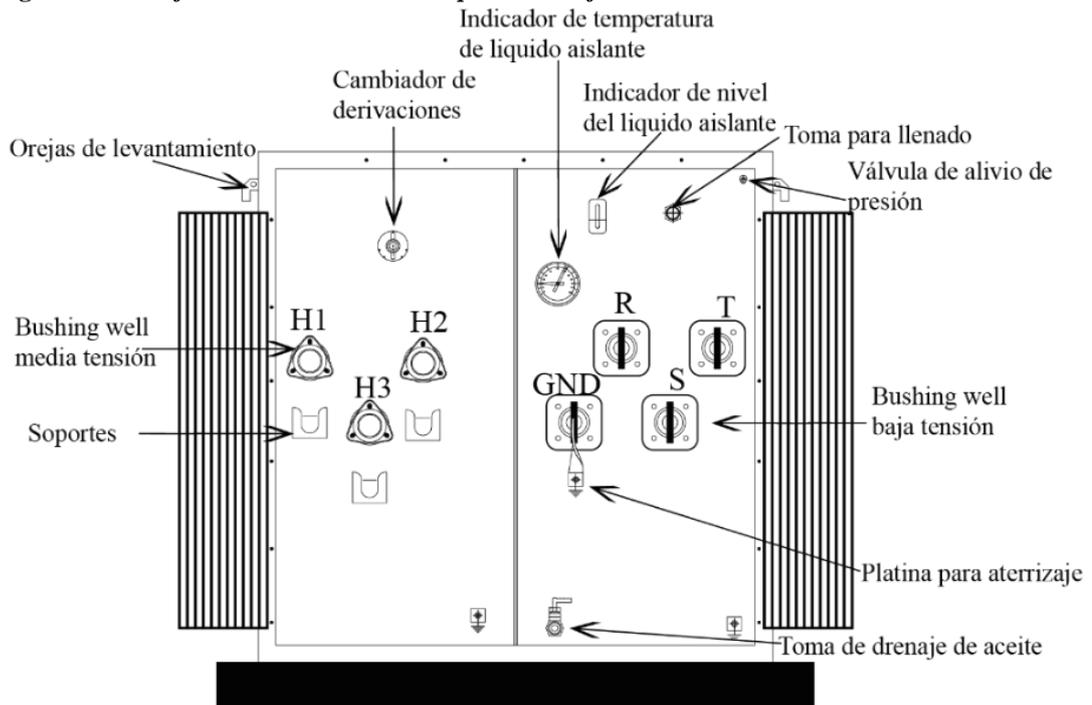
2.4.4 Transformador Pad Mounted

Los transformadores tipo Pad Mounted, son utilizados como parte de sistemas de distribución subterráneos, idóneos para aplicaciones residenciales, sitios turísticos, hoteles, edificios, entre otros, pues cuentan con compartimientos sellados de seguridad tanto para alta como para baja tensión, lo cual hace que su funcionamiento sea seguro previniendo posibles accidentes al público. El transformador tipo Pad Mounted es un equipo dentro de un gabinete, generalmente su ubicación se realiza a la intemperie, con terminales de media tensión de frente muerto y provisto de puertas con cerraduras. (MAGNETRON, 2015).

- Partes del transformador de media tensión

En la figura 12 vemos las partes principales del transformador Pad Mounted las cuales son:

Figura 12 Transformador Pad Mounted tipo radial trifásico

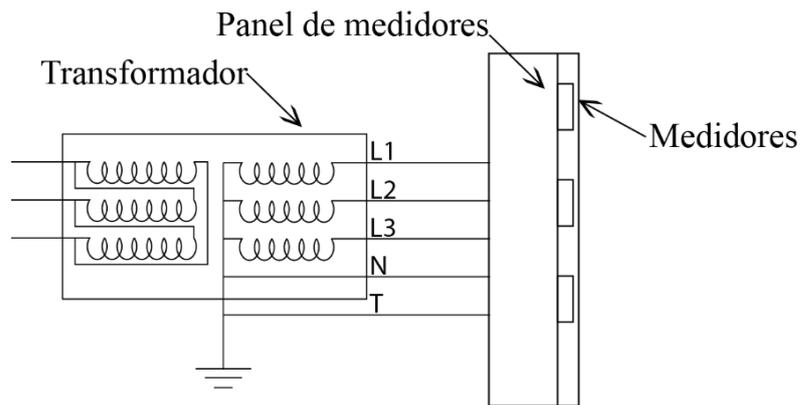


Nota: Adaptado de catálogo Moretran, 2020

- Bushing de media tensión: punto de conexión de las líneas de media tensión
 - Bushing terminal termoplástico de bajo tensión: terminal de conexión de las líneas de baja tensión
 - Cambiador de taps para operación desenergizada: elemento para dimensionar la relación de transformación
 - Dispositivo de puesta a tierra del tanque
 - Indicador de nivel de aceite
 - Orejas de levantamiento: sirven para poder maniobrar el transformador para su instalación
 - Placa de identificación
 - Puesta a tierra del terminal neutro de bajo voltaje
 - Toma de muestra y drenaje de aceite
 - Toma para llenado de aceite
 - Válvula - alivio de presión
- Conexiones del transformador.

La figura 13 muestra un transformador Pad Mounted trifásico conectado en Dy5n. La letra mayúscula designa el lado de alta tensión, seguido del bobinado de baja tensión con letra minúscula. Los dígitos que siguen los códigos de letra indican la diferencia en ángulo de fase entre los bobinados, tomando el bobinado de alta tensión como referencia. El número está en unidades de 30 grados.

Figura 13 Conexión Dy5n



La figura 14 muestra el ejemplo de una placa del transformador con un grupo de conexión Dy5n que en la entrada de alta tensión tiene un bobinado en triángulo y en baja tensión un bobinado en estrella. La diferencia de fase en baja tensión esta retrasada 150 grados con respecto del bobinado de media tensión.

Figura 14 Placa de características del transformador Pad Mounted

No. [] -		TRANSFORMADOR			
AÑOS/MES [] -		T.S. AT/BT [kV] [] -		No CONTRATO [] -	
FASES [3]	kVA [] -	BIL. AT/BT [kV] [] -		PESO TOTAL [kg] [] -	
TENSION PRIM. [kV] [] -		% Zcc. A 85°C [] -		CLASE [Ao] -	
TENSION SEC. [V] [] -		CORRIENTE CC [kA] [] -		REFRIGERACION [ONAN] -	
CORRIENTE PRIM. [A] [] -		DURACION CC [s] [] -		ALTURA m.s.n.m [] -	
CORRIENTE SEC. [A] [] -		MAT. DEVANADOS [] -		INSTRUCTIVO [I-XV-X-02] -	
CALENT. ACEITE [°C] [60]		GRUPO CONEXION [Dyn5]			
CALENT. DEV [°C] [65]		ACEITE MINERAL [] -			
FRECUENCIA [Hz] [60]					
El aceite mineral no contiene PCB en el momento de la fabricación.					
ALTA TENSION			BAJA TENSION		
CONEX.	VOLTIOS	TAP	EMPALME	CONEX.	VOLT.
	1/A		U V W		X Y Z
	2/B				Pn
	3/C				
	4/D				
	5/E				
FABRICADO EN PEREIRA, COLOMBIA POR MAGNETRON S.A. BAJO NORMAS ICONTEC Y ANSI C57.12.00. PLANO 8					

Nota: Adaptado de catálogo Magnetron, 2020

Existen dos configuraciones básicas de estos transformadores: configuración radial y configuración en radial/anillo o malla.

- Configuración radial: el transformador es conectado en una sola línea, de tal manera que es alimentado por una sola fuente.
- Configuración malla: este sistema se caracteriza porque el transformador tiene tanto una entrada como una salida en media tensión, lo que le permite que de ella alimente a otras cargas a través de él.

CAPÍTULO 3

ILUMINACIÓN

3.1 Fundamentos de luminotecnia

3.1.1 Luz

La luz es simplemente ondas electromagnéticas cuya longitud de onda está en el rango visible. La energía asociada con las ondas de luz se mide en vatios. Las cantidades utilizadas para caracterizar físicamente la luz son radiométricas. El aspecto de la luz, por ejemplo, el color o el brillo, depende del ojo y el cerebro humano. El ojo humano responde aproximadamente a longitudes de onda de 380 a 780 nm. Pero se vuelve bastante complicado ya que la respuesta del ojo varía según las condiciones relativas y difiere de un individuo a otro. Las cantidades utilizadas para caracterizar cómo la luz es percibida por los seres humanos son fotométricas.

Una fuente de luz se caracteriza por su espectro de emisión. Los ingenieros de iluminación se preocupan por la cantidad de luz y el color de la luz, no solo del emisor, sino también de las superficies absorbentes y reflectantes iluminadas por la luz. Lo más importante es comprender cómo el usuario final percibe la luz (Lenk & Lenk, 2017).

3.1.2 Longitud de onda

La energía producida por la longitud de onda de la luz se mide en Joules (J) pero se expresa en vatios. Esta es la cantidad radiométrica, la energía radiada por segundo. Entonces se puede afirmar que la energía es proporcional a la frecuencia de la luz según la ecuación de Planck-Einstein (Lenk & Lenk, 2017).

$$E = h \times f$$

E = es energía producida por la longitud de onda

h = es la constante de Planck

f = es la frecuencia (Hz)

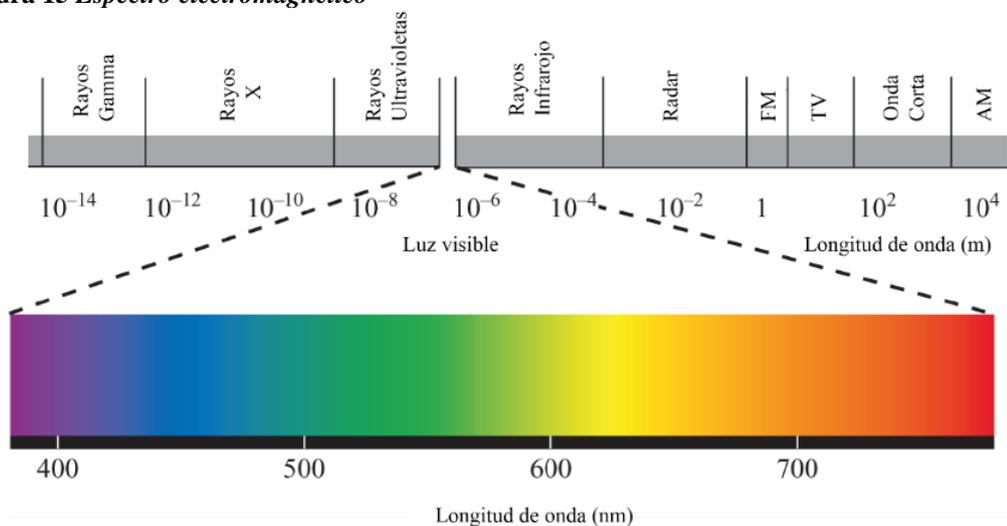
La mayoría de las veces, se hace referencia a la luz por su longitud de onda. Por ejemplo, 475 nm es luz azul y 650 nm es luz roja. Dado que la frecuencia f , la longitud de onda λ y la velocidad de la luz están relacionadas con la ecuación.

$$c = \lambda \cdot f \rightarrow E = \frac{h \times c}{\lambda}$$

c = velocidad de la luz
 λ = longitud de onda
 f = es la frecuencia (Hz)

Por lo tanto, la longitud de onda luz azul, que es más corta, tiene mayor energía que la luz roja de longitud de onda más larga. Si ampliamos más el espectro, una longitud de onda incluso más corta que la luz azul es la luz ultravioleta a 230–400 nm. Los rayos UV tienen mucha más energía que la luz visible. En el otro extremo del espectro está la luz infrarroja, con una longitud de onda más larga que la de la luz roja, a 700nm – 1µm. La figura 15 muestra las longitudes de onda y sus diferentes rangos medidos en metros. Como fue señalado previamente se conoce que el ojo humano es capaz de percibir longitudes de onda de 380 a 780 nm al cual se llama espectro visible.

Figura 15 Espectro electromagnético



Nota: Recuperado de Practical Lighting Design With LEDs, 2017

La luz de una sola frecuencia es luz monocromática, como la de un láser o un filtro de color. Pero la mayoría de las fuentes de luz tienen una mezcla de colores. La potencia radiante de dicha luz es la suma de toda la potencia en cada frecuencia.

Cuando se hace referencia a fuentes de luz, el término "potencia radiante" a menudo se reemplaza por el término flujo radiante. El flujo se refiere a la potencia total que se irradia en todas las direcciones, independientemente de la cantidad que intercepte (Lenk & Lenk, 2017).

3.1.3 Magnitudes y unidades luminosas

No toda la luz emitida por una fuente produce sensación luminosa ni toda la energía que consume se convierte en luz, para cuantificar la radiación a la que es sensible el ojo humano es necesario definir nuevas magnitudes y sus unidades de medida, En la tabla 4 podemos ver las cantidades lumínicas, sus símbolos y las unidades (Diez et al., 2017).

Tabla 4 Medidas de la luz

Cantidad	Símbolo	Radiométrica	Unidad	Fotométrica	Unidad
Cantidad de luz	$\Omega\Phi$	Flujo radiante, Poder radiante	W	Flujo luminoso	Lumen (lm)
Intensidad de luz	$I=\Phi/\Omega$	Intensidad radiante	(W/sr)	Intensidad luminosa	Candela (cd)
Luz en una superficie	$E=\Phi/A$	Irradiancia	(W/m ²)	Iluminancia	Lux(lx)

Nota: Recuperado de *Practical Lighting Design With LEDs, 2017*

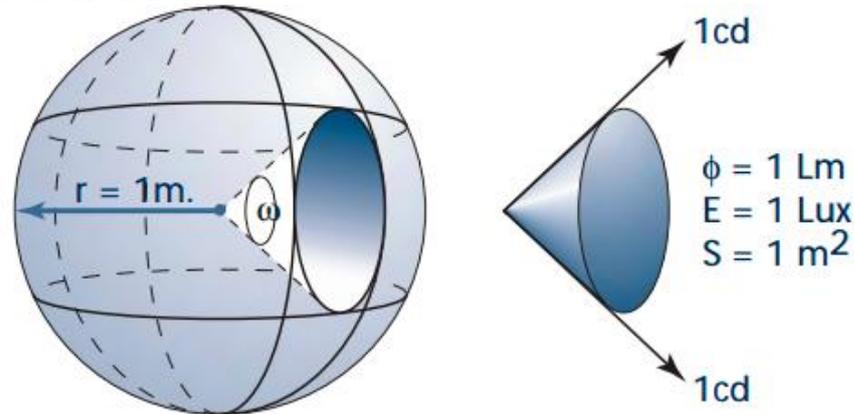
- Intensidad luminosa

La cantidad de intensidad luminosa agrega un componente de dirección al flujo luminoso. Es la cantidad de luz irradiada en un ángulo de 2 dimensiones. Este ángulo bidimensional es llamado el ángulo sólido y es medido en estereorradianes (sr). El ángulo sólido marca un cono irradiado desde la fuente (Asselum, 2017).

Una magnitud de superficie corresponde a un ángulo plano la cual se mide en radianes, a una magnitud de volumen le corresponde un ángulo sólido o estéreo que se mide en estereorradianes (Asselum, 2017).

La figura 16 muestra que, usando el sistema internacional de unidades, una esfera de radio 1 m tiene un área de superficie de 4π m². Entonces una esfera es 4π estereorradianes. Un estereorradián intercepta la esfera de forma circular.

Figura 16 Estereorradián



Nota: Unidades luminotécnicas – Ángulo sólido, 2017 Recuperado de <https://asselum.com/unidades-luminotecnicas-angulo-solido/#:~:text=Su%20s%C3%ADmbolo%20es%20rad.,con%20la%20letra%20griega%20%CE%A9>.

Cuando ese círculo tiene una superficie de 1 m^2 entonces el ángulo sólido es definido como estereorradián, o más general, una esfera de radio r se define como intersectada por un ángulo sólido de 1 sr , cuando el área de la superficie descrita por ese ángulo sólido es r^2 . (Lenk & Lenk, 2017).

- Iluminancia es la cantidad de luz que recae sobre una superficie de área A se define como Iluminancia E_{lum} y se mide en lm/m^2 o Lux. En el sistema de unidades inglés, la iluminancia se mide en pies/candela (fc) que es lm/ft^2 . El factor de conversión es $\text{fc}=10.76\text{Lux}$. (Lenk & Lenk, 2017).
- Flujo Luminoso es cuanta luz es percibida por personas como sale de la fuente de luz, y se mide en Lumen (lm). Intensidad luminosa es cuanta luz sale de un ángulo sólido determinado, y es medido en candela= lumen / estereorradián. Iluminancia es cuanta luz llega a un área y es medida en $\text{Lux}=\text{lumen}/\text{m}^2$ (Lenk & Lenk, 2017).

3.1.5 Tipos de luminarias

- Iluminación incandescente: Las lámparas incandescentes las cuales se aprecian en la figura 17, se desarrollaron originalmente a finales de los años 1800, producen luz cuando la corriente eléctrica pasa por un hilo metálico de tungsteno suspendido en una atmósfera inerte en el interior de una bombilla de cristal. La corriente eléctrica calienta el filamento hasta que este brilla y produce luz visible, además de una gran cantidad de calor Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2016).

Figura 17 Foco incandescente



Nota: Recuperado de <https://www.freepng.es/png-vftp4y/>

- Iluminación halógena: Las lámparas halógenas, las cuales podemos presenciar en la figura 18, representan una mejora sobre las lámparas incandescentes, ofreciendo una mayor eficacia y una vida ligeramente mayor. Estas lámparas contienen una pequeña cantidad de halógeno de yodo o bromo en el interior de una cápsula con el filamento, lo que permite que el tungsteno que se evapora vuelva a depositarse en el filamento, evitando que la cápsula con el filamento se oscurezca e incrementando la vida útil de la lámpara (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2016).

Figura 18 Dicroico halógeno



Nota: Recuperado de <https://www.pngwing.com/es/free-png-cnazm/download>

- Iluminación fluorescente: Las lámparas fluorescentes compactas (CFL, Compact Fluorescent Lamp), las cuales podemos presenciar en la figura 19, son las sustitutas directas de las lámparas incandescentes. Incorporan un balasto electrónico y un tubo con revestimiento de fósforo. Se crea un arco eléctrico en los electrodos del tubo, que hace que los átomos de mercurio emitan luz ultravioleta (UV). Esta, a su vez excita el revestimiento de fósforo y emite luz visible. Las CFL se desarrollaron en 1970 y son, en esencia, una versión en miniatura de las lámparas o tubos fluorescentes lineales (LFL, Linear Fluorescent Lamp). En comparación con las lámparas incandescentes, las CFL consumen

aproximadamente un 75 % menos de electricidad para producir la misma cantidad de luz y tienen un vida útil alrededor de diez veces más (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2016).

Figura 19 Lámpara fluorescente compacta



Nota: Recuperado de <https://www.pngegg.com/es/png-nxtrd/download>

- Iluminación de descarga de alta intensidad: las cuales podemos presenciar en la figura 20, producen luz a partir de un arco eléctrico contenido dentro de en una cápsula de gas sellada en el interior de una bombilla. Las lámparas DAI requieren de un balasto para encender y operar, que se encarga de regular la tensión suministrada a la cápsula de gas. La luz se produce cuando el arco eléctrico pasa a través de un vapor metálico. Sin embargo, las bombillas DAI solamente producen el 5 % de su luz cuando están recién encendidas y tardan varios minutos en alcanzar su máximo brillo. Cuando la lámpara DAI se apaga, es preciso dejar que se enfríe para poder generar un nuevo arco en la cápsula y producir luz (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2016).

Figura 20 Luminaria de descarga de alta intensidad



Nota: Recuperado de https://www.pngfind.com/download/ibThhJo_high-intensity-discharge-hella-d2s-hd-png-download/

- Iluminación de diodos emisores de luz (LED): Las cuales podemos presenciar en la figura 21, son compactas, su vida útil es larga, son resistentes a las roturas y a las vibraciones, ofrecen su mejor rendimiento en ambientes de operación fríos, se encienden al instante y en algunos modelos se pueden regular su intensidad de luz. Según su circuito de operación y el conjunto de diodos emisores de luz en una fuente de luz determinada, estas lámparas pueden ajustarse para proporcionar luz

de diferentes colores o luz blanca con diferentes temperaturas de color correlacionada. (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2016).

Figura 21 Ojo de buey LED



Nota: Recuperado de <https://www.pngwing.com/es/free-png-picbu/download>

Luego de ver las principales tecnologías de iluminación utilizadas, la tabla 5 muestra la comparativa, tomando como punto de referencia el flujo luminoso, las 4 luminarias utilizadas tienen un flujo luminoso de 2200 lumen, pero con diferentes potencias, esto se ve reflejado en su consumo anual, pero su principal característica es el rendimiento lumínico, comparando todas estas características determinaremos el tipo de iluminación que vamos a utilizar en nuestro proyecto para alcanzar el mayor ahorro energético posible.

Tabla 5 Comparación entre las tecnologías de iluminación más usadas

Incandescente	Halogeno	Fluorescente	LED
Consumo: 1300kWh/a	Consumo: 1100kWh/a	Consumo: 260kWh/a	Consumo: 220kWh/a
Rendimiento lumínico: 12.1 lm/W	Rendimiento lumínico: 14.5 lm/W	Rendimiento lumínico: 60.5 lm/W	Rendimiento lumínico: 72.6 lm/W
Costo anual: 20.92	Costo anual: 17.7	Costo anual: 4.18	Costo anual: 3.54

3.1.6 Control de la iluminación

Estos sistemas de control pueden ser sencillos como el interruptor de pared hasta complejos sistemas de control computarizados que gestionan un edificio entero. La investigación impulsada por la industria ha permitido avances en materia de sensores de ocupación y luz natural, por lo que resultan más efectivos y rentables.

Una combinación de sistema de controles de iluminación, lámparas y luminarias energéticamente eficientes da lugar al mejor resultado posible en términos de desempeño de la iluminación de un edificio. Los sistemas de controles de iluminación permiten ahorrar entre un 20 y 40 % adicional en consumo energético de la iluminación. Supervisan continuamente el uso y los niveles de iluminación ambiental, de tal forma que la luz solo está encendida cuando se necesita (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2016).

Algunos de los equipos que se emplean actualmente con respecto a los sistemas de controles de iluminación son:

- Fotocélulas: Es el dispositivo que observamos en la figura 22 que se enciende y se apaga al detectar la presencia o ausencia de luz.

Figura 22 Fotocélula



Nota: Recuperado de <https://www.ilumia.lighting/producto/fotocelula/>

- Temporizador: Es el interruptor automático que vemos en la figura 23 que se enciende y se apaga a determinada hora programada, logrando así una automatización que lleva a la reducción de consumo eléctrico.

Figura 23 Temporizador



Nota: Recuperado de <https://www.pngwing.com/es/free-png-iydud/download>

- Sensores de ocupación: Es el dispositivo que se observa en la figura 24 y se utiliza para detectar la presencia de personas y apagar las luces cuando un espacio iluminado está desocupado. El diseño de estos sistemas incorpora una lógica inteligente para evitar apagar las luminarias erróneamente o con demasiada frecuencia. Los sensores de ocupación pueden recopilar datos para optimizar la utilización en los edificios (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2016).

Figura 24 Sensor de ocupación



Nota: Recuperado de <https://www.freepng.es/png-ncmmj0/download.html>

- Atenuadores: Las tecnologías de regulación de la intensidad, como vemos en la figura 25, modulan la intensidad de luz reduciendo el flujo luminoso según la disponibilidad de luz natural u otra iluminación ambiental. Esta característica depende de las compatibilidad con la luminarias (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2016).

Figura 25 Atenuador

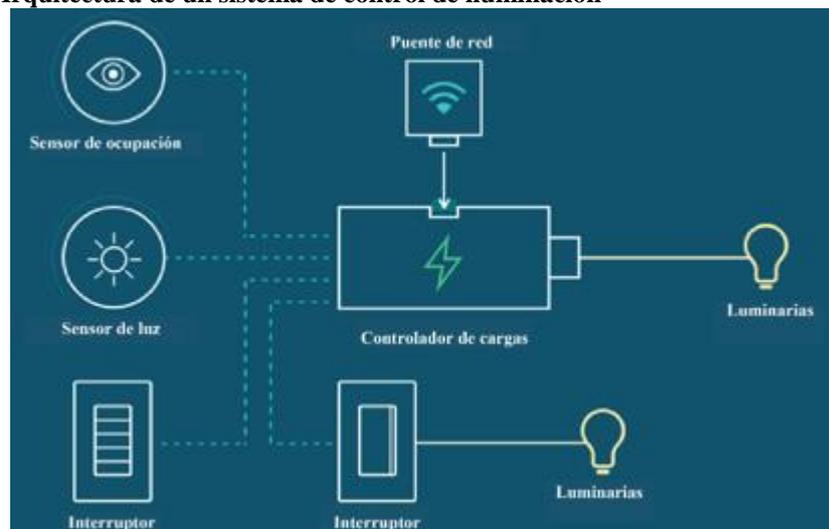


Nota: Recuperado de <https://www.pngwing.com/es/free-png-mlpxp/download>

- **Sistemas de control de iluminación:** Presentan sistemas de manejo de iluminación automatizados, ofreciendo control computarizado centralizado para los niveles de iluminación. La configuración personalizada de la iluminación, por ejemplo, mediante aplicaciones para el móvil, permiten mejorar el confort y la experiencia del usuario ((Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), 2016).

La figura 26 muestra un sistema de control de luces inteligente, en el que podemos observar los diferentes dispositivos de acción como lo son los interruptores, sensores de luz, sensores de ocupación, y la conexión con la red, los cuales reciben las órdenes del usuario y el dispositivo de control se encarga de ejecutarlas.

Figura 26 Arquitectura de un sistema de control de iluminación

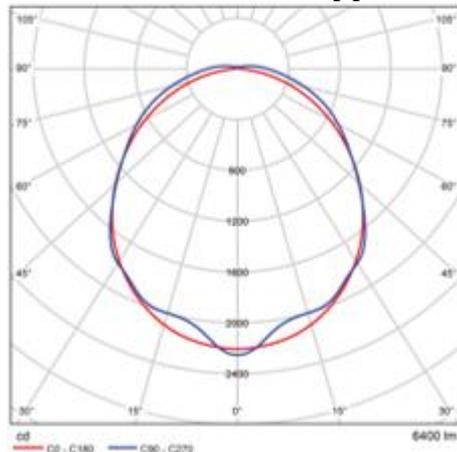


Nota: Adaptado de <https://www.literitecontrols.com/lite-rite-controls-building-controls-home-automation/crestron-zum/>

3.1.7 Diagrama fotométrico

Las curvas fotométricas son la representación gráfica del comportamiento de la luz. Muestran diferentes características relacionadas con la naturaleza de la fuente, el tipo de reflector, la óptica o el diseño de las luminarias. Contar con las curvas y sus correspondientes archivos fotométricos es necesario para la selección de la iluminación de cada proyecto. Las curvas de distribución de la intensidad luminosa son curvas polares obtenidas en laboratorio que describen la dirección e intensidad en la que se distribuye la luz en torno al centro de la fuente luminosa. Para encontrarlas, se miden las intensidades luminosas en diversos ángulos verticales alrededor de la fuente, identificados como ángulos gamma γ , con un instrumento llamado fotogoniómetro, y al barrer la esfera completa y unir los puntos contenidos en un mismo plano vertical y horizontal se puede obtener un volumen conocido como sólido fotométrico (Deco, 2017). La figura 27 muestra un ejemplo la curva fotométrica.

Figura 27 Diagrama fotométrico de luminaria Ledvance damp proof led 1500 55 w 6500k IP65 GY



Nota: recuperado de Descripción del producto DP 1500 55 W 6500K IP65 GY, 2020 https://www.ledvance.es/appsinfo/pdc/pdf.do?cid=GPS01_3329511&mpid=ZMP_2265610&vid=PP_EUROPE_ES_eCat&lid=ES

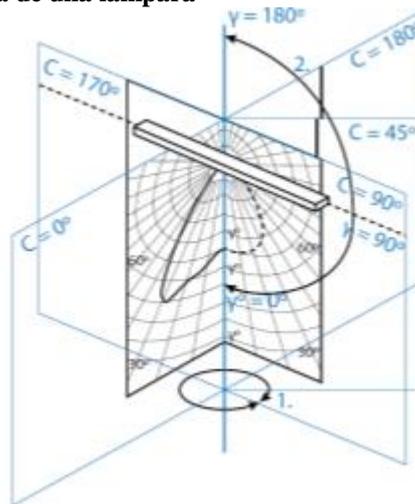
Lámpara LEDVANCE damp proof con las siguientes características:

- Temperatura de color 6500°K.
- Flujo luminoso 6400 lm.
- Eficacia luminosa 115 lm/W.
- Índice de reproducción cromática Ra >80.
- Ángulo de radiación 105 °(LEDVANCE, 2020).

Para interpretar la curva polar de distribución luminosa, el valor de la intensidad luminosa es la medida de distancia desde el centro a cualquier punto de la curva dará la intensidad en esa dirección.

La figura 28 muestra el dibujo tridimensional del sólido, el cual es impráctico ya que en la industria sólo se aplican dos planos obtenidos de los cortes longitudinales los cuales reciben los nombres de planos C90-C270 y C0-C180 (Deco, 2017).

Figura 28 Curva fotométrica de una lámpara



Nota: recuperado de La utilidad de las curvas fotométricas de Deco Fernando, 2017

3.1.8 Luxómetro

La cantidad fotométrica que se necesita medir en el trabajo de campo es la iluminancia, y se mide con el luxómetro. La unidad de medida es el lux (lx). Contiene una célula fotoeléctrica la que se encarga de censar la luz y convertirla en impulsos eléctricos, los cuales son analizados y en su pantalla se muestra la correspondiente medida en luxes.

3.2 Sistema de iluminación

3.2.1 Iluminación interior

Para realizar los cálculos luminotécnicos de las instalaciones interiores, se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- El uso de la zona a iluminar y su reflectancia

- El tipo de tarea visual a realizar
- Las necesidades de luz del usuario

El método de cálculo se realiza en la actualidad por medio de software especializados para el cumplimiento de los requisitos del diseño y utilizará las características y parámetros de los datos previos de un diseño de iluminación. Se obtendrán los siguientes resultados para cada zona:

- Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI
- Iluminancia media E del plano de trabajo
- UGR (Unified Glare Rating) el que es el índice de deslumbramiento unificado
- Valores del índice de rendimiento de calor R_a
- Potencias de las lámparas

3.2.2 Iluminación exterior

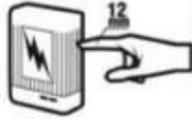
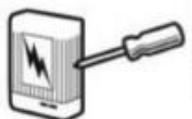
El alumbrado exterior incluye a toda instalación de iluminación pública o privada que se realiza en un espacio abierto. En la actualidad existe una amplia tipología de luminarias diseñadas para cada espacio y uso. El diseño, potencia y características de la luz irán en función del uso específico al que se destine la luminaria. Se considera que 20 lux es el valor mínimo para las zonas por donde circulan personas, incluyendo caminos, escaleras y cambios de nivel, debiendo aumentar el valor a 100 lux aproximadamente en los puntos importantes de confluencia de la red viaria del parque (Ballester-Olmos, n.d.).

A continuación, se señalan los principales objetivos de la iluminación exterior:

- Facilitar el desplazamiento de las personas.
- Facilitar las actividades nocturnas en el área.
- Mostrar los elementos de interés y conjugándolos con su entorno.
- Completar una escenografía interrelacionando los elementos ya nombrados dentro de un conjunto lineal coherente.

Todas las luminarias para exteriores deben cumplir con un requerimiento mínimo de protección IP (Ingress Protection), la cual se describe en la figura 29, que evalúa la resistencia de la luminaria contra partículas de polvo, agua y radiación UV. Estos parámetros de clasificación están normados y clasificados según su necesidad.

Figura 29 Tabla de calificación IP

Sólidos		Agua	
1	 <p>Protegido contra un objeto más grande que 50mm así como una mano.</p>	1	 <p>Protegido contra la caída vertical de gotas de agua, limita el ingreso permitido.</p>
2	 <p>Protegido contra un objeto más grande de 12.5mm así como un dedo.</p>	2	 <p>Protegido contra la caída vertical de gotas de agua con una inclinación de 15° sobre el eje vertical. Limita el ingreso permitido.</p>
3	 <p>Protegido contra un objeto más grande de 2.5mm así como un destornillador.</p>	3	 <p>Protegido contra el rocío de agua con una inclinación de 60° sobre el eje vertical. Limita el ingreso permitido por 3 minutos.</p>
4	 <p>Protegido contra un objeto más grande de 1mm así como un cable.</p>	4	 <p>Protegido contra el rocío del agua desde todas las direcciones. Limita el ingreso permitido.</p>
5	 <p>Protegido contra el polvo. Limita el ingreso del polvo permitido. No interferirá con la operación del equipo. Dos u ocho horas.</p>	5	 <p>Protegido contra chorros de agua. Limita el ingreso permitido.</p>
6	 <p>Antipolvo. No ingresa el polvo. Dos u ocho horas.</p>	6	 <p>Agua de fuertes olas de agua o agua proyectada desde fuertes chorros, no entrará en el dispositivo en grandes cantidades.</p>
Ejemplo:		7	 <p>Protección contra los efectos de la inmersión en agua entre 15cm y 1m por 30 minutos.</p>
IP65		8	 <p>Protección contra los efectos de la inmersión en agua bajo presión por largos periodos.</p>
Ingreso Protección			

Nota: obtenido de <https://www.redatel.net/html/proteccion-ip.html>

3.2. Iluminación de emergencia

La iluminación de emergencia no es únicamente las luminarias con respaldo energético, como vemos en la figura 30, este sistema está compuesto por diferentes tipos de luminarias con sus respectivas funciones, por esa razón deben contemplarse en los planos eléctricos (Arellano Toño, 2020).

Figura 30 Elementos indicadores de emergencia



Nota: obtenido de <https://www.freepng.es/png-en5491/download.html>

El objetivo principal de la iluminación de emergencia es garantizar la seguridad de los usuarios del edificio cuando se presenta escenario de riesgo. Un sistema de iluminación de emergencia mal diseñado puede desatar una sensación de pánico y limitar la capacidad de los usuarios para salir del edificio.

Dentro del alumbrado de emergencia podemos distinguir los siguientes tipos:

- Iluminación de emergencia: la cual es la encargada de permitir la evacuación segura de los usuarios ante una situación de peligro y tiene las siguientes variantes:
 - Alumbrado de zonas de alto riesgo, busca garantizar la seguridad de las personas que ocupan un espacio en actividades peligrosas y debe permitir la interrupción de los trabajos con seguridad para los operadores y para los demás ocupantes. En este caso, debe permanecer encendida el tiempo necesario para abandonar las actividades o la zona de alto riesgo por completo.
 - Alumbrado antipánico, se encarga de brindar iluminación de “ambiente” para identificar las rutas de evacuación y evitar obstáculos, de esta manera prevenir situaciones de pánico.
 - Alumbrado de reemplazamiento Por su parte, se encarga de dar la iluminación necesaria para continuar con las actividades cotidianas. En caso de que proporcione una cantidad menor, solo se utilizará para terminar el trabajo de manera segura.
 - Alumbrado de evacuación, debe proporcionar iluminación suficiente para que el usuario sea capaz de reconocer las rutas de evacuación o puntos específicos en las instalaciones que requieren activación manual, como puede ser el sistema de protección contra incendios.

Adicionalmente cabe mencionar la importancia de considerar iluminación de emergencia en los espacios que cumplan con las siguientes características:

- Recintos cuya afluencia sea mayor de 100 personas.
 - Recorridos de evacuación de zonas de uso residencial u hospitalario y de zonas destinadas a cualquier otro uso que consideren la evacuación de más de 100 personas.
 - En estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan hacia el exterior o a zonas generales del edificio.
 - En locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
 - En salidas de emergencia y señales de seguridad reglamentarias.
 - En cambios de dirección e intersecciones de la ruta de evacuación.
 - En el exterior del edificio.
 - Cerca de las escaleras, de tal forma que cada peldaño reciba iluminación directa.
 - En cada cambio de nivel.
 - En los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado.
- Señalización de seguridad, sirve para informar o advertir de la existencia de un riesgo o peligro, de la localización de salidas y elementos de protección o para indicar la obligación de seguir una determinada conducta.

Los rótulos más utilizados son para indicar “Salida” destinada para aquellas que solo cumplan esa función, señales indicativas de dirección para los recorridos de evacuación y deben ser visibles desde cualquier punto de origen donde no se perciba directamente la salida de emergencia, en puntos de los recorridos donde existan alternativas que puedan generar confusión en los usuarios, “Sin salida” en puertas que no cumplan la función de desalojar el edificio con la leyenda (Arellano Toño, 2020).

CAPÍTULO 4

AHORRO ENERGÉTICO

4.1 Iluminación eficiente

Se requieren medidas políticas que transformen los mercados hacia una eficiencia energética mayor. La iluminación es uno de los productos más rentables en relación al costo para establecer esta clase de medidas. Esto se debe parcialmente a que, en algunos mercados, los productos existentes incluyen las lámparas incandescentes, basados en una tecnología con 125 años de antigüedad, que pueden sustituirse por productos disponibles de forma extensa que son capaces de reducir el consumo de electricidad entre un 80 y 90 %((Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), 2016).

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

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{prom}}$$

Dónde:

VEEI = Valor de Eficiencia Energética de la instalación

P = Potencia total instalada en las bombillas más los equipos auxiliares, incluyendo sus pérdidas (W)

S = Superficie iluminada(m²)

E_{prom}=Iluminancia promedio horizontal mantenida(lux)

La tabla 6 da los valores máximos de VEEI con los que tenemos que comparar nuestros valores obtenidos de la fórmula y determinar si el diseño cumple con los parámetros para ser llamado eficiente.

Tabla 6 Valore límites de eficiencia energética

Zona de actividad diferenciada	VEEI límite
Administrativo en general	3
Andenes de estaciones de transporte	3
Pabellones de exposición o ferias	3
Salas de diagnóstico	3.5
Aulas y laboratorios	3.5
Habitaciones de hospital	4
Recintos interiores no descritos en este listado	4
Zonas comunes	4
Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4
Aparcamientos	4
Espacios deportivos	4
Estaciones de transporte	5
Supermercados, hipermercados, y grandes almacenes	5
Bibliotecas, museos, y galerías de arte	5
Zonas comunes en edificios no residenciales	6
Centros comerciales (excluidas tiendas)	6
Hostelería y restauración	8
Religioso en general	8
Salones de acto, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculos, salas de reuniones y salas de conferencias	8
Tiendas y pequeños comercio	8
Habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10
Locales con nivel de iluminación superior a 600 lux	2.5

Nota: Adaptado de <https://www.certificadosenergeticos.com/ejemplo-paso-paso-calculo-exigencias-cte-db-he3>

4.2 Métodos de cálculo

Los principales métodos de cálculo matemático son los siguiente:

- Método del Lumen: Este método se utiliza para obtener una iluminación general y uniforme de un determinado espacio. También, establecida una zona o local, se podrá saber la cantidad de luminarias necesarias y la ubicación donde han de ser situadas. Para ello, se recurre a la fórmula para determinar la iluminación en la superficie siguiendo el siguiente método. (Graiz & Al Azhari, 2019).

$$E = \frac{n \times F \times N \times UF \times LLF}{A}$$

E = Iluminación horizontal promedio en el plano de trabajo en Luxes.

n = Número de lámparas en cada luminaria

F = Diseño de iluminación de la lámpara lúmenes
 N = Número de luminarias
 UF = Factor de utilización para el plano de trabajo horizontal
 LLF = Factor de mantenimiento
 A = Área del plano de trabajo en metros cuadrados (m^2)

Factor de Mantenimiento (FM) es importante en la fase de planificación de instalaciones de iluminación; ya que expresa la reducción habitual de la luminosidad durante la vida útil de un sistema de iluminación.

$$FM = FM_{LL} \times F_{SL} \times F_{ML} \times F_{MH}$$

FM_{LL} = Factor de mantenimiento de la luz de la lámpara
 F_{SL} = Factor de supervivencia de la lámpara
 F_{ML} = Factor de mantenimiento de la luminaria
 F_{MH} = Factor de mantenimiento en una habitación

- Método punto por punto: ‘Este método se utiliza si lo que deseas es conocer los valores de la iluminancia en puntos concretos, se puede utilizar con fuentes de luz puntuales como las lámparas incandescentes y de descarga, pero no con tubos fluorescentes.

La fórmula para emplear es la siguiente:

$$E_H = \frac{I \times \cos^3 \alpha}{H^2}$$

$$E_V = \frac{I \times \cos^2 \alpha \times \sin \alpha}{H^2}$$

Donde:

E_H = Nivel de iluminación en un punto de una superficie horizontal (lux)
 E_V = Nivel de iluminación en un punto de una superficie vertical (lux)
 I = Intensidad de flujo luminoso según la dirección del punto a la fuente (cd)
 α = Ángulo formado por el rayo luminoso y la vertical que pasa por la luminaria
 H = Altura del plano de trabajo a la lámpara (m)

Las fórmulas antes mencionadas son la base de cálculos establecidos como fundamentos de iluminación. Dado que, actualmente existen herramientas digitales como el programa Dialux para realizar estas operaciones, se ha facilitado y agilizado el trabajo.

4.3 Programa para cálculo y diseño de luminotecnia.

DIALux es un programa gratuito de la empresa alemana DIAL cuyo isotipo se aprecia en la figura 31, este software permite la creación de proyectos de iluminación profesionales. Este software es usado por diseñadores de iluminación al rededor del mundo, y facilita la tarea de diseño de sistemas de iluminación para áreas interiores y exteriores.

Figura 31 *Isotipo de Dialux*



Nota: Dialux, recuperado de: <https://www.dialux.com/en-GB/>

4.6 Procedimiento para el cálculo y diseño de luminotecnia.

Con esta herramienta sencilla y amigable con el usuario, se pueden elaborar proyectos de iluminación, también colabora con un análisis cuantitativo y cualitativo sencillo de un proyecto, dando la posibilidad de moldearlo en 3D, lo cual resulta útil para visualizar la iluminación interior, exterior y vial. Para el uso de esta herramienta informática, seguimos los siguientes pasos:

-Paso 1: Se debe elaborar el modelado de la infraestructura civil que requerimos iluminar.

La figura 32 muestra el resultado final del diseño que se ejecutó en el programa Dialux, solo partiendo del plano base.

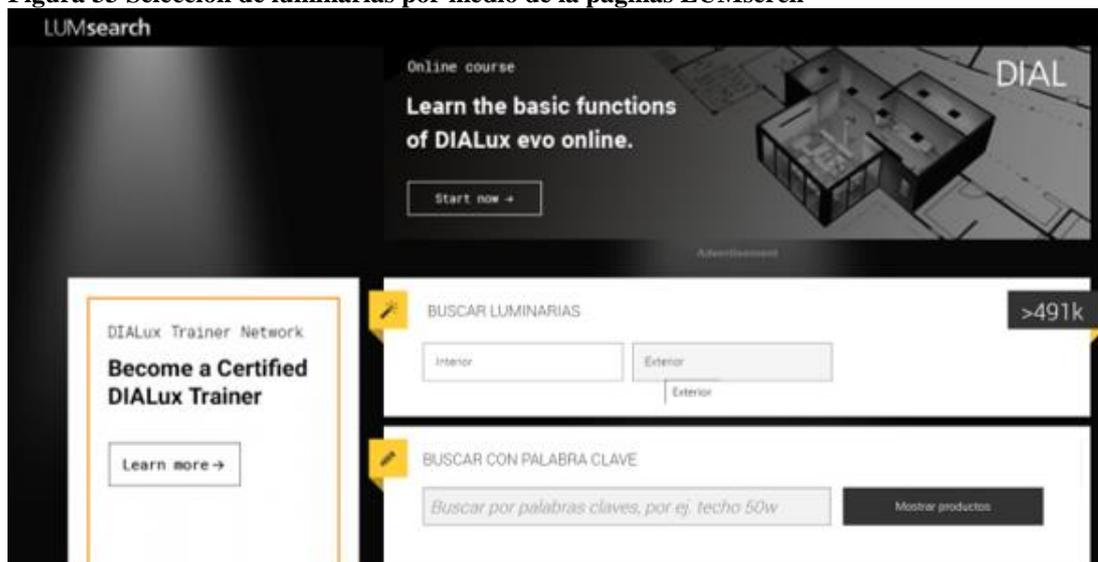
Figura 32 Modelado de la estructura del edificio.



-Paso 2: Mediante la base de datos LUMserch, Osram, Silvania, Simons, LEDVANCE, se escogieron las luminarias a utilizarse, mediante criterios de diseño, potencia, ahorro energético, grado de protección, nivel de voltaje, tipo de empotrado.

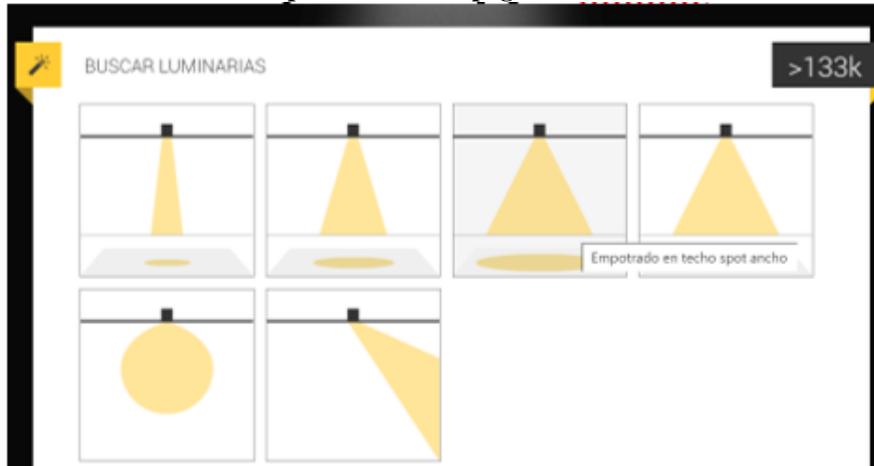
La figura 33 muestra la página LUMserch, la cual fue diseñada por los mismos creadores de Dialux, brinda de manera sencilla y amigable la oportunidad de elegir el tipo de lámpara según la zona, ubicación de instalación, ya sean colgantes o empotradas.

Figura 33 Selección de luminarias por medio de la paginas LUMserch



En la figura 34 observamos las propuestas que da el buscador para obtener el mejor tipo de patrón de luz para la zona que queremos iluminar.

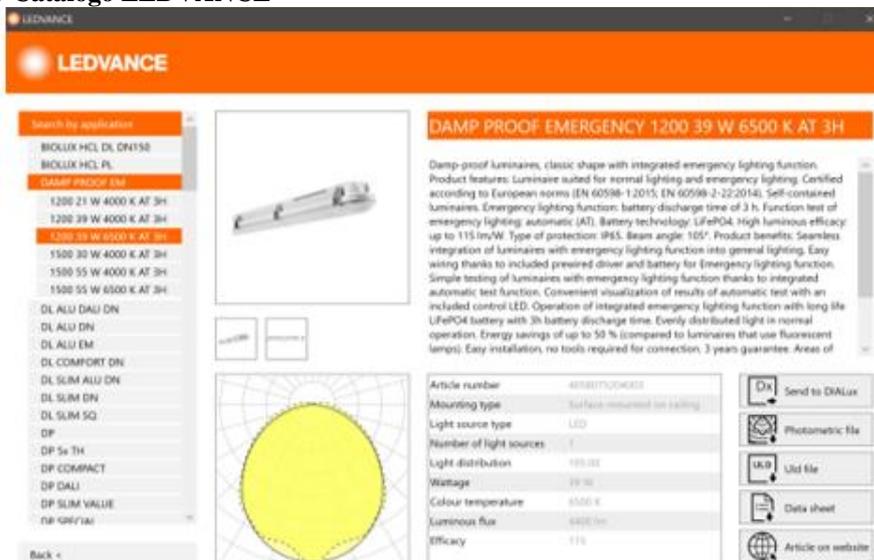
Figura 34 Selección de luminarias por medio de la paginas LUMserch



Dependiendo del diseño que se va a implementar, se escoge el tipo de patrón de luz que más se adapte al proyecto de iluminación según criterios de diseño, los cuales pueden ser decorativo o funcional. Para este proyecto se seleccionó la opción de luminaria tipo Spot ancho, por su proyección en cono con mayor ángulo de abertura que abarca una mayor y mejor área de luminosidad para interiores.

La figura 35 muestra el catálogo digital de distribuidor LEDVANCE, ofreciendo las características técnicas de las luminarias con sus fotometrías. Dichos parámetros servirán para el cálculo de iluminación en el programa Dialux.

Figura 35 Catalogo LEDVANCE



La figura 36 muestra el catálogo digital de distribuidor Simons, ofreciendo las características técnicas de las luminarias, con sus fotometrías. Dichos parámetros servirán para el cálculo de iluminación en el programa Dialux.

Figura 36 Catálogo SIMON



La figura 37 muestra el catálogo digital de distribuidor SYLVANIA, ofreciendo las características técnicas de las luminarias, con sus fotometrías. Dichos parámetros servirán para el cálculo de iluminación en el programa Dialux.

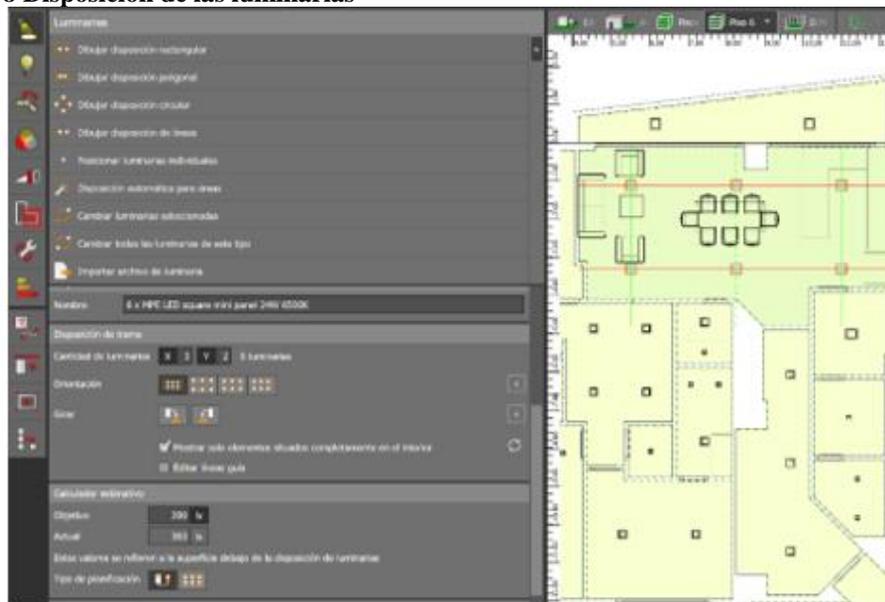
Figura 37 Catálogo SYLVANIA



-Paso 3: Una vez seleccionada la luminaria para el área en la que se va a trabajar, se procede a la disposición y ubicación de las mismas en el programa, donde se simula las diferentes áreas.

La figura 38 muestra los parámetros ingresados en base a un tipo específico de luminarias, en el cual escogemos la cantidad de luminarias por filas y columnas que vamos a usar para alcanzar el objetivo lumínico, el cual es un parámetro relacionado a las normas internacionales expuestas en la Tabla 8 de “Requisitos mínimos de iluminación”. Por consiguiente, el programa ayuda con un cálculo rápido de la cantidad de iluminación con la configuración ingresada, la cual debe ser igual o superior al propuesto por la tabla 8.

Figura 38 Disposición de las luminarias



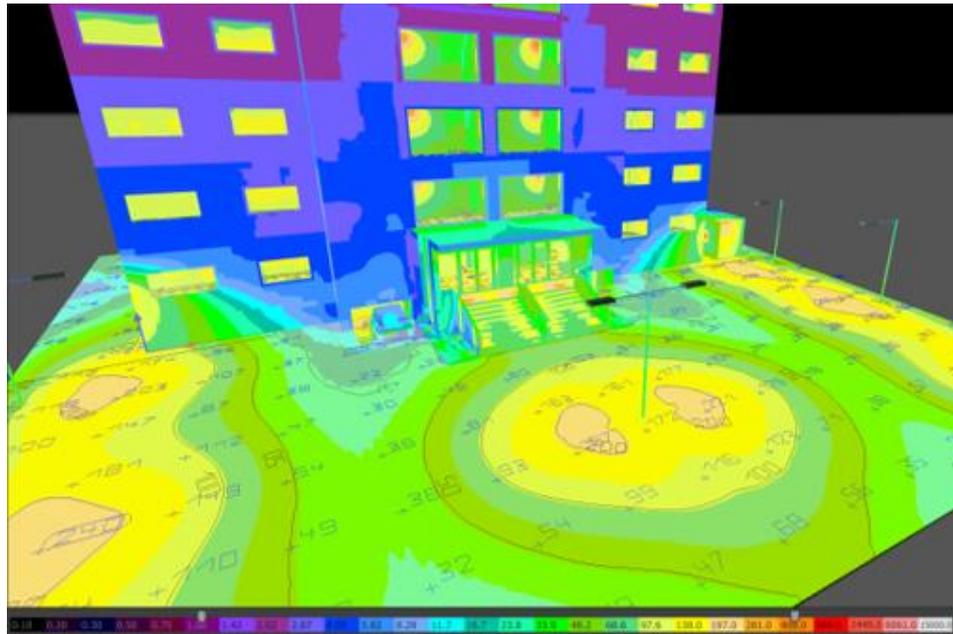
DIALux también es capaz de calcular el consumo eléctrico del proyecto de iluminación, para el cumplimiento de las normas internacionales cargadas en su base de datos.

-Paso 4: Se procede a generar una gráfica de colores falsos para tener una referencia de que tan uniforme es la iluminación que estamos implementando.

La figura 39 muestra la iluminación proyectada sobre el edificio y el área de trabajo, pero para tener un valor aproximado de la uniformidad que estamos midiendo,

se compara el color proyectado con la escala que se visualiza en la parte inferior, en donde el color negro representa 0 luces y el color blanco representa 15000 luxes. Con este método se puede tener una referencia o idea base sobre las áreas a calcular, espacios donde falta iluminación, para colocar otra luminaria o subir la potencia de las luminarias ya instaladas.

Figura 39 Colores falsos



4.7 Ahorro energético.

El estudio para el ahorro energético empieza por la necesidad del ser humano de disminuir la contaminación ambiental, reducir costos y recursos, y tener una iluminación saludable, mediante el uso eficiente de la energía eléctrica. Este hecho, ha dado paso a la evolución y desarrollo de nuevas tecnologías que permiten el desarrollo y creación del diseño de iluminación de manera ecológica. El uso de energías renovables y la búsqueda de generar energía limpia ha provocado que varios países a nivel mundial se enfoquen en otras formas de reducir el consumo de energía al realizar los mismos procesos sin alterar el rendimiento y la calidad del servicio. Por otro lado, el etiquetado de los productos es una de las maneras más directas y efectivas de proporcionar información sobre eficiencia energética a los consumidores. Si se implementa correctamente, también puede ser considerada una de las medidas políticas de eficiencia energética más rentables. Este etiquetado se divide en tres grupos principales: certificación, comparativas e informativas. A su vez las etiquetas

comparativas se subdividen en dos grupos: comparativas continuas y comparativas por categorías ((Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), 2016).

La tabla 7 muestra la etiqueta de eficiencia energética, la cual es ley tanto para los electrodomésticos como para las lámparas y bombillas led. Esta etiqueta permite que los consumidores estén informados sobre la eficiencia energética de los productos de iluminación led que adquieren.

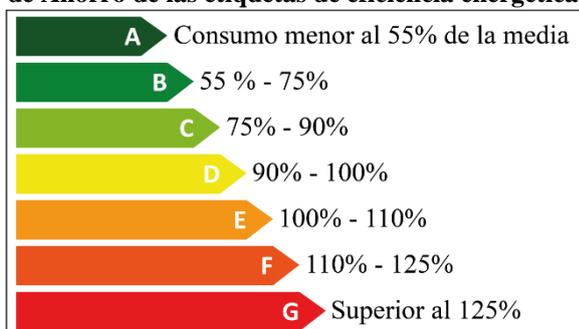
Tabla 7 Tipos generales de etiquetas de productos que se utilizan en el mundo

Tipo	De certificación	Comparativas, categóricas	Comparativas, continuas	Informativas
Información	Para productos que cumplen o superan una serie de criterios especificados; reconoce los modelos de calidad superior del mercado; pueden indicar una eficiencia óptima o los más eficientes.	Facilitan la comparación entre productos en función a su energía u otros aspectos de rendimiento según una serie discreta de categorías	Parcidas a las comparativas categóricas, pero sustituyen las calificaciones de la A a G o la clasificación por estrellas por una escala de progresión continua.	Proporcionan información sobre el desempeño u atributos (por ejemplo, capacidad, sonido) pero sin tratar de clasificarlas ni situarlas en una escala
Selección	Voluntaria	Obligatoria	Obligatoria	Voluntaria o Obligatoria

Nota: adaptado de Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2016

La figura 40 muestra el porcentaje de ahorro de consumo eléctrico con respecto a otro de las mismas características, pero con una eficiencia promedio, lo cual da una pauta para la selección de los electrodomésticos a escoger. Pondremos como ejemplo el consumo medio según la INEN en Ecuador de una residencia en Guayaquil, la cual consume 135kWh/mensuales, su consumo es tipo D, si esta residencia fuera calificación energética tipo A su consumo sería de 74.25kWh/mes.

Figura 40 Porcentajes de Ahorro de las etiquetas de eficiencia energética



Nota: adaptado de <http://certificadosenergeticosleon.com/2013/06/12/interpretacion-de-la-letra-en-la-etiqueta-de-eficiencia-energetica/>

CAPÍTULO 5

NORMATIVIDAD PARA ELECTRIFICACIÓN Y LUMINOTECNIA

4.1 Normatividad eléctrica

Las solicitudes de servicio cuya carga conectada sea mayor a 15 kW, Solo se receptorá bajo la firma de responsabilidad de un Ingeniero Eléctrico (Empresa Electrica de Guayaquil, 2012).

El proyecto eléctrico para demandas totales de hasta 1,000 kW contendrá lo siguiente:

- Ubicación Geográfica del inmueble.
- Diagrama unifilar general que contendrá la acometida principal, transformadores, tableros de medidores, alimentadores en baja tensión y paneles de distribución.
- Para obras de más de un piso, incluir el diagrama unifilar general el que contendrá la acometida principal, transformadores, tableros de medidores, alimentadores en baja tensión y paneles de distribución.
- Planillas de paneles y circuitos derivados.
- Detalle de conexión y capacidad de los transformadores.
- Especificaciones técnicas del generador de emergencia.
- Detalles de ubicación, diseño y montaje de los tableros de medidores.
- Estudio de las demandas parciales por panel de distribución, por usuario y de la demanda total del proyecto.
- Memoria Técnica descriptiva del proyecto, incluyendo las características técnicas de los equipos eléctricos a instalarse.
- Cualquier otra información que el distribuidor considere conveniente.

Aprobado el proyecto, se devolverá al cliente un informe técnico con dos juegos completos del proyecto eléctrico con los respectivos sellos de aprobación (Empresa Electrica de Guayaquil, 2012).

La aprobación otorgada por el distribuidor mantendrá su vigencia de hasta dos años, siempre y cuando no se modifiquen las características del mismo o la reglamentación que sirvió para su aprobación. Vencido este plazo, deberá ser actualizado (Empresa Electrica de Guayaquil, 2012)..

Si por motivos de construcción fuera necesario modificar el proyecto, el mismo deberá ser actualizado y presentado al Distribuidor para su nueva aprobación(Empresa Electrica de Guayaquil, 2012).

4.1.1 Normatividad media tensión

4.1.1.1 Acometida trifásica 13,8 kilovoltios.

Este servicio se suministrará al voltaje indicado, cuando la demanda trifásica del predio sea mayor a 30 kW y menor a 1,000 kW.

Cuando se instale este tipo de acometida se deberá utilizar un cable tensor acerado de 3/8” pulgadas de diámetro como mensajero, el mismo que se fijará a un poste de hormigón junto al cuarto de transformación o en la fachada del inmueble.

Para la entrada de los conductores de acometida se utilizará tubería metálica rígida para uso eléctrico de 3” de diámetro en acometidas con dos conductores incluyendo el neutro y de 4” de diámetro en acometidas de más de dos conductores. El extremo de la tubería de entrada de acometida estará ubicado del lado del poste de distribución más cercano al inmueble y rematará con el respectivo reversible, además las acometidas aéreas que cruzan la calzada tendrán una altura mínima de 6m.

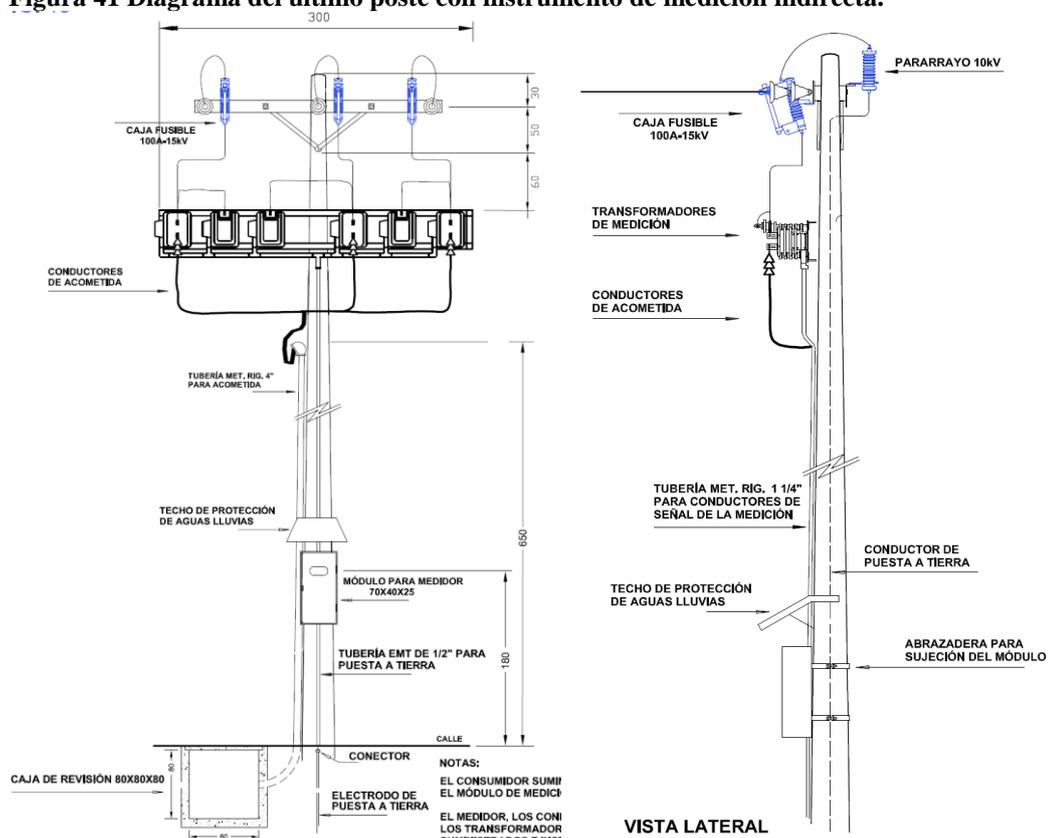
4.1.1.2 Medición indirecta

Cuando la carga de un Consumidor requiera de la protección de un disyuntor de ampacidad mayor de 175 amperios y hasta 1,000 amperios, la medición se hará utilizando medidores clase 20, tipo socket con transformadores de corriente. El distribuidor suministrará e instalará el medidor y la bornera (switch de prueba), posterior a la contratación del servicio eléctrico (Empresa Electrica de Guayaquil, 2012).

El equipo de medición será instalado en un poste que contenga las líneas primarias aéreas de distribución, o en cuartos de transformadores, previa aprobación del distribuidor, para lo cual se utilizará transformadores de potencial y de corriente, además del medidor adecuado.

Cuando la alimentación en media tensión se la realice por medio de un primario particular, el equipo de medición se instalará en el primer poste ubicado dentro del predio, el mismo que se colocará a una distancia máxima de 7 metros, como se observa en la figura 41 medidos desde la línea de cerramiento y se preverá una estructura de doble retención en dicho poste (Empresa Electrica de Guayaquil, 2012)

Figura 41 Diagrama del ultimo poste con instrumento de medición indirecta.



Nota: Obtenido de Normas de acometidas cuartos de transformadores y sistemas de medición para el suministro de electricidad (NATSIM, 2012)

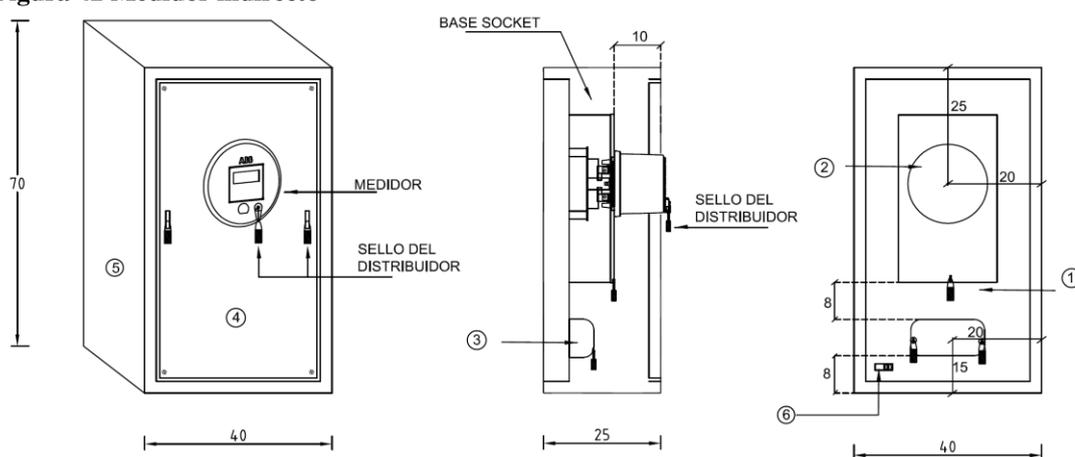
Este método de medición indirecta que se realiza en voltaje de media tensión incluye elementos adicionales para dicha medición tales como los que se soportan en la estructura metálica, cruceta, con el equipo de medición (TC+TP) que deberán ser suministrada e instalada por el distribuidor local.

El medio de protección y seccionamiento, es decir, la caja porta-fusible de la acometida en media tensión o primario particular, deberán ser instaladas en un poste en la vía pública, lo más cercano al predio, de tal forma que puedan ser libremente operadas por el personal del distribuidor.

Los postes que soporten el equipo de medición de media tensión contendrán también el módulo individual para medición indirecta, el cual deberá instalarse a una altura entre 1.80 m y 2.00 m con respecto al piso, protegido contra las aguas lluvias por medio de una cubierta o techo (Empresa Electrica de Guayaquil, 2012).

La figura 42 muestra el módulo de medición que contendrá una base (socket) monofásica o trifásica clase 20 y una bornera o switch de prueba para medición de energía en forma indirecta.

Figura 42 Medidor indirecto



Nota: Obtenido de Normas de acometidas cuartos de transformadores y sistemas de medición para el suministro de electricidad (NATSIM, 2012)

La base socket y la bornera switch se fijarán en un fondo falso del módulo, en donde también se instalará un terminal tipo talón para conexión del neutro del equipo de medición a tierra, el módulo individual para medidores de medición indirecta incluyendo la base (socket), que será suministrado por el Consumidor (Empresa Electrica de Guayaquil, 2012).

4.1.1.3 Transformador Pad Mounted

Cuando se considere el uso de transformadores tipo Pad Mounted, deberá ubicárselo en un espacio comprendido entre la línea del cerramiento frontal y la línea de construcción del inmueble, con una separación mínima para operación de 1.5 m desde la parte frontal del transformador y a 0.5m desde las partes lateral y posterior del transformador, respecto a las paredes más cercanas (Empresa Electrica de Guayaquil, 2012).

Los tableros de medidores, módulo con disyuntor principal, tableros de distribución, deberán instalarse a una separación mínima de 1.00 m respecto a las partes lateral y posterior del Pad Mounted, a fin de contar con un área de trabajo adecuada frente a estos equipos (Empresa Electrica de Guayaquil, 2012).

El transformador Pad Mounted se montará sobre una base de hormigón mínima de 15 cm. respecto al nivel del piso terminado; debajo del compartimiento del primario y secundario se construirá una caja de paso de hormigón, con una abertura que se ajuste a las dimensiones de este y de 120cm. de profundidad (Empresa Electrica de Guayaquil, 2012).

En dicho compartimiento se acoplarán las tuberías de entrada de primario y de salida del secundario. Estas tuberías serán del tipo metálico rígido para uso eléctrico.

En los casos cuando se requiera instalar un transformador particular Pad Mounted para funcionar en un sistema de distribución eléctrico subterráneo tipo malla o anillo, el mismo deberá contar con dispositivos de seccionamiento en la entrada y salida del primario (Empresa Electrica de Guayaquil, 2012).

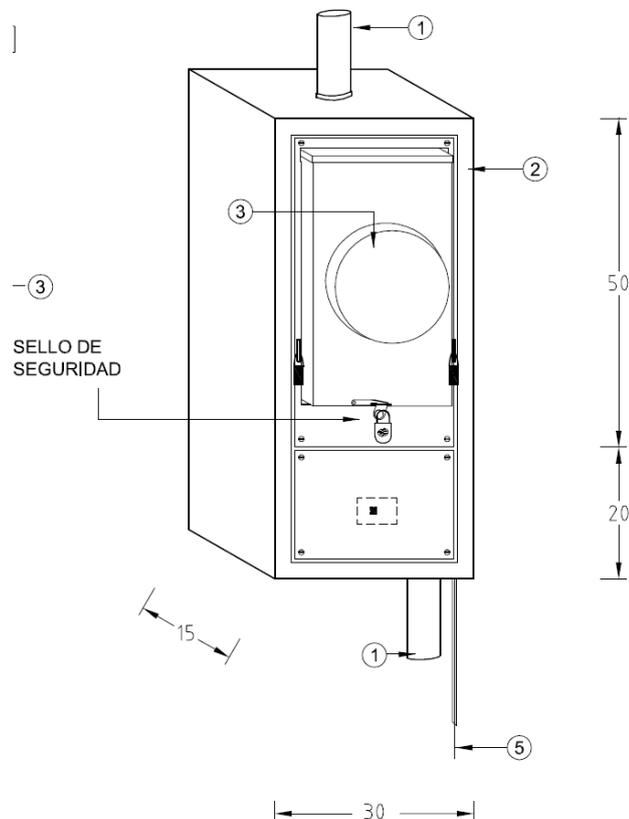
Además, dispondrá de una protección interior en el lado del primario con fusible tipo bay-o-net. En el interior del lado secundario del transformador no se requiere protección tipo breaker debido a que se instalará el disyuntor principal en el tablero de medidores o en un módulo metálico cercano (Empresa Electrica de Guayaquil, 2012).

4.1.2 Normatividad baja tensión

4.1.2.1 Medidores en baja tensión

La figura 43 muestra el módulo que será construido tipo vitrina con dimensiones 70x30x30cm. de alto, ancho y profundidad respectivamente y se construirá en un solo cuerpo dividido en dos compartimientos, uno para alojar la base socket con dimensiones 50x30 cm. y el otro en su parte inferior para alojar el disyuntor principal de 20x30cm (Empresa Electrica de Guayaquil, 2012).

Figura 43 Medidor clase 200



Nota: Obtenido de Normas de acometidas cuartos de transformadores y sistemas de medición para el suministro de electricidad (NATSIM, 2012)

4.1.2.2 Tablero de medidores

El propietario del inmueble o el consumidor suministrará e instalará el tablero para medidores con todos sus equipos y accesorios como son: disyuntores, bases (socket), barras de cobre, terminales, coronas, contratruercas, cableado interno, etc. (Empresa Electrica de Guayaquil, 2012).

El tablero para medidores se ubicará en el cerramiento o fachada frontal, cerramiento lateral, en la entrada principal del inmueble o en el hall, con fácil y libre acceso, en ambientes libres de: materiales combustibles, elevada humedad y temperatura o vibraciones, que puedan afectar el funcionamiento de los equipos de medición (Empresa Electrica de Guayaquil, 2012).

Los disyuntores y conexiones de medidores monofásicos en tableros estarán diseñados para sistema trifilar, para medidores trifásicos se diseñarán para sistema de cuatro hilos. La sección mínima de los conductores en general será del # 10 AWG cobre aislado, para disyuntores de 30A (Empresa Electrica de Guayaquil, 2012).

Todos los equipos de medición y protección se instalarán en la parte delantera del tablero, no permitiéndose instalarlos en las superficies laterales, así como tampoco otros accesorios.(Empresa Electrica de Guayaquil, 2012).

Todo tablero y cada uno de sus módulos serán rotulados por el Consumidor para indicar la instalación a la cual sirve (Empresa Electrica de Guayaquil, 2012).

La rotulación deberá hacerse sobre las tapas o puertas metálicas, con pintura durable y letras de molde (Empresa Electrica de Guayaquil, 2012).

En la puerta o tapa exterior del compartimiento de barras y protección principal se colocará una placa metálica sobrepuesta de 10x20cm, con letras en bajo relieve indicando el nivel de voltaje del inmueble y el tipo de conexión (Empresa Electrica de Guayaquil, 2012).

Los tableros de medidores instalados dentro del inmueble o en cuartos exclusivos, en su parte superior alcanzarán una altura máxima de 2.20 metros y en su parte inferior una altura mínima de 40 centímetros (Empresa Electrica de Guayaquil, 2012).

La altura de montaje para tableros pequeños, de hasta 6 medidores, tipo vitrina en cerramientos y fachadas frontales, será de 1.20 metros medidos desde la parte

inferior al piso, con una tolerancia de +/- 20 centímetros, y su parte superior no excederá los 2.20 metros de altura (Empresa Electrica de Guayaquil, 2012).

Las barras estarán calculadas para no incrementar su temperatura más de 30°C, a plena carga sobre la temperatura ambiente (Empresa Electrica de Guayaquil, 2012).

Cada tablero para medidores será conectado a tierra en la sección correspondiente a las barras de distribución, debiendo utilizarse electrodos de puesta a tierra (Empresa Electrica de Guayaquil, 2012).

La ampacidad expresada en la tabla 8 es la corriente máxima que puede circular de forma constante sin calentar más allá de su límite de temperatura que afecten sus características físicas, dicha tabla no ayuda a determinar la capacidad máxima en amperio, dependiendo de las dimensiones de la barra.

Tabla 8 Ampacidad de barras de cobre

AMPACIDAD DE BARRAS DE COBRE	
DIMENSIONES	AMPERIOS
1/8"X1/2"	153
1/4"X 1 1/2"	560
1/4"X 3"	990
1/4"X 6"	1750

Nota: Obtenido de *Normas de acometidas cuartos de transformadores y sistemas de medición para el suministro de electricidad* (NATSIM, 2012)

Las barras serán de cobre de un espesor mínimo de 3 milímetros (1/8"), y un ancho mínimo de 12.7 milímetros (1/2"), y estarán apoyadas sobre aisladores adecuados de 2.5 centímetros de espesor mínimo (Empresa Electrica de Guayaquil, 2012).

La longitud de las barras se determinará de tal manera, que cada derivación de la misma comprenda un mínimo de 3 centímetros, considerándose, además, el espacio necesario para aisladores y terminales de alimentación (Empresa Electrica de Guayaquil, 2012).

4.1.2.3 Alimentadores

Código Eléctrico Nacional contiene seis notas de impresión pequeña para alertar al usuario respecto a que el equipo puede tener una mejor eficiencia de operación si se toma en cuenta la caída de voltaje del conductor.

Circuitos de derivación: Aquí se recomienda que los conductores del circuito derivado estén dimensionados para evitar una caída de voltaje máxima del 3%. La caída de voltaje total máxima para una combinación de circuito derivado y alimentador no debe exceder el 5%.

- Alimentadores: Se recomienda que los conductores del alimentador estén dimensionados para evitar una caída de voltaje máxima del 3%. La caída de voltaje total máxima para una combinación de circuito ramal y alimentador no debe exceder el 5%.
- Servicios: No hay una caída de voltaje recomendada para los conductores de servicio, acometidas.
- Ampacidad del conductor: es la capacidad del cable en amperios
- Convertidores de fase: Los convertidores de fase tienen su propia recomendación de que la caída de tensión de la fuente de alimentación al convertidor de fase no debe superar el 3%
- Parques de vehículos recreativos: Los vehículos recreativos recomiendan que la caída máxima de voltaje para los conductores de circuito derivado no exceda el 3% y la combinación de la derivación y el alimentador no exceda el 5% (NEC, 2015).

4.1.3 Consideraciones adicionales

Ninguna fuente de electricidad debe ser conectada a las instalaciones del consumidor sin el respectivo equipo de transferencia manual o automático, de tal forma que evite la realimentación al sistema de distribución de la empresa (Empresa Eléctrica de Guayaquil, 2012).

En caso de requerirse la instalación de equipos de generación, se necesita la aprobación previa por parte del distribuidor. Estos equipos no podrán estar ubicados dentro del cuarto de transformadores del inmueble (Empresa Eléctrica de Guayaquil, 2012).

La resistencia eléctrica del sistema de puesta a tierra deberá ser inferior a 20 ohmios para inmuebles con demandas de hasta 250 kVA y de 10 ohmios para inmuebles con demandas superiores a 250 kVA y menores a 1,000 kW; si fuera mayor, deberán utilizarse un sistema de puesta a tierra adecuado que permita cumplir con el valor indicado en el diseño (Empresa Electrica de Guayaquil, 2012).

La energía proveniente desde el sistema de emergencia en ningún caso deberá ser registrada por el medidor del usuario otorgado por el Distribuidor (Empresa Electrica de Guayaquil, 2012).

El factor de potencia acumulado mensual del sistema eléctrico integral del consumidor deberá tener un valor no menor al establecido en el Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad cuyo valor actual es 0.92 en retraso, caso contrario el distribuidor, a más de incluir en las facturas del consumidor los recargos por consumo de energía reactiva señalados en el Reglamento de Tarifas, le notificará tal condición (Empresa Electrica de Guayaquil, 2012).

Cuando el Consumidor requiera instalar capacitores con el propósito de corregir el factor de potencia, estos no podrán estar ubicados dentro del cuarto de transformación (Empresa Electrica de Guayaquil, 2012).

4.2 Normatividad de Iluminación

4.2.1 SUA 4 - Seguridad frente al riesgo derivado de iluminación inadecuada

- Alumbrado normal en zonas de circulación

En cada ambiente se colocará un punto de alumbrado que pueda proporcionar, una iluminación mínima de 20 lux en ambientes exteriores y de 100 lux en ambientes interiores, a excepción de parqueaderos cubiertos en donde será de 50 lux, tomando como referencias el nivel del suelo. El factor de uniformidad deberá de ser del como mínimo del 40% ((Ministerio de Fomento del Gobierno de España), 2019).

En los ambientes de los locales de uso Público en los que las actividades se desarrollen con un bajo nivel de iluminación, como es el caso de los auditorios, discotecas, cines, teatro, etc., se colocará luminarias de balizamiento en los desniveles para evitar tropiezos (Ministerio de Fomento del Gobierno de España, 2019).

- Alumbrado de emergencia

Los edificios deberán de contar con un alumbrado de emergencia que, en caso de que falte la luz para el circuito normal de alumbrado general, aporte la iluminación necesaria para guiar a los usuarios a las salidas, permita la visión de las señaléticas de salida, situación de los equipos y medios de protección existentes y permita mantener en calma a los usuarios (Ministerio de Fomento del Gobierno de España, 2019).

Los siguientes ambientes y elementos deberán contar con alumbrado de emergencia:

- Todo establecimiento cuya capacidad sea mayor que 100 personas
 - Todas las rutas de evacuación hasta el espacio exterior seguro, zonas de refugio, incluyendo las propias zonas de refugio.
 - Los estacionamientos cubiertos mientras su superficie sea mayor a 100m², incluyendo pasillos y las escaleras que trasladen hasta el exterior o hasta los ambientes generales del edificio
 - Los locales que alberguen equipos de protección contra incendios y los de riesgo especial.
 - Los aseos generales de planta en edificios de uso público
 - Los lugares en los que se ubican cuadros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.
 - Las señales de seguridad.
 - Los itinerarios accesibles.
- Posición y características de las luminarias: Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada las luminarias cumplirán las siguientes condiciones:
- Se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo
 - Se dispondrá 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.
- Características de la instalación: la instalación será fija, estará provista de fuente propia de energía y debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal en las zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia. Se considera como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal ((Ministerio de Fomento del Gobierno de España), 2019).

La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación durante una hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:

- En las vías de evacuación cuya anchura 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 5lux, como mínimo.
 - A lo largo de la línea central de una vía de evacuación, la relación entre la iluminancia máxima y la mínima no debe superar 40:1.
 - Se debe considerar que el factor de reflexión sobre paredes y techos sea cero, para determinar los niveles de iluminación y debe contemplar un factor de mantenimiento que comprenda la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.
 - Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las lámparas será 40.
- Iluminación de las señales de seguridad: la iluminación de las señales de evacuación indicativas de las salidas y de las señales indicativas de los medios manuales de protección contra incendios y de los de primeros auxilios, deben cumplir los siguientes requisitos:
- La luminancia de cualquier área de color de seguridad de la señal debe ser al menos de 2 cd/m² en todas las direcciones de visión importantes

- La relación de la luminancia máxima a la mínima dentro del color blanco o de seguridad no debe ser mayor de 10:1, debiéndose evitar variaciones importantes entre puntos adyacentes;
- La relación entre la luminancia L_{blanca} , y la luminancia $L_{color} > 10$, no será menor que 5:1 ni mayor que 15:1.
- Las señales de seguridad deben iluminar en los primeros cinco segundos un 50% y al cabo de un minuto deber alcanzar el 100% de la iluminancia requerida ((Ministerio de Fomento del Gobierno de España), 2019).

4.2.3 Norma UNE 12464-10

En el ámbito de la unión europea, el parlamento y el consejo redactaron y publicaron en el año 2002 la directiva 2002/91/CE relativa a la eficiencia energética de los edificios. Esta norma busca alcanzar la mayor eficiencia energética posible en todas las instalaciones de un edificio, entre las que se enlistan la iluminación. Se trata de reducir los consumos de energía tratando de adoptar medidas de consumo responsable, ahorro, recuperación energética y tratar de sustituir algunas fuentes de energía no renovables y contaminantes. Pero al cumplir con este propósito no se debe de dejar a un lado criterios de calidad necesarios para que las instalaciones de iluminación proporcionen además de los niveles mínimos de iluminación, también la satisfacción de parámetros que contribuyen a crear un ambiente confortable y seguro en los lugares de trabajo (phillips, 2002).

- Requisitos de iluminación según actividad

- Confort visual: brinda sensación de bienestar, también contribuye a un mejor rendimiento de la productividad de los trabajadores.
- Prestaciones visuales: la iluminación mínima para que los trabajadores sean capaces de ejecutar sus actividades, incluso en circunstancias difíciles y durante períodos más largos.
- Seguridad

La tabla 9 muestra los requisitos luminotécnicos según la norma UNE12464-1 que se citarán para este trabajo de tesis

Tabla 9 *Tabla de requisitos mínimos de iluminación*

Tipo de interior, tarea actividad	E_m lux	UGR ₁	U_o	R_a	Observaciones
Áreas de circulación y pasillos	100	28	0,4	40	· Iluminancia al nivel del suelo. · 150 LUX si hay vehículos en el recorrido. · Ra y UGR similares a áreas adyacentes. · El alumbrado de salidas y entradas debe proporcionar una zona de transición para evitar cambios repentinos en iluminancia entre interior y exterior de día o de noche. · Debería tenerse cuidado para evitar el deslumbramiento de conductor y peatones.
Halls de entrada	100	22	0,4	80	· UGR sólo si es aplicable
Escaleras, escaleras mecánicas, cintas transportadoras	100	25	0,4	40	· Requiere contraste mejorado sobre los escalones.
Ascensores, montacargas	100	25	0,4	40	· El nivel de iluminación enfrente del montacargas debería ser al menos $E_m = 200$ lx
Cantinas, despensas	200	22	0,4	80	
Salas de ejercicio físico	300	22	0,4	80	
Vestuarios, salas de lavado, servicios	200	25	0,4	80	· En cada baño individual si está completamente cerrado
Almacenes y cuarto de almacén	100	25	0,4	60	· 200 lux si está ocupado en continua
Salas de máquinas (Cuarto eléctrico)	200	25	0,4	80	
Salas laterales (de bombas, de condensadores, Etc.)	200	25	0,4	60	
Rampas de acceso o salida (de día)	300	25	0,4	40	
Rampas de acceso o salida (de noche)	75	25	0,4	40	· Iluminancias a nivel de suelo. · Se deben reconocer los colores de seguridad.
Calles de circulación	75	25	0,4	40	
Áreas de aparcamiento	75	-	0,4	40	

Nota: adaptado de según la norma UNE12464-1

- La columna de tipos de interior y tarea, actividad: recoge las (áreas) interiores, tareas o actividades, para las que están dados los requisitos específicos. En caso de que el área interior, tarea o actividad no esté establecida, se deberá utilizar los requerimientos de otra área de características similares.
- La columna de iluminancia mantenida E_m da el valor en lux de la superficie de referencia para el área.
- La columna del índice de deslumbramiento unificado UGR marca los límites en caso de ser aplicables a las áreas establecidas.
- La columna de índices de rendimiento de colores (R_a) determina los niveles mínimos para las áreas establecidas.
- La columna de observaciones da especificaciones para excepciones y casos especiales.

4.2.4 HE 3 - Eficiencia energética en instalaciones de iluminación

Los edificios deberán contar con instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural.(Ministerio de Fomento, 2019).

PARTE II APORTACIONES

CAPÍTULO 5

CÁLCULOS DE LAS REDES ELÉCTRICAS DEL EDIFICIO

5.1 Características generales del edificio

El siguiente proyecto de iluminación eficiente y electrificación de un edificio residencial, cuenta con 7 pisos, cada uno mide 3.3m de altura, llegando a los 28.4 metros de altura, cómo se observa en la figura 44, estos pisos están conformado por los elementos observados en la figura 45.

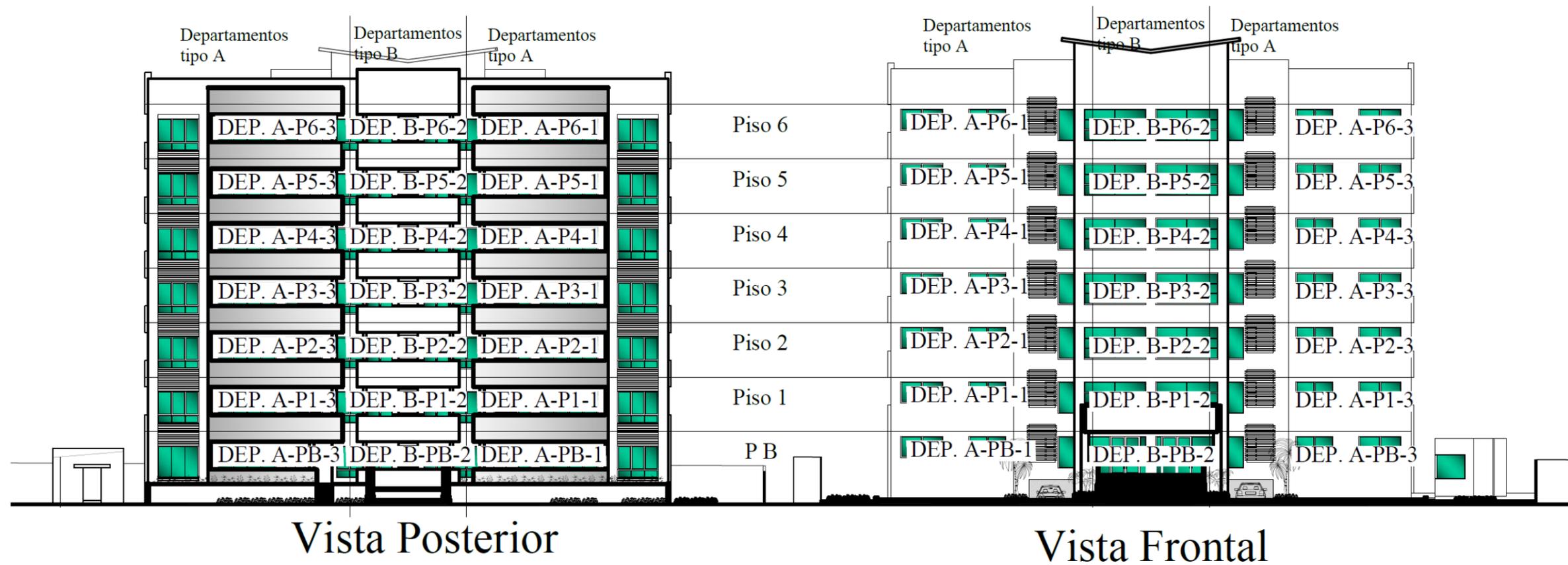
Área exterior: Cuenta con veintisiete plazas de parqueo y un área social con piscina, pérgola y área de juegos y es donde va a estar ubicado el transformado tipo Pad Mounted.

Área general: posee siete áreas generales dentro del edificio, las cuales son los pasillos de cada piso.

Pisos residenciales: El edificio cuenta con siete pisos, en los cuales se encuentran tres departamentos en cada piso, el departamento uno y el departamento tres son de similares características, habiendo en total catorce departamentos de estas similitudes. El departamento dos es diferentes por lo cual en el edificio de siete pisos hay siete departamentos tipo dos. Dando un total de veintiún departamentos.

Planta subterránea: cuenta con dieciocho plazas de aparcamiento, esta será la zona donde se encuentran nuestros tableros de medidores y de servicios generales.

Figura 44 Vista general del edificio residencial



Proyecto: Proyecto de iluminación eficiente y electrificación del edificio residencial

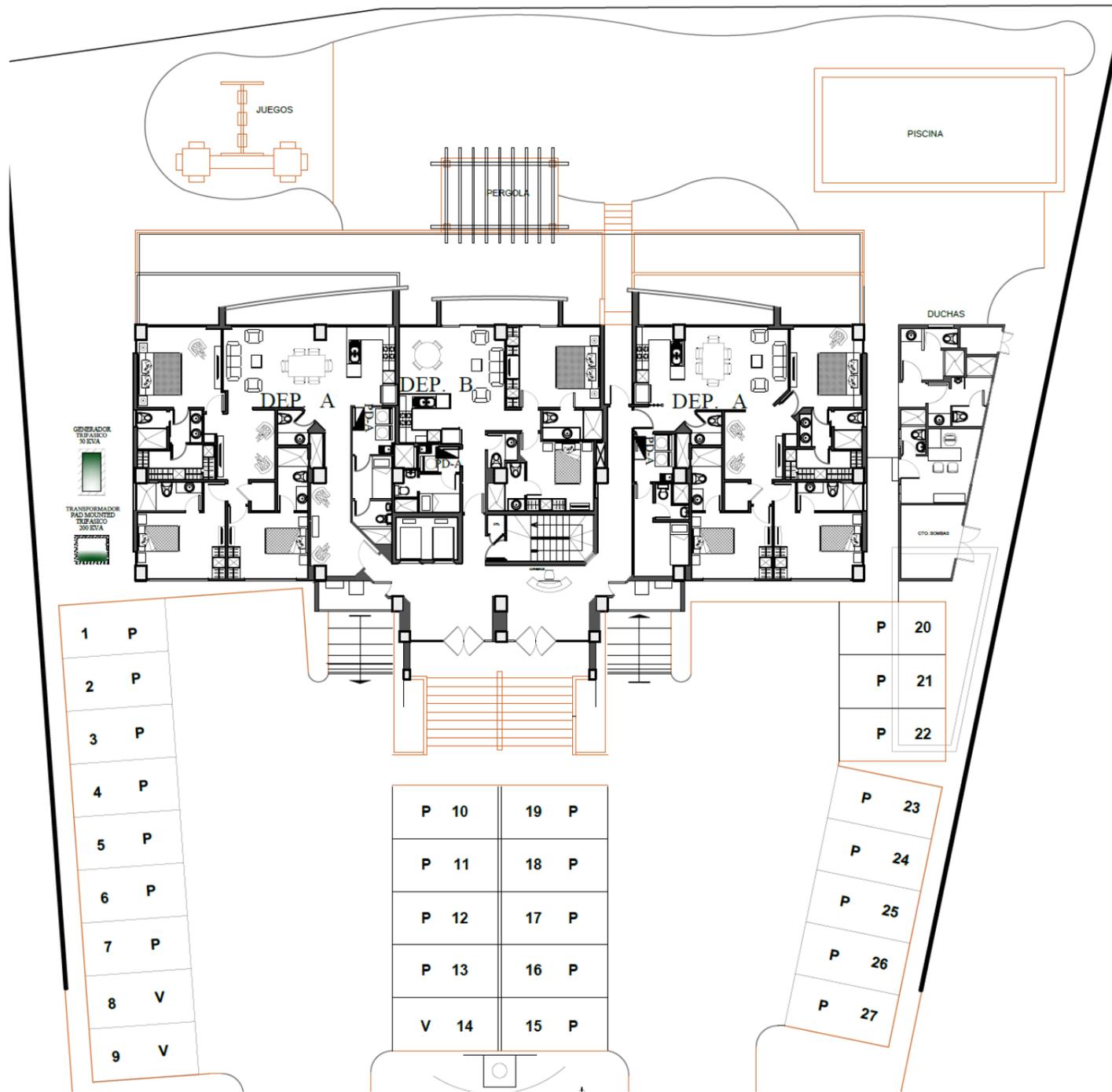
Elaborado por:
Luis Francisco Torres Manzano

Título: Vista general del edificio residencial

Contiene: Vista frontal
Vista posterior

Figura 45 Descripción de pisos y departamentos del edificio

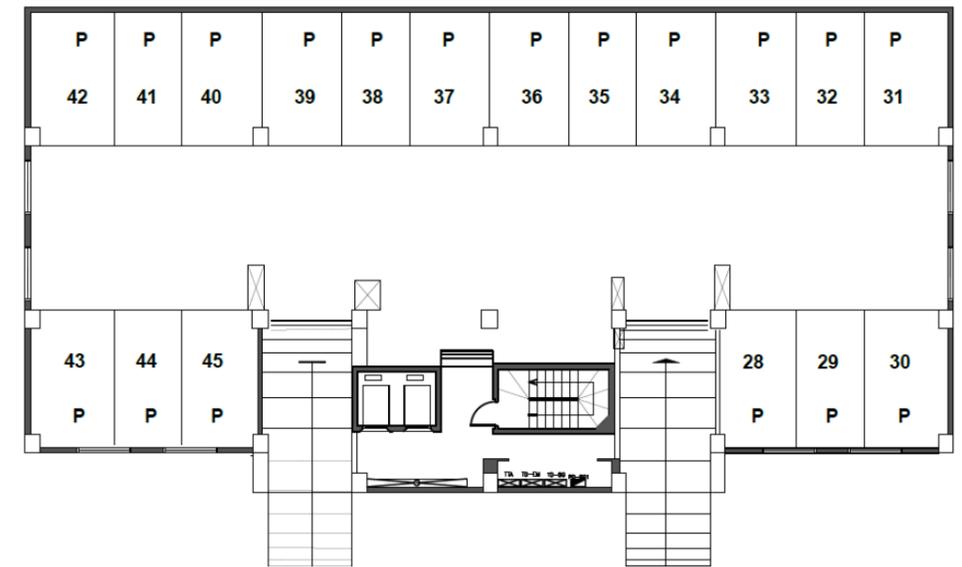
Exteriores y planta baja



Primer piso tipo



Piso Subterráneo



Proyecto: Proyecto de iluminación eficiente y electrificación del edificio residencial

Elaborado por:
Luis Francisco Torres Manzano

Título: Áreas del edificio

Contiene: Plano del subterráneo
Plano pisos altos
Plano planta baja y exteriores

La figura 46 muestra los diferentes paneles estipulados en el edificio, representando de forma gráfica la distribución de los 21 departamentos, los tableros de distribución de servicios generales, emergencia, bombas de sistema contra incendios y bombas de agua potable, también se diferencian los paneles de servicios generales, administración, ascensores, dando una idea de cómo será la conexión de las acometidas a las cargas.

Figura 46 Esquema de distribución de los paneles del edificio residencial

Tableros	Paneles de Distribución	Paneles de Breakers	Número de Paneles
TABLERO DE MEDIDORES	PB-DEP. A		14
	PB-DEP. B		7
	PD-SG1	PB-SG1	1
		PB-ADM	1
	PD-EM	PD-BAP	1
		PD-SCI	1
		PB-ASC	1

- PB-DEP. A: Panel de breakers de los departamentos tipo A
- PB-DEP. B: Panel de breakers de los departamentos tipo B
- PD-EM: Panel de distribución de emergencia
- PD-SG: Panel de distribución de servicios generales
- PD-BAP: Panel de distribución de bombas de agua potable
- PD-SCI: Panel de distribución de sistema contra incendios
- PB-SG1: Panel de breakers servicios generales
- PB-ADM: Panel de breaker de administración
- PB-ASC: Panel de breaker de ascensores

5.2 Potencia instalada (kW)

La potencia total instalada está dada en kW y es la suma algebraica de todas las cargas que se van a encontrar en el edificio si estuvieran encendidas al mismo tiempo. En la tabla 10 observamos las cargas contempladas en los departamentos tipo 1A, 2B y 3A, estas cargas están dadas en vatios (W) por lo que para determinar el total instalado se dividió entre mil para darnos la potencia en kilovatios (kW).

Tabla 10 Potencia instalada de un piso tipo con sus departamentos A y B

PANEL PB-DEP. A	Potencia instalada		
	Cantidad	W/PTO.	W Total
Alumbrado	9	24	216
Alumbrado	20	18	360
Alumbrado	6	12	72
Alumbrado	8	6	48
Tomas uso general	31	150	4650
Tomas meson de cocina	4	300	1200
Refrigeradora	1	800	800
Lavadora	1	600	600
Secadora	1	3000	3000
Cocina Eléctrica	1	8000	8000
Horno Eléctrico	1	8000	8000
Horno microonda	1	1500	1500
Calentador de agua	1	8000	8000
A.Acondicionado 12000btu	3	1500	4500
A.Acondicionado 24000btu	0	3000	0
A.Acondicionado 36000btu	1	4500	4500
		kW Total instalados	45.45
PANEL PB-DEP. B	Potencia instalada		
	Cantidad	W/PTO.	W Total
Alumbrado	2	24	48
Alumbrado	15	18	270
Alumbrado	5	12	60
Alumbrado	5	6	30
Tomas uso general	32	150	4800
Tomas meson de cocina	4	300	1200
Refrigeradora	1	800	800
Lavadora	1	600	600
Secadora	1	3000	3000
Cocina Eléctrica	1	8000	8000
Horno Eléctrico	1	8000	8000
Horno microonda	1	1500	1500
Calentador de agua	1	8000	8000
A.Acondicionado 12000btu	2	1500	3000
A.Acondicionado 24000btu	1	3000	3000
A.Acondicionado 36000btu	0	4500	0
		kW Total instalados	42.31

$$P_{DEP.A} = 45.45kW$$

$$P_{DEP.B} = 42.31kW$$

La tabla 11 muestra las cargas contempladas en los diferentes paneles de servicios que tiene el edificio, tales como los paneles de administración, bombas de agua, sistema contra incendios, ascensores, y servicios generales. Al igual que en la tabla 10, las cargas se sumaron en vatios(W) y se dividieron entre mil para obtener la potencia en kilovatios(kW).

Tabla 11 Potencia instalada en servicios generales

PANEL PB-ADM	Potencia instalada		
	Cantidad	W/Pto.	W Total
ALUMBRADO 50W	6	50	300
ALUMBRADO 80W	8	80	640
ALUMBRADO 34W	4	34	136
ALUMBRADO 24W	5	24	120
ALUMBRADO 18W	11	18	198
ALUMBRADO 16W	2	16	32
ALUMBRADO 12W	3	12	36
ALUMBRADO 10W	7	10	70
TOMACORRIENTES GENERALES	5	250	1250
BOMBA PISCINA	1	2000	2000
SECADORA DE MANOS	2	1500	3000
RESERVA	1	1000	1000
		kW Total instalados	8.78

PANEL PB-SG-1	Potencia instalada		
	Cantidad	W/Pto.	W Total
ALUMBRADO 55W	6	55	330
ALUMBRADO 47W	6	55	330
ALUMBRADO 39W	13	39	507
ALUMBRADO 24W	5	24	120
ALUMBRADO 18W	43	18	774
ALUMBRADO 16W	3	18	54
ALUMBRADO 12W	28	12	336
ALUMBRADO 10W	15	10	150
ALUMBRADO 5 W	12	10	120
ALUMBRADO EMERGENCIA	62	24	1488
TOMACORRIENTES GENERALES	9	250	2250
RESERVA	1	500	500
		kW Total instalados	6.96

PANEL PD-BAP	Potencia instalada		
	Cantidad	W/Pto.	W Total
BOMBA DE AGUA 7,5 HP	2	7500	15000
		kW Total instalados	15

PANEL PD-SCI	Potencia instalada		
	Cantidad	W/Pto.	W Total
BOMBA DE AGUA 30 HP	1	30000	30000
BOMBA DE AGUA 3 HP JOCKEY	1	3000	3000
		kW Total instalados	33

PANEL PB-ASC	Potencia instalada		
	Cantidad	W/Pto.	W Total
ASCENSOR MOTOR 10 HP	2	8000	16000
ALUMBRADO	2	25	50
RESERVA	1	400	400
		kW Total instalados	16.45

$$P_{ADM} = 8.78kW$$

$$P_{SG-1} = 6.96kW$$

$$P_{BAP} = 15kW$$

$$P_{SCI} = 33kW$$

$$P_{ASC} = 16.45kW$$

La tabla 12 representa todas las potencias instaladas en el edificio, medidas en kilovatios (kW). Esta tabla refiere los 14 departamentos tipo A y B de los 7 pisos del edificio que suman 14 en total. Así mismo esta tabla considera los departamentos tipo B de los 7 pisos y los paneles de servicios generales antes mencionados.

Tabla 12 Potencia total instalada del edificio

PANEL	Potencia instalada		
	Cantidad	W/PTO.	W Total
PANEL PB-DEP. A	14	45.45	636.24
PANEL PB-DEP. B	7	42.31	296.16
PANEL PB-ADM	1	8.78	8.78
PANEL PB-SG-1	1	6.96	6.96
PANEL PD-BAP	1	15.00	15.00
PANEL PD-SCI	1	33.00	33.00
PANEL PB-ASC	1	16.45	16.45
		kW Total instalados	1,012.59

$$P_{total} = 1,012.59kW$$

La tabla 13 muestra un resumen esquemático en el cual se identifica la configuración del edificio mostrando todos los pisos del condominio y todos sus departamentos con sus cargas instaladas, dando el total instalado del edificio.

Tabla 13 Resumen esquemático de las potencias del edificio

PB-DEP. A		PB-DEP. B		PB-DEP. A		Servicios generales	
Panel	Potencia	Panel	Potencia	Panel	Potencia	Panel	Potencia
P6-1-A	45.45kW	P6-2-B	42.31kW	P6-3-A	45.45kW	PD-ADM	8.78kW
P5-1-A	45.45kW	P5-2-B	42.31kW	P5-3-A	45.45kW	PD-SG 1	6.96kW
P4-1-A	45.45kW	P4-2-B	42.31kW	P4-3-A	45.45kW	TD-BAP	15.00kW
P3-1-A	45.45kW	P3-2-B	42.31kW	P3-3-A	45.45kW	TD-SCI	33.00kW
P2-1-A	45.45kW	P2-2-B	42.31kW	P2-3-A	45.45kW	PD-ASC	16.45kW
P1-1-A	45.45kW	P1-2-B	42.31kW	P1-3-A	45.45kW	Total SG	80.19kW
PB-1-A	45.45kW	PB-2-B	42.31kW	PB-3-A	45.45kW		
Total PB-DEP. A 1	318.12kW	Total PB-DEP. B 2	296.16kW	Total PB-DEP. A 3	318.12kW	Total PB-DEP	932.40kW
						Total edificio	1,012.59kW

5.3 Estudio de la demanda (kVA)

El método que se usó para determinar la demanda eléctrica de las cargas de los paneles del edificio es el método de Ebasco, la cual representa la potencia eléctrica

medida en kWh/mes que requiere una carga para su funcionamiento, se obtuvo de la siguiente manera.

Se procedió a multiplicar el número de cargas por la potencia de cada una, así determinamos la potencia total en vatios (W) de cada uno de los equipos de la misma característica.

$$W_{total} = \#de\ equipos \times Potencia\ de\ los\ equipos$$

Luego de obtener el valor de W_{total} , se lo multiplica por la cantidad de horas que se va a usar por día y por el factor de coincidencia, lo que dará la cantidad de vatios hora que van a consumir por día las cargas.

$$Wh_{día} = W_{total} \times Factor\ de\ coincidencia \times Horas\ por\ día$$

Después se procede a hacer la sumatoria de todos estos valores para obtener el total de vatios hora-día del área, que al multiplicarlo por 30 (días al mes) obtendremos Wh/mes y al dividirlos para 1000 tendremos la carga mensual del área en kWh/mes. La demanda total en kilovatios según Ebasco se obtiene utilizando la siguiente fórmula.

$$Demanda\ total\ (kW) = \frac{kWmes}{(49.9 \times kWmes^{0.154})}$$

La *demanda total* en kVA se obtiene multiplicando la demanda total por el factor de potencia.

$$Demanda\ total\ (kVA) = Demanda\ total\ (kW) \times Factor\ de\ potencia$$

Esta demanda obtenida va a ser utilizada para dimensionar elementos del diseño eléctrico como lo son el transformador, el breaker y las acometidas principales de los diferentes circuitos.

En la tabla 14 muestra las cargas contempladas en un departamento tipo A entre están cargas están: acondicionadores de aire, alumbrado, refrigeradoras, lavadoras, secadoras, hornos microondas, horno eléctrico, calentador de agua, tomas de corriente y cocina eléctrica, para las cuales se hicieron investigaciones de sus potencias promedio para poder ponderar un estimado del consumo que tendría un departamento de estas características.

Tabla 14 Descripción de las cargas previstas para los departamentos tipo A

PANEL DEP. A

Descripción	Cálculo de demanda maxima			Cálculo energia mensual kWh		
	Cantidad	W/P.T.O.	W Total	Horas/Dia	F.C.	W-H
Alumbrado	9	24	216	5.00	0.50	540
Alumbrado	20	18	360	5.00	0.50	900
Alumbrado	6	12	72	5.00	0.50	180
Alumbrado	8	6	48	5.00	0.50	120
Tomas uso general	31	150	4650	4.00	0.35	6510
Tomas meson de cocina	4	300	1200	3.00	0.50	1800
refrigeradora	1	800	800	24.00	0.60	11520
Lavadora	1	600	600	4.00	0.50	1200
Secadora	1	3000	3000	2.00	0.50	3000
Cocina Eléctrica	1	8000	8000	3.00	0.50	12000
Horno Eléctrico	1	8000	8000	1.00	0.50	4000
Horno microonda	1	1500	1500	0.50	0.20	150
Calentador de agua	1	8000	8000	4.00	0.50	16000
A.Acondicionado 12000btu	3	1500	4500	10.00	0.75	33750
A.Acondicionado 24000btu	0	3000	0	10.00	0.30	0
A.Acondicionado 36000btu	1	4500	4500	3.00	0.30	4050
			kW Total instalados	45.45	kWh/Dia	95.72
					# Dias por mes	30
			Demanda kW según Ebasco	16.95	kWh mes	2871.6
			*Demanda total (kW) = kWh/(49,9*kWh exp 0,154)			
					Demanda total (kW) :	16.95
					Factor de potencia :	0.92
					Demanda total (kVA) :	18.43

$$P_{DEP.A} = 18.3kVA$$

En la tabla 15 muestra las cargas contempladas en un departamento tipo B entre están cargas están: acondicionadores de aire, alumbrado, refrigeradoras, lavadoras, secadoras, hornos microondas, horno eléctrico, calentador de agua, tomas de corriente y cocina eléctrica, para las cuales se hicieron investigaciones de sus potencias promedio para poder ponderar un estimado del consumo que tendría un departamento de estas características.

**Tabla 15 Descripción de las cargas previstas para el departamento tipo B
PANEL DEP. B**

Descripción	Cálculo de demanda maxima			Cálculo energía mensual kWh		
	Cantidad	W/PTO.	W Total	Horas/Dia	F.C.	W-H
Alumbrado	2	24	48	5.00	0.50	120
Alumbrado	15	18	270	5.00	0.50	675
Alumbrado	5	12	60	5.00	0.50	150
Alumbrado	5	6	30	5.00	0.50	75
Tomas uso general	32	150	4800	4.00	0.35	6720
Tomas meson de cocina	4	300	1200	3.00	0.50	1800
refrigeradora	1	800	800	24.00	0.60	11520
Lavadora	1	600	600	4.00	0.50	1200
Secadora	1	3000	3000	2.00	0.50	3000
Cocina Eléctrica	1	8000	8000	3.00	0.50	12000
Horno Eléctrico	1	8000	8000	1.00	0.50	4000
Horno microonda	1	1500	1500	0.50	0.20	150
Calentador de agua	1	8000	8000	4.00	0.50	16000
A.Acondicionado 12000btu	2	1500	3000	10.00	0.75	22500
A.Acondicionado 24000btu	1	3000	3000	10.00	0.30	9000
A.Acondicionado 36000btu	0	4500	0	3.00	0.30	0
		kW Total instalados	42.31		kWh/Dia	88.91
					# Dias por mes	30
		Demanda kW según Ebasco	15.93		kWh mes	26673.00
		*Demanda total (kW) = kWh/(49,9*kWh exp 0,154)				
					Demanda total (kW) :	15.93
					Factor de potencia :	0.92
					Demanda total (kVA) :	17.31

$$P_{DEP.B} = 17.31kVA$$

La tabla 16 hace referencia al panel PD-BAP que alimenta las bombas de agua potable del edificio.

Tabla 16 Resumen de la demanda del panel de bombas de agua potable.

PANEL PD-BAP				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	WATTS POR UNIDAD	FACTOR DE DEMANDA	WATTS TOTALES
BOMBA DE AGUA 7,5 HP	2	7500	1	15000
TOTAL DEMANDA :				15000
FACTOR DE COINCIDENCIA :				0.90
FACTOR DE POTENCIA :				0.92
TOTAL DEMANDA (KVA) :				14.67

$$P_{BAP} = 14.67kVA$$

La tabla 17 hace referencia al panel PD-ADM y muestra las cargas contempladas para el panel de administración en el cual se toma en cuenta la alimentación de los circuitos de alumbrado exterior en el parqueadero y en las áreas sociales, para este panel se asignaron 4.95kVA de carga monofásica.

**Tabla 17 Resumen de la demanda del panel de administración
PANEL PB-ADM**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	WATTS POR UNIDAD	FACTOR DE DEMANDA	WATTS TOTALES
ALUMBRADO 50w	6	50	0.8	240
ALUMBRADO 80w	8	80	0.8	640
ALUMBRADO 34w	4	34	0.8	108.8
ALUMBRADO 24w	5	24	0.8	96
ALUMBRADO 18w	11	18	0.8	158.4
ALUMBRADO 16w	2	16	0.8	25.6
ALUMBRADO 12w	3	12	0.8	28.8
ALUMBRADO 10w	7	10	0.8	56
TOMACORRIENTES GENERALES	5	250	0.8	1000
BOMBA PISCINA	1	2000	0.8	1600
SECADORA DE MANOS	2	1500	0.2	600
RESERVA	1	1000	0.8	800
TOTAL DEMANDA :				5353.6
FACTOR DE COINCIDENCIA :				0.85
FACTOR DE POTENCIA :				0.92
TOTAL DEMANDA (KVA) :				4.95

$$P_{ADM} = 4.95kVA$$

La tabla 18 hace referencia al panel PB-SG1 y muestra las cargas contempladas en el panel servicios generales 1 que es el encargado de distribuir los circuitos de servicios generales dentro del edificio.

**Tabla 18 Resumen de la demanda del panel de servicios generales.
PANEL PB-SG1.**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	WATTS POR UNIDAD	FACTOR DE DEMANDA	WATTS TOTALES
ALUMBRADO 55w	6	55	0.8	264
ALUMBRADO 47w	6	55	0.8	264
ALUMBRADO 39w	13	39	0.8	405.6
ALUMBRADO 24w	5	24	0.8	96
ALUMBRADO 18w	43	18	0.8	619.2
ALUMBRADO 16w	3	18	0.8	43.2
ALUMBRADO 12w	28	12	0.8	268.8
ALUMBRADO 10w	15	10	0.8	120
ALUMBRADO 5w	12	10	0.8	96
ALUMBRADO EMERGENCIA	62	24	0.8	1190.4
TOMACORRIENTES GENERALES	9	250	0.8	1800
RESERVA	1	500	0.8	400
TOTAL DEMANDA :				5567.2
FACTOR DE COINCIDENCIA :				0.9
FACTOR DE POTENCIA :				0.92
TOTAL DEMANDA (KVA) :				5.45

$$P_{SG-1} = 5.45kVA$$

La tabla 19 hace referencia al panel PBD-SCI y muestra las cargas del panel de sistema contra incendios la cual que tiene cargas trifásicas para alimenta de forma óptima a motores de gran potencia.

Tabla 19 Resumen de la demanda del del Panel PD-SCI panel de sistema contra incendio.
PANEL PD-SCI

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	WATTS POR UNIDAD	FACTOR DE DEMANDA	WATTS TOTALES
BOMBA DE AGUA 30 HP	1	30000	1	30000
BOMBA DE AGUA 3 HP JOCKEY	1	3000	1	3000
TOTAL DEMANDA :				33000
FACTOR DE COINCIDENCIA :				0.95
FACTOR DE POTENCIA :				0.92
TOTAL DEMANDA (KVA) :				34.08

$$P_{SCI} = 34.08kVA$$

La tabla 20 hace referencia al panel PD-ASC y muestra las cargas del panel de ascensores que tienen cargas trifásicas para alimenta de forma óptima a motores de gran potencia.

Tabla 20 Resumen de la demanda del del Panel PB-ASC de panel de ascensores
PANEL PB-ASC

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	WATTS POR UNIDAD	FACTOR DE DEMANDA	WATTS TOTALES
ASCENSOR MOTOR 10 HP	2	8000	1	16000
ALUMBRADO	2	25	1	50
RESERVA	1	400	1	400
TOTAL DEMANDA :				16450
FACTOR DE COINCIDENCIA :				1.00
FACTOR DE POTENCIA :				0.92
TOTAL DEMANDA (KVA) :				17.88

$$P_{ASC} = 17.88kVA$$

La tabla 21 hace referencia al panel PD-SG y muestra el panel en el cual se distribuyen las cargas monofásicas a los diferentes circuitos de servicios generales mencionados anteriormente.

Tabla 21 Resumen de la demanda del Panel PD-EM de tablero de distribución de servicios generales.

PANEL PD-SG	
PANEL	DEMANDA kW
PANEL PB-ADM:	4.95
PANEL PB-SG-1:	5.45
SUMAN :	10.39
FACTOR DE COINCIDENCIA :	0.85
FACTOR DE POTENCIA :	0.92
TOTAL DEMANDA (KVA) :	36.94

$$P_{SG} = 36.94kVA$$

La tabla 22 muestra el panel el cual está encargado de distribuir las cargas trifásicas a los diferentes circuitos de servicios generales mencionados anteriormente, dicho panel será el respaldado por el generador en caso de un corte no programado, para dimensionar el transformador se tomó la demanda total del panel PD-EM

Tabla 22 Resumen de la demanda del Panel PD-EM de generador de emergencia

PANEL PD-EM	
PANEL	DEMANDA kW
PANEL PD-BAP:	14.67
PANEL PD-SCI:	32.28
PANEL PB-ASC:	17.88
SUMAN :	66.63
FACTOR DE COINCIDENCIA :	0.75
FACTOR DE POTENCIA :	0.92
TOTAL DEMANDA (KVA) :	45.98

$$P_{EM} = 45.98 kVA$$

El sistema eléctrico de emergencia contempla la instalación de una fuente alterna de energía, que será capaz de suministrar energía y potencia a toda la carga instalada del proyecto bajo emergencia; en caso de un corte de energía del servicio de la Empresa eléctrica; para ello se proyecta la instalación de un generador trifásicos de potencia 50 kVA a 60 Hz. EL cual deberá incluir el sistema de protección principal (breaker) perfectamente armado y con platinas necesarias para el acople de conductores con sus respectivos terminales, poseerá también una barra para el sistema de tierra y el punto de neutro.

Para el generador de 50 KVA se deberá instalar una transferencia Automática cuya capacidad no será menor de 175 Amperios cumpliendo con todas las normas IEC, IEEE, UL, YCSA para este tipo de equipos, deberá tener además el equipo requerido para censado trifásico de bajo voltaje con capacidad de ajuste en porcentaje al retorno y caída; accionamiento por baja frecuencia, y en ambos casos para fuentes normales como de emergencia, switch de reprueba rápido para simulación de fallas.

La tabla 23 muestra la sumatoria de las potencias en kVA de las tablas expuestas anteriormente, desde la de los departamentos, administración, servicios generales, cuartos de bombas de agua y sistemas contra incendios.

Tabla 23 Sumatoria total de las demandas de los diferentes paneles

PANEL	DEMANDA UNITARIA	CANTIDAD	DEMANDA TOTAL kVA
PANEL PB-DEP. A	18.43	14	257.96
PPANEL B-DEP. B	17.8	7	124.62
PANEL TD-SG	8.13	1	8.13
PANEL TD-EM	45.98	1	45.98
SUMAN (kVA) :			436.69

$$P_{Total} = 436.69 \text{ kVA}$$

En la tabla 24 podemos obtener la demanda para el dimensionamiento del proyecto, con la cual procedemos a dimensionar el transformador, el resultado se obtuvo de la siguiente formula.

$$P_{Total} \times \text{factor de potencia} \times \text{factor de coincidencia} = P_{proyecto}$$

$$436.69 \text{ kVA} \times 0.39 \times 0.92 = 156.68 \text{ kVA}$$

Tabla 24 Resumen de la demanda del transformador tipo Pad Mounted

SUMAN (kVA) :	436.69
FACTOR DE COINCIDENCIA :	0.39
FACTOR DE POTENCIA :	0.92
TOTAL DEMANDA (kVA) :	156.68

El transformador que vamos a utilizar es de 200 KVA, el cual deberá ser trifásico, debido a que el ascensor y el sistema contra incendios requieren un sistema trifásico para obtener un sistema balanceado de cargas, el transformador será tipo Pad Mounted Radial con interruptores para seccionamiento de la entrada y la salida en media tensión, fusible tipo bayoneta para protección del primario, y breaker en baja tensión.

La tensión de operación será 13800V en el lado de alta y 220 / 127 V trifásico en el lado de baja tensión, será del tipo enfriado en aceite, con dos taps del 2.5% - 5% positivo y 2.5% - 5% negativos en el lado de alta. Constará con un sistema de puesta a tierra el cual está conectado al sistema de malla de puesta a tierra perimetral del edificio.

5.4 Cálculo de conductores y disyuntores principales

Para calcular los conductores y disyuntores necesitamos la corriente nominal de cada panel. Para la obtención de esta magnitud se procede despejar la fórmula de potencia eléctrica.

$$I \text{ nominal } 1\phi = \frac{\text{Demanda total en kVA}}{220} \times 1000$$

$$I \text{ nominal } 3\phi = \frac{\text{Demanda total en kVA}}{\sqrt{3} \times 220} \times 1000$$

La tabla 25 muestran los valores medidos en longitud del plano del edificio de la ubicación de los diferentes paneles, lo que dará una referencia de cuanto cable se va a usar, mientras el cable no pase los 100 metros no abra caída de tensión a tomar en cuenta, también muestra la potencia ya obtenida, que con las fórmulas citadas vamos

a calcular la corriente nominal la cual multiplicaremos por 1.25 que es factor obtenido de las normas NEC para el cálculo de calibre del conductores y disyuntores

Tabla 25 Resumen de la longitud, potencia, corriente nominal y calibre del conductor.

Ubicación	Desde	Al Panel	Longitud	Potencia	Corriente nominal x1.25	Calibre del Conductor AWG	Breakers de protección
PB	TM	DEP.A-1	23	18.43	104.72	1/0	125 A
	TM	DEP.B-2	19	17.8	101.16	1/0	125 A
	TM	DEP.A-3	20	18.43	104.72	1/0	125 A
P1	TM	DEP.A-1	27	18.43	104.72	1/0	125 A
	TM	DEP.B-2	23	17.8	101.16	1/0	125 A
	TM	DEP.A-3	24	18.43	104.72	1/0	125 A
P2	TM	DEP.A-1	31	18.43	104.72	1/0	125 A
	TM	DEP.B-2	27	17.8	101.16	1/0	125 A
	TM	DEP.A-3	28	18.43	104.72	1/0	125 A
P3	TM	DEP.A-1	35	18.43	104.72	1/0	125 A
	TM	DEP.B-2	31	17.8	101.16	1/0	125 A
	TM	DEP.A-3	32	18.43	104.72	1/0	125 A
P4	TM	DEP.A-1	39	18.43	104.72	1/0	125 A
	TM	DEP.B-2	35	17.8	101.16	1/0	125 A
	TM	DEP.A-3	36	18.43	104.72	1/0	125 A
P5	TM	DEP.A-1	43	18.43	104.72	1/0	125 A
	TM	DEP.B-2	39	17.8	101.16	1/0	125 A
	TM	DEP.A-3	40	18.43	104.72	1/0	125 A
P6	TM	DEP.A-1	47	18.43	104.72	1/0	125 A
	TM	DEP.B-2	43	17.8	101.16	1/0	125 A
	TM	DEP.A-3	44	18.43	104.72	1/0	125 A
	TM	TD-SG	10	8.13	45.98	8	50 A
	TM	TD-EM	15	45.98	150.82	3/0	150 A
Subterráneo	TD-SG	SG-1	3	6.05	34.38	10	30 A
	TD-SG	ADM	38	5.40	30.68	10	30 A
	TD-EM	PD-BA	26	14.67	83.35	2	100 A
	TD-EM	PD-SCI	26	32.28	105.89	1/0	100 A
	TD-EM	PD-ASC	46	17.88	58.65	6	60 A
Exteriores	Gen.	TM	25	45.98	150.82	3/0	150 A
	Transf.	TM	25	187.05	613.59	3x4/0	650 A

Con esta corriente iremos a la tabla de Intensidad máxima permanente admisible de conductores aislados de la tabla 1 para determinar el calibre del conductor que cumpla con esta corriente, y en caso de los disyuntores se usara el inmediato superior que se encuentre en el mercado.

CAPÍTULO 6

CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO

6.1 Selección de las luminarias

En nuestro proyecto, luego de ver la tabla 6 comparando las tecnologías de iluminación se llegó a la conclusión de que para alcanzar el mayor ahorro energético se van a utilizar luminarias tipo LED. La lista de luminarias usadas se encuentra en los anexos.

6.2 Cálculo de iluminación exterior

6.2.1 Parqueo exterior

Para hacer los cálculos de esta área, en el programa Dialux se seleccionó el tipo de área “Aparcamientos”, la cual esta parametrizada, el siguiente paso fue la selección y disposición de las luminarias, luego se ejecutó el análisis y se evaluó el cumplimiento de la norma.

La tabla 26 muestra los datos más relevantes del área de parqueo exterior después de realizar las correcciones para obtener una iluminación más óptima, dichos datos fueron obtenidos de Dialux como lo son la Iluminación media \bar{E} el consumo en kWh/a y la comparación con las normas internacionales, y se verifica que se cumplan los valores de la tabla 6.

Tabla 26 Datos obtenidos del área parqueo exterior

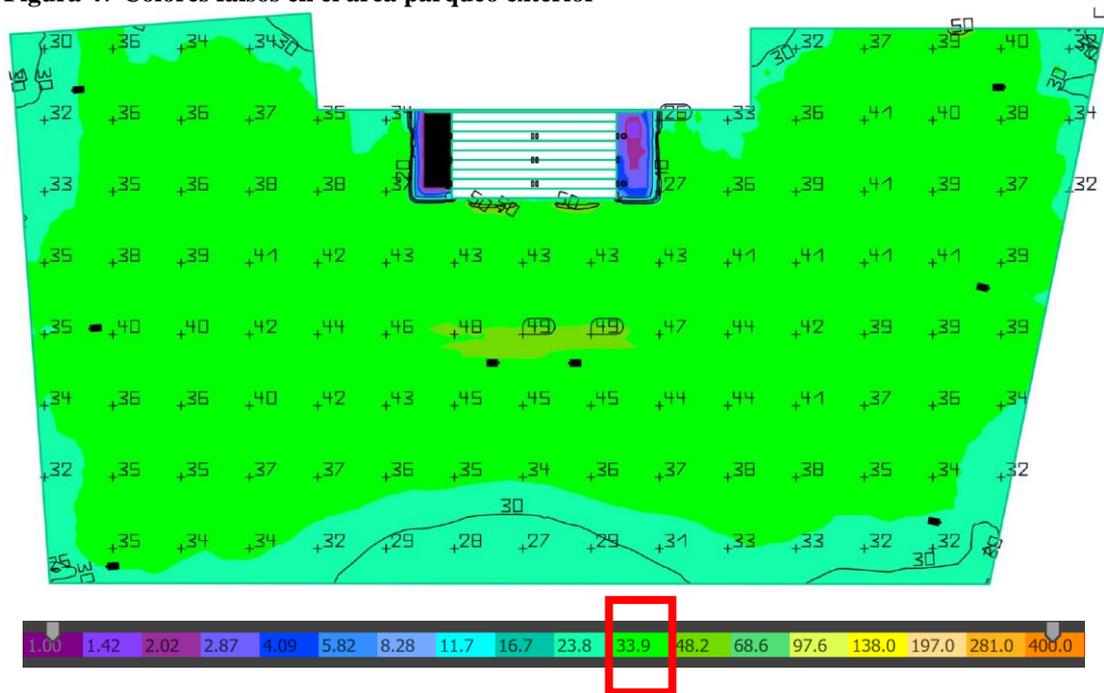
	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	\bar{E}	37.2 lx	≥ 5.00 lx	✓
	g_1	0.00	-	-
Valores de consumo	Consumo	7800 kWh/a	máx. 32350 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	0.96 W/m ²	-	-
		2.59 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Aparcamientos, Escaso volumen de tránsito, p. ej. aparcamientos delante de tiendas, casas adosadas y bloques de viviendas, áreas de estacionamiento de bicicletas

La figura 47 muestra la eficiencia lumínica obtenida después de aplicar los criterios de VEEI y los obtenidos de la observación realizada en comparativa de campo

por lo que las principales mejoras realizadas fueron las de incrementar la altura de la luminaria con respecto al suelo de 4 metro a 8 metro y aumentar la potencia de las luminarias en un 100%, lo que dio como resultado una gráfica de iluminación eficaz y uniforme para el área de parqueaderos, eliminando las áreas oscuras, según el análisis espectral lumínico que es la tabla de colores tenemos una iluminación media de 37.2 luxes.

Figura 47 Colores falsos en el área parqueo exterior



6.2.2 Área social

Para hacer los cálculos de esta área, en el programa Dialux se seleccionó el tipo de área “Área de tránsito al aire libre”, la cual esta parametrizada, el siguiente paso fue la selección y disposición de las luminarias, luego se ejecutó el análisis y se evaluó el cumplimiento de la norma.

La tabla 27 muestra los datos más relevantes del área social obtenido de Dialux como lo son la Iluminación media \bar{E} el consumo en kWh/año y la comparación con las normas internacionales, y una verificación para confirma el cumplimiento de estas. Dichos datos servirán para determinar el ahorro energético

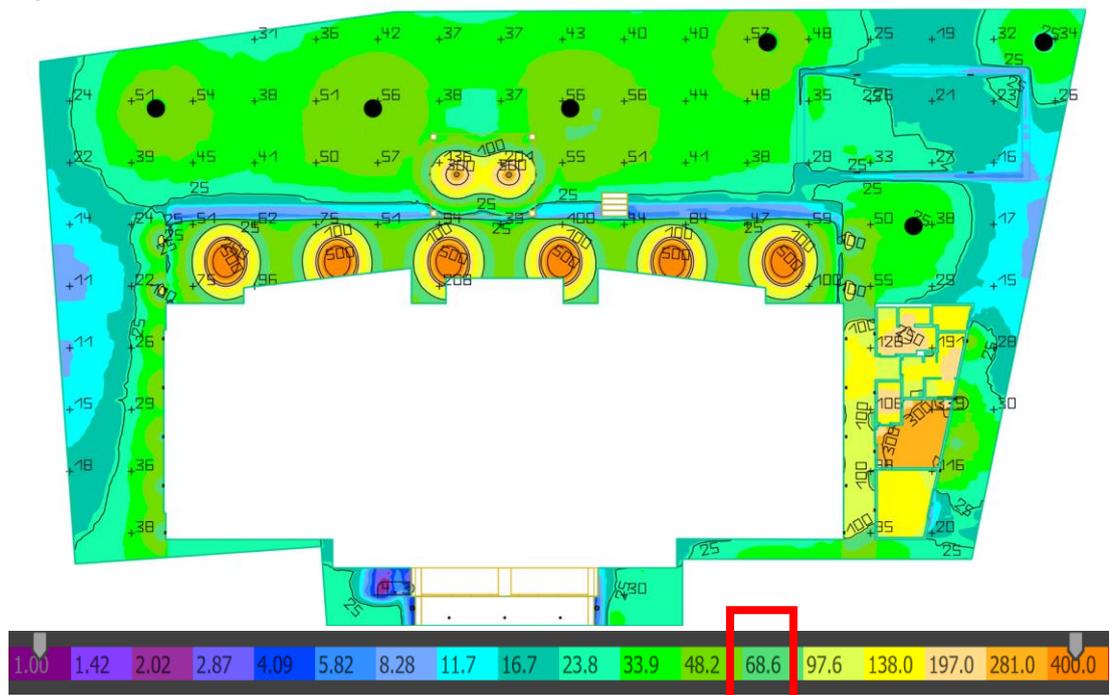
Tabla 27 Datos obtenidos del área social

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	Ē	63.6 lx	≥ 50.0 lx	✓
	g ₁	0.002	-	-
Valores de consumo	Consumo	7550 kWh/a	máx. 32700 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	0.92 W/m ²	-	-
		1.45 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (área de tránsito al aire libre)

En la figura 48 podemos ver los colores falsos del área social que son una representación de la cantidad de luxes que hay en ese color, la cual podemos contemplar en la escala de colores con su respectivo valor en luxes de 63.6 luxes.

Figura 48 Distribución de colores falsos en el área social



6.2.3 Administración

Para hacer los cálculos de esta área, en el programa Dialux se seleccionó el tipo de área “Oficinas”, la cual esta parametrizada, el siguiente paso fue la selección y disposición de las luminarias, luego se ejecutó el análisis y se evaluó el cumplimiento de la norma.

La tabla 28 muestra los datos más relevantes de la oficina de administración obtenido de Dialux como lo son la Iluminación media \bar{E} el consumo en kWh/a y la comparación con las normas internacionales, y una verificación para confirma el cumplimiento de estas. Dichos datos servirán para determinar el ahorro energético

Tabla 28 Datos obtenidos de oficina de administración

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	\bar{E}	435 lx	≥ 300 lx	✓
	g_r	0.66	-	-
Valores de consumo	Consumo	160 - 240 kWh/a	máx. 400 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	10.38 W/m ²	-	-
		2.39 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Oficinas, Archivar, copiar, etc.

Para hacer los cálculos de esta área, en el programa Dialux se seleccionó el tipo de área “Baños”, la cual esta parametrizada, el siguiente paso fue la selección y disposición de las luminarias, luego se ejecutó el análisis y se evaluó el cumplimiento de la norma.

La tabla 29 muestra los datos más relevantes del baño de la oficina obtenidos de Dialux, como lo son la Iluminación media \bar{E} el consumo en kWh/a y la comparación con las normas internacionales, y una verificación para confirma el cumplimiento de estas. Dichos datos servirán para determinar el ahorro energético

Tabla 29 Datos obtenidos de baño de oficina

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	\bar{E}	235 lx	≥ 200 lx	✓
	g_r	0.48	-	-
Valores de consumo	Consumo	40 - 54 kWh/a	máx. 300 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	9.07 W/m ²	-	-
		3.86 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios, Guardarropas, lavabos, baños, retretes

Para hacer los cálculos de esta área, en el programa Dialux se seleccionó el tipo de área “Baños”, la cual esta parametrizada, el siguiente paso fue la selección y disposición de las luminarias, luego se ejecutó el análisis y se evaluó el cumplimiento de la norma.

La tabla 30 muestra los datos más relevantes del baño de hombres obtenido de Dialux como lo son la Iluminación media \bar{E} el consumo en kWh/a y la comparación con las normas internacionales, y una verificación para confirma el cumplimiento de estas. Dichos datos servirán para determinar el ahorro energético

Tabla 30 Datos obtenidos de baño de hombres

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	\bar{E}	235 lx	≥ 200 lx	✓
	g_t	0.48	-	-
Valores de consumo	Consumo	40 - 54 kWh/a	máx. 300 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	9.07 W/m ²	-	-
		3.86 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios, Guardarropas, lavabos, baños, retretes

Para hacer los cálculos de esta área, en el programa Dialux se seleccionó el tipo de área “Baños”, la cual esta parametrizada, el siguiente paso fue la selección y disposición de las luminarias, luego se ejecutó el análisis y se evaluó el cumplimiento de la norma. La tabla 31 muestra los datos más relevantes del baño de mujeres obtenido de Dialux como lo son la Iluminación media \bar{E} el consumo en kWh/a y la comparación con las normas internacionales, y una verificación para confirma el cumplimiento de estas. Dichos datos servirán para determinar el ahorro energético

Tabla 31 Datos obtenidos de baño de mujeres

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	\bar{E}	308 lx	≥ 200 lx	✓
	g_t	0.88	-	-
Valores de consumo	Consumo	16 - 25 kWh/a	máx. 100 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	11.90 W/m ²	-	-
		3.87 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios, Guardarropas, lavabos, baños, retretes

Para hacer los cálculos de esta área, en el programa Dialux se seleccionó el tipo de área “Salas de control”, la cual esta parametrizada, el siguiente paso fue la selección y disposición de las luminarias, luego se ejecutó el análisis y se evaluó el cumplimiento de la norma. La tabla 32 muestra los datos más relevantes del área de control de luces obtenido de Dialux como lo son la Iluminación media \bar{E} el consumo en kWh/a y la

comparación con las normas internacionales, y una verificación para confirma el cumplimiento de estas. Dichos datos servirán para determinar el ahorro energético

Tabla 32 Datos obtenidos de cuarto de control de luces

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	\bar{E}	256 lx	≥ 200 lx	✓
	g_1	0.80	-	-
Valores de consumo	Consumo	4 kWh/a	máx. 100 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	10.23 W/m ²	-	-
		3.99 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de control, Salas para instalaciones de tecnología de edificios, salas de distribución

Para hacer los cálculos de esta área, en el programa Dialux se seleccionó el tipo de área “Salas de bombas”, la cual esta parametrizada, el siguiente paso fue la selección y disposición de las luminarias, luego se ejecutó el análisis y se evaluó el cumplimiento de la norma. La tabla 33 muestra los datos más relevantes del área de cuarto de bombas obtenido de Dialux como lo son la Iluminación media \bar{E} el consumo en kWh/a y la comparación con las normas internacionales, y una verificación para confirma el cumplimiento de estas. Dichos datos servirán para determinar el ahorro energético

Tabla 33 Datos obtenidos de cuarto de bombas

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	\bar{E}	213 lx	≥ 200 lx	✓
	g_1	0.53	-	-
Valores de consumo	Consumo	110 kWh/a	máx. 350 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	5.12 W/m ²	-	-
		2.41 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Actividades industriales y artesanales - Centrales energéticas, Salas auxiliares, p.ej. salas de bombas, salas de condensadores, instalaciones de control

Para hacer los cálculos de esta área, en el programa Dialux se seleccionó el tipo de área “Zonas de transito dentro del edificio”, la cual esta parametrizada, el siguiente paso fue la selección y disposición de las luminarias, luego se ejecutó el análisis y se evaluó el cumplimiento de la norma. La tabla 34 muestra los datos más relevantes del área de entrada a los baños, obtenido de Dialux como lo son la Iluminación media \bar{E} el consumo en kWh/a y la comparación con las normas internacionales, y una

verificación para confirma el cumplimiento de estas. Dichos datos servirán para determinar el ahorro energético

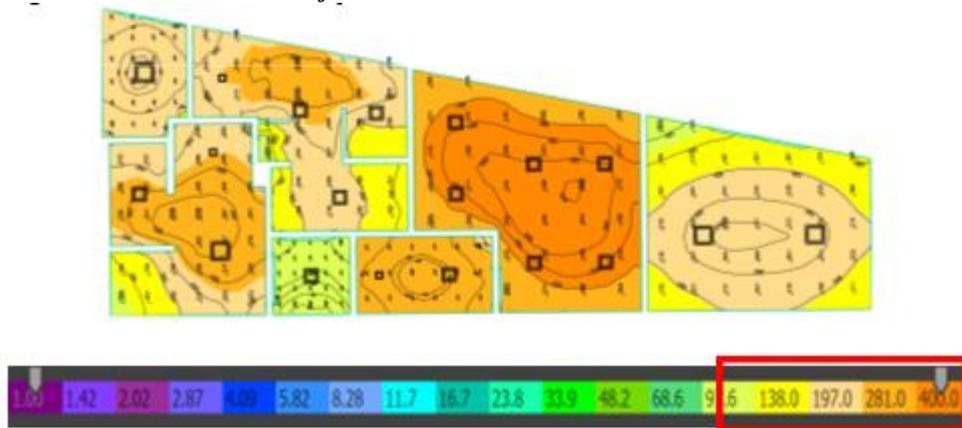
Tabla 34 Datos obtenidos de entrada a baños

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	E	169 lx	≥ 100 lx	✓
	g_1	0.94	-	-
Valores de consumo	Consumo	26 kWh/a	máx. 100 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	16.67 W/m ²	-	-
		9.84 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Zonas de tránsito dentro de edificios, Superficies de tránsito y pasillos

En la figura 49 podemos ver los colores falsos del área de administración, que son una representación de la cantidad de luxes que hay en ese color, la cual podemos contemplar en la escala de colores con su respectivo valor en luxes, esta herramienta es muy útil a la hora de diseñar en Dialux, debido a que podemos entender en que parte del diseño hace falta iluminación, para mantener un criterio de uniformidad, lo cual crea confort visual.

Figura 49 Distribución de colores falsos en administración



6.3 Cálculo de iluminación interior

6.3.1 Subterráneo

Para hacer los cálculos de esta área, en el programa Dialux se seleccionó el tipo de área “Superficies de tránsito”, la cual esta parametrizada, el siguiente paso fue la selección y disposición de las luminarias, luego se ejecutó el análisis y se evaluó el cumplimiento de la norma. La tabla 35 muestra los datos más relevantes del área

parqueo subterráneo obtenido de Dialux como lo son la Iluminación media (\bar{E}) el consumo en kWh/a y la comparación con las normas internacionales, y una verificación para confirma el cumplimiento de estas. Dichos datos servirán para determinar el ahorro energético.

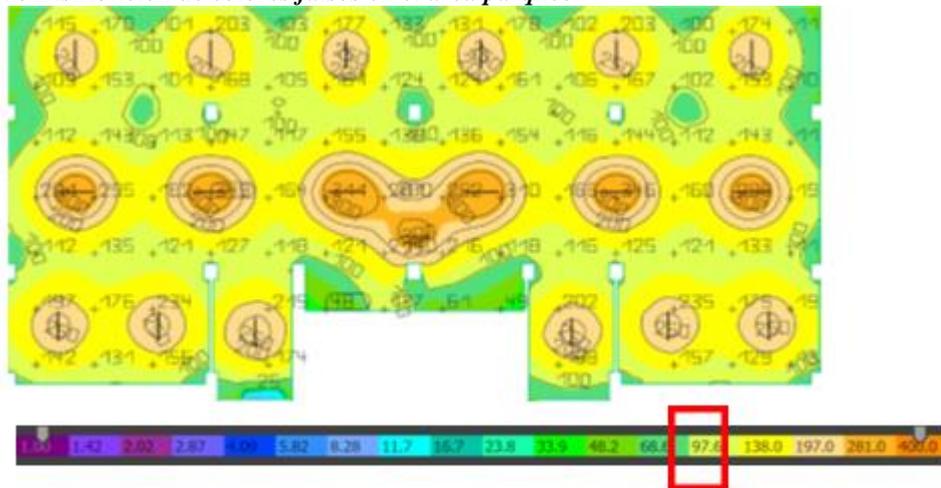
Tabla 35 Datos obtenidos del subterráneo (parqueo)

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	\bar{E}	159 lx	≥ 150 lx	✓
	g_1	0,061	-	-
Valores de consumo	Consumo	920 kWh/a	máx. 19000 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	1,54 W/m ²	-	-
		0,97 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Zonas de tránsito dentro de edificios, Superficies de tránsito y pasillos con uso de vehículos

En la figura 50 podemos ver los colores falsos del área de parqueo interior, que son una representación de la cantidad de luxes que hay en ese color, la cual podemos contemplar en la escala de colores con su respectivo valor en luxes, esta herramienta es muy útil a la hora de diseñar en Dialux, debido a que podemos entender en que parte del diseño hace falta iluminación, para mantener un criterio de uniformidad.

Figura 50 Distribución de colores falsos en el área parqueo



Para hacer los cálculos de esta área, en el programa Dialux se seleccionó el tipo de área “Instalaciones de control”, la cual esta parametrizada, el siguiente paso fue la selección y disposición de las luminarias, luego se ejecutó el análisis y se evaluó el cumplimiento de la norma. La tabla 36 muestra los datos más relevantes del cuarto eléctrico del subterráneo obtenido de Dialux como lo son la Iluminación media el

consumo en kWh/a y la comparación con las normas internacionales, y una verificación para confirma el cumplimiento de estas. Dichos datos servirán para determinar el ahorro energético

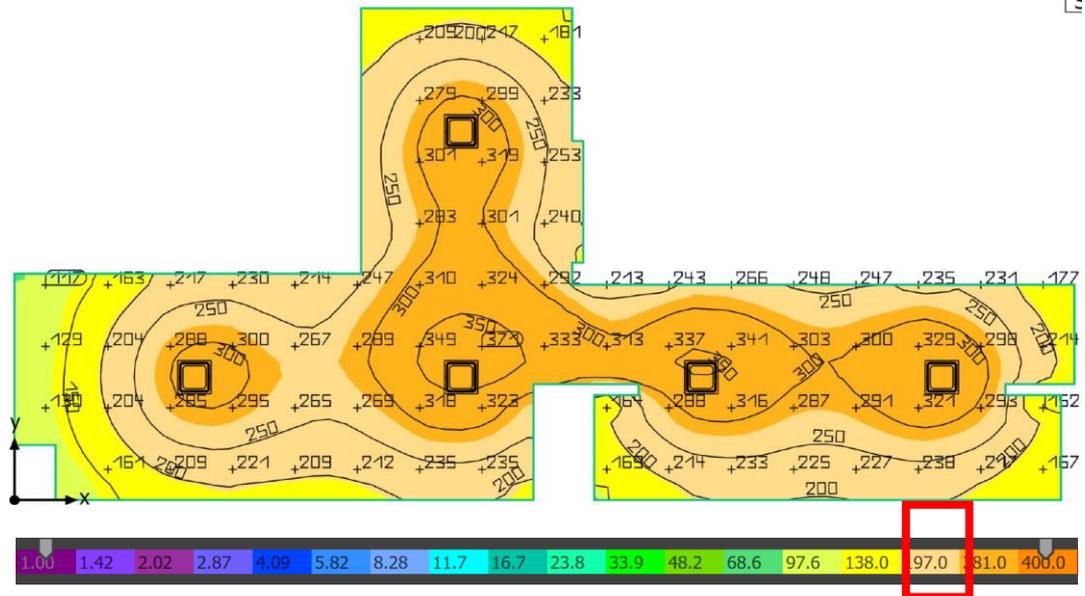
Tabla 36 Datos obtenidos del subterráneo (cuarto eléctrico)

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	E	256 lx	≥ 200 lx	✓
	g ₁	0.44	-	-
Valores de consumo	Consumo	270 kWh/a	máx. 800 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	5.26 W/m ²	-	-
		2.06 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Actividades industriales y artesanales - Centrales energéticas, Salas auxiliares, p.ej. salas de bombas, salas de condensadores, instalaciones de control

En la figura 50 podemos ver los colores falsos del área del cuarto eléctrico, que son una representación de la cantidad de luxes que hay en ese color, la cual podemos contemplar en la escala de colores con su respectivo valor en luxes.

Figura 51 Distribución de colores falsos en cuarto eléctrico



6.3.2 Pisos

Para hacer los cálculos de estas áreas, en el programa Dialux se seleccionaron diferentes configuraciones según el área a luminar, las cuales están parametrizadas, el siguiente paso fue la selección y disposición de las luminarias, luego se ejecutó el análisis y se evaluó el cumplimiento de la norma. La tabla 37 muestra

datos obtenidos en base a los parámetros configurados en el programa Dialux en donde \bar{E} representa la iluminación media en luxes comparada con la normas internacionales establecidas, si el valor está marcado con el visto bueno significa que cumple la norma, el siguiente valor E_{\min} es valor de iluminación mínima que se va a encontrar en el área calculada, E_{\max} es el máximo valor de luxes registrado en área evaluada, La siguiente cantidad es g_1 que denomina la uniformidad total de la iluminancia sobre una superficie Es el cociente de E_{\min} y \bar{E} y se utiliza, en normas para la especificación de iluminación en lugares de trabajo.

Tabla 37 Datos obtenidos de la planta baja 1/4

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1
Plano útil (D.Master) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	270 lx (≥ 100 lx) ✓	196 lx	314 lx	0.73
Plano útil (Balcón) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	216 lx (≥ 200 lx) ✓	131 lx	309 lx	0.61
Plano útil (B.Master) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	274 lx (≥ 200 lx) ✓	12.1 lx	395 lx	0.044
Plano útil (W.closet) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	359 lx (≥ 200 lx) ✓	296 lx	419 lx	0.82
Plano útil (2.B) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	281 lx (≥ 200 lx) ✓	0.37 lx	374 lx	0.001
Plano útil (2.D) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	184 lx (≥ 100 lx) ✓	125 lx	229 lx	0.68
Plano útil (útil) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	249 lx (≥ 100 lx) ✓	222 lx	273 lx	0.89
Plano útil (3.B) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	275 lx (≥ 200 lx) ✓	0.13 lx	363 lx	0.000
Plano útil (3.D) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	180 lx (≥ 100 lx) ✓	120 lx	229 lx	0.67
Plano útil (Estar) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	392 lx (≥ 200 lx) ✓	137 lx	483 lx	0.35
Plano útil (B. serv) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	334 lx (≥ 200 lx) ✓	252 lx	385 lx	0.75

La tabla 38 es la continuación de la tabla 37, la cual muestra datos obtenidos en base a los parámetros configurado en el programa Dialux para estas nuevas áreas, en donde \bar{E} representa la iluminación media en luxes comparada con la normas internacionales establecidas, si el valor está marcado con el visto bueno significa que cumple la norma, el siguiente valor E_{\min} es valor de iluminación mínima que se va a encontrar en el área calculada, E_{\max} es el máximo valor de luxes registrado en área evaluada, La siguiente cantidad es g_1 que denomina la uniformidad total de la iluminancia sobre una superficie E_s es el cociente de E_{\min} y \bar{E} y se utiliza, en normas para la especificación de iluminación en lugares de trabajo.

Tabla 38 Datos obtenidos de la planta baja 2/4

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1
Plano útil (D. serv) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	224 lx (≥ 100 lx) ✓	189 lx	254 lx	0.84
Plano útil (Lavandería) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	288 lx (≥ 200 lx) ✓	235 lx	344 lx	0.82
Plano útil (B.visitas) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	255 lx (≥ 200 lx) ✓	0.15 lx	440 lx	0.001
Plano útil (Cocina, sala, comedor) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	277 lx (≥ 200 lx) ✓	2.85 lx	378 lx	0.010
Plano útil (Pasillo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	201 lx (≥ 100 lx) ✓	69.9 lx	249 lx	0.35
Plano útil (Pasillo común) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	162 lx (≥ 100 lx) ✓	69.9 lx	210 lx	0.43
Plano útil (Cocina, sala, comedor 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	260 lx (≥ 200 lx) ✓	2.99 lx	383 lx	0.012
Plano útil (D. master 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	272 lx (≥ 100 lx) ✓	181 lx	323 lx	0.67
Plano útil (B. master 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	254 lx (≥ 200 lx) ✓	0.18 lx	370 lx	0.001
Plano útil (2.D.2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	185 lx (≥ 100 lx) ✓	103 lx	253 lx	0.56
Plano útil (B. visitas 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	277 lx (≥ 200 lx) ✓	0.93 lx	445 lx	0.003

La tabla 39 es la continuación de la tabla 38, la cual muestra datos obtenidos en base a los parámetros configurado en el programa Dialux para estas nuevas áreas, en donde \bar{E} representa la iluminación media en luxes comparada con la normas internacionales establecidas, si el valor está marcado con el visto bueno significa que cumple la norma, el siguiente valor E_{\min} es valor de iluminación mínima que se va a encontrar en el área calculada, E_{\max} es el máximo valor de luxes registrado en área evaluada, La siguiente cantidad es g_1 que denomina la uniformidad total de la iluminancia sobre una superficie Es el cociente de E_{\min} y \bar{E} y se utiliza, en normas para la especificación de iluminación en lugares de trabajo.

Tabla 39 Datos obtenidos de la planta baja 3/4

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1
Plano útil (B.D.2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	291 lx (≥ 200 lx) ✓	3.29 lx	381 lx	0.011
Plano útil (Lavandería 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	383 lx (≥ 200 lx) ✓	319 lx	438 lx	0.83
Plano útil (D.serv 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	206 lx (≥ 100 lx) ✓	153 lx	261 lx	0.74
Plano útil (Balcón 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	241 lx (≥ 200 lx) ✓	178 lx	293 lx	0.74
Plano útil (Balcón 3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	262 lx (≥ 200 lx) ✓	216 lx	332 lx	0.82
Plano útil (Cocina, sala, comedor 3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	355 lx (≥ 200 lx) ✓	87.8 lx	473 lx	0.25
Plano útil (útil común 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	137 lx (≥ 100 lx) ✓	100.0 lx	171 lx	0.73
Plano útil (pasillo exterior) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	172 lx (≥ 100 lx) ✓	113 lx	198 lx	0.66
Plano útil (B.sev 3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	284 lx (≥ 200 lx) ✓	248 lx	315 lx	0.87
Plano útil (D.serv3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	162 lx (≥ 100 lx) ✓	95.0 lx	211 lx	0.59
Plano útil (B. visitas 3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	253 lx (≥ 200 lx) ✓	0.26 lx	434 lx	0.001

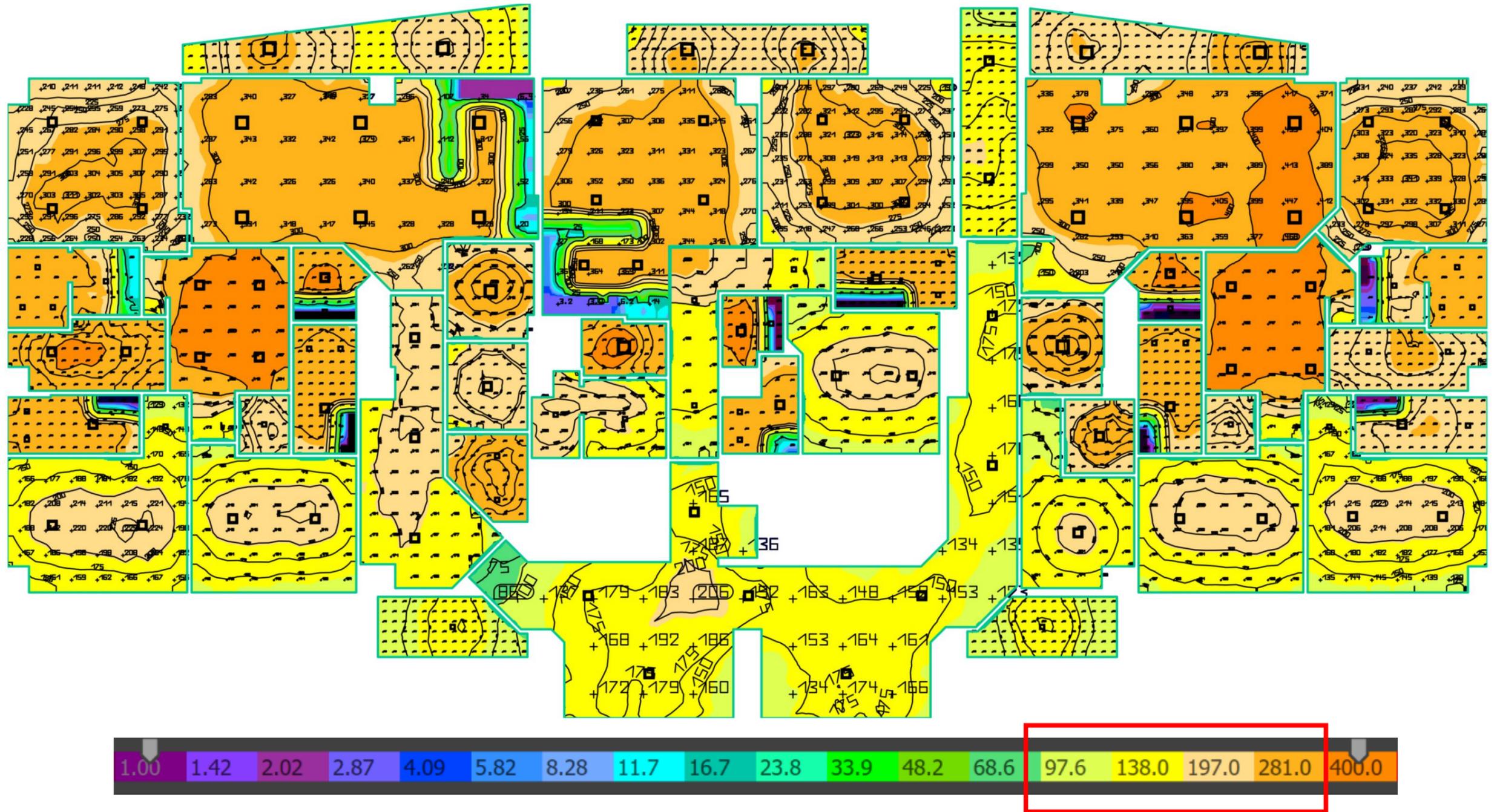
La tabla 40 es la continuación de la tabla 39, la cual muestra datos obtenidos en base a los parámetros configurado en el programa Dialux para estas nuevas áreas, en donde \bar{E} representa la iluminación media en luxes comparada con la normas internacionales establecidas, si el valor está marcado con el visto bueno significa que cumple la norma, el siguiente valor E_{\min} es valor de iluminación mínima que se va a encontrar en el área calculada, E_{\max} es el máximo valor de luxes registrado en área evaluada, La siguiente cantidad es g_1 que denomina la uniformidad total de la iluminancia sobre una superficie E_s es el cociente de E_{\min} y \bar{E} y se utiliza, en normas para la especificación de iluminación en lugares de trabajo.

Tabla 40 Datos obtenidos de la planta baja 4/4

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1
Plano útil (D. serv) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	224 lx (≥ 100 lx) ✓	189 lx	254 lx	0.84
Plano útil (Lavandería) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	288 lx (≥ 200 lx) ✓	235 lx	344 lx	0.82
Plano útil (B.visitas) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	255 lx (≥ 200 lx) ✓	0.15 lx	440 lx	0.001
Plano útil (Cocina, sala, comedor) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	277 lx (≥ 200 lx) ✓	2.85 lx	378 lx	0.010
Plano útil (Pasillo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	201 lx (≥ 100 lx) ✓	69.9 lx	249 lx	0.35
Plano útil (Pasillo común) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	162 lx (≥ 100 lx) ✓	69.9 lx	210 lx	0.43
Plano útil (Cocina, sala, comedor 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	260 lx (≥ 200 lx) ✓	2.99 lx	383 lx	0.012
Plano útil (D. master 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	272 lx (≥ 100 lx) ✓	181 lx	323 lx	0.67
Plano útil (B. master 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	254 lx (≥ 200 lx) ✓	0.18 lx	370 lx	0.001
Plano útil (2.D.2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	185 lx (≥ 100 lx) ✓	103 lx	253 lx	0.56
Plano útil (B. visitas 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	277 lx (≥ 200 lx) ✓	0.93 lx	445 lx	0.003
Plano útil (Pasillo 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	190 lx (≥ 100 lx) ✓	124 lx	299 lx	0.65

En la figura 52 podemos ver los colores falsos de todas las áreas de la planta baja, que son una representación de la cantidad de luxes que hay en ese color, la cual podemos contemplar en la escala de colores con su respectivo valor en luxes, esta herramienta es muy útil a la hora de diseñar en Dialux, debido a que podemos entender en que parte del diseño hace falta iluminación, para mantener un criterio de uniformidad, lo cual crea confort visual.

Figura 52 Distribución de colores falsos en planta baja



La tabla 41 muestra datos obtenidos en base a los parámetros configurados en el programa Dialux en donde \bar{E} representa la iluminación media en luxes comparada con la normas internacionales establecidas, si el valor está marcado con el visto bueno significa que cumple la norma, el siguiente valor E_{\min} es valor de iluminación mínima que se va a encontrar en el área calculada, E_{\max} es el máximo valor de luxes registrado en área evaluada, La siguiente cantidad es g_1 que denomina la uniformidad total de la iluminancia sobre una superficie E_s es el cociente de E_{\min} y \bar{E} y se utiliza, en normas para la especificación de iluminación en lugares de trabajo.

Tabla 41 Datos obtenidos de los pisos altos del primero al sexto piso 1/4

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1
Plano útil (D.Master) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	267 lx (≥ 100 lx) ✓	194 lx	311 lx	0.73
Plano útil (Balcón) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	218 lx (≥ 200 lx) ✓	131 lx	315 lx	0.60
Plano útil (B.Master) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	270 lx (≥ 200 lx) ✓	0.98 lx	389 lx	0.004
Plano útil (W.closet) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	356 lx (≥ 200 lx) ✓	297 lx	407 lx	0.83
Plano útil (2.B) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	280 lx (≥ 200 lx) ✓	0.33 lx	370 lx	0.001
Plano útil (2.D) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	182 lx (≥ 100 lx) ✓	122 lx	233 lx	0.67
Plano útil (útil) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	246 lx (≥ 100 lx) ✓	211 lx	270 lx	0.86
Plano útil (3.B) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	277 lx (≥ 200 lx) ✓	0.13 lx	369 lx	0.000
Plano útil (3.D) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	176 lx (≥ 100 lx) ✓	115 lx	224 lx	0.65
Plano útil (Estar) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	394 lx (≥ 200 lx) ✓	153 lx	503 lx	0.39
Plano útil (B. serv) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	337 lx (≥ 200 lx) ✓	249 lx	381 lx	0.74

La tabla 42 es la continuación de la tabla 41, la cual muestra datos obtenidos en base a los parámetros configurado en el programa Dialux para estas nuevas áreas, en donde \bar{E} representa la iluminación media en luxes comparada con la normas internacionales establecidas, si el valor está marcado con el visto bueno significa que cumple la norma, el siguiente valor E_{\min} es valor de iluminación mínima que se va a encontrar en el área calculada, E_{\max} es el máximo valor de luxes registrado en área evaluada, La siguiente cantidad es g_1 que denomina la uniformidad total de la iluminancia sobre una superficie E_s es el cociente de E_{\min} y \bar{E} y se utiliza, en normas para la especificación de iluminación en lugares de trabajo.

Tabla 42 Datos obtenidos de los pisos altos del primero al sexto piso 2/4

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1
Plano útil (D. serv) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	151 lx (≥ 100 lx) ✓	123 lx	171 lx	0.81
Plano útil (Lavandería) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	288 lx (≥ 200 lx) ✓	233 lx	332 lx	0.81
Plano útil (B.visitas) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	249 lx (≥ 200 lx) ✓	0.33 lx	433 lx	0.001
Plano útil (Cocina, sala, comedor) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	279 lx (≥ 200 lx) ✓	1.20 lx	471 lx	0.004
Plano útil (Pasillo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	199 lx (≥ 100 lx) ✓	121 lx	250 lx	0.61
Plano útil (Cocina, sala, comedor 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	260 lx (≥ 200 lx) ✓	3.25 lx	397 lx	0.013
Plano útil (D. master 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	274 lx (≥ 100 lx) ✓	184 lx	326 lx	0.67
Plano útil (B. master 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	252 lx (≥ 200 lx) ✓	7.42 lx	351 lx	0.029
Plano útil (2.D.2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	187 lx (≥ 100 lx) ✓	100.0 lx	250 lx	0.53
Plano útil (B. visitas 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	264 lx (≥ 200 lx) ✓	0.75 lx	424 lx	0.003
Plano útil (B.D.2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	295 lx (≥ 200 lx) ✓	5.21 lx	388 lx	0.018

La tabla 43 es la continuación de la tabla 42, la cual muestra datos obtenidos en base a los parámetros configurado en el programa Dialux para estas nuevas áreas, en donde \bar{E} representa la iluminación media en luxes comparada con la normas internacionales establecidas, si el valor está marcado con el visto bueno significa que cumple la norma, el siguiente valor E_{\min} es valor de iluminación mínima que se va a encontrar en el área calculada, E_{\max} es el máximo valor de luxes registrado en área evaluada, La siguiente cantidad es g_1 que denomina la uniformidad total de la iluminancia sobre una superficie E_s es el cociente de E_{\min} y \bar{E} y se utiliza, en normas para la especificación de iluminación en lugares de trabajo.

Tabla 43 Datos obtenidos de los pisos altos del primero al sexto piso 3/4

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1
Plano útil (Lavandería 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	389 lx (≥ 200 lx) ✓	337 lx	432 lx	0.87
Plano útil (D.serv 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	206 lx (≥ 100 lx) ✓	161 lx	251 lx	0.78
Plano útil (Balcón 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	242 lx (≥ 200 lx) ✓	173 lx	294 lx	0.71
Plano útil (Cocina, sala, comedor 3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	327 lx (≥ 200 lx) ✓	203 lx	464 lx	0.62
Plano útil (útil común 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	136 lx (≥ 100 lx) ✓	96.8 lx	171 lx	0.71
Plano útil (B. visitas 3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	255 lx (≥ 200 lx) ✓	0.097 lx	432 lx	0.000
Plano útil (3.B.3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	281 lx (≥ 200 lx) ✓	0.23 lx	360 lx	0.001
Plano útil (3.D.3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	188 lx (≥ 100 lx) ✓	124 lx	235 lx	0.66
Plano útil (útil 3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	243 lx (≥ 100 lx) ✓	217 lx	271 lx	0.89
Plano útil (2.D 3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	167 lx (≥ 100 lx) ✓	109 lx	214 lx	0.65
Plano útil (2.B.3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	220 lx (≥ 200 lx) ✓	0.31 lx	302 lx	0.001

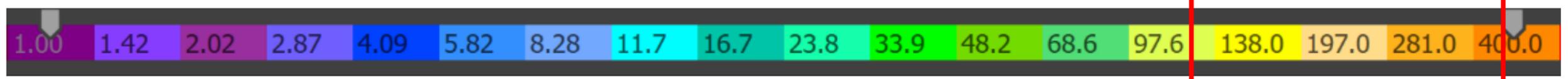
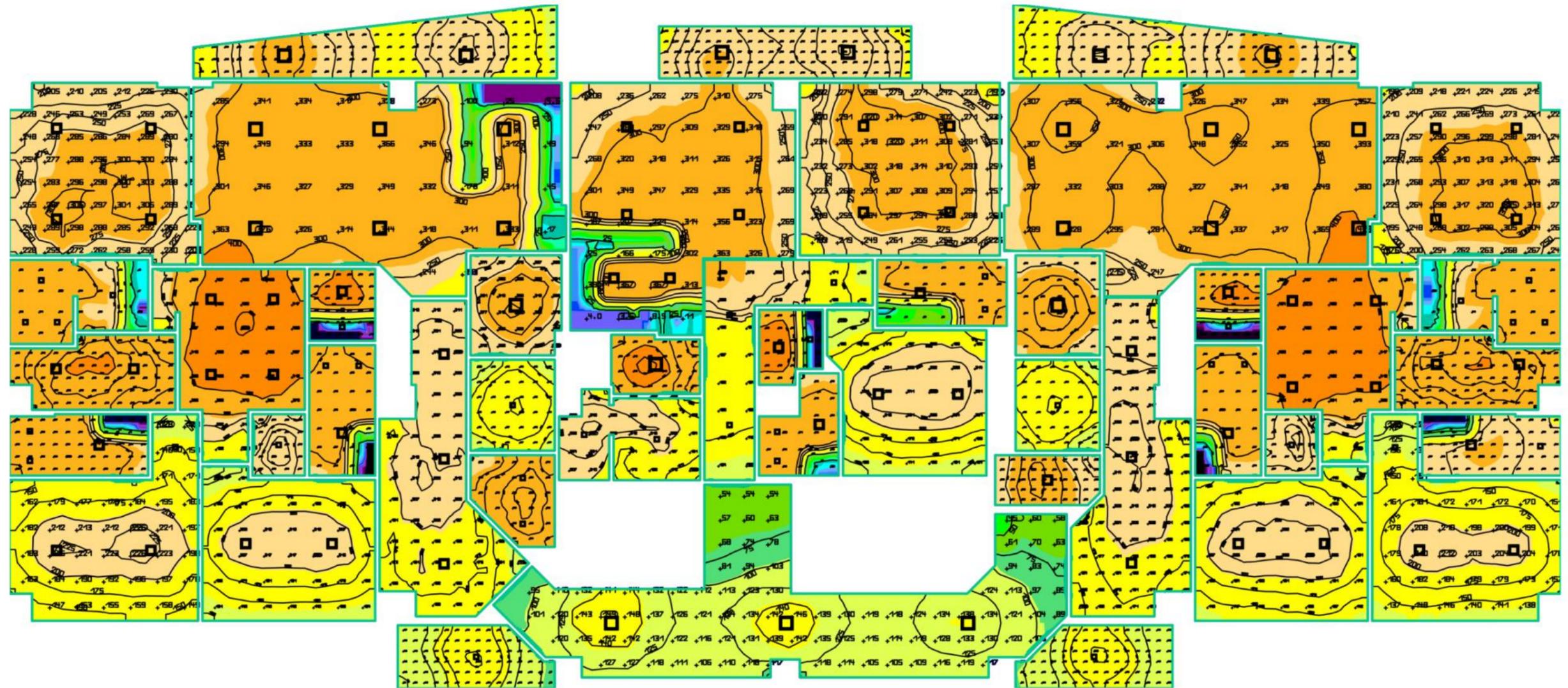
La tabla 44 es la continuación de la tabla 43, la cual muestra datos obtenidos en base a los parámetros configurado en el programa Dialux para estas nuevas áreas, en donde \bar{E} representa la iluminación media en luxes comparada con la normas internacionales establecidas, si el valor está marcado con el visto bueno significa que cumple la norma, el siguiente valor E_{\min} es valor de iluminación mínima que se va a encontrar en el área calculada, E_{\max} es el máximo valor de luxes registrado en área evaluada, La siguiente cantidad es g_1 que denomina la uniformidad total de la iluminancia sobre una superficie E_s es el cociente de E_{\min} y \bar{E} y se utiliza, en normas para la especificación de iluminación en lugares de trabajo.

Tabla 44 Datos obtenidos de los pisos altos del primero al sexto piso 4/4

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1
Plano útil (D.master 3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	272 lx (≥ 100 lx) ✓	172 lx	326 lx	0.63
Plano útil (Estar 3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	398 lx (≥ 200 lx) ✓	134 lx	477 lx	0.34
Plano útil (B.Master 3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	266 lx (≥ 200 lx) ✓	2.85 lx	382 lx	0.011
Plano útil (W.closet 3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	360 lx (≥ 200 lx) ✓	289 lx	412 lx	0.80
Plano útil (útil común 1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	137 lx (≥ 100 lx) ✓	97.2 lx	176 lx	0.71
Plano útil (Pasillo 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	192 lx (≥ 100 lx) ✓	127 lx	296 lx	0.66
Plano útil (Balcón 3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	222 lx (≥ 200 lx) ✓	133 lx	308 lx	0.60
Plano útil (Pasillo 3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	198 lx (≥ 100 lx) ✓	136 lx	237 lx	0.69
Plano útil (B. Serv 3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	287 lx (≥ 200 lx) ✓	240 lx	320 lx	0.84
Plano útil (D.serv 3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	152 lx (≥ 100 lx) ✓	119 lx	175 lx	0.78
Plano útil (Lavandería) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	297 lx (≥ 200 lx) ✓	242 lx	341 lx	0.81
Plano útil (Pasillo general) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	111 lx (≥ 100 lx) ✓	42.7 lx	150 lx	0.38

En la figura 53 podemos ver los colores falsos del área de los pisos altos del primero al séptimo piso, que son una representación de la cantidad de luxes que hay en ese color, la cual podemos contemplar en la escala de colores con su respectivo valor en luxes, esta herramienta es muy útil a la hora de diseñar en Dialux, debido a que podemos entender en que parte del diseño hace falta iluminación, para mantener un criterio de uniformidad, lo cual crea confort visual.

Figura 53 Distribución de colores falsos en las plantas altas



6.3.3 Escaleras

La tabla 45 muestra los datos más relevantes del área escaleras, obtenido de Dialux como lo son la Iluminación media \bar{E} el consumo en kWh/a y la comparación con las normas internacionales, y una verificación para confirma el cumplimiento de estas. Dichos datos servirán para determinar el ahorro energético

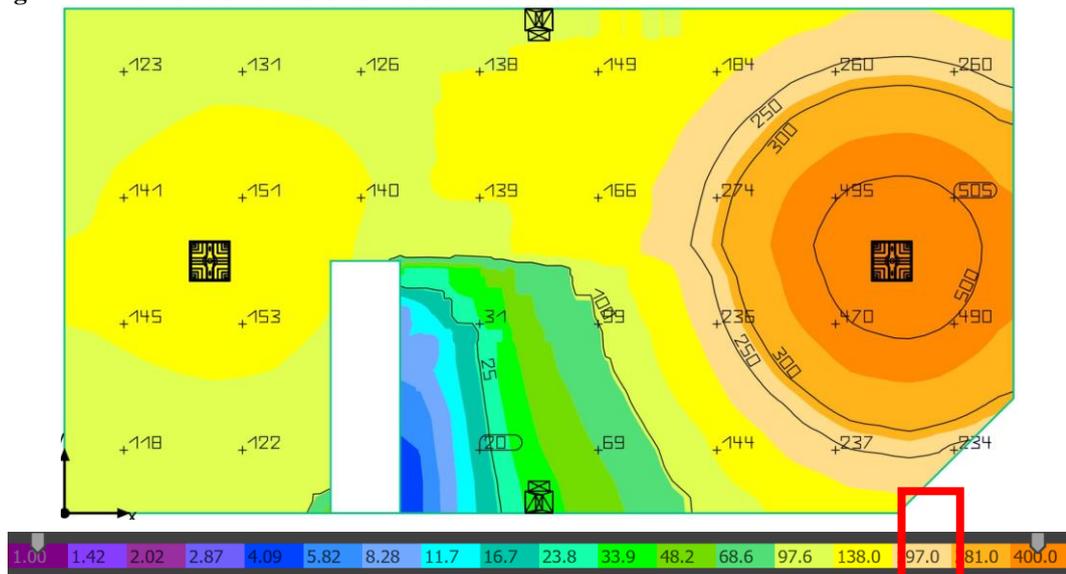
Tabla 45 Datos obtenidos de las escaleras

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	\bar{E}	191 lx	≥ 100 lx	✓
	g_1	0.032	-	-
Valores de consumo	Consumo	560 kWh/a	máx. 350 kWh/a	✗
Potencia específica de conexión	Local	57.34 W/m ²	-	-
		30.00 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Zonas de tránsito dentro de edificios, Escaleras, escaleras mecánicas, cintas transportadoras

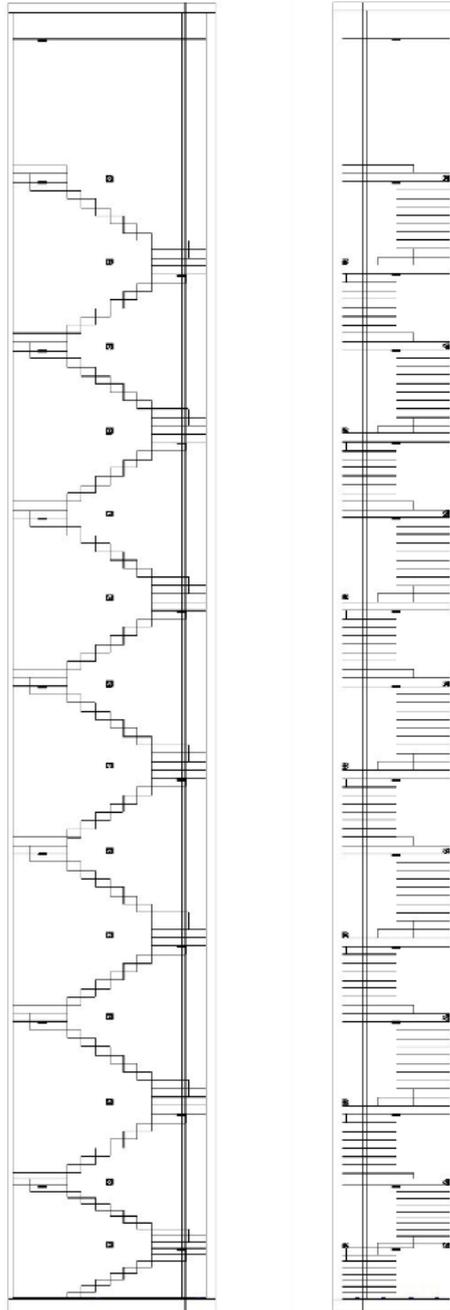
En la figura 54 podemos ver los colores falsos del área de las escaleras, que son una representación de la cantidad de luxes que hay en ese color, la cual podemos contemplar en la escala de colores con su respectivo valor en luxes, esta herramienta es muy útil a la hora de diseñar en Dialux, debido a que podemos entender en que parte del diseño hace falta iluminación, para mantener un criterio de uniformidad, lo cual crea confort visual.

Figura 54 Distribución de colores falsos de las escaleras



En la figura 55 observamos el esquema de las luces de la escalera desde el subterráneo al 7mo piso, para que se pueda entender la distribución de la luz

Figura 55 Distribución lumínica de la escalera



6.4 Vista general de colores falsos del proyecto residencial

La figura 56 enseña la iluminación final de la fachada del edificio residencial, la cual es el resultado final de todos los procesos realizados en el capítulo de iluminación.

Figura 56 Vista terminada frontal del edificio residencial



La figura 57 enseña la iluminación final de la parte trasera del edificio residencial, la cual es el resultado final de todos los procesos realizados en el capítulo de iluminación.

Figura 57 Vista trasera terminada del edificio residencial



6.5 Potencia total de las luminarias.

La tabla 46 muestra el total de la potencia consumida de nuestro diseño de iluminación en las diferentes áreas del edificio residencial utilizado iluminación LED, multiplicando su potencia en vatios y multiplicándola por la cantidad de dicha luminaria en el área descrita

Tabla 46 Potencia del sistema de iluminación LED en cada panel

PANEL PB-DEP. A			
Descripción	Cantidad	Potencia	Potencia Total
Alumbrado LED 24W	9	24	216
Alumbrado LED 18W	20	18	360
Alumbrado LED 12W	6	12	72
Alumbrado LED 6W	8	6	48
Potencia total de iluminación de los departamentos A(kW)			0.69
PANEL PB-DEP. B			
Descripción	Cantidad	Potencia	Potencia Total
Alumbrado LED 24W	2	24	48
Alumbrado LED 18W	15	18	270
Alumbrado 1LED 2W	5	12	60
Alumbrado LED 6W	5	6	30
Potencia total de iluminación de los departamentos B(kW)			0.41
PANEL PB-ADM			
Descripción	Cantidad	Potencia	Potencia Total
Alumbrado LED 50w	6	50	300
Alumbrado LED 80w	10	80	800
Alumbrado LED 34w	4	34	136
Alumbrado LED 24w	5	24	120
Alumbrado LED 18w	11	18	198
Alumbrado LED 16w	2	16	32
Alumbrado LED 12w	3	12	36
Alumbrado LED 10w	7	10	70
Potencia total de iluminación de administración(kW)			1.69
PANEL PB-SG-1			
Descripción	Cantidad	Potencia	Potencia Total
Alumbrado LED 55w	6	55	330
Alumbrado LED 47w	6	47	282
Alumbrado LED 39w	13	39	507
Alumbrado LED 24w	5	24	120
Alumbrado LED 18w	43	18	774
Alumbrado LED 16w	3	16	48
Alumbrado LED 12w	28	12	336
Alumbrado LED 10w	15	10	150
Alumbrado LED 5w	12	5	60
Alumbrado EMERGENCIA	62	24	1488
Potencia total de iluminación de servicios generales(kW)			4.10

La tabla 47 presenta los datos del edificio residencial el cual tiene un consumo en iluminación de 18.39kW, comparando este dato con la carga instalada del edificio la cual es 156.68kW llegamos a la conclusión que la iluminación de nuestro diseño representa el 11.7% del edificio, esto se debe al uso de iluminación altamente eficiente.

Tabla 47 Potencia total del sistema de iluminación LED

Potencia Total de la iluminación contemplada			
PANEL	Cantidad Paneles	Potencia kW	Potencia Total kW
PB-DEP. A	14	0.69	9.70
PB-DEP. B	7	0.41	2.86
PB-ADM.	1	1.69	1.69
PB-SG-1	1	4.10	4.10
Potencia total de la iluminación(kW)			18.39

6.5 Ahorro y calificación energética de la iluminación propuesta

Para determinar los valores de ahorro de la iluminación propuestas se procederá a comparar los valores obtenidos de las anteriores tablas para las cuales se utilizó iluminación led con los de el mismo trabajo realizado con iluminación fluorescente. Y para la calificación energética se verifico si cumple con lo normado por la ISO según el índice VEEL, para lo cual se emplearán criterios de optimización y determinación del nivel de ahorro energético de nuestro proyecto.

La tabla 48 muestra el total de la potencia consumida de nuestro diseño de iluminación en las diferentes áreas del edificio residencial utilizado iluminación fluorescente, multiplicando su potencia en vatios y multiplicándola por la cantidad de dicha luminaria en el área descrita

Tabla 48 Potencia del sistema de iluminación Fluorescente en cada panel

PANEL PB-DEP. A			
Descripción	Cantidad	Potencia	Potencia Total
Alumbrado Fluorescente 24W	9	36	324
Alumbrado Fluorescente 18W	20	28	560
Alumbrado Fluorescente 12W	6	18	108
Alumbrado Fluorescente 6W	8	9	72
Potencia total de iluminacion de los departamentos A(kW)			1.06
PANEL PB-DEP. B			
Descripción	Cantidad	Potencia	Potencia Total
Alumbrado Fluorescente 24W	2	36	72
Alumbrado Fluorescente 18W	15	28	420
Alumbrado Fluorescente 12W	5	18	90
Alumbrado Fluorescente 6W	5	9	45
Potencia total de iluminacion de los departamentos B(kW)			0.63
PANEL PB-ADM			
Descripción	Cantidad	Potencia	Potencia Total
Alumbrado Fluorescente 50w	6	70	420
Alumbrado Fluorescente 80w	10	125	1250
Alumbrado Fluorescente 34w	4	50	200
Alumbrado Fluorescente 24w	5	36	180
Alumbrado Fluorescente 18w	11	24	264
Alumbrado Fluorescente 16w	2	22	44
Alumbrado Fluorescente 12w	3	18	54
Alumbrado Fluorescente 10w	7	16	112
Potencia total de iluminacion de administración(kW)			2.52
PANEL PB-SG-1			
Descripción	Cantidad	Potencia	Potencia Total
Alumbrado Fluorescente 55w	6	80	480
Alumbrado Fluorescente 47w	6	70	420
Alumbrado Fluorescente 39w	13	55	715
Alumbrado Fluorescente 24w	5	36	180
Alumbrado Fluorescente 18w	43	28	1204
Alumbrado Fluorescente 16w	3	24	72
Alumbrado Fluorescente 12w	28	18	504
Alumbrado Fluorescente 10w	15	14	210
Alumbrado Fluorescente 5w	12	7	84
ALUMBRADO EMERGENCIA	62	36	2232
Potencia total de iluminacion de servicios generales(kW)			6.10

La tabla 49 presenta los datos del edificio residencial el cual tiene un consumo en iluminación de 27.91kW, comparando este dato con la carga instalada del edificio la cual es 156.68kW llegamos a la conclusión que la iluminación de nuestro diseño representa el 17.8% del edificio.

Tabla 49 Potencia total del sistema de iluminación Fluorescente

Potencia Total de la iluminación contemplada			
PANEL	Cantidad Paneles	Potencia kW	Potencia Total kW
PB-DEP. A	14	1.06	14.89
PB-DEP. B	7	0.63	4.39
PB-ADM.	1	2.52	2.52
PB-SG-1	1	6.10	6.10
Potencia total de la iluminación(kW)			27.91

En la tabla 50 se observa la comparativa del consumo de estas dos tecnologías de iluminación se procedió a compararlas en base a la cantidad de iluminación requerida.

Tabla 50 Comparativa de la potencia consumida por iluminación LED vs Fluorescente

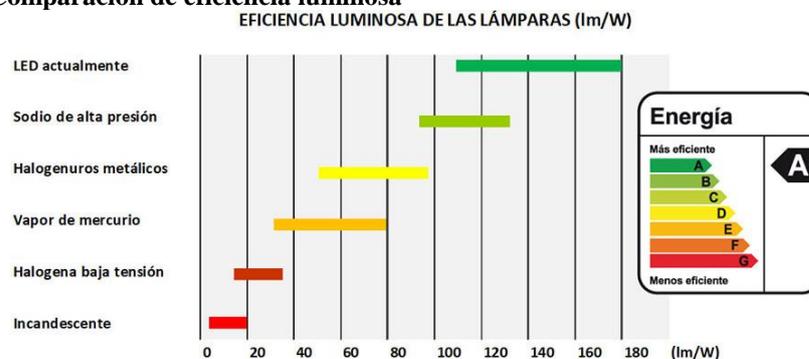
Potencia total de la iluminación(kW)	
LED	Fluorescente
18.39 kW	27.91kW

La comparativa nos llevó a obtener potencias de consumo diferentes, dando como resultado que las LED consumirían un 51.7% menos que los fluorescentes.

6.5.1 Comparativa de características entre luminarias

Se procederá a hacer la comparativa de las luminarias de la misma potencia para determinar las diferencias y las más óptimas según la figura 58 que muestra las principales tecnologías de iluminación con la cual hacemos la comparativa y obtendremos los siguientes valores de eficiencia luminosa.

Figura 58 Comparación de eficiencia luminosa



Nota: recuperado de <http://iluminica.com/como-reemplazar-luminarias-de-vapor-de-sodio-por-luminarias-led/>

6.5.2 Determinación del ahorro energético de la iluminación

Para evaluar la eficiencia energética de la iluminación

utilizamos las siguientes técnicas:

- Uso de iluminación eléctricamente eficiente
- Sistema de control de luces automático para que el consumo sea óptimo

Los cuales son los parámetros propuestos para poder decir que el diseño tiene cierta calificación de eficiencia energética.

Para determinar la calificación energética del edificio se procedió a utilizar la fórmula del Valor de Eficiencia Energética de la instalación VEEI expresado en (W/m²) por cada 100 luxes, mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{prom}}$$

Para obtener el índice C se procede a dividir nuestros valores obtenidos de VEEI contra lo VEEI límites de la tabla 6 para así obtener el índice C.

$$C = \frac{VEEI}{VEEI \text{ límite}}$$

La tabla 51 muestra nuestra calificación energética con respecto al índice C, este es el método que usamos para etiquetar la eficiencia energética de nuestro edificio residencial.

Tabla 51 Valor del índice C

Valor de C	Calificación
C < 0.4	A
0.4 < C < 0.65	B
0.65 < C < 1	C
1 < C < 1.3	D
1.3 < C < 1.6	E
1.6 < C < 2	F
2 ≤ C	G

Nota: adaptada de <http://vgatec.blogspot.com/2012/05/calificacion-energetica-en-alumbrado.html>

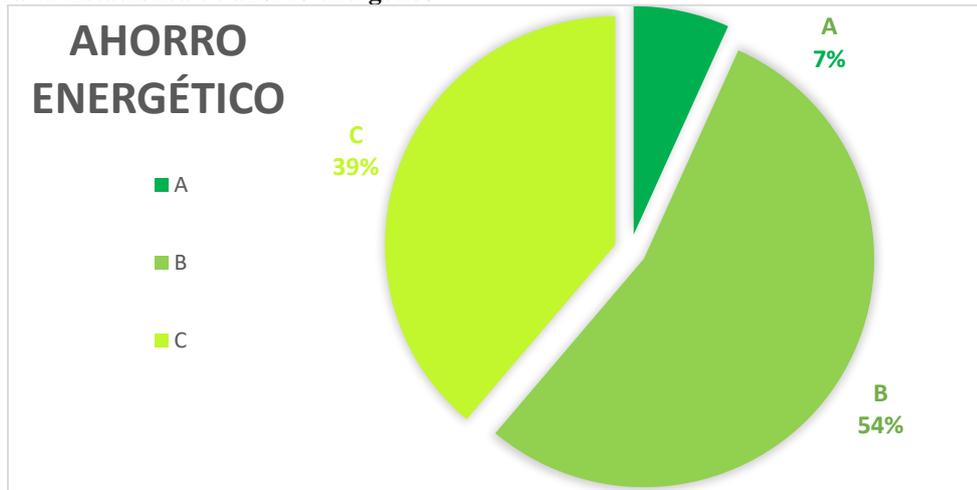
La tabla 52 muestra los resultados obtenidos de las operaciones y comparaciones anteriormente realizadas, concluyendo nuestro proyecto con el ahorro energético de la iluminación de cada área del edificio, cabe recalcar que para que esta afirmación sea correcta se requiere que los accionamientos de las luminarias de las áreas de servicios generales sean mediante interruptores automáticos, ya sean sensores de luz o de movimiento

Tabla 52 Resumen del ahorro energético en la iluminación del edificio residencial

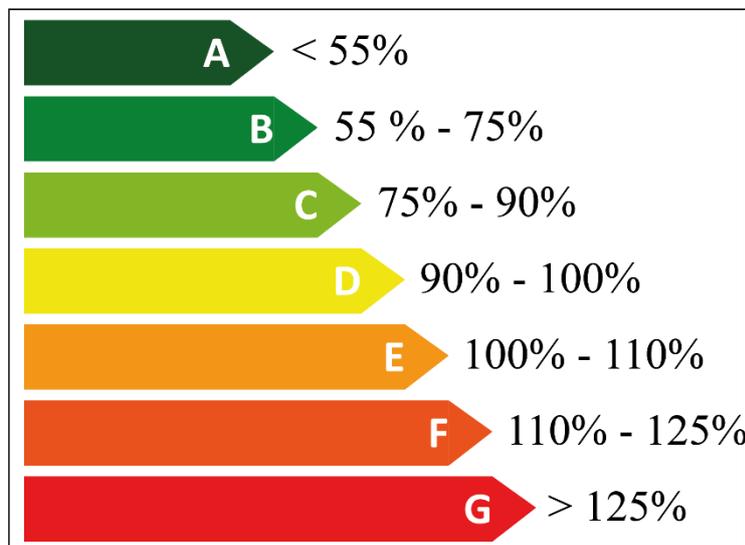
Área	Ubicación	Potencia de la iluminación	Área	Iluminación media	VEEI calculado	VEEI límite	C	Calificación energética
Exterior	Parqueo exterior	888	777	37.2	3.07	4	0.77	C
	Áreas Verdes	862	697	63.6	1.94	4	0.49	B
Administración	Oficina	108	10.4	435	2.39	3	0.80	C
	Baño de oficina	30	2.52	308	3.87	4	0.97	C
	Baño de hombre	66	7.28	235	3.86	4	0.96	C
	Baño de mujeres	54	6.5	278	2.99	4	0.75	C
	Cuarto de bombas	48	9.37	213	2.41	4	0.60	B
	Cuarto de control	24	2.35	256	3.99	4	1.00	C
	Entrada	6	1.44	150	2.78	4	0.69	C
Subterráneo	Parqueo	837	475.26	159	1.11	4	0.28	A
	Eléctrico	120	23.2	256	2.02	4	0.51	B
Área general	Pasillo	144	155	111	1.93	4	0.48	B
	Pasillo exterior	36	6.85	171	3.07	4	0.77	C
Departamento tipo A	Util general 1/2	12	4.3	137	2.04	4	0.51	B
	Escaleras	68	8.91	191	4.00	4	1.00	C
	Dormitorio master	72	13.03	294	1.88	4	0.47	B
	Walking closet	24	4.9	257	1.91	4	0.48	B
	Baño master	36	5.08	260	2.73	4	0.68	C
	Sala, comedor, cocina	144	29.6	354	1.37	4	0.34	A
	Sala de estar	72	11	399	1.64	4	0.41	B
	Corredor	54	12.52	201	2.15	4	0.54	B
	Lavandería	24	4.24	294	1.93	4	0.48	B
	Cuarto de servicio	24	7.88	162	1.88	4	0.47	B
	Baño de servicio	24	3.17	334	2.27	4	0.57	B
	Dormitorio 2	42	14.04	172	1.74	4	0.43	B
	Dormitorio 3	36	12.08	178	1.67	4	0.42	B
	Baño dormitorio 2	30	4.07	279	2.64	4	0.66	C
	Baño dormitorio 3	30	4.3	278	2.51	4	0.63	B
	Util	12	1.55	245	3.16	4	0.79	C
	Baño de visitas	18	2.35	251	3.05	4	0.76	C
Balcón	48	7.07	259	2.62	4	0.66	C	
Departamento tipo B	Dormitorio master	72	16.7	294	1.47	4	0.37	A
	Baño master	36	3.92	260	3.53	4	0.88	C
	Sala, comedor, cocina	144	23.56	354	1.73	4	0.43	B
	Corredor	54	7.94	201	3.38	4	0.85	C
	Lavandería	24	2.42	294	3.37	4	0.84	C
	Cuarto de servicio	24	5.39	162	2.75	4	0.69	C
	Dormitorio 2	42	10.91	172	2.24	4	0.56	B
	Baño dormitorio 2	30	3.08	279	3.49	4	0.87	C
	Baño de visitas	24	2.72	251	3.52	4	0.88	C
	Balcón	48	6.35	259	2.92	4	0.73	C
Calificación promedio del edificio		109.54	58.71	236.12	2.56	3.98	0.65	B

En la figura 59 da un detalle del porcentaje de calificaciones con respecto a la cantidad de áreas que fueron calificadas como A, B o C.

Figura 59 Estadística de ahorro energético



La figura 59 muestra el ahorro energético obtenida en nuestro edificio, al decir que nuestro edificio tiene una calificación energética de B podemos hablar de que su ahorro energético que es del 70% de lo que consume el promedio por lo cual cumplimos el objetivo de entregar un edificio altamente ahorrativo sin dejar de lado prestaciones como confort visual o seguridad



Podemos llegar a la conclusión de nuestro trabajo luego de realizar el diseño de iluminación, recopilar los datos y su posterior análisis en formulas comparándolos con índices, obtuvimos una calificación energética de B para el área de iluminación.

CAPÍTULO 7

DISEÑO ELÉCTRICO DEL PROYECTO

7.1 Diseño eléctrico

Este proyecto está elaborado para el diseño de iluminación eficiente y electrificación para un modelo de edificio residencial, que cuenta con necesidades de habitabilidad, seguridad, confort y economía. El diseño conceptual de este proyecto, esta evaluado para que su funcionabilidad alcance la mejor clasificación de ahorro energético, siendo este el de tipo B, que por sus características se considera que el edificio tendrá un consumo menor de energía, que si se lo usara con elementos de ahorro energético de mediana eficiencia.

Para la elaboración del diseño eléctrico, se utilizaron los datos obtenidos de todos los capítulos mencionados en esta tesis. De los cálculos elaborados de las redes eléctricas del edificio, obtuvimos la demanda total calculada para el dimensionamiento del transformador Pad Mounted, la demanda calculada de cada panel de distribución de servicios generales y de paneles para cada piso con sus respectivos departamentos característicos. Estos capítulos ayudaron a determinar el calibre de los conductores y sus respectivos disyuntores de protección de los sistemas eléctricos. Con estos datos obtenidos y siguiendo normas de diseño nacionales e internacionales que aportaron de manera cualitativa al diseño, para llegar a la eficiencia tipo B propuesta en esta tesis.

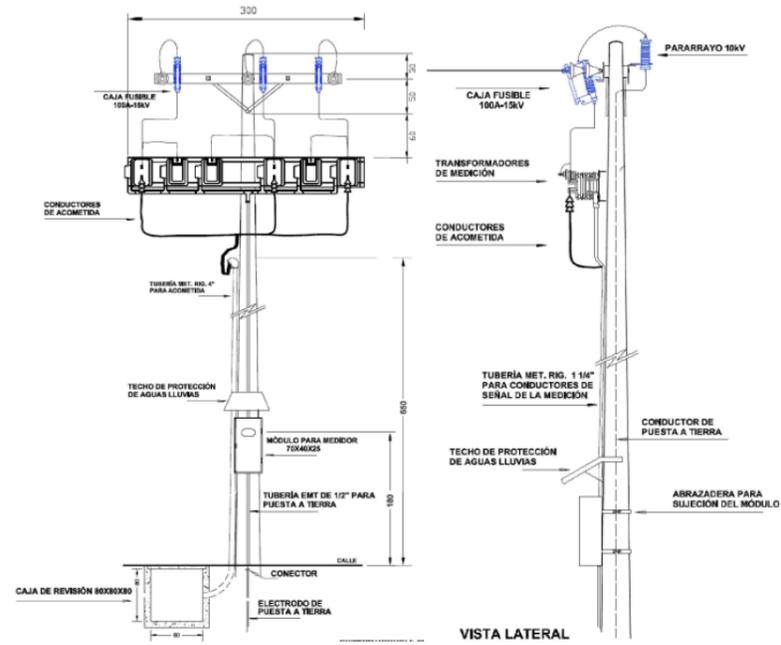
Los planos adjuntos a este diseño, mostraran la distribución, detalles de instalaciones, ubicaciones de elementos participativos, detalles constructivos de instalaciones eléctricas, diagrama unifilar general, simbologías, distribución de circuitos y entre tantas otras informaciones específicas del modelado para llegar a los objetivos generales y particulares del diseño.

Se adjuntan los planos del proyecto en el Disco

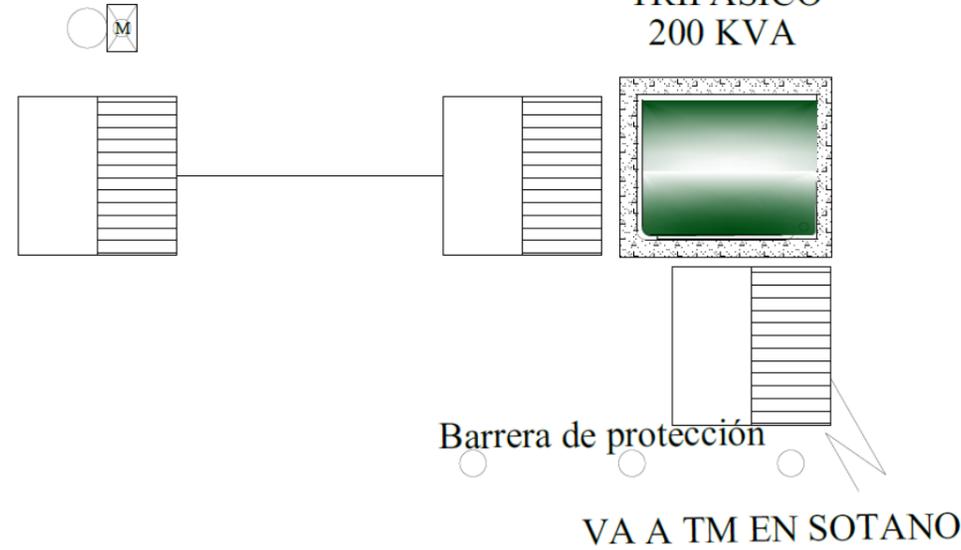
7.1.1 Diseño de diagrama unifilar

7.1.2 Detalle de las instalaciones eléctricas

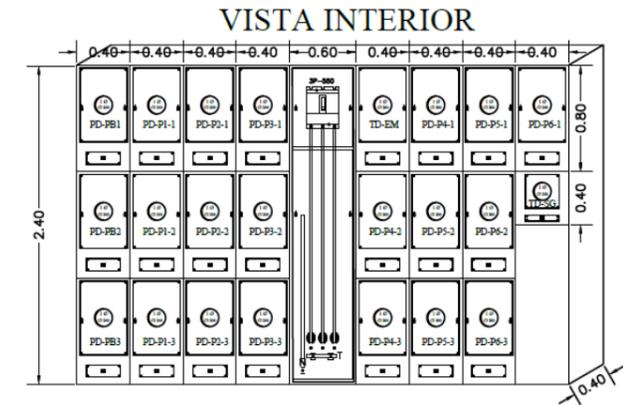
DETALLE DE ULTIMO POSTE



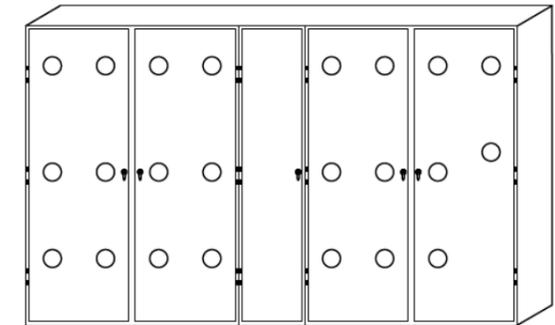
Ultimo poste



DETALLE DE TABLERO DE MEDIDOR



VISTA EXTERIOR

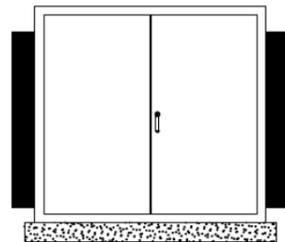


DETALLE TRANSFORMADOR

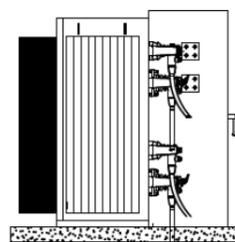
Vista frontal



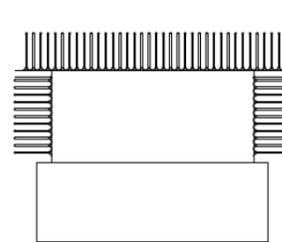
Vista frontal



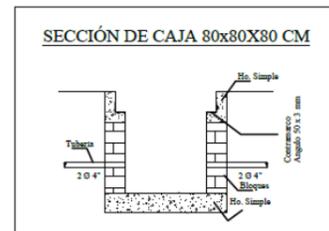
Vista lateral



Vista Superior



TIPO MALLA			
DIMENSIONES			PESO
H	L	P	W
mm	mm	mm	Kg
1401	1606	1476	1286



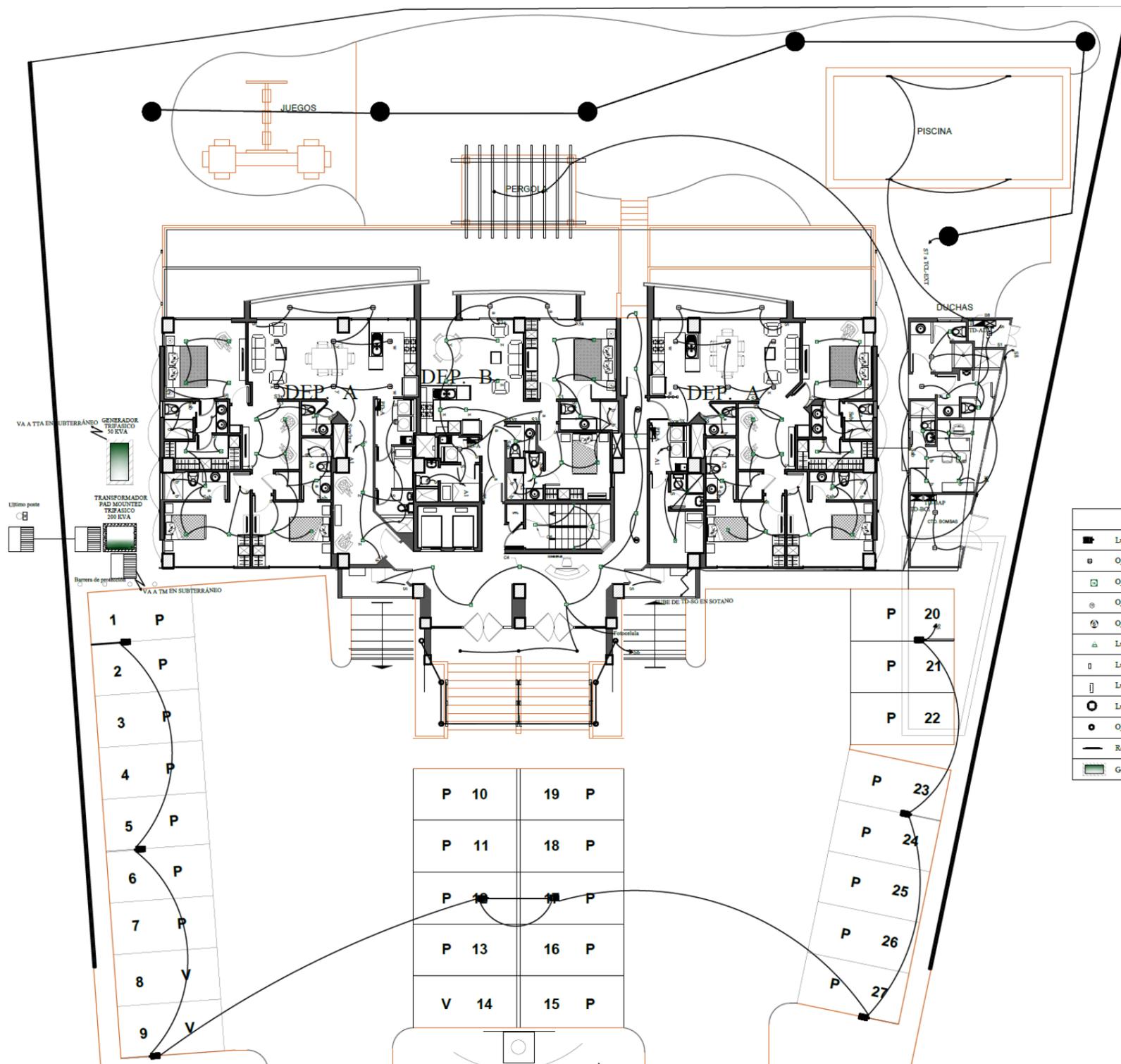
Proyecto: Proyecto de iluminación eficiente y electrificación del edificio residencial

Elaborado por:
Luis Francisco Torres Manzano

Título: Detalles de las instalaciones eléctricas

Contiene: Detalle de ultimo poste
Detalle del transformador
Detalle de las cajas de paso
Detalle del tablero de medidores
Detalle de la conexión del transformador

7.1.3 Diseño de red en baja tensión e iluminación de planta baja y exteriores



SIMBOLOGÍA			
	Luminaria de poste 80 w		Luminaria de poste 50 w
	Ojo de busey LED 24w		Sensor de movimiento
	Ojo de busey LED 18w		Fotocélula
	Ojo de busey LED 12w		Panel de breakers
	Ojo de busey LED 6w		Tablero de distribución
	Luminaria de pared 10w		Interruptor Simple
	Luminaria de pared 12w		Interruptor doble
	Luminaria de pared 5w		Interruptor conmutado
	Luminaria de piso 47w		Caja de paso
	Ojo de busey LED 16w		Tablero de medidor
	Reflector de piscina 34w		Poste eléctrico
	Generador		Transformador

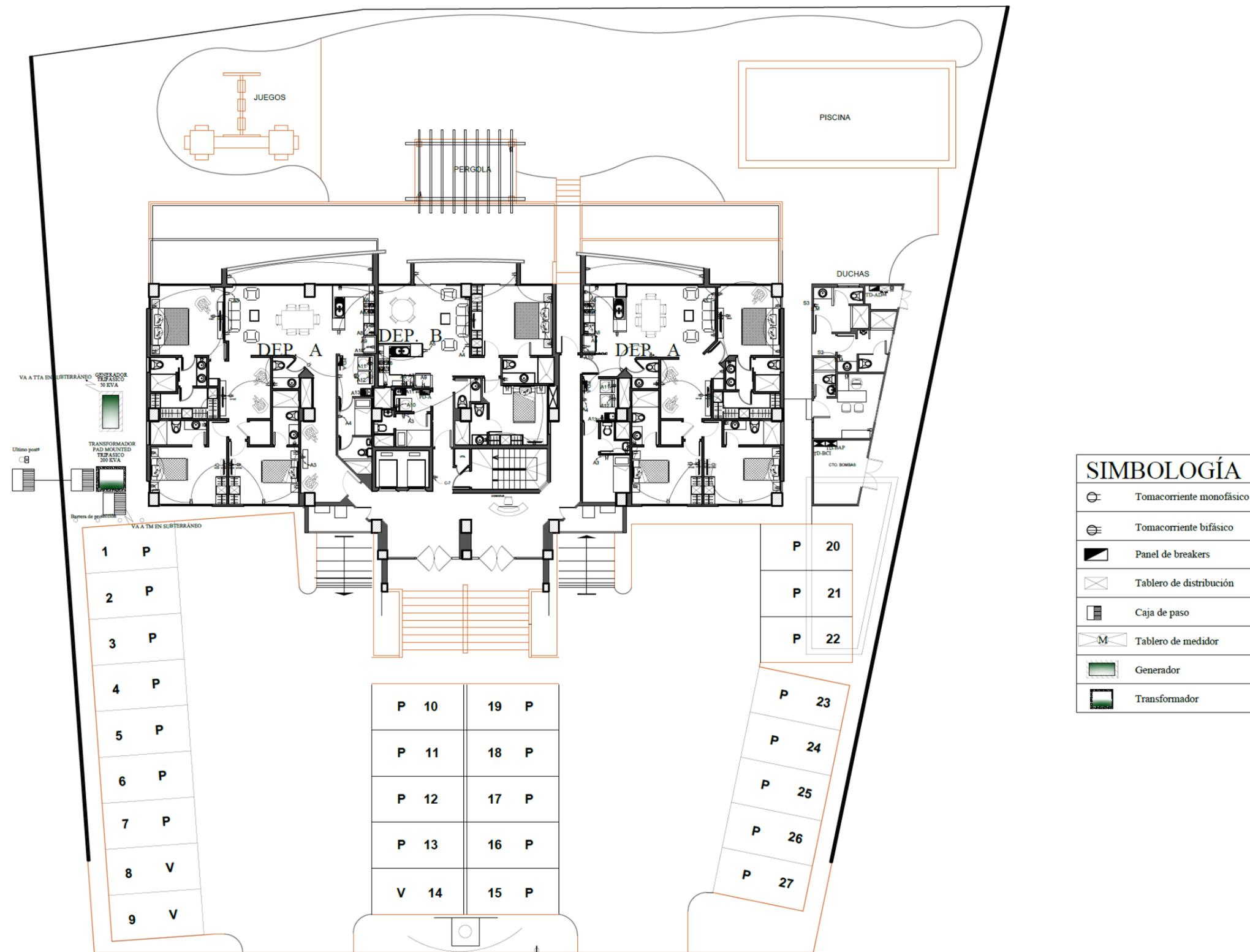
Proyecto: Proyecto de iluminación eficiente y electrificación del edificio residencial

Elaborado por:
Luis Francisco Torres Manzano

Título: Plano eléctrico de iluminación de planta baja y áreas exteriores

Contiene: Simbología
Plano eléctrico de iluminación





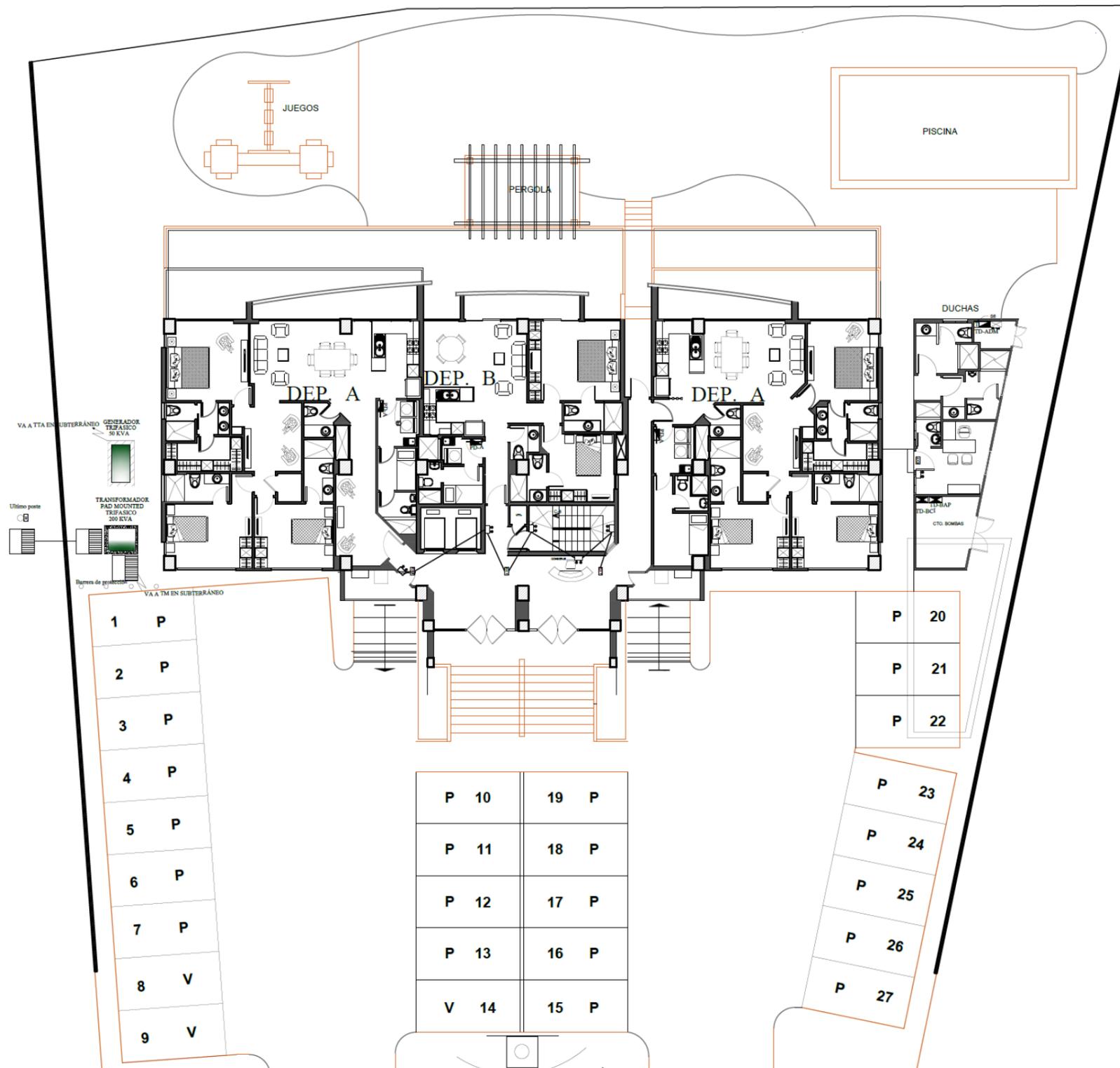
Proyecto: Proyecto de iluminación eficiente y electrificación del edificio residencial

Elaborado por:
Luis Francisco Torres Manzano

Título: Plano eléctrico de toma corrientes de planta baja y áreas exteriores

Contiene: Simbología
Plano eléctrico de toma corrientes





SIMBOLOGÍA

	Lámpara de emergencia
	Letrero de salida
	Panel de breakers
	Tablero de distribución
	Caja de paso
	Tablero de medidor
	Generador
	Transformador



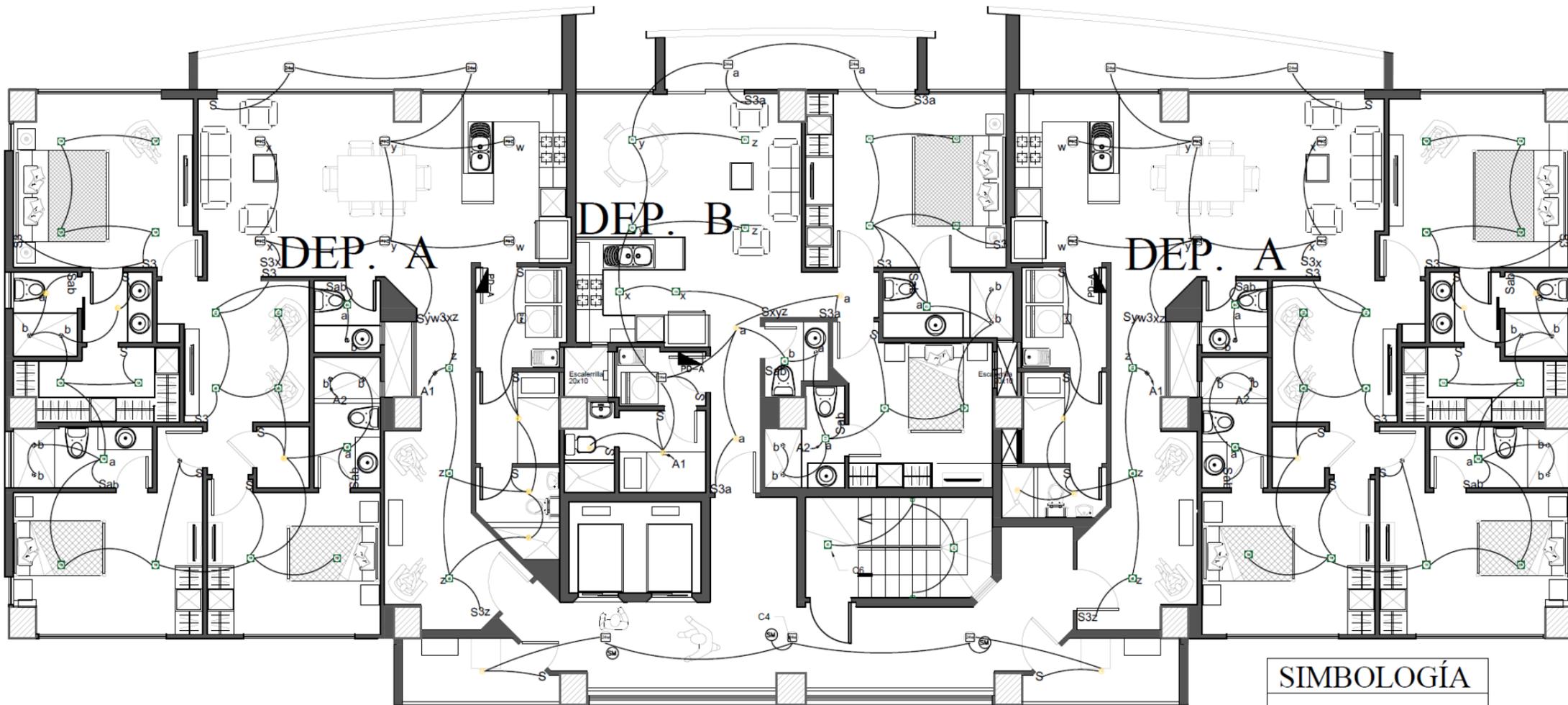
Proyecto: Proyecto de iluminación eficiente y electrificación del edificio residencial

Elaborado por:
Luis Francisco Torres Manzano

Título: Plano eléctrico de iluminación de emergencia de planta baja y áreas exteriores

Contiene: Simbología
Plano eléctrico de iluminación de emergencia

7.1.4 Diseño de red en baja tensión e iluminación de plantas altas



SIMBOLOGÍA	
	Sensor de movimiento
	Ojo de buey LED 24w
	Ojo de buey LED 18w
	Ojo de buey LED 12w
	Ojo de buey LED 6w
	Panel de breakers
	Interruptor Simple
	Interruptor doble
	Interruptor conmutado

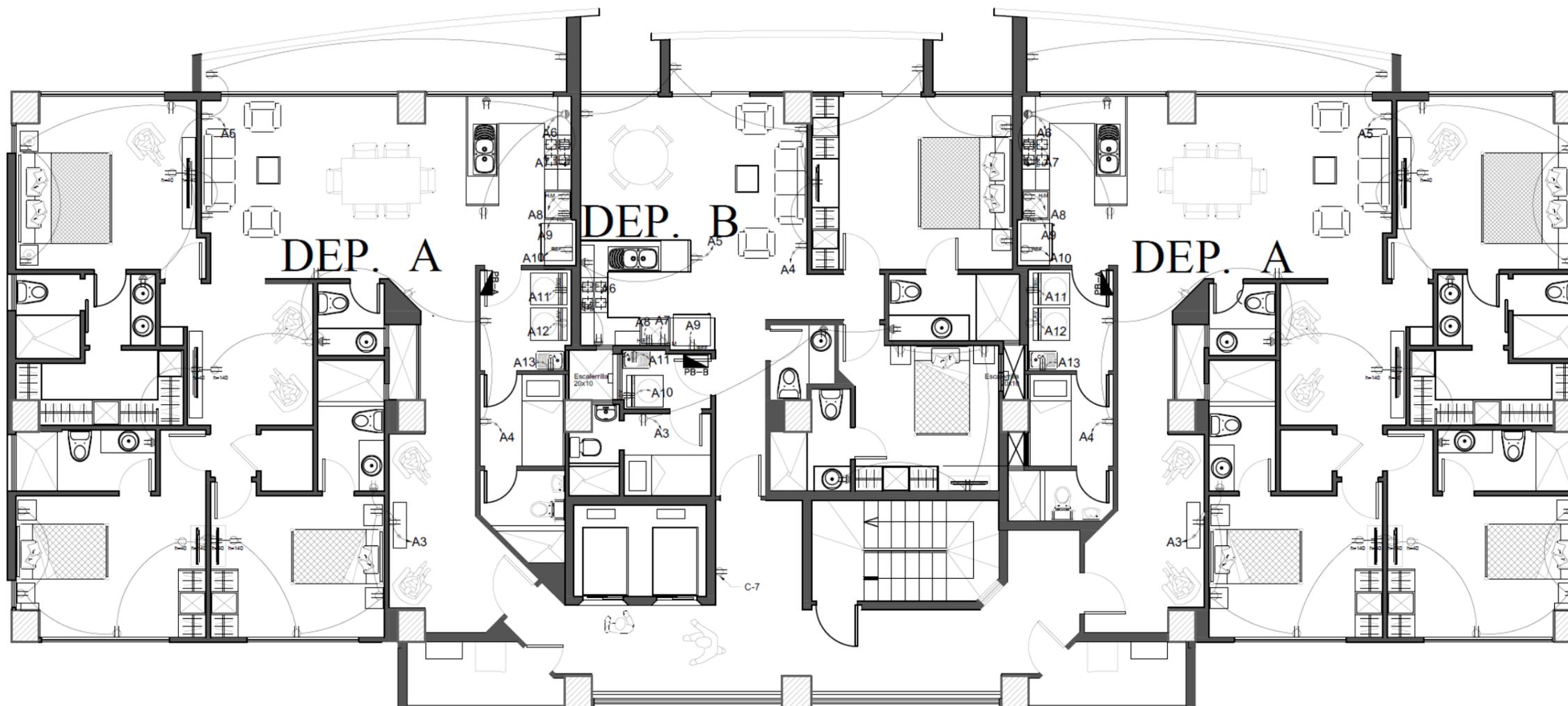


Proyecto: Proyecto de iluminación eficiente y electrificación del edificio residencial

Elaborado por:
Luis Francisco Torres Manzano

Título: Plano eléctrico de iluminación de plantas altas del piso 1 al 6

Contiene: Simbología
Plano eléctrico de iluminación



SIMBOLOGÍA	
	Panel de breakers
	Tomacorriente monofásico
	Tomacorriente bifásico

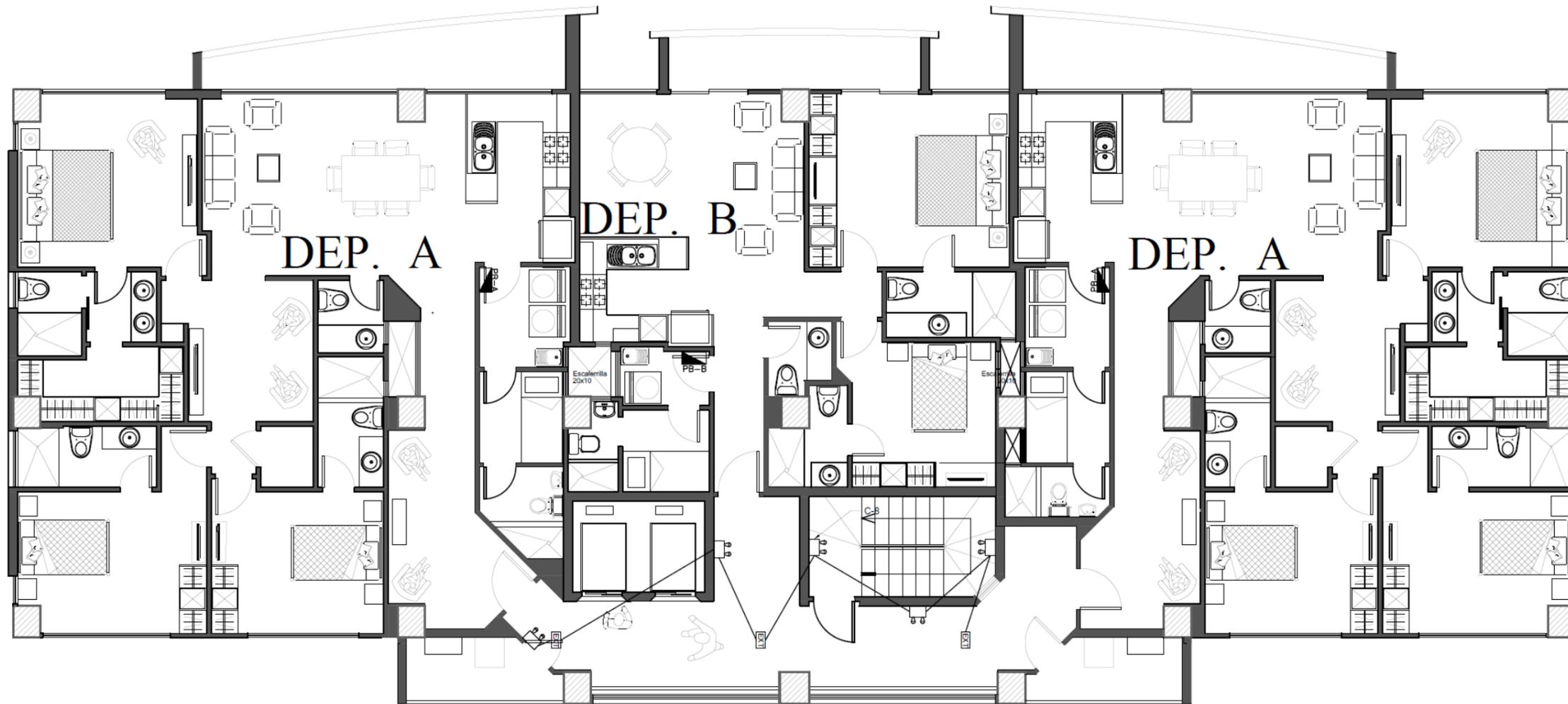


Proyecto: Proyecto de iluminación eficiente y electrificación del edificio residencial

Elaborado por:
Luis Francisco Torres Manzano

Título: Plano eléctrico de toma corrientes de plantas altas del piso 1 al 6

Contiene: Simbología
Plano eléctrico de toma corrientes



SIMBOLOGÍA	
	Lámpara de emergencia
	Letrero de salida
	Panel de breakers



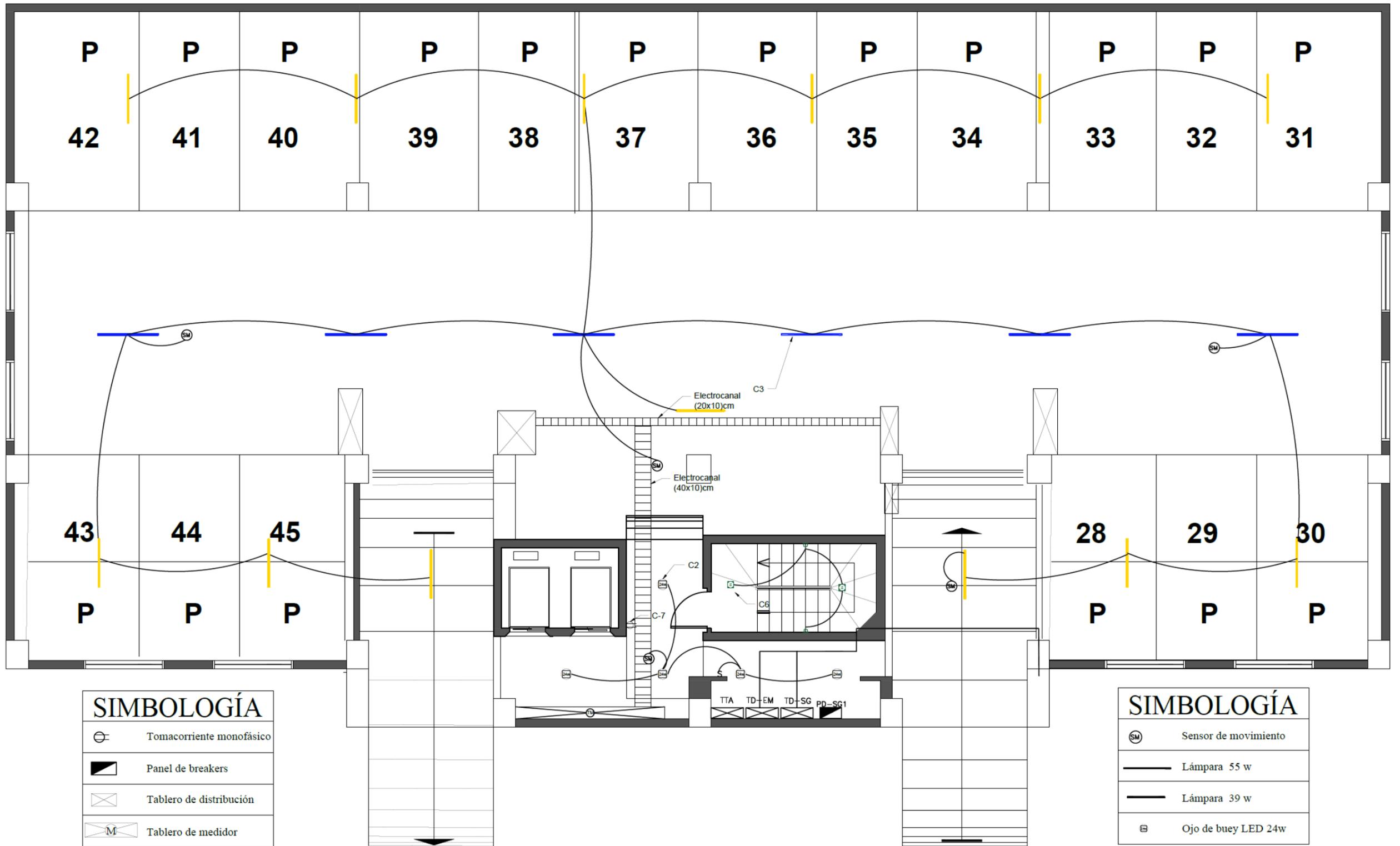
Proyecto: Proyecto de iluminación eficiente y electrificación del edificio residencial

Elaborado por:
Luis Francisco Torres Manzano

Título: Plano eléctrico de iluminación de emergencia de plantas altas del piso 1 al 6

Contiene: Simbología
Plano eléctrico de iluminación de emergencia

7.1.5 Diseño de red en baja tensión e iluminación de planta baja



SIMBOLOGÍA

	Tomacorriente monofásico
	Panel de breakers
	Tablero de distribución
	Tablero de medidor

SIMBOLOGÍA

	Sensor de movimiento
	Lámpara 55 w
	Lámpara 39 w
	Ojo de buey LED 24w

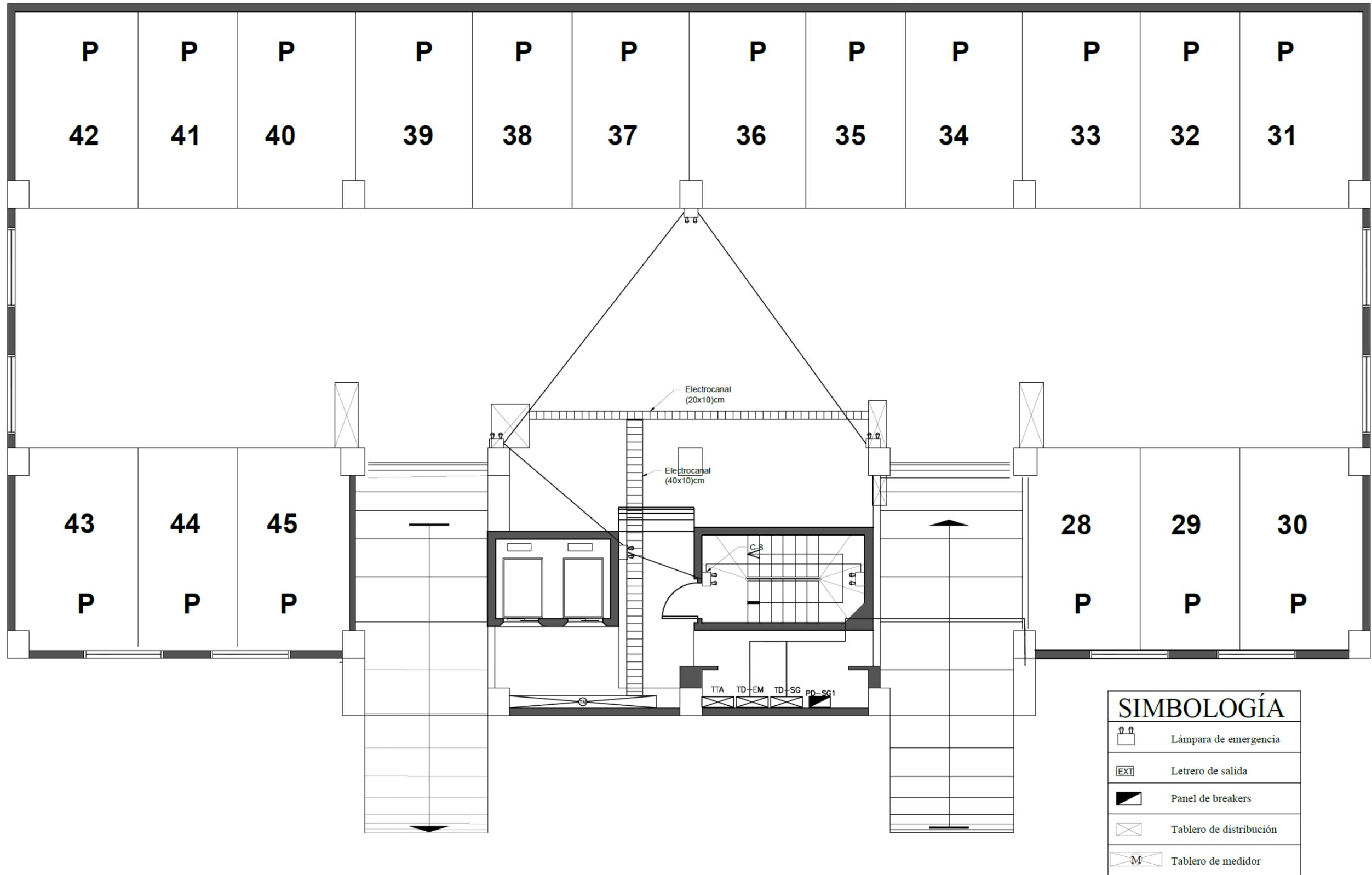


Proyecto: Proyecto de iluminación eficiente y electrificación del edificio residencial

Elaborado por:
Luis Francisco Torres Manzano

Título: Plano eléctrico de iluminación y toma corrientes del subterráneo

Contiene: Simbología
Plano eléctrico de iluminación y tomas de corriente



Proyecto: Proyecto de iluminación eficiente y electrificación del edificio residencial

Elaborado por:
Luis Francisco Torres Manzano

Título: Plano eléctrico de iluminación de emergencia del subterráneo

Contiene: Simbología
Plano eléctrico de iluminación de emergencia

7.1.6 Memoria técnica

1.- Generalidades.

En la Guayaquil, se modela la construcción del edificio Residencial, constituido por áreas verdes, parqueadero, áreas comunales, y 21 departamentos. Las edificaciones poseerán las facilidades y adelantos de la tecnología presente.

2.- Acometida principal de media tensión.

La acometida de media tensión se proyecta sea trifásica y que inicie en las redes de distribución de Media tensión y que se conectará al transformador tipo Pad Mounted de acuerdo a lo que indica los planos. Constará de 3 conductores # 2AWG de 15 kV y un conductor de #4 AWG desnudo. Como medio de protección se contempla instalar 3 cajas fusibles 15 KV de 100 amperios a la vez que 3 pararrayos de 15 kV. Los cuales se conectan a una jabalina de Cu pueta a tierra de 5/8" por 1.80m de longitud, en la base del poste donde arranca la acometida trifásica subterránea. En las terminaciones de la red de media tensión (transformadores) se debe usar el correspondiente codo conector y el insert.

3.- Transformador de 200 kVA trifásico.

El transformador de 200 KVA deberán ser trifásicos Pad Mounted tipo Radial con 3 interruptores para seccionamiento de la entrada y la salida en media tensión fusible tipo bayoneta para protección del primario, y breaker en baja tensión.

La tensión de operación será 13800V en el lado de alta y 220 / 127 v trifásico en el lado de baja tensión, será del tipo enfriado en aceite, con dos taps del 2.5% - 5% positivo y 2.5% - 5% negativos en el lado de alta. Constará con un sistema de puesta a tierra el cual está conectado al sistema de malla de puesta a tierra perimetral del edificio.

4.- Acometida principal de baja tensión.

Se iniciará desde los terminales de baja tensión del transformador hasta el breaker principal del tablero de medidores TM-D constará con una acometida con conductor de cobre del calibre indicado en el diagrama unifilar.

Y para el caso de los tableros de medidores de administración, área social y cuarto de bombas se instalará una tubería de 50 mm con una acometida con conductor de cobre del calibre indicado en el diagrama unifilar.

5.- Generador de 50kVA trifásico

El sistema eléctrico de emergencia contempla la instalación de una fuente alterna de energía, que será capaz de suministrar energía y potencia a toda la carga instalada del proyecto bajo emergencia; en caso de un corte de energía del servicio de la Empresa eléctrica; para ello se proyecta la instalación de un generador trifásicos de potencia 50 kVA a 60 Hz.

El generador debe cumplir con todas las normas locales, encapsulados para la eliminación de ruidos y con silenciadores súper críticos, deben incluir sus respectivos tanques de combustible con las especificaciones técnicas del fabricante con una capacidad máxima de 50 galones de Diesel, que abastecerán un promedio de 24 horas de trabajo a plena carga, incluirán además el sistema de amortiguación, mismo que evitará la transferencia de perturbaciones al proyecto.

El generador deberá incluir el sistema de protección principal (breaker) perfectamente armado y con platinas necesarias para el acople de conductores con sus respectivos terminales, poseerá también una barra para el sistema de tierra y el punto de neutro.

El generador deberá presentar instrumentación para voltajes, amperajes, frecuencia, factor de potencia, selector de fases, reóstato ajustador de voltajes, controles de monitoreo del motor, arranque y parada automática, switch de control para apagado, arranque manual, reset, y parada, botón de parada de emergencia,

equipo de protección contra baja presión, alta temperatura del refrigerante, sobre velocidad, con sus respectivos indicadores en el panel de control, sistema de diagnóstico por códigos, calentador de agua de las camisas, cargador de baterías y fajas térmicas.

6.- Sistema de transferencia.

Para el generador de 50 KVA se deberá instalar una transferencia Automática cuya capacidad no será menor de 175 Amperios cumpliendo con todas las normas IEC, IEEE, UL, YCSA para este tipo de equipos, deberá tener además el equipo requerido para censado trifásico de bajo voltaje con capacidad de ajuste en porcentaje al retorno y caída; accionamiento por baja frecuencia, y en ambos casos para fuentes normales como de emergencia, switch de reprueba rápido para simulación de fallas.

El mecanismo de operación es tipo contactor bloqueado mecánicamente, doble vía y con transmisión abierta o con retardo dependiendo del fabricante, deberán poseer el sistema de control tipo microprocesador que controla la operación y muestra el estado del panel de transferencia, tiempos, voltajes, corrientes, y fuentes disponibles.

En el tablero de transferencia automática llegarán las acometidas trifásicas del Transformador y del Generador y saldrá la acometida al Tablero de Distribución Principal.

Desde el tablero de transferencia sale la acometida independiente que va al tablero de bombas contra incendio en el cual están conectados la bomba principal y el jockey las cuales serán utilizadas en el caso de un siniestro.

7.- Tablero de medición totalizadora.

En esta sección se instalará la base de socket monofásica 13 terminales CL-20 para edición indirecta en media tensión, el mismo se instalará en el poste de arranque.

8.- Tablero de medición TM.

Se instalarán un tablero tipo auto soportado de plancha de 1/16" con medidas detalladas en los planos, tipo vitrina, pintado con fondo anticorrosivo y acabado con pintura esmalte color blanco hueso conteniendo en su interior:

Un breaker principal correspondiente a cada tablero que se detalla en el diagrama unifilar, cada uno de los cuales contendrá un medidor clase 100 o clase 200 monofásico o clase 20 trifásico y su breaker respectivo para los departamentos y servicios generales.

9.- Acometidas a cada panel.

Las acometidas correspondientes a cada panel están indicadas en el diagrama unifilar correspondiente. Serán de cable de cobre, dentro de ductos apropiados cumpliendo con las normas del NEC.

10.- Paneles de distribución secundarios

Serán tipo empotrable marca G.E. con la capacidad para breakers indicados en la planilla de circuitos correspondiente en el plano. Para los departamentos se considera paneles de 24-36 puntos mientras que para servicios generales uno de 6-12 puntos.

Diseñados para una tensión de operación de 220 V - 60 HZ conteniendo en su interior los equipos descritos en el diagrama unifilar correspondiente.

11.- Tubería y accesorios

Toda la tubería utilizada en la instalación es del tipo PVC para uso eléctrico. Toda la instalación es empotrada tanto en el contrapiso como en paredes y cielos rasos.

Los tubos se acoplan utilizando uniones apropiadas para tubería PVC, y a las cajas utilizando conectores EMT. No existen más de cuatro curvas de 90 grados entre dos cajas de distribución o de revisión.

Las cajas de derivación son metálicas galvanizadas con perforaciones de tapa desmontable.

Las cajas son de tamaño adecuado de tal manera que dejen espacio para realizar todos los empates y conexiones necesarias.

12.- Localización de las salidas

La ubicación de las principales salidas de la instalación sobre el piso terminado es:

- Tableros secundarios (borde superior)	1.80 m
- Interruptores (al eje)	1.20 m
- Tomacorrientes de 110 V (al eje)	0.40 m
- Tomacorrientes sobre mesón (al eje)	1.20 m

13.- Conductores

El calibre de los conductores está definido en los planos correspondientes de tipo cableado hasta una sección de 10 AWG y de un solo hilo desde 12 AWG y calibres inferiores.

14.- Piezas y accesorios

Los interruptores, tomacorrientes de 110v y tomacorrientes de 220v. Son de primera calidad construidos con material no conductor, no combustible. Estos se encuentran cubiertos por una placa decorativa de plástica de excelente acabado.

CAPÍTULO 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones

El estudio de este trabajo de titulación de Diseño de un proyecto de iluminación eficiente y electrificación de un edificio residencial, se evaluó inicialmente que el

ahorro energético en la instalación que se obtendría, sería del 40% del consumo por iluminación fluorescente, pero esta hipótesis fue mejorada logrando un 51% de ahorro.

Al optimizar la demanda requerida, diseñando y evaluando mejores características de los elementos a instalar, aprovechamos nuevas tendencias en tecnología que proporcionó datos técnicos y comparativos con mejores resultados, tomando de los fabricantes de marcas reconocidas a nivel mundial, su catálogo que ofrece una mayor diversidad en productos con tecnología de punta. El software Dialux permitió la visualización digital del comportamiento de los espectros de luz y su eficiencia en, alcance, consumo y luminosidad de cada elemento, permitió de una manera técnica, a elegir los elementos óptimos y rentables para el proyecto.

Se sumaron criterios de diseño de iluminación con normas y especificaciones internacionales, con estudios de eficiencia energética utilizando normativas calificadas por la ISO, tales como la norma VEEI, que proporcionó en base a sus estándares descritos y procedimientos de cálculos un mayor ahorro energético que el inicial proyectado.

Todo este diseño se basó en características como la calidad, seguridad, economía y confort de los residentes, debido a que estas características deben ser tomadas en cuenta a la hora de realizar diseños eléctricos, no solo por el hecho de requerir menos energía contaminante al medio ambiente, sino por el ahorro que representa en términos económicos a todos los residentes.

8.2 Recomendaciones

El estudio y análisis de la elaboración del diseño de un proyecto de iluminación eficiente y electrificación de un edificio residencial, pauta a sugerir recomendaciones de uso, mantenimiento y durabilidad de los sistemas eléctricos diseñados.

- Realizar un programa de mantenimientos preventivos a los sistemas eléctricos, tales como: paneles de circuitos, transformadores, y maquinas eléctricas, para evitar pérdidas energéticas por calor y fricción.
- Restringir el uso de electrodomésticos de potencias elevadas, y de eficiencias menores a calificación C.

- La implementación de un diseño para un sistema de calentamiento del agua para la piscina y agua de uso general en las duchas de los baños, especificaciones ecológicas.
- Instalación de sistema de riego eficiente
- Se recomienda un mantenimiento constante del sistema hidrosanitario y su respectivo calculo para el encendido eficiente de la bomba de presión del sistema a fin de evitar fugas y consumos innecesarios.
- Realizar el estudio para la implementación de un pararrayos para los equipos de telecomunicaciones.

REFERENCIAS

- Arellano Toño. (2020, June 6). *La iluminación de emergencia también se diseña* .
<https://www.iluminet.com/disenio-iluminacion-de-emergencia/>
- Asselum. (2017, March 3). *Unidades luminotécnicas - Ángulo sólido*.
<https://asselum.com/unidades-luminotecnicas-angulo-solido/>
- Ballester-Olmos, J. F. (n.d.). Iluminación artificial de las zonas verdes. *Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación*, 6429. Retrieved September 4, 2020, from <https://www.google.com/search?q=iluminacion+de+areas+verdes&oq=iluminacion+de+area&aqs=chrome.1.69i57j0l7.6943j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
- Deco, F. (2017). La utilidad de las curvas fotométricas. *Salud(i)Ciencia*.
https://www.editores-srl.com.ar/sites/default/files/lu139_deco_curvas_fotometricas.pdf
- Diez, A. M., González, A., de la Puente, Á., Martín, M., & Vega, B. (2017). *Selección de equipos y materiales en las instalaciones eléctricas de baja tensión en el entorno de edificios de viviendas, industrias, oficinas y locales de pública concurrencia*.
<https://books.google.com.ec/books?id=K-U2DwAAQBAJ&pg=PA107&lpg=PA107&dq=No+toda+la+luz+emitida+por+una+fuentes+produce+sensación+luminosa+ni+toda+la+energía+que+consume+se+convierte+en+luz&source=bl&ots=bkHiCCmdWz&sig=ACfU3U2Fb844sQNpau8rCIWq3hxBIiwYw&hl=>
- Empresa Electrica de Guayaquil. (2012). *Natsim 2012*.
- Equipo Técnico MasVoltaje. (2016). Tipos de Cables Eléctricos: Uso, Medidas, Colores y Aislamientos. In *MasVoltaje*. <https://masvoltaje.com/blog/tipos-de-cables-electricos-que-existen-n12>
- Graiz, E., & Al Azhari, W. (2019). Energy Efficient Glass: A Way to Reduce Energy Consumption in Office Buildings in Amman (October 2018). *IEEE Access*, 7(October 2018), 61218–61225.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2884991>
- Jeba Kumar, S. (2011, November 30). *Digital Energy Meter | EEWeb Community*.
<https://www.eeweb.com/member-projects/digital-energy-meter>
- LEDVANCE. (2020). *DAMP PROOF / Productos*.
<https://www.ledvance.es/profesional/productos/luminarias/luminarias-profesionales/luminarias-para-espacios-humedos/damp-proof/damp-proof/index.jsp>
- Lenk, R., & Lenk, C. (2017). Practical INTRODUCTION TO LIGHT. In *Practical Lighting Design With LEDs* (pp. 25–42). The Institute of Electrical and Electronics Engineers,. <https://doi.org/10.1002/9781118008218>
- MAGNETRON. (2015). *Transformadores* .

- Ministerio de Fomento del Gobierno de España. (2019). *Documento Básico Seguridad de utilización y accesibilidad (codigo tecnico de edificación)*. <http://www.arquitectura-tecnica.com/hit/Hit2016-2/DBHE.pdf>
- Ministerio de Fomento. (2019). *Documento Básico HE Ahorro de Energía (Código Técnico de La Edificación)*, 1–129. <http://www.arquitectura-tecnica.com/hit/Hit2016-2/DBHE.pdf>
- Moreno Andres. (2018). *Elementos básicos de un sistema de transmisión eléctrica*. <https://www.electricaplicada.com/elementos-basicos-de-un-sistema-de-trasmision-electrica/>
- NEC. (2015). *Nationa Electric Code*.
- Phillips. (2002). *Norma Europea sobre Iluminación para Interiores*. 40–70.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2016). *Aceleración de la adopción mundial de la iluminación energéticamente eficiente Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)-Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) Unidos por la Eficiencia (U4E, United for Efficiency)*. <http://united4efficiency.org/>
- Ramirez, M., & Bernal, L. (2015). *Determinación De La Cantidad Adecuada De Usuarios Por Transformador De Potencia En Zonas De Santa Elena a Nivel De Baja Tensión Considerando Eficiencia Energética*. 1(1), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Sacerdoti Eduardo. (2015, October 14). *Masa, neutro y tierra. ¿Qué tienen en común?* – *Equaphon University*. <https://www.equaphon-university.net/masa-neutro-y-tierra-que-tienen-que-ver/>

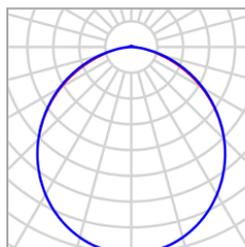
ANEXOS

Anexo 1 Levantamiento de información de centro comercial.



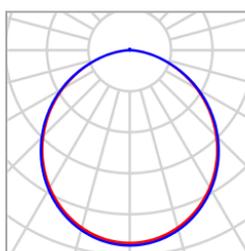
Anexo 2 Características de las luminarias LEDVANCE 6W

Φ_{total} 1452142 lm	P_{total} 16981.0 W	Rendimiento lumínico 85.5 lm/W
------------------------------	--------------------------	-----------------------------------



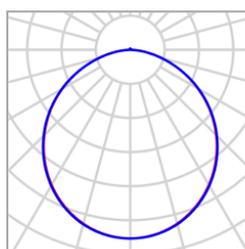
Uni.	141	P	6.0 W
Fabricante	LEDVANCE	$\Phi_{Luminaria}$	430 lm
Nº de artículo	4058075079250	Rendimiento lumínico	71.7 lm/W
Nombre del artículo	DOWNLIGHT SLIM SQUARE 105 6 W 6500 K WT	CCT	6500 K
Lámpara	1x DL SLIM SQ 105 6 W 6500 K WT	CRI	80

Anexo 3 Características de las luminarias LEDVANCE 12W



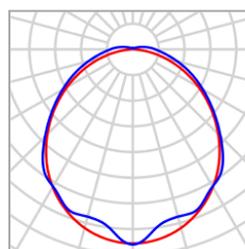
Uni.	122	P	12.0 W
Fabricante	LEDVANCE	$\Phi_{Luminaria}$	1020 lm
Nº de artículo	4058075079311	Rendimiento lumínico	85.0 lm/W
Nombre del artículo	DOWNLIGHT SLIM SQUARE 155 12 W 6500 K WT	CCT	6500 K
Lámpara	1x DL SLIM SQ 155 12 W 6500 K WT	CRI	80

Anexo 4 Características de las luminarias LEDVANCE 18W



Uni.	411	P	18.0 W
Fabricante	LEDVANCE	$\Phi_{\text{Luminaria}}$	1530 lm
Nº de artículo	4058075079373	Rendimiento lumínico	85.0 lm/W
Nombre del artículo	DOWNLIGHT SLIM SQUARE 210 18 W 6500 K WT	CCT	6500 K
Lámpara	1x DL SLIM SQ 210 18 W 6500 K WT	CRI	80

Anexo 5 Características de las luminarias LEDVANCE DAMP PROOF 39W



Uni.	13	P	39.0 W
Fabricante	LEDVANCE	$\Phi_{\text{Luminaria}}$	4400 lm
Nº de artículo	4058075079854	Rendimiento lumínico	112.8 lm/W
Nombre del artículo	LEDVANCE DAMP PROOF LED 1200 39 W 6500K IP65 GY	CCT	6500 K
Lámpara	1x DP 1200 39 W 6500K IP65 GY	CRI	80

Anexo 6 Características de las luminarias LEDVANCE DAMP PROOF 55W



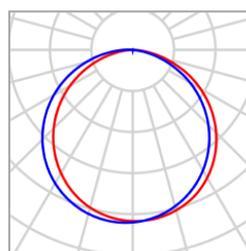
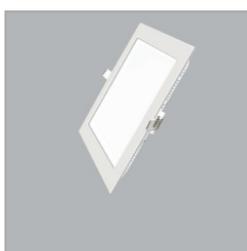
Uni.	6	P	55.0 W
Fabricante	LEDVANCE	$\Phi_{\text{Luminaria}}$	6400 lm
N° de artículo	4058075079878	Rendimiento lumínico	116.4 lm/W
Nombre del artículo	LEDVANCE DAMP PROOF LED 1500 55 W 6500K IP65 GY	CCT	6500 K
Lámpara	1x DP 1500 55 W 6500K IP65 GY	CRI	80

Anexo 7 Características de las luminarias LIGMAN 80W



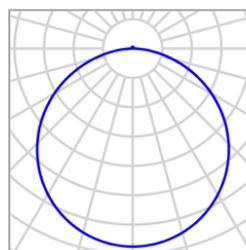
Uni.	8	P	80.0 W
Fabricante	LIGMAN	$\Phi_{\text{Luminaria}}$	9600 lm
N° de artículo	BIU-90002-LC-T1-W40	Rendimiento lumínico	120.0 lm/W
Nombre del artículo	Billund 1 Street and area lighting luminaires	CCT	6873 K
Lámpara	1x BIU-90002-LC-T1-W80	CRI	79

Anexo 8 Características de las luminarias MPE 24W



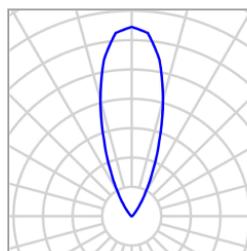
Uni.	174	P	24.0 W
Fabricante	MPE	$\Phi_{\text{Lámpara}}$	1800 lm
Nº de artículo	SPL-24T	$\Phi_{\text{Luminaria}}$	2183 lm
Nombre del artículo	LED square mini panel 24W 6500K	η	121.27 %
Lámpara	1x SPL_24T	Rendimiento lumínico	91.0 lm/W
		CCT	6500 K
		CRI	82

Anexo 9 Características de las luminarias MPE 24W sobrepuestas



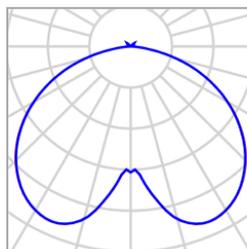
Uni.	15	P	24.0 W
Fabricante	MPE	$\Phi_{\text{Lámpara}}$	2160 lm
Nº de artículo	SSDL-24T	$\Phi_{\text{Luminaria}}$	2160 lm
Nombre del artículo	LED Downlight White Square Surface 24W 6500K	η	100.00 %
Lámpara	1x SSDL-24T	Rendimiento lumínico	90.0 lm/W
		CCT	6500 K
		CRI	82

Anexo 10 Características de las luminarias SIMES 34W pool



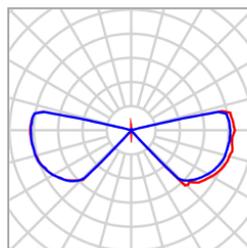
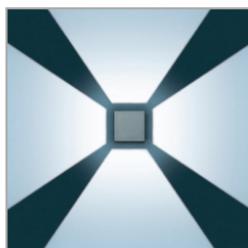
Uni.	4	P	34.0 W
Fabricante	SIMES	$\Phi_{\text{Luminaria}}$	1489 lm
N° de artículo	S.3627.19	Rendimiento lumínico	43.8 lm/W
Nombre del artículo	POOL	CCT	5534 K
Lámpara	1x LED 6000K	CRI	69

Anexo 11 Características de las luminarias SIMES 50W



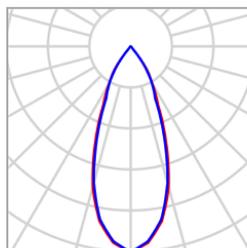
Uni.	6	P	50.0 W
Fabricante	SIMES	$\Phi_{\text{Luminaria}}$	2519 lm
N° de artículo	S.3993N	Rendimiento lumínico	50.4 lm/W
Nombre del artículo	MINISLOT DISK	CCT	4181 K
Lámpara	1x LED 4000K	CRI	91

Anexo 12 Características de las luminarias SIMES 10W pared



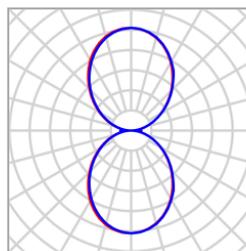
Uni.	15	P	10.0 W
Fabricante	SIMES	$\Phi_{\text{Luminaria}}$	116 lm
Nº de artículo	S.5097	Rendimiento lumínico	11.6 lm/W
Nombre del artículo	MINILIFT LED	CCT	5534 K
Lámpara	1x LED 6000K	CRI	75

Anexo 13 Características de las luminarias SIMON 16W



Uni.	5	P	16.0 W
Fabricante	SIMON	$\Phi_{\text{Lámpara}}$	1400 lm
Nº de artículo	64031038-484	$\Phi_{\text{Luminaria}}$	1400 lm
Nombre del artículo	Proyector 640.31 superficie NW WIDE FLOOD. Negro.	η	100.00 %
Lámpara	1x LED 640.31 NW WIDE FLOOD	Rendimiento lumínico	87.5 lm/W
		CCT	4000 K
		CRI	80

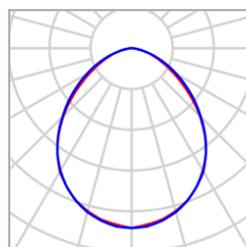
Anexo 14 Características de las luminarias SIMON 12W de pared



Uni.	21
Fabricante	SIMON
Nº de artículo	70731133-884
Nombre del artículo	Luminaria pared 707.31 2L NW DIFFUSED Aluminio
Lámpara	1x LED 707.31 2L NW

P	12.0 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	750 lm
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	750 lm
η	100.00 %
Rendimiento lumínico	62.5 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80

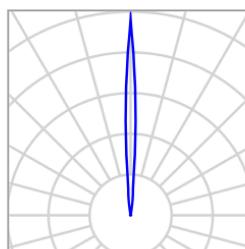
Anexo 15 Características de las luminarias SYLVANIA 5W IN WALL



Uni.	12
Fabricante	SYLVANIA
Nº de artículo	0049279
Nombre del artículo	INWALL 5 STE DIF 4W LED WHT
Lámpara	1x INWALL 5 STE DIF 4W LED WHT

P	5.0 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	265 lm
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	264 lm
η	99.76 %
Rendimiento lumínico	52.9 lm/W
CCT	4000 K
CRI	85

Anexo 16 Características de las luminarias SYLVANIA 47W INGROWN



Uni.	6
Fabricante	SYLVANIA
Nº de artículo	0049350
Nombre del artículo	INGROUND 218 STE NARR 35W G12 MGR
Lámpara	1x CMI-T 35W/WDL

P	47.0 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	3700 lm
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	812 lm
η	21.95 %
Rendimiento lumínico	17.3 lm/W
CCT	2890 K
CRI	91

Anexo 17 Planilla de circuitos

Panel	Circuitos							Disyuntor		Servicios
	Nombre	Cable	Tubo	Fase	Voltaje	# Puntos	Carga	Amperaje	Polos	
PB-36 espacios departamentos 1 y 3 IO	C-1	12	1/2	A	120	15	312	20	1	Alumbrado cocina, comedor, balcón, lavandería, cuarto de servicios, dormitorio master
	C-2	12	1/2	B	120	28	1000	20	1	Alumbrado dormitorio 1-2, útil, sala tv, baño de visitas, baño dormitorio master
	C-3	12	1/2	A	120	12	1950	20	1	Tomacorrientes cuarto de servicios, baño de servicio, dormitorio 1-2, baño dormitorio 2
	C-4	12	1/2	B	120	9	1350	20	1	Tomacorrientes lavandería, comedor, sala tv, baño dormitorio 1, baño de visitas
	C-5	12	1/2	A	120	10	1500	20	1	tomacorrientes de sala, balcón, dormitorio master
	C-6	12	1/2	B	120	4	600	20	1	tomacorrientes de cocina
	C-7	8	1	AB	240	1	6000	40	2	cocina electrica
	C-8	10	3/4	AB	240	1	1500	20	2	horno microondas
	C-9	8	1	AB	240	1	6000	40	2	horno electrico
	C-10	12	1/2	A	120	1	800	20	1	refrigeradora
	C-11	10	3/4	AB	240	1	3000	30	2	secadora
	C-12	12	1/2	B	120	1	600	20	1	lavadora
	C-13	8	1	AB	240	1	6000	40	2	Calentador de agua
	C-14	12	1/2	AB	240	1	2000	20	2	A.A 12000btu
	C-15	12	1/2	AB	240	1	2000	20	2	A.A 12000btu
	C-16	12	1/2	AB	240	1	2000	20	2	A.A 12000btu
	C-17	10	3/4	AB	240	1	4000	40	2	A.A 36000btu
Panel	Circuitos							Disyuntor		Servicios
	Nombre	Cable	Tubo	Fase	Voltaje	# Puntos	Carga	Amperaje	Polos	
PB-36 espacios departamentos 2 IO	C-1	12	1/2	A	120		1000	20	1	Alumbrado cocina, comedor, balcón, lavandería, cuarto de servicios, dormitorio master
	C-2	12	1/2	B	120		1000	20	1	Alumbrado dormitorio 1-2, útil, sala tv, baño de visitas, baño dormitorio master
	C-3	12	1/2	A	120	7	1950	20	1	Tomacorrientes cuarto de servicios, baño de servicio, dormitorio 2, baño dormitorio 2
	C-4	12	1/2	B	120	8	1350	20	1	Tomacorrientes comedor, sala tv, dormitorio master, balcón
	C-5	12	1/2	B	120	4	600	20	1	tomacorrientes de cocina
	C-6	8	1	AB	240	1	6000	40	2	cocina electrica
	C-7	10	3/4	AB	240	1	1500	20	2	horno microondas
	C-8	8	1	AB	240	1	6000	40	2	horno electrico
	C-9	12	1/2	A	120	1	800	20	1	refrigeradora
	C-10	10	3/4	AB	240	1	3000	30	2	torre lavadora/secadora
	C-11	8	1	AB	240	1	6000	40	2	Calentador de agua
	C-12	12	1/2	AB	240	1	2000	20	2	A.A 12000btu
	C-13	12	1/2	AB	240	1	2000	20	2	A.A 12000btu
	C-14	12	1/2	AB	240	1	3000	20	2	A.A 24000btu
Panel	Circuitos							Disyuntor		Servicios
	Nombre	Cable	Tubo	Fase	Voltaje	# Puntos	Carga	Amperaje	Polos	
PB-12 espacios SG1 IO	C-1	12	1/2	A	120	13	1300	20	1	Alumbrado planta baja
	C-2	12	1/2	B	120	12	1200	20	1	Alumbrado parqueadero
	C-3	12	1/2	A	120	6	600	20	1	Alumbrado subterráneo
	C-4	12	1/2	B	120	33	3300	20	1	Alumbrado pisos 1 2 y 3
	C-5	12	1/2	A	120	33	3300	20	1	Alumbrado pisos 4 5 y 6
	C-6	12	1/2	B	120	15	1500	20	1	Alumbrado escaleras
	C-7	12	1/2	A	120	9	1350	20	1	tomacorrientes servicios generales
	C-8	12	1/2	B	120	62	465	20	1	alumbrado de emergencia
Panel	Circuitos							Disyuntor		Servicios
	Nombre	Cable	Tubo	Fase	Voltaje	# Puntos	Carga	Amperaje	Polos	
PB-12 espacios ADM IO	C-1	12	1/2	A	120	8	800	20	1	Alumbrado cuarto de bombas, baños, pasillo
	C-2	12	1/2	B	120	1	1500	20	1	Secadora de manos baño de hombres
	C-3	12	1/2	A	120	1	1500	20	1	Secadora de manos baño de mujeres
	C-4	12	1/2	B	120	9	1350	20	1	Tomacorrientes y alumbrado de cuarto de bombas y administración
	C-5	12	1/2	A	120	8	1600	20	2	Alumbrado parqueadero
	C-6	12	1/2	B	120	2	200	20	1	Reflectores de piscina
	C-7	12	1/2	A	120	10	600	20	1	Alumbrado de jardinería
	C-8	12	1/2	B	120	4	900	20	1	Alumbrado y tomacorrientes de pergola
	C-9	10	3/4	AB	240	1	2000	20	2	bomba de piscina
Panel	Circuitos							Disyuntor		Servicios
	Nombre	Cable	Tubo	Fase	Voltaje	# Puntos	Carga	Amperaje	Polos	
ap	C-1	10	3/4	AB	240	1	3730	20	2	Bombas de agua potable 1
	C-2	10	3/4	AB	240	1	3730	20	2	Bombas de agua potable 2
Panel	Circuitos							Disyuntor		Servicios
	Nombre	Cable	Tubo	Fase	Voltaje	# Puntos	Carga	Amperaje	Polos	
sci	C-1	8	1	ABC	240	1	22380	40	3	Bombas de agua 30 HP
	C-2	10	3/4	AB	240	1	2238	20	2	Bombas de agua 3 HP
Panel	Circuitos							Disyuntor		Servicios
	Nombre	Cable	Tubo	Fase	Voltaje	# Puntos	Carga	Amperaje	Polos	
asc	C-1	8	1	ABC	240	1	8000	40	3	Motor Ascensor 1
	C-2	8	1	ABC	240	1	8000	40	3	Motor Ascensor 2

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Torres Manzano, Luis Francisco**, con C.C: # **0918521055** autor/a del trabajo de titulación: “**Diseño de iluminación eficiente y electrificación de un edificio residencial**” previo a la obtención del título de **Ingeniería en Eléctrico - Mecánica** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 17 de septiembre del 2020

f. Luis Torres

Nombre: **Torres Manzano, Luis Francisco**

C.C: **0918521055**

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	"Diseño de iluminación eficiente y electrificación de un edificio residencial"		
AUTOR(ES)	Torres Manzano, Luis Francisco		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Vallejo Samaniego, Luis Vicente		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ing. Eléctrico - Mecánica		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero Eléctrico-Mecánica con mención en gestión empresarial Industrial.		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	17 de Septiembre 2020	No. DE PÁGINAS:	165
ÁREAS TEMÁTICAS:	Automatización, acuicultura y eléctrica		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Electrificación, Baja tensión, Media tensión, Luminotecnia, Eficiencia energética, Calificación energética		
RESUMEN			
<p>En el presente trabajo se realizó un estudio teórico sobre el diseño eléctrico en media y baja tensión, aplicando normativas nacionales e internacionales, que se podrán verificar en los planos, planillas de circuitos, estudio de la demanda y memoria técnica, adjuntos. Por otro lado, se tratan los temas iluminación interior, exterior y de emergencia en los que se toma en cuenta las normativas aplicadas para edificios residenciales, también se abordarán los temas desde el punto de vista de ahorro energético, sin dejar de lado las prestaciones necesarias para desarrollar actividades cotidianas. En este trabajo se consideró un edificio residencial el cual cuenta con: siete plantas residenciales que son los pisos en los cuales se encuentran tres departamentos y una área general dando un total de veintiún departamentos para este edificio, la planta subterránea cuenta con dieciocho plazas de aparcamiento, donde se encuentra nuestro tablero de medidores y el panel de servicios generales, el área exterior cuenta con veintisiete plazas de parqueo adicionales y un área social con piscina, pérgola, área de juegos y pasillos donde va a estar ubicado el transformador tipo Pad Mounted y por ultimo las 8 áreas de circulación correspondientes a cada piso.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0967879169	E-mail: lftorres195@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Ing. Palacios Meléndez, Edwin Fernando		
	Teléfono: 0967608298		
	E-mail: edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			