



REPÚBLICA DEL ECUADOR

Escuela Politécnica Nacional

" E SCIENTIA HOMINIS SALUS "

La versión digital de esta tesis está protegida por la Ley de Derechos de Autor del Ecuador.

Los derechos de autor han sido entregados a la "ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL" bajo el libre consentimiento del (los) autor(es).

Al consultar esta tesis deberá acatar con las disposiciones de la Ley y las siguientes condiciones de uso:

- Cualquier uso que haga de estos documentos o imágenes deben ser sólo para efectos de investigación o estudio académico, y usted no puede ponerlos a disposición de otra persona.
- Usted deberá reconocer el derecho del autor a ser identificado y citado como el autor de esta tesis.
- No se podrá obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original.

El Libre Acceso a la información, promueve el reconocimiento de la originalidad de las ideas de los demás, respetando las normas de presentación y de citación de autores con el fin de no incurrir en actos ilegítimos de copiar y hacer pasar como propias las creaciones de terceras personas.

Respeto hacia sí mismo y hacia los demás.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

GUÍA DE REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ILUMINACIÓN Y MOTORES DE SERVICIOS GENERALES DEL CENTRO COMERCIAL “EL RECREO”.

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**NÚÑEZ CELI LEONARDO DAVID
TULCANAZO ESPINEL DIEGO OMAR**

DIRECTORA: DRA. XIMENA PATRICIA GAVELA GUAMÁN

Quito, noviembre 2019

AVAL

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Leonardo David Núñez Celi y Diego Omar Tulcanazo Espinel, bajo mi supervisión.

Dra. Ximena Gavela
DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Leonardo David Núñez Celi, Diego Omar Tulcanazo Espinel, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración dejamos constancia de que la Escuela Politécnica Nacional podrá hacer uso del presente trabajo según los términos estipulados en la Ley, Reglamentos y Normas vigentes.

Núñez Celi Leonardo David

Tulcanazo Espinel Diego Omar

DEDICATORIA

A mi madre Mónica Alexandra Celi Coronel que ha sido la única persona que ha sabido guiarme por el camino del bien y la auto superación, me ha enseñado el valor de la resistencia y la resiliencia y me ha hecho el gran hombre que soy ahora. Porque a pesar de no tener nada, me lo dio todo. La única que me ha acompañado y levantado en mis momentos más oscuros y depresivos. La mujer que fue padre, madre y mi mejor amiga durante toda mi vida, una guerrera del nivel de Aquiles y una estrategia mejor que Alejandro Magno, tierna al momento de cuidarnos y despiadada al momento de defendernos. Y la mujer que me enseñó que en el mundo si existen personas buenas. Dedico esta tesis completa y exclusivamente a ella que, en los momentos más duros de la carrera, tesis y de la vida me ha dado todo su apoyo de una manera indescriptible con palabras y que solo podría ser reflejado con la gratitud y el amor.

Leonardo.

Dedico este trabajo a mi familia que siempre ha sido el sustento de mi vida.

A mis padres que con su amor me han demostrado que cualquier adversidad es una oportunidad de superación.

A mis hermanos que con su ejemplo me han enseñado que la constancia tiene su recompensa.

A mis amigos que estuvieron conmigo durante mi carrera universitaria y más aún a los que empezaron conmigo el curso propedéutico y que por diferentes motivos hemos tomado rumbos distintos profesionalmente.

A las personas que me quisieron ver como Ingeniero de la Politécnica Nacional y esperaron impacientes ese día.

A una persona que fue mi mundo en determinado momento, pero dudó que lo iba a lograr, sin aquello no hubiera tenido la suficiente motivación para continuar mi preparación.

Diego.

AGRADECIMIENTO

Todo el agradecimiento a mis profesores que me enseñaron el valor de auto educarse estableciendo en mí la capacidad de investigación.

A mi hermana Paola que siempre me ha apoyado en todos mis proyectos, desaires y momentos malos. A mi hermana Tania que me enseñó la rudeza que posee un Ingeniero y a mi hermano Gibrán quien fue mi padre y me enseñó el camino ayudándome a establecer objetivos claros en mi vida.

Especialmente a todas las mujeres que pasaron por mi vida, porque a pesar de que fueron para mí un traspie, me enseñaron la cualidad de sobreponerse a los malos momentos y nunca dejarme caer, dejando atrás las cosas malas tal cual un simple montón de arena que se la lleva el viento.

Agradezco a mis cuñados que han llegado a ser como mis hermanos y cada uno de ellos ha puesto su granito de arena para ver este sueño realizado.

Agradezco a Alejandra Mantilla por facilitar la realización de esta tesis permitiéndome el acceso a las instalaciones del Centro Comercial El Recreo.

Leonardo.

A Leonardo por su amistad, compañerismo y entusiasmo en el transcurso de elaboración de nuestro proyecto de titulación.

A CNEL EP - Unidad de Negocio Guayaquil, EEQ – Centro de Operaciones El Dorado, CELEC EP - COCA CODO SINCLAIR; donde me recibieron con fraternidad y la experiencia laboral adquirida fue incomparable.

A los doctores: Hugo Arcos, Paúl Vásquez, Gabriel Salazar, Fabián Pérez y Carlos Gallardo; que en momentos oportunos de mi carrera universitaria me brindaron su confianza, ayuda y consejo.

A la doctora Ximena Gavela por su dirección y apoyo durante la elaboración de nuestra tesis.

Al ingeniero Luis Ruales por su amistad, confianza e interés fraternal por la culminación de mi proyecto de titulación.

Diego.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AVAL.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XI
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.2 OBJETIVOS.....	3
1.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.3 ALCANCE	4
2 MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	5
2.2 DIAGNÓSTICO ELÉCTRICO.....	6
2.3 AUDITORÍA ENERGÉTICA	7
2.3.1 AUDITORÍA ENERGÉTICA SIMPLE.....	7
2.3.2 AUDITORÍA ENERGÉTICA PROFUNDA.....	8
2.4 PARÁMETROS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN MOTORES ELÉCTRICOS.....	8
2.5 PARÁMETROS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN SISTEMAS DE ILUMINACIÓN	12
2.5.1 LÁMPARAS UTILIZADAS PARA ILUMINACIÓN DE COMERCIOS	13
2.5.1.1 HQI (Halogenuros Metálicos)	14
2.5.1.2 Fluorescentes.....	14
2.5.2 LÁMPARAS EFICIENTES.....	15
2.6 PARÁMETROS DE CALIDAD DEL SERVICIO ELÉCTRICO.....	16
2.6.1 ARMÓNICOS.....	16
2.6.2 FLUCTUACIONES DE VOLTAJE.....	17
2.6.3 DESBALANCE DE VOLTAJE	17
2.7 CONTABILIDAD ENERGÉTICA.....	17
2.7.1 PLIEGO TARIFARIO.....	18
2.7.2 COSTO DE ENERGÍA DE UN EDIFICIO COMERCIAL	18

2.7.3	FACTURACIÓN MENSUAL	19
2.7.4	DÍAS FACTURADOS	19
2.7.5	FACTOR DE POTENCIA Y PENALIZACIÓN.....	19
2.7.6	INCENTIVOS ENERGÉTICOS	19
2.8	INDICADORES FINANCIEROS	19
2.8.1	VALOR ACTUAL NETO (VAN)	19
2.8.2	TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).....	20
2.8.3	COSTO ANUALIZADO TOTAL (CAT)	21
3	DESARROLLO DE LA AUDITORÍA.....	22
3.1	PLANIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO INICIAL	22
3.1.1	PLANIFICACIÓN	22
3.1.2	DIAGNÓSTICO INICIAL.....	24
3.2	ANÁLISIS DEL SUMINISTRO ENERGÉTICO	26
3.2.1	SUMINISTROS ENERGÉTICOS ASOCIADOS AL CENTRO COMERCIAL EL RECREO.....	26
3.2.2	PRODUCCIONES ENERGÉTICAS PROPIAS.....	27
3.3	ESTUDIO ESTADO INICIAL	28
3.3.1	DATOS GENERALES	28
3.3.2	LEVANTAMIENTO FOTOGRÁFICO DE INSTALACIONES Y EQUIPOS... 29	
3.4	MEDICIÓN, RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	33
3.4.1	INSTRUMENTOS DE MEDIDA	34
3.4.1.1	Multímetro	34
3.4.1.2	Analizador de redes.....	34
3.4.1.3	Luxómetro	35
3.4.1.4	Tacómetro	36
3.4.2	ANÁLISIS DE PARÁMETROS MEDIDOS.....	36
3.4.3	ANÁLISIS DE REGISTRO DE CONSUMO	44
3.4.4	ANÁLISIS DEL COSTO DE LA ENERGÍA	45
3.4.5	RESULTADO DEL ANÁLISIS DE EFICIENCIA EN ILUMINACIÓN	53
3.4.6	RESULTADO DE ANÁLISIS DE EFICIENCIA EN MOTORES.....	57
3.5	PROPUESTAS DE ALTERNATIVAS DE AHORRO ENERGÉTICO	60
3.6	EVALUACIÓN ECONOMICA DE LAS MEDIDAS DE EFICIENCIA	62
4	GUÍA DE REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL CENTRO COMERCIAL EL RECREO	77
4.1	LEVANTAMIENTO DE CARGAS	77
4.2	DISEÑO DE CENTROS DE CARGA.....	78
4.3	CALIBRES DE CONDUCTORES.....	81
4.4	BANDEJAS Y TUBERÍAS.....	84

4.5	PROTECCIONES Y SISTEMAS DE CONTROL	88
4.6	PLANOS Y DIAGRAMAS	89
5	DEFINICIÓN DE MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	94
5.1	PRIMERA FASE DE CAMBIO.....	97
5.2	SEGUNDA FASE DE CAMBIO	98
5.3	TERCERA FASE DE CAMBIO.....	98
5.4	CUARTA FASE DE CAMBIO	99
5.5	FASE FINAL DE CAMBIO.....	100
6	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	101
6.1	REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	101
6.1.1	ETAPA I.....	102
6.1.2	ETAPA II.....	104
6.1.3	ETAPA III.....	104
6.2	CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE CIRCUITOS	105
6.3	SEGUIMIENTO DE MANTENIMIENTOS EN EQUIPOS DE LOS SERVICIOS GENERALES DEL CENTRO COMERCIAL.....	107
6.4	EVALUACIÓN DE RESULTADOS DE LA EJECUCIÓN DE LA PRIMERA Y SEGUNDA FASES DE CAMBIOS.....	109
6.4.1	AHORRO ECONÓMICO	109
6.4.2	AHORRO ENERGÉTICO.....	110
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	111
7.1	CONCLUSIONES	111
7.2	RECOMENDACIONES	113
8	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	115
	ANEXO I	119
	ANÁLISIS FACTURAS DE ETAPA I	119
	ANÁLISIS FACTURAS DE ETAPA II	121
	ANÁLISIS FACTURAS DE ETAPA III	123
	ANÁLISIS FACTURAS DE ETAPA IV.....	125
	ANEXO II	127
	RESULTADO DE MEDICIONES DE ILUMINACIÓN DE PASILLOS REPRESENTATIVOS DEL CCR	127
	Plaza multicines / nueva iluminación	128
	Plaza happy time / iluminación	129
	Plaza on line.....	130
	Plaza café.....	131
	Plaza multicines superior	132
	Pasillo H	133

ANEXO III	134
RESULTADO DE MEDICIONES EN LOS PRINCIPALES MOTORES DE SERVICIOS GENERALES DEL CENTRO COMERCIAL EL RECREO	134
Motor 125 HP	134
Motor 50 HP	136
Motor 5 HP	139
Motor 3 HP	142
ANEXO IV	145
LISTADO DE EQUIPOS DEL CENTRO COMERCIAL.....	145
ANEXO V	167
DIAGRAMA DE GANTT DE ACTIVIDADES PLANIFICADAS	167
ANEXO VI.....	169
REDISEÑO DE RED ELÉCTRICA DEL CCR	169
ANEXO VII.....	172
CUADRO DE CARGAS DEL CCR.....	172
ANEXOS VIII.....	174
DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN TABLERO TGIC	174
DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN TABLERO TGIN	184
DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN TABLERO TGIS.....	192
DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN TABLERO TGIE.....	199
ANEXOS IX.....	207
COMPARACIÓN DE LUMINARIAS CHINA VS ALEMANA.....	207

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 3.1 Diagrama de actividades de la metodología propuesta	23
Fig. 3.2 Sectorización centro comercial El Recreo según sus respectivos medidores	26
Fig. 3.3 Cableado en bandejas en ETAPA I centro comercial El Recreo	31
Fig. 3.4 Tableros proclives al polvo.....	31
Fig. 3.5 Exposición de tableros al polvo	32
Fig. 3.6 Tableros desordenados y en mal estado.....	32
Fig. 3.7 Mala distribución de cableado de tableros	32
Fig. 3.8 Luminarias en cenefas que rodean todo el centro comercial.....	32
Fig. 3.9 Luminarias dentro de cenefas.....	32
Fig. 3.10 Motor Humidificador usado como extractor de aire en patio de comidas.....	32
Fig. 3.11 Tablero de control de accionamiento de 3 motores de servicios auxiliares para saneamiento de ETAPA I	33
Fig. 3.12 Lámparas HQI colocadas en la mayoría del centro comercial	33
Fig. 3.13 Luminarias Corredor A colocadas de manera ineficiente	33
Fig. 3.14 Lámparas encendidas durante todo el día a pesar de tener fuentes de luz natural	33
Fig. 3.15 Multímetro.....	34
Fig. 3.16 Analizador de Red Fluke 1735.....	35
Fig. 3.17 Luxómetro.....	35
Fig. 3.18 Tacómetro	36
Fig. 3.19 Gráfica de la potencia activa ETAPA I.....	37
Fig. 3.20 Gráfica de la potencia reactiva ETAPA I	38
Fig. 3.21 Gráfica del factor de potencia ETAPA I.....	39
Fig. 3.22 Gráfica de tensiones L1N, L2N, L3N de ETAPA I.....	39
Fig. 3.23 Gráfica de corrientes L1, L2, L3 y Neutro de ETAPA I.....	40
Fig. 3.24 Gráfica del contenido de armónicos de la ETAPA I	41
Fig. 3.25 Facturación de energía de la etapa I	46
Fig. 3.26 Consumo anual de energía de la etapa I	46
Fig. 3.27 Demanda de etapa I.....	47
Fig. 3.28 Pago por demanda de etapa I	47
Fig. 3.29 Facturación de energía de la etapa II	48
Fig. 3.30 Consumo anual de energía de la etapa II	48
Fig. 3.31 Demanda de etapa II.....	49
Fig. 3.32 Pago por demanda de etapa II	49
Fig. 3.33 Facturación de energía de la etapa III	50
Fig. 3.34 Consumo anual de energía de la etapa III	50
Fig. 3.35 Demanda de etapa III.....	51
Fig. 3.36 Pago por demanda de etapa III	51
Fig. 3.37 Facturación de energía de la etapa IV.....	52
Fig. 3.38 Consumo anual de energía de la etapa IV	52
Fig. 3.39 Demanda de etapa IV	53
Fig. 3.40 Pago por demanda de etapa IV.....	53
Fig. 3.41 Niveles de iluminación en plazas y pasillos concurrentes del centro comercial El Recreo	55
Fig. 3.42 Estado de aislamiento de cables	57
Fig. 3.43 Costos proyectados posterior la aplicación de medidas de ahorro energéticas	76
Fig. 4.44 Localización de subtableros.....	79
Fig. 4.45 Ficha técnica para cálculo de tubería	85
Fig. 4.46 Ficha técnica para cálculo de tubería	86
Fig. 4.47 Diagrama unifilar tablero principal	90
Fig. 4.48 Diagrama unifilar tablero de iluminación sur	91
Fig. 4.49 Diagrama unifilar tablero de iluminación este.....	92

Fig. 4.50 Diagrama unifilar tablero de iluminación norte	93
Fig. 5.51 Parqueaderos tercera etapa	97
Fig. 6.52 Cambios de bandejas para cableado nuevo en las instalaciones eléctricas del centro comercial El Recreo	102
Fig. 6.53 Centro de operaciones “El Recreo”	106
Fig. 6.54 Sensor de nivel de iluminación	106
Fig. 6.55 Formato para el seguimiento de mantenimientos de motores del Centro Comercial	108
Fig. 6.56 Facturación anual del Centro Comercial El Recreo	109
Fig. 6.57 Pago por demanda del Centro Comercial El Recreo	110
Fig. 6.58 Consumo eléctrico total del Centro Comercial El Recreo	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Matriz de control de eficiencia energética	6
Tabla 2.2 Parámetros para la evaluación de eficiencia energética en motores eléctricos..	8
Tabla 2.3 Parámetros para evaluación de eficiencia energética en sistemas de iluminación	12
Tabla 2.4 Lámparas y luminarias eficientes	15
Tabla 2.5 valores pliego tarifario	18
Tabla 3.6 Matriz de diagnóstico	24
Tabla 3.7 Consumos eléctricos del centro comercial del año 2017	25
Tabla 3.8 Número de suministros	27
Tabla 3.9 Generadores de servicios generales	27
Tabla 3.10 Datos generales del centro comercial El Recreo	28
Tabla 3.11 Datos de contacto de personas a cargo	29
Tabla 3.12 Datos de funcionamiento del centro comercial El Recreo	29
Tabla 3.13 Cuadro de Fotografías	31
Tabla 3.14 Resultado de parámetros eléctricos medidos del centro comercial El Recreo	41
Tabla 3.15 Análisis de parámetros eléctricos medidos	43
Tabla 3.16 Consumo eléctrico anual y pago anual del centro comercial El Recreo.....	45
Tabla 3.17 Tratamiento de datos de mediciones realizadas de niveles de iluminación en las plazas y pasillos principales del centro comercial El Recreo	54
Tabla 3.18 Niveles requeridos de iluminación	55
Tabla 3.19 Matriz de diagnóstico del estado de lámparas y luminarias	56
Tabla 3.20 Mediciones en motores representativos del centro comercial El Recreo	57
Tabla 3.21 Matriz de determinación del estado funcional de motores.....	58
Tabla 3.22 Análisis de propuestas de ahorro	60
Tabla 3.23 Cuadro comparativo tipos de luminarias	63
Tabla 3.24 De datos generales para cálculo del CAT con dos alternativas de luminarias	63
Tabla 3.25 Determinación del costo anualizado total.....	64
Tabla 3.26 Flujo de efectivo de luminarias en Etapa 1 y 2 (Sin Medida).....	65
Tabla 3.27 Flujo de efectivo de aplicación de medida cambio luminarias en Etapa 1 y 2	66
Tabla 3.28 Análisis financiero comparativo del reemplazo de luminarias en Etapa 1 y 2	66
Tabla 3.29 Flujo de efectivo de luminarias en Etapa 3 (Sin Medida).....	67
Tabla 3.30 Flujo de efectivo de aplicación de medida cambio luminarias en Etapa 3	68
Tabla 3.31 Análisis financiero comparativo del reemplazo de luminarias en Etapa 1 y 2	68
Tabla 3.32 Precios de tableros con sistema de arranque estrella-triángulo y arrancador suave	69
Tabla 3.33 Datos generales para cálculo del CAT con dos alternativas arranque para motores.....	69
Tabla 3.34 Análisis financiero de implementación de sistema de arranque para motor de 5 HP	70
Tabla 3.35 Análisis financiero de implementación de sistema de arranque para motor de 50 HP	71
Tabla 3.36 Flujo de efectivo de luminarias Etapas 1 – 2 – 3.....	72
Tabla 3.37 Flujo de efectivo proyectado de implementación de un sistema de control en Etapas 1 – 2 – 3	72
Tabla 3.38 Análisis financiero proyectado de implementación de un sistema de control .	73
Tabla 3.39 Análisis financiero de la apertura de claraboyas.....	74
Tabla 3.40 Análisis financiero de la apertura de claraboyas.....	74
Tabla 3.41 Implementación de capacitores para corrección de factor de potencia.....	75
Tabla 3.34 Medidas de eficiencia energética	75

Tabla 3.43 Ahorro proyectado por implementación de medidas de inversión	76
Tabla 5.44 Número de circuitos para los centros de carga	80
Tabla 4.45 Sistemas AC con voltaje nominal entre 100 V y 1000 V	81
Tabla 4.46 Calibres comerciales para conductores	82
Tabla 5.47 Calibres de conductores para circuitos de tableros principales.....	83
Tabla 4.48 Tuberías para cableado de circuitos.....	87
Tabla 4.49 Protecciones para tableros principales.....	88
Tabla 5.50 Descripción de fases del plan de eficiencia.....	95
Tabla 6.43 Detalle de rediseño de las instalaciones	101

RESUMEN

En este trabajo de titulación se presenta una auditoría energética para los servicios generales del Centro Comercial El Recreo, que incluye entre otros aspectos destacables, una propuesta de rediseño de las instalaciones eléctricas asociadas con los servicios generales en iluminación y motores eléctricos, a fin de mejorar el uso de los recursos energéticos y económicos del centro comercial, así como la seguridad de los usuarios.

El estudio se realizó por etapas, sobre la base de la distribución del espacio físico del centro comercial. En cada uno de estos espacios se realizó un levantamiento de información que incluyó, entre otros aspectos: datos de cargas, información técnica y económica, y diseño de planos eléctricos.

Con la recopilación y análisis de toda esta información, se realizó un diagnóstico de la situación actual del Centro Comercial, con el fin de desarrollar una propuesta factible de medidas de eficiencia energética a ser implementadas en todas sus áreas comunes (pasillos, parqueaderos, patios de comidas y plazas).

Gracias a que algunas de las propuestas de eficiencia fueron aceptadas por parte de la administración del centro comercial, se presentan algunos resultados de la implementación de tales medidas, como una muestra de la comprobación del ahorro alcanzado.

Los resultados de esta investigación demuestran claramente como una empresa con un nivel de eficiencia energética, baja o nula, puede ser transformada, a través de procesos eficientes y elementos tecnológicos modernos, en una empresa energéticamente eficiente y económicamente más rentable.

PALABRAS CLAVE: Eficiencia energética, ahorro de energía, rediseño de instalaciones eléctricas, auditoría eléctrica, calidad de energía, medidas de eficiencia.

ABSTRACT

This research presents the results of an extensive audit process of the general electrical system of “*El Recreo*” Shopping Center, which includes as a part of other important aspects a proposal for the reengineering of the general services on lightning and electric motors, with the main objective of optimizing economic and electric resources as well as safety of the users

The analysis was implemented in stages, which in turn were based in the spacial distribution of the shopping center. The data collection phase for each of these spaces included the electric charge measurements for each area, technique and economic information and the redesign of all the electrical plans.

Following the compilation and analysis of all the data and information, a diagnosis of the actual situation was made, with the main of develop a proposal of energy efficiency arrangement to be applied on all their common areas. (halls, parking lots, food halls, etc.).

As some of most of arrangement were accepted by an administration of de shopping center, some results of implementation of this measurements were showed as a proof of saving accomplish.

The results of the research demonstrate that a facility with low or non-existent levels of energy efficiency, through the implementation of the correct processes and with the use of modern technological tools, can be transformed entirely to significantly raise the energetic efficiency and financial profitability.

KEY WORDS: Energy efficiency, energy saving, redesign of electrical installations, electrical audit, energy quality, efficiency measures.

1 INTRODUCCIÓN

La eficiencia energética como tendencia global, tiene como principal objetivo optimizar el consumo y uso de las actuales fuentes de energía, constituyéndose en la principal y más importante alternativa de preservación ambiental.

La Ley de Eficiencia Energética para el Ecuador, vigente desde el 19 de marzo del 2019, tiene por objeto promover el uso eficiente, racional y sostenible de la energía. En base a lo establecido en la referida Ley, se determina que en las edificaciones nuevas o aquellas que sean remodeladas, ampliadas o rehabilitadas, se evaluará el cumplimiento de las disposiciones establecidas y se calificará el consumo energético.

Reconociendo la importancia de la aplicación de la eficiencia energética a nivel industrial, comercial y residencial, además de sus múltiples beneficios tanto ambientales como económicos, el Centro Comercial El Recreo, ha buscado la oportunidad de poner en práctica un proyecto de eficiencia energética para sus espacios comunales.

El Centro Comercial El Recreo, ubicado al sur de la ciudad de Quito, inició sus actividades en el año de 1995, y ha ido paulatinamente expandiendo sus espacios y con ello sus instalaciones, hasta alcanzar actualmente una superficie total 108 663 m², distribuidas en cuatro etapas de construcción.

Desconocimiento, falta de supervisión y control sobre ciertas normas eléctricas constructivas en su construcción original y en sus posteriores expansiones, han generado problemas importantes con el pasar de los años. Instalaciones eléctricas sin mantenimiento, arreglos improvisados en sistemas eléctricos y equipos deteriorados, son algunos de los principales problemas que han generado un progresivo deterioro de la red eléctrica interna y, como consecuencia de ello, una crítica situación en cuanto a la seguridad del centro comercial, esto sin dejar de lado el sin número de gastos en los que debe incurrir el centro comercial para subsanar estos problemas.

Del análisis de la información recolectada sobre la situación energética del centro comercial, se pudo establecer que el consumo eléctrico mensual supera los 20.000 dólares, valor que dentro de un presupuesto habitual del centro comercial es excesivo. Con este, y los antecedentes expuestos surgió la necesidad imperante de proponer medidas emergentes para subsanar los problemas asociados con el sistema eléctrico del centro comercial.

La propuesta se centró en las áreas comunales de las cuatro etapas del centro comercial; puntualmente en la optimización del consumo en iluminación y motores eléctricos, con el fin de reducir los gastos y sobre todo precautelar la seguridad del personal y clientes del centro comercial.

Dentro de este contexto, como parte de la presente investigación se proponen varias hipótesis que se someterán a continuos procesos de falsación:

- “Es posible reducir el gasto económico por consumo de energía eléctrica a través de la optimización, mejoramiento y modernización de la red eléctrica interna en el Centro Comercial El Recreo”.
- Se puede reducir el gasto económico y uso de recursos, con la implementación de un “centro de operaciones” que permita el control y monitoreo de la red eléctrica interna del Centro Comercial El Recreo.
- “A través de la optimización de la red de energía eléctrica interna del centro comercial, se podrán eliminar los fenómenos perturbadores en las barras de alimentación de servicios generales, así como también de los puntos críticos de consumo de energía”.

1.1 JUSTIFICACIÓN

El sistema eléctrico del Centro Comercial El Recreo ha venido operando y ajustándose a las necesidades de una expansión no planificada de sus instalaciones, que cuentan con una antigüedad de más de 20 años. Lo que fue eficiente en un inicio, fue desmejorándose y tornándose ineficiente con el paso del tiempo. El Recreo como centro comercial no fue planificado para que tenga la magnitud que tiene en la actualidad y eso se ve reflejado en la improvisación de varias de sus instalaciones eléctricas, sobre todo las de la primera y segunda etapa.

El elevado consumo energético del centro comercial y las fallas que actualmente se presentan en su sistema eléctrico, hacen necesario el desarrollo e implementación de un plan exhaustivo de eficiencia energética, que brinde soluciones a estos problemas y le permita entrar en un nuevo modelo energético en el que prevalezca el ahorro en el consumo de energía eléctrica, y su consecuente ahorro económico.

Sobre la base del análisis y diagnóstico de la situación energética del centro comercial, se buscarán establecer cambios que permitan el control y evaluación del sistema eléctrico

interno, de tal manera que no exista, o por lo menos disminuya, el desperdicio de energía y su consecuente gasto económico. Entre las medidas que se implementarán, se incluyen la limpieza de bandejas y retiro de cables rotos o sin energía, el cambio de luminarias, el mantenimiento preventivo de motores y la creación de un centro master de control.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

- Elaborar una guía de rediseño de las instalaciones eléctricas y estudio de eficiencia energética en iluminación y motores de servicios generales del centro comercial “El Recreo”.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar la información disponible en el centro comercial sobre instalaciones eléctricas de servicios generales y complementarla con nuevos datos obtenidos de mediciones y evaluaciones tomadas del sistema actual.
- Identificar las cargas de mayor consumo de energía con el fin de plantear posibles soluciones y medidas de ahorro con respecto al rendimiento y consumo.
- Evaluar, sistematizar y generar un diagnóstico con la información de fuentes primarias y secundarias que permita tener un panorama claro del sistema eléctrico y especialmente del desempeño de iluminación y motores.
- Generar un plan de eficiencia energética que contenga un rediseño del sistema eléctrico, direccionado hacia la optimización en el consumo de energía eléctrica y al ahorro económico como apalancamiento para su ejecución.
- Realizar un análisis comparativo de los datos obtenidos antes de la implementación del plan y después de la ejecución del mismo para comprobar las hipótesis planteadas.

1.3 ALCANCE

Para el desarrollo de la presente investigación se realizará el análisis de toda la información asociada con el funcionamiento de las instalaciones eléctricas de servicios generales del centro comercial “El Recreo” (pasillos, parqueaderos, patios de comidas y plazas). Se levantará en sitio la información técnica faltante, con el objetivo de desarrollar el diagnóstico de la situación real de las instalaciones eléctricas, así como la propuesta de un plan viable de eficiencia energética, que contenga propuestas de ahorro energético y económico para estas áreas del centro comercial, previo un estudio costo – beneficio de la aplicación de estas mejoras.

Este trabajo de investigación incluye además el rediseño de las instalaciones eléctricas de las etapas I y II del centro comercial, para lo cual se considerarán los criterios establecidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), y otras normas especificadas a lo largo del documento, las cuales serán de utilidad para el correcto rediseño de las instalaciones eléctricas.

En base al “Pliego Tarifario 2019” aprobado por el ARCONEL se analizará el tipo de facturación aplicada a las 4 etapas del centro comercial “El Recreo” con el fin de determinar el tipo de facturación más conveniente para el centro comercial, además se analizarán y propondrán varias medidas de eficiencia energética para el Centro Comercial, y se analizará el impacto de las medidas sugeridas como parte del plan de eficiencia energética.

La aplicación y ejecución de este plan de eficiencia energética será responsabilidad del personal especializado del centro comercial bajo asistencia técnica profesional.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 EFICIENCIA ENERGÉTICA

A medida que los recursos globales se van agotando y el cambio climático se va profundizando cada vez más, surge la necesidad impostergable de usar las nuevas fuentes disponibles de energía renovable, pensando siempre en la mejor manera de usar de forma óptima las fuentes energéticas actuales.

Justamente con base en esta premisa es que nació el concepto de eficiencia energética, como lo cita la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) *“La Eficiencia Energética corresponde a la capacidad para usar menos energía produciendo la misma cantidad de iluminación, calor y otros servicios energéticos. Es un conjunto de acciones que permiten emplear la energía de manera óptima, incrementando la competitividad de las empresas, mejorando la calidad de vida, reduciendo costos y al mismo tiempo, limitando la producción de gases de efecto invernadero.”* [1]. Esta aplicación responsable de la energía no solo conlleva una serie de beneficios ambientales, sino también produce beneficios muy atractivos, como es la reducción de costos en el pago de los servicios de energía, reflejando un significativo ahorro de presupuesto en la mayoría de las empresas que lo aplican.

El concepto de eficiencia energética no solo tiene la posibilidad de reducir el consumo energético, sino que, en la mayoría de los casos, aumenta las posibilidades competitivas de las empresas con respecto a sus símiles que no aplican estos conceptos, debido a la reducción de costos productivos por el ahorro en costos de facturación de energía; adicionalmente se generan otros beneficios como una reducción de la contaminación debido al efecto de gases de invernadero, disminución de la huella de carbono y en general una mejor calidad de vida para aquellos que la aplican.

Si bien el ahorro de energía a través de medios tecnológicos es en la actualidad una estrategia efectiva, siempre será necesaria la creación de planes estratégicos específicos para cada área del que hacer comercial, empresarial o industrial, pues este tipo de organizaciones son los mayores consumidores de energía, y requieren por lo tanto de estudios y análisis energéticos específicos para aplicar de mejor manera estos planes de eficiencia energética.

En la Tabla 2.1 se presentan los parámetros de evaluación periódica más importantes para determinar el nivel de eficiencia energética en una organización.

Tabla 2.1 Matriz de control de eficiencia energética

Control de Eficiencia Energética				
MEDIDAS	MALO	REGULAR	BUENO	MUY BUENO
Diagnóstico / Auditoría Eléctrica	> 3 años	3 años	2 años	1 año
Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas	No periódico	> 1 año	Anual	Semestral
Difusión del Plan de Eficiencia Energética	Nadie	Técnicos	Dpto. Operaciones y Técnicos	Institucional
Calidad de Energía	Existen varios fenómenos y no se toman acciones	Corrección de fenómenos perturbadores importantes	Cumple la norma	Supera la norma
Mantenimiento de motores	No periódico	> 1 año	Anual	Semestral
Mantenimiento de Sistemas de Iluminación	No periódico	> 1 año	Anual	Semestral
Sistema de Control	No dispone	Timers	Timers y Sensores	Si dispone

(Fuente: Elaboración propia)

Parámetros como la existencia o no de un plan de eficiencia, de mantenimiento, entre otros, así como los criterios para su calificación, ofrecen información valiosa para generar una visión global rápida de la situación de una organización y sobre la base de los análisis respectivos, generar una propuesta de plan integral de eficiencia energética.

2.2 DIAGNÓSTICO ELÉCTRICO

Constituye el proceso de inspección, levantamiento de información visual y análisis técnico, en el que se establecerán las deficiencias presentes en una instalación, sus posibles riesgos y puntos sujetos a mejoras para aumentar la capacidad de eficiencia de la instalación eléctrica [2].

Este proceso se asemeja a una auditoría eléctrica simple, pero con la particularidad de que aquí se analiza no solo una posible disminución de consumo eléctrico, sino también posibles riesgos o afectaciones de seguridad.

2.3 AUDITORÍA ENERGÉTICA

Según la norma ISO 50002 “una auditoría energética o evaluación energética comprende una revisión detallada del desempeño energético de una organización, de un proceso o de ambos. Normalmente se basa en la medición y observación adecuada de los usos y el consumo de energía. Los productos de auditorías suelen incluir información sobre el consumo y desempeño actuales, y pueden ir acompañados de una serie de recomendaciones clasificadas para mejorar el desempeño energético. Las auditorías energéticas se planifican y se llevan a cabo como parte de la identificación y priorización de oportunidades para mejorar el desempeño energético” [3].

Existen varios tipos de auditorías dependiendo de la finalidad de los estudios, ya sean estas mejoras simples y prevención de riesgos, u observación de facturación y aplicación de medidas de reducción de consumo. Cada uno de estos objetivos tiene un tipo de auditoría específica que va desde una simple observación hasta una medición detallada de parámetros [4].

Una auditoría energética, orientada al ámbito eléctrico, constituye un proceso que sigue un conjunto ordenado de normas y procedimientos cuyo resultado es un análisis de los consumos eléctricos de una instalación en un determinado periodo, con el fin de evaluar posibilidades de ahorro energético con base a un análisis técnico y económico [5].

Normalmente los estudios se centran en evaluar las pérdidas eléctricas, los puntos críticos de la instalación eléctrica, los mayores consumos de dicha instalación, entre otros. Esta evaluación brinda una visión más amplia del problema y más adelante permitirá tomar decisiones sobre posibles mejoras que impliquen ahorros y sean viables económicamente, previo un estudio costo – beneficio de la aplicación de estas mejoras [4].

2.3.1 AUDITORÍA ENERGÉTICA SIMPLE

Es un procedimiento simple en el que se realiza una inspección para la identificación de zonas de mayor problemática relacionada al consumo energético. Se realiza la recopilación y análisis de las facturas comprendidas en un periodo mínimo de 1 año y se concluye con recomendaciones de mejoras de bajo impacto económico.

Este tipo de auditoría se aplica como un primer paso a una auditoría profunda o para sugerir el análisis previo para la implementación de un plan de eficiencia energética [4].

2.3.2 AUDITORÍA ENERGÉTICA PROFUNDA

Este tipo de auditoría se realiza con más detalle e incluye mediciones con equipos especializados, toma de registros históricos de datos y análisis detallado de gráficas e interpretación de resultados.

Estas auditorías pueden tomar varios meses según la cantidad de datos solicitados y la extensión de la estructura a auditar. Detallan de manera clara las posibilidades de disminuir consumo y se determinan los puntos específicos de ahorro [4].

2.4 PARÁMETROS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN MOTORES ELÉCTRICOS

Los motores eléctricos consumen cerca de un 40% de la energía eléctrica mundial [6]. Han logrado ser indispensables industrialmente por su versatilidad y apoyo en la realización de actividades productivas, y debido al importante consumo de energía que demanda su operación, son equipos que siempre deben ser considerados dentro de un auditoria energética.

Para realizar una evaluación de la eficiencia en motores eléctricos es importante considerar parámetros internos y externos que afectan o inciden en la eficiencia general del equipo, tal como se describe en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2 Parámetros para la evaluación de eficiencia energética en motores eléctricos

Parámetro	Descripción	Implicaciones en la eficiencia
Tiempo de operación	Operación anual del motor en horas	En motores de eficiencia estándar, el tiempo de operación influye directamente sobre su eficiencia y consecuentemente sobre su consumo de energía, por lo tanto existen ciertas recomendaciones sobre su sustitución. Por ejemplo, si el motor opera al menos 2000 horas al año, debería considerarse la sustitución por un motor de mayor eficiencia [7].
Tipo de Eficiencia	La clasificación de los motores según su eficiencia es: IE1, IE2, IE3, IE4	Eficiencia estándar (IE1): Son de eficiencia normal con un factor de potencia de 0.80 a 0.85 y eficiencia mecánica de 91% a 94%, al tener una eficiencia menor a los IE2, IE3 e IE4 no se los recomienda para ser usados en el sector industrial. Eficiencia alta (IE2): Construidos con mejores conductores, mejor rodamiento, y con ventilación aumentan el factor de potencia, así como la eficiencia mecánica entre el 92% a 95% según la norma IEC 60034-2. Los motores de potencia comprendida en el rango de 7.5kW a 375 kW deben tener variador de velocidad asociado.

Tabla 2.2 Parámetros para evaluación de eficiencia energética en motores eléctricos (continuación...)

Parámetro	Descripción	Implicaciones en la eficiencia
Tipo de Eficiencia	La clasificación de los motores según su eficiencia es: IE1, IE2, IE3, IE4	<p>Eficiencia premium (IE3): Tienen una eficiencia mecánica de 94% a 96%, su sistema de refrigeración renovado, su mejor calidad de cobre, mejores rodamientos, son suficientes para considerarlos como opción para el ahorro energético ya que son óptimos para cualquier aplicación y en cualquier nivel de potencia. [7]</p> <p>Eficiencia súper premium (IE4): Son lo más nuevo de acuerdo al ahorro energético en materia de motores, sus diseños incluyen similares beneficios de los motores de eficiencia Premium; además disminuye las pérdidas energéticas si se compara con un motor estándar, debido a que constructivamente mejora su diseño y materiales empleados.</p>
Antigüedad	El tiempo que el motor está en servicio desde su instalación	<p>Con el paso del tiempo los motores van disminuyendo su eficiencia ya que existe una degradación de los aislamientos de fábrica. A raíz de esta degradación, empiezan a surgir nuevos problemas y a aumentar el número de fallas en los elementos de protección, lo que repercute en el tipo de mantenimiento que requerirá motor y sus componentes.</p> <p>El mantenimiento del motor, como medida de eficiencia, previene el deterioro de sus elementos, así como el envejecimiento prematuro del mismo y logran mantener un nivel de consumo energético aceptable y un ahorro en el consumo eléctrico.</p>
Entorno de trabajo y sistema de enfriamiento	Entorno de trabajo	La exposición a lluvia, sol, viento, humedad y polvo, provocan pérdidas por fricción y calentamiento en el motor. En el caso más severo podrían generar daño en el aislamiento interno.
	Enfriamiento en los motores	Las pérdidas en los motores generan calor, el calentamiento degrada la calidad de los materiales haciendo que se disminuya la vida útil y se deterioren los aislamientos en sus enlaces internos. Además, la conducción eléctrica se da de mejor manera a menor temperatura.
Condición del suministro eléctrico	Según la NEMA el desbalance de fases debe ser inferior al 5% y según IEC 60038 las variaciones de voltaje deben estar entre -10% al +6%	Debido a que el motor trabaja dentro de una región de eficiencia dependiente de algunos factores, entre los cuales el más importante es el voltaje, al tener una variación superior a lo establecido según la curva de cada motor, este disminuye su rendimiento, lo cual ocasiona pérdidas por calentamiento de devanados y a su vez genera aumento del consumo de energía, pues ésta es la suma de todas las potencias consumidas por el motor [7].

Tabla 2.2 Parámetros para evaluación de eficiencia energética en motores eléctricos (continuación...)

Parámetro	Descripción	Implicaciones en la eficiencia
Mantenimiento	La corrección y prevención de problemas que presenten los motores	Un correcto mantenimiento reduce la posibilidad que el motor salga de servicio o genere grandes consumos por factores como pérdida de aislamiento, daño en los devanados, entre otros.
Automatización en funcionamiento	Sistema de arranque óptimo y temporizadores	Un sistema de arranque óptimo con temporizadores puede reducir las altas corrientes durante el arranque, previniendo altas demandas máximas en la facturación y además disminuye el tiempo y torque necesario para el arranque lo cual permite gastar menos energía en ese proceso, por lo que esto implica un impacto directo en la eficiencia del equipo.
	Uso de variador de frecuencia	Se tiene un importante ahorro energético con el uso de variadores de velocidad ya que reducen controladamente la potencia de arranque por medio de variadores de frecuencia y permitiendo al motor disminuir su torque inicial lo cual desgasta menos al motor y por lo tanto aumenta su tiempo de vida.

(Fuente: Elaboración Propia)

2.4.1.1 Efecto del factor de potencia en motores

El factor de potencia en valores menores a lo establecido por el Pliego Tarifario 2019, conlleva a un menor rendimiento del suministro eléctrico, y a la necesidad de tener mayor capacidad de generación de potencia aparente; debido a la cantidad de reactivos inductivos presentes en los aparatos de uso cotidiano de las instalaciones domésticas, industriales y comerciales (motores, transformadores, hornos, electrodomésticos, etc.).

El valor establecido como mínimo es de 0.92 para la lectura que realiza la empresa distribuidora [8]. Si se infringe este valor se reflejarán cobros adicionales en la planilla eléctrica debido a penalización.

Un valor bajo de factor de potencia no solo tiene afectaciones económicas sino también técnicas:

- Implica un aumento en el valor de corriente, haciendo que las pérdidas óhmicas aumenten en la máquina rotativa.
- Se presenta una mala regulación del voltaje.
- Se tiene una menor eficiencia en los motores, ya que mientras más lejano trabajen a su valor establecido de FP de placa, tendrán menor aprovechamiento de la energía.

2.4.1.2 Factor de carga

Indica la potencia mecánica de salida que entrega el motor respecto a lo especificado que podría entregar, según su potencia nominal o de placa.

El cálculo del factor de carga, siendo conocidas las revoluciones del motor y su deslizamiento se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Factor de Carga} = \frac{\text{deslizamiento}}{RPM_{sincronas} - RPM_{placa}} \quad (1)$$

El deslizamiento al ser la diferencia relativa entre la velocidad de giro respecto a su velocidad sincrónica, su cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$\text{deslizamiento} = RPM_{sincronas} - RPM_{medidas} \quad (2)$$

Luego las RPM sincrónicas se adquieren así:

$$RPM_{sincronas} = \frac{120 * frecuencia}{número de polos} \quad (3)$$

Las RPM_{medidas} se obtienen de manera práctica mediante un tacómetro.

Un factor de carga demasiado alto indica que se está sobrecargando de trabajo al motor, mientras que un valor bajo indica que se está desperdiciando la capacidad del motor. Dado que los motores eléctricos obtienen su mayor eficiencia cuando trabajan al 75% del factor de carga, es conveniente dimensionarlos cerca de este valor, contando así con un 25% extra para soportar sobrecargas en su trabajo [9].

2.5 PARÁMETROS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

En la Tabla 2.3 se analiza los factores o parámetros que tienen incidencia directa sobre la eficiencia en los sistemas de iluminación y que serán evaluados en el desarrollo de la auditoría energética propuesta en este trabajo de investigación.

Tabla 2.3 Parámetros para evaluación de eficiencia energética en sistemas de iluminación

Parámetro	Descripción	Implicaciones en la eficiencia
DEPRECIACIÓN DEL FLUJO LUMINOSO	Este factor toma en cuenta el flujo luminoso de la lámpara en relación a su tiempo y método habitual de uso.	Éste influirá en la eficiencia general de la instalación, ya que al cumplir su tiempo de vida estas empiezan a funcionar bajo sobreesfuerzos, en los drivers se producirán fallas que ocasionarán un mayor consumo de potencia.
MANTENIMIENTO	Este factor analiza el nivel de mantenimiento de cada luminaria, circuito y equipo que afectan a la iluminación	La falta de mantenimiento en el sistema de iluminación ocasiona que se acumule polvo en todos los dispositivos que lo componen. Esto ocasiona dificultades en la transmisión de electricidad, fallos en el cableado hasta los dispositivos y luminarias. Es indispensable realizar mantenimientos periódicos de limpieza para liberar áreas totalmente tapadas en polvo o cables, lo que afecta directamente a la iluminación requerida en cada zona y al consumo de energía de cada circuito.
ILUMINANCIA	Es la cantidad de lúmenes que inciden sobre un área, es decir, el flujo lumínico que incide en una determinada área. Su símbolo es E y su unidad es el lux que es igual a 1 lumen de flujo luminoso uniformemente repartido que incide sobre un área de un metro cuadrado lumen/m ²	Los luxes requeridos a una determinada altura permiten establecer un margen de nivel de iluminación requerido para conservar la mayor uniformidad posible y así no afectar al consumidor y mantener la mayor eficiencia en cada espacio.
ANTIGÜEDAD	En este apartado se evalúa el tiempo de vida útil de las lámparas.	Una vez se cumple el tiempo de vida de una lámpara, ésta empieza a disminuir el flujo luminoso de manera exponencial, lo cual obliga a buscar una solución para aumentar el nivel de iluminación e incurrir en un aumento en el consumo de energía.
UNIFORMIDAD	Evalúa los luxes en una zona específica según un promedio establecido de todas las mediciones en el área correspondiente a esa zona Se considera uniformidad de iluminación a la relación entre el valor mínimo y valor promedio de iluminación general, siendo el valor que asegure uniformidad en iluminación mayor a 0.7 [10]	La baja uniformidad ha obligado a aumentar de manera puntual el número de luminarias en cada área, sin un diseño previo, esto ocasiona un efecto cascada que obliga a seguir poniendo luminarias cada vez en más lugares y por lo tanto seguir aumentando la carga.

Tabla 2.3 Parámetros para evaluación de eficiencia energética en sistemas de iluminación (continuación...)

Parámetro	Descripción	Implicaciones en la eficiencia
	<p>Para verificar la uniformidad se utiliza la siguiente fórmula:</p> $U = \frac{\text{Iluminación mínima medida}}{\text{Iluminación promedio medida}} \quad (4)$ <p>Si se tiene valores iguales o superiores a 0.7 indica que el área iluminada que se está analizando tiene uniformidad, cuando se encuentra por debajo de 0.65 se considera como deficiente.</p>	
CONTROL AUTOMÁTICO	Establecer un centro de control centralizado que maneje el sistema de iluminación del centro comercial automáticamente por horarios y sensores	Encendido continuo de los circuitos sin importar horarios o usos de las distintas áreas. Provoca gastos innecesarios en personal técnico para el encendido y apagado de las cargas.
LUMINARIAS DAÑADAS	Analiza el porcentaje de luminarias dañadas de cada zona	Las luminarias dañadas ocasionan un gasto por consumo innecesario, ya que el balasto sigue funcionando en algunas de ellas a pesar de que estén apagadas.
DIVERSIDAD DE ILUMINACIÓN	<p>Es la relación entre la iluminación máxima medida y la iluminación mínima medida.</p> $D. I. = \frac{\text{Iluminación máxima medida}}{\text{Iluminación mínima medida}} \quad (5)$ <p>Su valor debe ser menor o igual a 5 para considerar que no se tendrá contraste intenso y que no creará problemas por demasiado brillo [10].</p>	La excesiva o escasa cantidad de luminarias instaladas para un área de trabajo, produce molestia visual a las personas. Un número excesivo de luminarias genera un consumo innecesario de energía.

(Fuente: Elaboración Propia)

2.5.1 LÁMPARAS UTILIZADAS PARA ILUMINACIÓN DE COMERCIOS

La iluminación en el área comercial es un tema de suma importancia pues de esta depende la presentación de los productos y el ambiente que se quiere reflejar hacia el público consumidor. Para este tipo de negocios, normalmente se requieren lámparas que provean iluminación con ciertas características como: alta durabilidad, alto índice cromático y alta eficiencia, evitando consumos exagerados de energía y perturbaciones no deseadas.

Las lámparas que tradicionalmente se han utilizado en comercios son del tipo de Halogenuros Metálicos y Fluorescentes.

2.5.1.1 HQI (Halogenuros Metálicos)

Estas lámparas pertenecen a la familia de las de vapor de mercurio, en su interior se añaden aditivos metálicos para según el aditivo estimular una zona del espectro visible determinada.

El principio de funcionamiento de estas lámparas se caracteriza, al igual que las de vapor de mercurio, por una excitación de dos electrodos los cuales generan una diferencia de potencial entre los dos extremos de la lámpara, lo cual provoca un movimiento de electrones entre placas y dependiendo del gas que exista en el tubo excitará sus átomos. Los colores dependerán del ioduro que contenga el tubo de la lámpara [11].

Este tipo de lámparas requieren de luminarias que demandan una tensión elevada al momento del arranque, por lo que para su funcionamiento necesitan una serie de equipos adicionales como arrancador, condensador y balasto que deberán ir en serie con el tubo [11].

2.5.1.2 Fluorescentes

Estas lámparas son de tipo descarga. En un ambiente de baja presión de vapor de mercurio, las cuales están recubiertas por un tubo de vidrio fluorescente y que generan luz visible cuando las radiaciones ultravioletas emitidas por las descargas atraviesan el tubo fluorescente [12].

Para el funcionamiento de estas lámparas se necesitan equipos complementarios para generar las corrientes altas de descarga que generará el efecto fotoeléctrico.

2.5.2 LÁMPARAS EFICIENTES

Con el desarrollo de tecnologías eficientes de iluminación, las lámparas que tradicionalmente se venían utilizando en el sector comercial, han sido poco a poco reemplazadas con las tecnologías eficientes que se describen en la Tabla 2.4:

Tabla 2.4 Lámparas y luminarias eficientes

Tipo	Ventajas	Desventajas	Características
LED	Alta vida útil Bajo costo Eficientes Dimerizables	Uso de balastos con semiconductores	Estas lámparas están compuestas por elementos semiconductores por los cuales atraviesa una corriente eléctrica provocando un fenómeno llamado electroluminiscencia, la cual transforma la energía eléctrica en luz visible [13] [14].
OLED	Materiales orgánicos Alto IRC Flexibles según el diseño Eficientes No usan balastos	Poca vida útil (por el momento) Alto costo	Estas lámparas son una evolución a la tecnología relativamente nueva que es el LED. Estos dispositivos no poseen materiales semiconductores, están compuestos por un "sánduche" encapsulado entre metales y vidrio además de una capa de moléculas orgánicas encima de la cual se "riega" un polímero luminiscente orgánico MDMO-PPV. Se hace circular una corriente por este "sánduche" lo cual genera una luz emitida por la región activa [15]
INDUCCIÓN	Eficientes Buen IRC Alta vida útil Dimerizables	Alto costo Necesita equipo auxiliar tipo balasto	Se alimenta de energía eléctrica por medio de un balasto que genera un voltaje a alta frecuencia en los anillos que rodean a la lámpara de cristal, estos anillos generan un campo magnético alrededor del bulbo de cristal lo cual hace que se aceleren los electrones libres los cuales chocan contra los átomos de mercurio y permiten que el gas inerte en el interior generando ondas de plasma imperceptibles al ojo humano que cuando atraviesan la capa de fosforo en el cristal generan una luz visible similar a la de los tubos fluorescentes [16].

(Fuente: Elaboración propia)

2.6 PARÁMETROS DE CALIDAD DEL SERVICIO ELÉCTRICO

Es importante controlar varios parámetros de calidad de servicio en una red, ya que estos parámetros van a influir directa o indirectamente en la eficiencia de la red debido a que pueden modificar el consumo de potencia de cada elemento o de la red total [17].

A continuación se describen los parámetros de calidad que deben ser evaluados:

2.6.1 ARMÓNICOS

Son ondas de voltaje o corriente de frecuencia múltiplo entero de la fundamental que se suman a la onda principal [18].

Fuentes de armónicos en la carga

- Residencialmente provienen de: fuentes conmutadas, electrodomésticos, LFC (lámpara fluorescente compacta), focos ahorradores.
- Comercialmente en: lámparas fluorescentes y motores.
- Industrialmente en: hornos de arco, convertidores, motores, lámparas fluorescentes, soldas eléctricas, estampadoras y forjadoras [18].

Efectos de los armónicos

Los principales efectos son:

- Aparición de corrientes no deseadas.
- Pérdidas adicionales en conductores.
- Calentamiento en bobinados de máquinas rotativas y transformadores.
- Pérdida de vida útil de los equipos.
- Arranque duro en máquinas eléctricas.
- Sobrecalentamiento del neutro en instalaciones eléctricas.
- Operación indebida de relés electromecánicos y electromagnéticos.
- Operación inoportuna de equipo electrónico y de control.
- Daño o apagado imprevisto de los equipos.

2.6.2 FLUCTUACIONES DE VOLTAJE

Es una variación sostenida o periódica del voltaje que en su valor eficaz no supera el $\pm 10\%$, tiene variación lenta consecuencia de cambios graduales en la carga, y variaciones distintas producidas por súbitos cambios de carga. Llega a ser perceptible visualmente en la operación de lámparas incandescentes de manera parpadeante, efecto conocido como flicker [18].

Las principales cargas que lo generan en su conexión o desconexión son: sueldas eléctricas, puesta en marcha de motores, hornos industriales, transformadores y bancos de capacitores [19].

2.6.3 DESBALANCE DE VOLTAJE

Se tiene en circuitos trifásicos cuando su amplitud en las fases no es igual, o cuando el desfase no es de 120 grados eléctricos entre ellas, o ambos casos. Generado por la mala distribución de cargas monofásicas entre las fases [18].

Sus efectos principales son: aparición de armónicos triples y no característicos del lado de la línea, existencia de rizado no deseado del lado de la carga, sobrecalentamiento en máquinas rotativas y disparo de protecciones [18] [19].

Para la determinación del porcentaje de desbalance de voltaje cuando se tiene mediciones de sus magnitudes se tiene la siguiente ecuación:

$$\% \Delta V = \frac{\text{Máxima desviación de } V \text{ de cualquier fase con respecto al Promedio de las 3 fases}}{\text{Promedio de las 3 fases}} * 100 \quad (6)$$

Las variaciones de voltaje máximas permitidas para bajo voltaje según la regulación de calidad ARCONEL 005-18 son del 8%.

2.7 CONTABILIDAD ENERGÉTICA

La contabilidad energética dentro de una auditoría energética implica una evaluación de la energía consumida por cada suministro y su valoración con base a las tarifas establecidas en los pliegos tarifarios vigentes.

El análisis de las regulaciones actuales y pliegos tarifarios permitirán conocer y de ser el caso solicitar un cambio conveniente en la categorización del tipo de consumidor o grupo tarifario que más convenga al centro comercial.

2.7.1 PLIEGO TARIFARIO

El “Pliego Tarifario Para Las Empresas Eléctricas De Distribución Codificado” para el periodo de ene-dic 2019 [8], establece las tarifas y tipos de consumidores a los que se puede acoger un usuario del servicio:

Los tipos de consumidores que se identifican en el Pliego Tarifario son:

- **Regulado:** persona natural o jurídica beneficiada del servicio de energía eléctrica por el contrato de su suministro con la empresa distribuidora.
- **Regulado comercial:** persona natural o jurídica, pública o privada, que la finalidad del uso de la energía eléctrica es en fines profesionales o ámbitos lucrativos.
- **Regulado industrial:** persona natural o jurídica, pública o privada, que utiliza energía eléctrica con fines productivos y artesanales.
- **Regulado residencial:** persona natural o jurídica, pública o privada, el uso de la energía eléctrica es doméstico independientemente de la carga conectada.

2.7.2 COSTO DE ENERGÍA DE UN EDIFICIO COMERCIAL

En el pliego tarifario vigente se determina los costos a pagar para un usuario del tipo comercial conectado en baja tensión y con registro de demanda horaria. En la Tabla 2.5 se presenta un extracto de los cargos tarifarios para el año 2019 por parte de la E.E.Q.

Tabla 2.5 valores pliego tarifario

Cargos Tarifarios Empresa Eléctrica Quito S.A.				
	Categoría	Energía (USD/kWh)	Costo Demanda (USD/kW-mes)	Costo Comercialización (USD/Consumidor)
Baja tensión	Comercial con demanda	0,088	4,182	1,414
	Comercial con demanda horaria (08h00 hasta 22h00)	0,088	4,182	1,414
	Comercial con demanda horaria (22h00 hasta 08h00)	0,07		
Media Tensión	Comercial con demanda	0,095	4,129	1,414
	Comercial con demanda horaria (08h00 hasta 22h00)	0,095	4,129	1,414
	Comercial con demanda horaria (22h00 hasta 08h00)	0,077		

(Fuente: Elaboración propia en base a [8])

Las etapas I, II y IV del centro comercial, tienen una facturación con registro de demanda horaria para baja tensión, la etapa III a diferencia de éstas tiene una facturación con registro de demanda horaria de media tensión.

En base a los costos analizados en la Tabla 2.5 se determina que no es conveniente un cambio de categoría ya que según los costos de energía facturada, se pagaría un valor mas alto desde las 22h00 hasta las 08h00 del que se paga en la actualidad.

2.7.3 FACTURACIÓN MENSUAL

Es la suma total de rubros para los clientes por tipo que incluyen el consumo energético, demanda de potencia, pérdidas en los transformadores, comercialización y penalización por bajo factor de potencia [8].

2.7.4 DÍAS FACTURADOS

Dependiendo de los días feriados y hábiles del mes correspondiente se tiene periodos de 28 a 33 días, este lapso facturado se constata con las fechas de lectura del medidor [20].

2.7.5 FACTOR DE POTENCIA Y PENALIZACIÓN

Cuando el valor medio de factor de potencia sea menor a 0,60 la empresa distribuidora podrá, previo aviso, suspender el servicio hasta que las instalaciones sean acondicionadas para tener un mejor factor de potencia. Con un valor menor a 0,92 se procederá a cobrar recargo por bajo factor de potencia en la facturación mensual establecido por la empresa distribuidora [8].

2.7.6 INCENTIVOS ENERGÉTICOS

Las empresas o industrias que tengan un alto consumo energético podrán desde el año 2019 usar generación fotovoltaica como alternativa para la reducción de facturación energética. El ARCONEL aprobó la Regulación No. 003-18, que permite el pago por energía inyectada a la red en la implementación de sistemas de generación fotovoltaica de hasta 1000 kW para auto abastecimiento comercial conectado a la red de distribución [21].

2.8 INDICADORES FINANCIEROS

2.8.1 VALOR ACTUAL NETO (VAN)

El Valor Actual Neto o VAN es un indicador de la viabilidad de un proyecto a través de su flujo efectivo. Este se elabora mediante la recopilación de ingresos y egresos futuros,

descuento de la inversión inicial y pérdidas o ganancias adicionales. Además, ayuda con la comparación de varios proyectos para determinar cuál es más rentable [19].

Cuando el VAN es de valor negativo indica que la inversión es mayor que el beneficio para la tasa de descuento asignada, determinando por lo tanto, que el proyecto no es rentable.

Valores del VAN mayores a cero indican que se tienen beneficios mayores a la inversión y que el proyecto resultará rentable a la tasa de interés asignada. Cuando el VAN toma un valor igual a 0 significa que recuperará lo invertido, pero sin beneficios adicionales [22].

Para su cálculo se emplea la siguiente fórmula:

$$VAN = -I_o + \sum_{i=1}^{i=n} \frac{F_i}{(1+d)^i} \quad (7)$$

Donde:

Io: inversión inicial del proyecto

Fi: flujo de fondos de cada periodo i

n: vida útil del proyecto o años considerados para el evaluación del mismo

d: tasa de descuento

i: periodo de evaluación

2.8.2 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

La Tasa Interna de Retorno o TIR es un indicador financiero que utiliza los flujos efectivos descontados considerando el valor del dinero en el tiempo. De manera conceptual en [23] se define como la máxima tasa de interés que puede pagarse, es decir, que gana el capital no amortizado en un período de tiempo y que conlleva a la recuperación o consumo de capital.

La TIR se obtiene de despejar la ecuación (7) del VAN igualada a cero.

$$0 = -I_o + \sum_{i=1}^{i=n} \frac{F_i}{(1+tir)^i} \quad (8)$$

Donde:

Io: inversión inicial del proyecto

Fi: flujo de fondos de cada periodo i

n: vida útil del proyecto

TIR: tasa interna de retorno

La TIR necesariamente debe ser positiva, para indicar la rentabilidad del proyecto.

2.8.3 COSTO ANUALIZADO TOTAL (CAT)

Las distintas opciones en planes de eficiencia energética presentan una serie de variables que hacen difícil la comparación entre dichas opciones. El Costo Anualizado Total - CAT engloba datos importantes de los equipos como son: vida útil, operación y mantenimiento, tasa de descuento, inversión inicial, costo de la energía, etc., y permite compararlas de manera más exacta [24].

El CAT es una buena alternativa al realizar una comparación entre luminarias con tecnologías convencionales y eficientes, para su cálculo se utilizan las ecuaciones:

Para tecnologías convencionales:

$$CATC = CCxFRC(i, N) + PExEC + CMC \quad (9)$$

Para tecnologías eficientes:

$$CATE = CExFRC(i, N) + PExEE + CME \quad (10)$$

Donde:

CC: valor de inversión inicial tecnología convencional [\$]

CE: valor de inversión inicial tecnología eficiente [\$]

PE: precio de energía [\$/kWh]

EC: consumo anual de energía tecnología convencional [kWh/año]

EE: consumo anual de energía tecnología eficiente [kWh/año]

CMC: costo de mantenimiento de la tecnología convencional [\$/año]

CME: costo de mantenimiento de la tecnología eficiente [\$/año]

FRC: factor de recupero de capital tomando en cuenta su tasa de descuento (i) y su vida útil (N), su cálculo se realiza con la ecuación (11).

$$FRC = \left[\frac{ix(1+i)^N}{(1+i)^N - 1} \right] \quad (11)$$

Finalmente, si el valor de CATE es menor a CATC determina que la tecnología eficiente será rentable económicamente [24].

3 DESARROLLO DE LA AUDITORÍA

La auditoría energética propuesta en este trabajo de investigación para el Centro Comercial el Recreo, se centra en el ámbito eléctrico y permitirá identificar las principales cargas de consumo eléctrico de los servicios generales en cada una de las etapas de la instalación. De igual manera permitirá evaluar, entre otros problemas, los problemas operativos, de diseño y de falta de mantenimiento, que están generando pérdidas de energía o utilización ineficiente del recurso eléctrico disponible.

Por otra parte, la necesidad de generar mayor confort y mejorar la confiabilidad de las instalaciones en las actividades diarias realizadas por comerciantes, clientes y personal administrativo, hace urgente la necesidad de evaluación de alternativas de inversión para mejorar la eficiencia en los distintos grupos de cargas de los servicios generales. Estas oportunidades deberán ser viables técnicamente en su ejecución y asequibles financieramente, por lo que una evaluación previa a través de los indicadores financieros VAN, TIR y CAT despejarán cualquier interrogante.

Debido a que analizar, estructurar y ejecutar un plan de eficiencia energética para todo el centro comercial es muy extenso, fue necesario proponerlo en etapas o fases, las mismas que están descritas en el capítulo 4 de este documento.

3.1 PLANIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO INICIAL

3.1.1 PLANIFICACIÓN

En esta sección se definirá un cronograma de trabajo en base al diagrama de flujo de la metodología de trabajo. En el Anexo V se presenta el diagrama de Gantt de organización del trabajo. La concatenación de actividades es clave para llevar el orden de las acciones descritas en la Fig. 3.1.

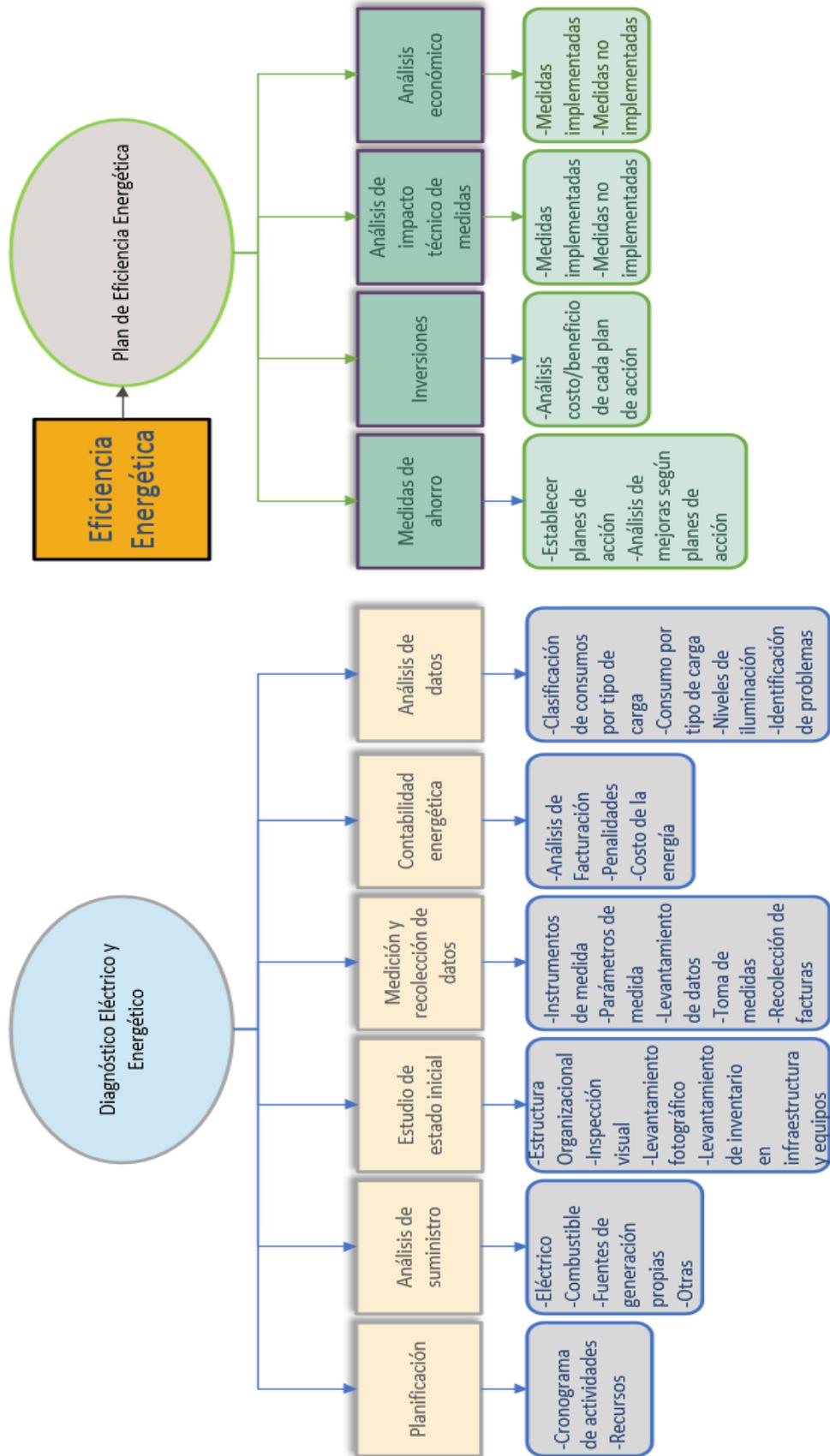


Fig. 3.1 Diagrama de actividades de la metodología propuesta
(Fuente: Elaboración propia)

3.1.2 DIAGNÓSTICO INICIAL

Como resultado de la indagación realizada inicialmente en inspecciones visuales y de entrevistas al personal de operaciones del centro comercial, se obtienen los parámetros básicos de diagnóstico presentados en la Tabla 3.6, mismos que permiten tener una visión general del estado de las instalaciones.

Tabla 3.6 Matriz de diagnóstico

ACTIVIDADES	Centro Comercial El Recreo
Diagnóstico / Auditoría	No se ha realizado
Mantenimiento Instalaciones Eléctricas	No se realizan periódicamente.
Difusión del Plan de EE	No existe.
Calidad de Energía	Existen varios fenómenos como: bajo factor de potencia, desbalances de voltaje entre otros. No se han tomado acciones.
Mantenimiento de Motores	No se realizan periódicamente.
Mantenimiento de Sistemas de Iluminación	No se realizan periódicamente.
Sistema de Control de encendido/apagado de circuitos eléctricos de fuerza	No disponen de ningún sistema.
Evaluación de seguridad y funcionalidad de las instalaciones	No se ha realizado

(Fuente: Elaboración propia)

Tal como se observa en la matriz de diagnóstico (Tabla 3.6), el centro comercial El Recreo no ha implementado ningún tipo de medida de eficiencia energética ni cuenta con un plan para el efecto, por lo que la eficiencia energética del centro comercial actualmente se califica en un nivel “Malo”, haciendo imprescindible el desarrollo de una auditoría que permita identificar las cargas de mayor consumo eléctrico y que requieran una intervención para aumentar o mejorar el nivel de eficiencia energética.

Una vez identificada esta problemática, se da inicio a la planificación de actividades detallada en la Fig. 3.1, tomando en cuenta que ciertas actividades podrían variar o aumentar su tiempo de ejecución pues dependerán de los resultados que se vayan obteniendo. Es decir, durante el avance del proyecto se asume surgirán nuevas interrogantes que no estuvieron contempladas en un inicio y que provocarán variaciones de los tiempos de ejecución del mismo.

Este diagnóstico eléctrico dentro de las instalaciones del centro comercial permitió identificar una serie de puntos focales según su consumo eléctrico mensual, anual y su aporte porcentual, identificados en la Tabla 3.7. Se puede observar que iluminación y motores son los grupos de cargas más representativos del consumo eléctrico de servicios generales, pero iluminación tiene mayor porcentaje de consumo. Estos puntos focales serán los primeros en los cuales se actuará aplicando un plan de eficiencia energética.

Tabla 3.7 Consumos eléctricos del centro comercial del año 2017

DISTRIBUCIÓN DE LOS CONSUMOS ELÉCTRICOS PARA SERVICIOS GENERALES DEL CENTRO COMERCIAL EL RECREO						
	Etapas I			Etapas II		
Consumo de Energía Eléctrica	ANUAL [kWh]	MENSUAL [kWh]	%	ANUAL [kWh]	MENSUAL [kWh]	%
ILUMINACIÓN	1.501.664,52	125.138,71	78%	968.240,64	80.686,72	84%
MOTORES VARIOS	376.832,52	31.402,71	20%	147.424,29	12.285,36	13%
OTROS	37.243,80	3.103,65	2%	37.243,80	3.103,65	3%
TOTAL	1.915.740,84	159.645,07	100%	1.152.908,73	96.075,73	100%
	Etapas III			Etapas IV		
Consumo de Energía Eléctrica	ANUAL [kWh]	MENSUAL [kWh]	%	ANUAL [kWh]	MENSUAL [kWh]	%
ILUMINACIÓN	1.501.664,52	125.138,71	78%	148.629,60	12.385,80	73%
MOTORES VARIOS	376.832,52	31.402,71	20%	17.057,44	1.421,45	8%
OTROS	37.243,80	3.103,65	2%	37.243,80	3.103,65	18%
TOTAL	1.915.740,84	159.645,07	100%	202.930,84	16.910,90	100%

(Fuente: Elaboración propia)

Del levantamiento de cargas instaladas, se constató que existía un promedio de 1 luminaria dañada de cada 4, por lo que la carga instalada del establecimiento no corresponde con el pago mensual reflejado en facturación por consumo de energía eléctrica.

Además, los costos se tomaron en base a la facturación mensual de cada una de las etapas del centro comercial ya que se dificulta estimar un costo de facturación mensual en base a la carga instalada y las horas de uso, esto debido a que existe gran cantidad de luminarias dañadas y la mayoría están en uso en la actualidad, además la gran mayoría de lámparas ya han excedido sus horas de vida útil.

El diagnóstico eléctrico parte de una primera inspección general de las instalaciones del Centro Comercial. En esta primera inspección se determina también cuáles son los casos especiales que corresponderán a consumos de energía extras. Para definir un caso especial de un diagnóstico eléctrico, se ha tomado en cuenta que se cumpla al menos 1 de los siguientes criterios:

- Puntos de altas temperaturas
- Puntos de corrección de falla inaccesibles
- Puntos con fallas continuas
- Puntos de equipo y material en mal estado

En base a este diagnóstico se analiza la relevancia de realizar una auditoría energética profunda.

3.2 ANÁLISIS DEL SUMINISTRO ENERGÉTICO

Aquí se analizan los recursos energéticos disponibles en el centro comercial, sean estos eléctricos, combustibles, fuentes de generación propias y otros.

En base a los datos recopilados y con el afán de recolectar toda la información posible necesaria, se realiza una sectorización del área del centro comercial según los suministros registrados en la Empresa Eléctrica Quito. En esta sectorización al mismo tiempo se evalúa e identifica todos y cada uno de estos suministros según consta en la Fig. 3.2.

Para esta evaluación se toma como referencia el Pliego Tarifario para las empresas eléctricas de distribución y la regulación ARCONEL 005-18. Vigentes en el Ecuador, con la finalidad de realizar un análisis situacional de los suministros en los cuales se identifican los tipos de usuarios, costos de energía para el centro comercial, posibles opciones de mejoras, entre otros.

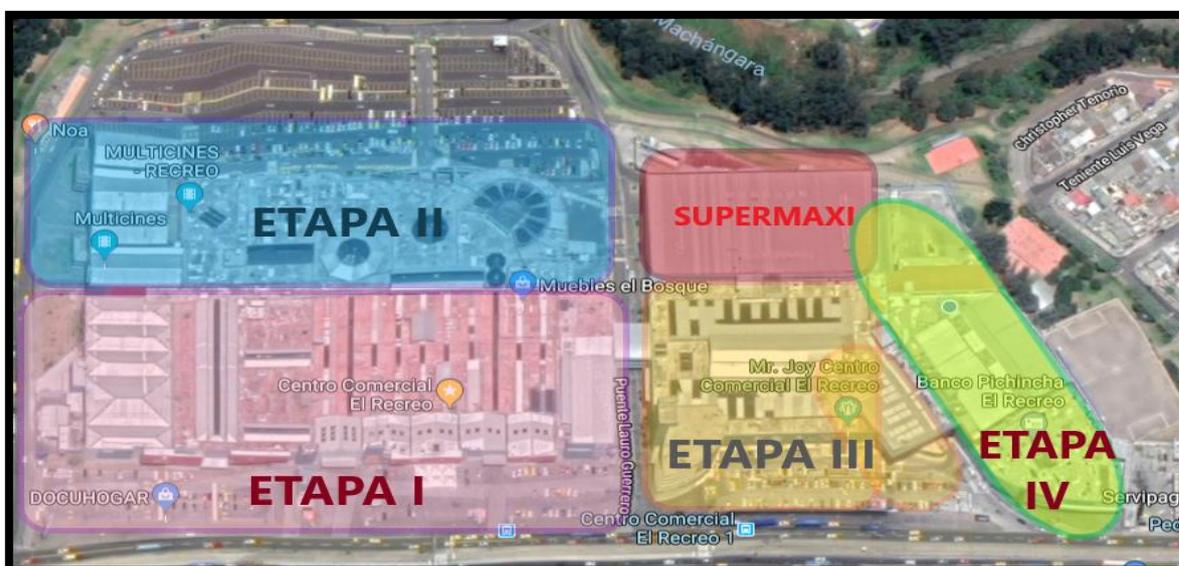


Fig. 3.2 Sectorización centro comercial El Recreo según sus respectivos medidores
(Fuente: Elaboración propia)

3.2.1 SUMINISTROS ENERGÉTICOS ASOCIADOS AL CENTRO COMERCIAL EL RECREO

La Empresa Eléctrica Quito es la empresa encargada de proveer el servicio de energía del centro comercial por medio del alimentador 4C a 22,8 kV, correspondiente a la subestación 4 “Chimbacalle”. Los suministros asociados al centro comercial “El Recreo”, están sujetos a una tarifa de baja tensión de tipo comercial y divididos según se muestra en la Fig. 3.2.

Las principales características de los suministros se presentan en la Tabla 3.8, donde además del transformador asociado a cada suministro, se identifica también su generador de emergencia.

Tabla 3.8 Número de suministros

	Número de Suministro	Transformador asociado	Generador de emergencia asociado	Ubicación del transformador y generador
Etapa I	1490001835	INATRA 750kVA trifásico 22,8kV/210V	WILSON Motor Mod P380E 416kVA 220V	1ra etapa, cámara de transformación Gran Plaza
Etapa II	1401225873	INATRA 750kVA trifásico 22,8kV/210V	WILSON Motor Mod P625E1 625kVA 220/127V	1ra etapa, cámara de transformación Gran Plaza
Etapa III	1401457525	INATRA 900kVA trifásico 22,8kV/210V	MODASA Motor Mod DP222LCS 968kVA 220/127V	Subsuelo 3ra etapa área de bodegas
Etapa IV	1401976358	INATRA 1200kVA trifásico 22,8kV/210V	WILSON Motor Mod P900E1 900kVA 220/127V	Subsuelo 3ra etapa lado norte

(Fuente: Elaboración propia)

3.2.2 PRODUCCIONES ENERGÉTICAS PROPIAS

El centro comercial dispone de 4 generadores de emergencia (Tabla 3.9) todos en estado operativo asociados a los medidores de servicios generales para cada etapa. Todos funcionan a diésel y proveen energía en caso de emergencia, interrupción, o desconexión del servicio eléctrico de parte de la empresa distribuidora. La operación de estos está a cargo del departamento de operaciones del centro comercial, y son encendidos al menos una vez a la semana.

Tabla 3.9 Generadores de servicios generales

	Generador asociado	Ubicación del transformador y generador
Etapa I	WILSON Motor Mod P380E 416kVA 220V	1ra etapa, cámara de transformación Gran Plaza
Etapa II	WILSON Motor Mod P625E1 625kVA 220/127V	1ra etapa, cámara de transformación Gran Plaza
Etapa III	MODASA Motor Mod DP222LCS 968kVA 220/127V	Subsuelo 3ra etapa área de bodegas
Etapa IV	WILSON Motor Mod P900E1 900kVA 220/127V	Subsuelo 3ra etapa lado norte

Tabla 3.9 Generadores de servicios generales...(continuación)

PRODUCCIONES ENERGÉTICAS PROPIAS	
Potencia total = 2909 kVA	
OTRAS FUENTES DE SUMINISTRO ENERGÉTICO	
No disponen	

(Fuente: Elaboración propia)

3.3 ESTUDIO ESTADO INICIAL

Se realizó una inspección visual en las instalaciones físicas del centro comercial con el objetivo de realizar un levantamiento fotográfico del estado actual de sus equipos e instalaciones. En este mismo recorrido se realizó también un levantamiento de cargas, así como también la recolección de información al respecto de la estructura organizacional de la empresa, quién financiará la auditoría, la actividad a la que se dedican, entre otra información.

3.3.1 DATOS GENERALES

En esta primera fase de la auditoría, se realiza la recopilación de todos los datos e información relacionados con la actividad del centro comercial con el fin de conocer el comportamiento de la carga y establecer así un plan de eficiencia energética que se acople de mejor manera al uso a este espacio. Todo esto se debió cumplir sin interferir con el tránsito normal y confort de los usuarios de los espacios del centro comercial.

Los datos generales de esta primera inspección al centro comercial se presentan a continuación en la Tabla 3.10 y Tabla 3.11:

Tabla 3.10 Datos generales del centro comercial El Recreo

Datos Generales de la Empresa Auditada	
Empresa	Centro Comercial El Recreo
Ciudad	Quito
Actividad Comercial	Concesión de locales, ventas de publicidad y realización de eventos de activación para publicidad y ventas.
Dirección	Av. Pedro Vicente Maldonado, Quito 170111
Descripción	Centro comercial encargado de concesión de locales y venta de publicidad

(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 3.11 Datos de contacto de personas a cargo

Datos de contacto de las personas responsables de asuntos técnicos eléctricos				
	Nombre	Teléfono	Email	Cargo
Persona de Contacto en la empresa	David Gudiño	0983362097	operaciones@cclrecreo.com	Jefe de Operaciones
Técnico auditor	Leonardo Núñez	0984817403	leonardonunezceli@hotmail.com	Auditor
Técnico auditor	Diego Tulcanazo	0987026596	diegoomar7@hotmail.com	Auditor

(Fuente: Elaboración propia)

El centro comercial “El Recreo”, es una empresa dedicada a la concesión de locales comerciales, venta de espacios publicitarios y realización de eventos de activación para publicidad y ventas. En la Tabla 3.12 se tiene el detalle de operación del centro comercial.

Tabla 3.12 Datos de funcionamiento del centro comercial El Recreo

Régimen de actividad			
Nº de empleados	47		
Régimen de funcionamiento	horas/día	día/semana	días/año
	16	7	365
Horario de Funcionamiento	lunes a viernes		6am-10pm
	sábado-domingo-feriados		6am-10pm
Capacidad de concesión	Locales		449
	Islas		168
	Espacios Publicitarios		210

(Fuente: Elaboración propia)

3.3.2 LEVANTAMIENTO FOTOGRÁFICO DE INSTALACIONES Y EQUIPOS

Del recorrido realizado por las instalaciones eléctricas del centro comercial se puede observar, entre varios aspectos, principalmente lo siguiente:

- El sistema de bandejas portacables se encuentra sobrecargado de cable, lo que dificulta la intervención del personal en caso de fallas eléctricas. En los cables que se encuentran en la parte inferior se producen cortocircuitos muy continuamente debido que, al ser bandejas de latón soldado adaptadas para cableado eléctrico,

en sus extremos y uniones se corta el aislamiento del cable provocando una serie de cortocircuitos, tal como se observa en la Fig. 3.3.

- En las Fig. 3.4 y Fig. 3.5 se observa que el mantenimiento a los tableros ha sido descuidado y la instalación no se hizo de manera adecuada por lo que el cableado y los tableros se encuentran cubiertos de polvo y expuestos a una serie de factores de riesgo. En las Fig. 3.6 y Fig. 3.7 se observa cableado desordenado, mal distribuido y sin identificación que dificulta la operación de los sistemas existentes además de imposibilitar la operación en caso de fallas eléctricas y volviendo estos sistemas un peligro para el personal y las instalaciones.
- Existe gran cantidad de luminarias en mal estado debido a la falta de mantenimiento, algunas tienen sus lámparas al límite de su vida útil. De igual forma existen luminarias que en un principio estaban destinadas a ser decoración de las cenefas pero que con el paso del tiempo y debido a la alta rotación de locales han sido cubiertas por cableado que pasa por dichas cenefas y que en la actualidad están siendo usadas como pasos para cableado de los locales, esto además de disminuir la eficiencia, ser un gasto innecesario de dinero y energía; y son un riesgo para las instalaciones ya que puede ocasionar un incendio a gran escala como se observa en la Fig. 3.8 y Fig. 3.9.
- El motor que se muestra en la Fig. 3.10 es de un humidificador que está ubicado sobre el patio de comidas de la etapa 3 del centro comercial, la función original de este motor era aumentar la humedad del patio de comidas para refrescar el ambiente; sin embargo, el motor no está en condiciones operativas óptimas, ya que no cuenta con los filtros de aire y por lo tanto, en la actualidad no cumple ninguna función. A pesar de esto el departamento de operaciones lo seguía encendiendo recurrentemente todo los días, en periodos normales de operación del centro comercial.
- Por la gran cantidad de fallas en el sistema y la imposibilidad de operación dado el estado de los equipos, en la Fig. 3.11 se puede observar que el aislamiento en cables está desgastado, no se han tomado medidas correctivas y los operarios e instalaciones están proclives a tener algún incidente por la exposición a estos equipos o por un posible corto circuito.
- Las luminarias existentes tienen lámparas HQI que no están acordes a la época y no corresponden a ningún diseño de iluminación previo como para cumplir la función de iluminar los pasillos eficientemente como se puede ver en la Fig.3.12.

Se encuentran en posición poco adecuadas, además el nivel de iluminación que proveen no es el adecuado para pasillos en un centro comercial.

- La inadecuada disposición de la iluminación provoca sombras y obliga a usar un mayor número de luminarias con lámparas de un flujo luminoso más alto de lo normal; al requerir un mayor flujo luminoso y no ser de una tecnología moderna (LED) son de un costo más elevado y consumen una gran cantidad de energía como se observa en la Fig. 3.13. También se puede apreciar luminarias colocadas incluso detrás de una tubería de agua que pasa por el cielo raso.
- Debido a la falta de un centro de control, instalaciones eléctricas precarias y la falta de personal, las instalaciones eléctricas se mantienen encendidas durante toda la jornada de trabajo sin importar si se tiene un aporte de iluminación externo como se observa en la Fig. 3.14 lo cual aumenta el consumo eléctrico y se ve reflejado en el elevado pago mensual de energía eléctrica que se explicará detalladamente en la sección 3.4.4 para cada etapa del centro comercial.

Tabla 3.13 Cuadro de Fotografías



Fig. 3.3 Cableado en bandejas en ETAPA I centro comercial El Recreo



Fig. 3.4 Tableros proclives al polvo

Tabla 3.13 Cuadro de Fotografías (continuación...)



Fig. 3.5 Exposición de tableros al polvo



Fig. 3.6 Tableros desordenados y en mal estado



Fig. 3.7 Mala distribución de cableado de tableros



Fig. 3.8 Luminarias en cenefas que rodean todo el centro comercial



Fig. 3.9 Luminarias dentro de cenefas



Fig. 3.10 Motor Humidificador usado como extractor de aire en patio de comidas

Tabla 3.13 Cuadro de Fotografías (continuación...)



Fig. 3.11 Tablero de control de accionamiento de 3 motores de servicios auxiliares para saneamiento de ETAPA I

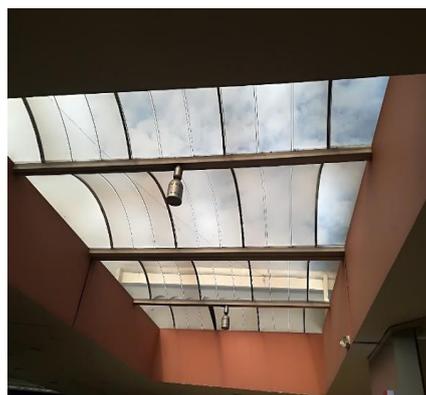


Fig. 3.12 Lámparas HQI colocadas en la mayoría del centro comercial

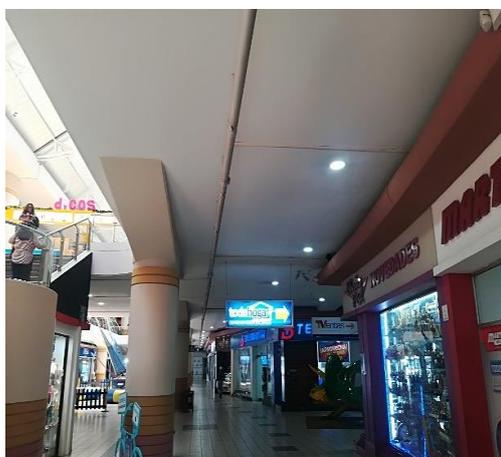


Fig. 3.13 Luminarias Corredor A colocadas de manera ineficiente



Fig. 3.14 Lámparas encendidas durante todo el día a pesar de tener fuentes de luz natural

(Fuente: Elaboración propia)

3.4 MEDICIÓN, RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

En esta fase de la auditoría se determinan los equipos a utilizar para la recolección de datos, especificaciones de la metodología de medición de los datos e identificación de la información de relevancia para el estudio.

3.4.1 INSTRUMENTOS DE MEDIDA

Es de suma importancia escoger adecuadamente los instrumentos que servirán para tomar mediciones ya que estos permitirán obtener con mejor precisión de resultados para posterior análisis. Una correcta elección permitirá ahorrar tiempo y eliminar errores en la recolección de información.

Se debe asegurar que los equipos de medida se encuentren en las condiciones requeridas y estén calibrados adecuadamente para evitar datos erróneos que puedan distorsionar el resultado esperado del plan de eficiencia energética.

3.4.1.1 MULTÍMETRO

Un multímetro es un aparato que puede medir voltaje, corriente, resistencia. Los multímetros tradicionales estaban compuestos por un galvanómetro de medida con una respectiva resistencia interna además de una específica sensibilidad. En la actualidad los multímetros digitales están compuestos por conversores análogos digitales, microprocesadores y pantallas para mostrar el resultado de las medidas.



Fig. 3.15 Multímetro
(Fuente: Elaboración propia)

Este aparato será empleado para la adquisición de voltajes, corrientes y medición de continuidad.

3.4.1.2 ANALIZADOR DE REDES

Este dispositivo permite medir varias perturbaciones y parámetros en las redes eléctricas, específicamente brinda información de voltajes, corrientes, frecuencias, armónicos, potencias, etc. El analizador de redes entrega información tanto de redes monofásicas, bifásicas y trifásicas, y dispone también de una serie de entradas y accesorios para aumentar sus funciones de almacenamiento y conectividad.



Fig. 3.16 Analizador de Red Fluke 1735
(Fuente: Elaboración propia)

3.4.1.3 LUXÓMETRO

Es un instrumento de medida que determina la iluminancia de un área por medio de una fotocelda ubicada en este. Para obtener una medición real con este instrumento se deberá realizar la adquisición de medidas sin tapar las fuentes de luz incidentes.



Fig. 3.17 Luxómetro
(Fuente: Elaboración propia)

3.4.1.4 TACÓMETRO

Provee las revoluciones o la fuerza en newtons por minuto en el eje de giro. La adquisición de mediciones se las realiza mediante el contacto directo en el eje de giro o por un sensor laser.



Fig. 3.18 Tacómetro
(Fuente: Elaboración propia)

3.4.2 ANÁLISIS DE PARÁMETROS MEDIDOS

Para el desarrollo de las mediciones se tomó como referencia lo establecido en la regulación ARCONEL 005-18 respecto a los parámetros de calidad del producto que deben cumplir las distribuidoras¹.

Para independizar la información relacionada con consumos generales, respecto de la de los consumos de arrendatarios, se decidió conectar un analizador de redes a las barras correspondientes a servicios generales.

Se tomó en cuenta solo a los tableros de distribución y no a los transformadores debido a que estos suministran energía a todas las áreas del centro comercial (locales comerciales, islas y servicios generales) y esta investigación está limitada únicamente a los servicios generales, mismos que son alimentados desde los tableros de distribución.

¹ Si bien la regulación es de cumplimiento obligatorio para las distribuidoras, constituye una referencia para verificar cómo están los niveles de calidad del lado del usuario.

La regulación ARCONEL 005-18, establece que “el período de medición para todos los parámetros de calidad deberán realizarse por 7 días continuos en periodos de 10 minutos”.

Dentro del número total de muestras tomadas en este periodo de 7 días no más del 5% sobrepasen los límites establecidos [26].

Del número total de 1080 muestras de las mediciones realizadas de parámetros eléctricos se encontró que la mayoría no cumplen la regulación, análisis realizado en la tabla 3.15.

A continuación se presenta las gráficas y análisis de la potencia activa, potencia reactiva, factor de potencia, tensión, corriente, y THD de voltaje.

El análisis se presenta para la ETAPA I del centro comercial. Las otras etapas tuvieron valores y gráficas similares de sus parámetros eléctricos, ya que comparten el mismo horario de atención al público.

POTENCIA ACTIVA ETAPA I

El valor máximo de consumo de la Etapa I es de 65.000 W (Fig. 3.1) y el valor promedio de 36.453,9 W, datos que se recopilan en la tabla 3.14 presentada más adelante.

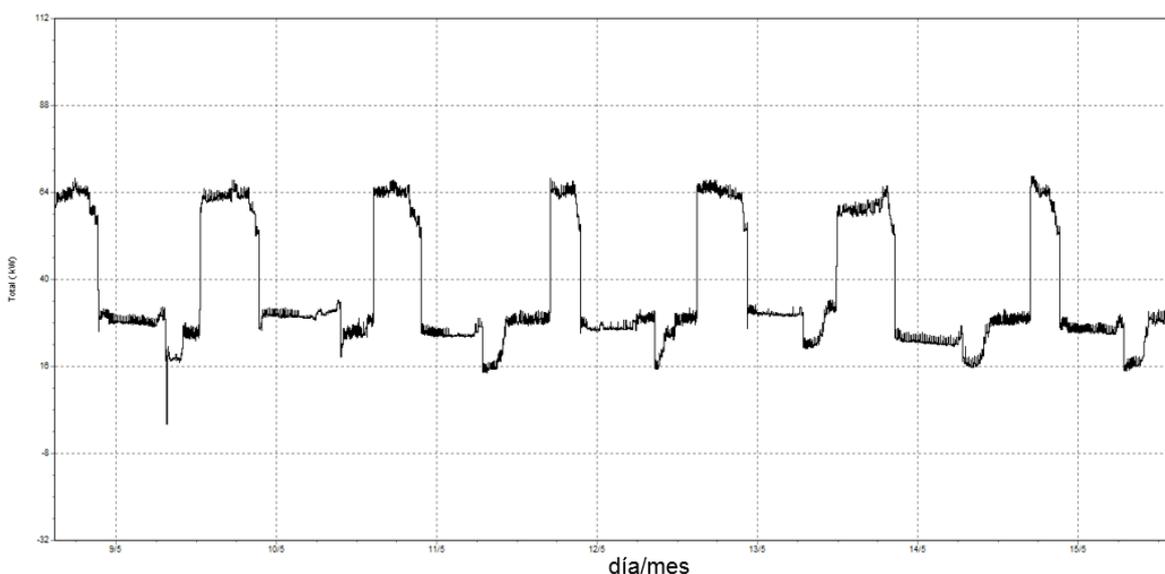


Fig. 3.19 Gráfica de la potencia activa ETAPA I
(Fuente: Elaboración propia)

POTENCIA REACTIVA ETAPA I

Tal y como se observa en la Fig. 3.20 y Fig. 3.21 el sistema se estabiliza cuando se encienden todas las cargas, mientras que cuando se apaga la iluminación principal, se puede observar que la iluminación indirecta mantiene el sistema con un factor de potencia en un promedio de 0,7859.

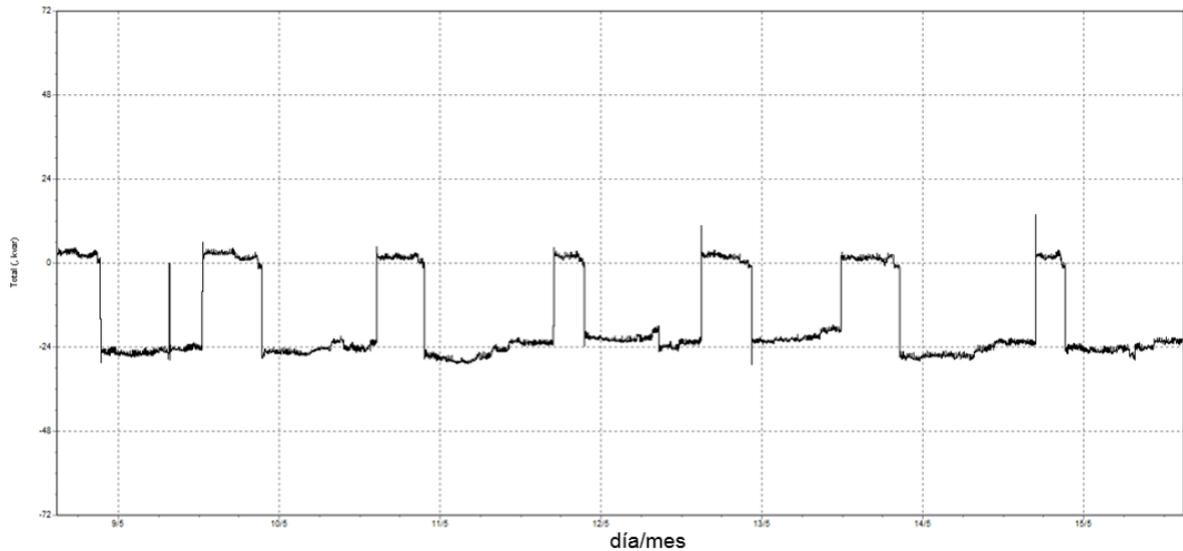


Fig. 3.20 Gráfica de la potencia reactiva ETAPA I
(Fuente: Elaboración propia)

FACTOR DE POTENCIA ETAPA I

La iluminación indirecta está compuesta aproximadamente por 1000 lámparas fluorescentes y 500 drivers o fuentes, los cuales mantienen el sistema con bajo factor de potencia y funcionan la mayor parte del día. Bajo lo expuesto, se determina que esta carga es uno de los problemas más graves que deben ser intervenidos por el plan de eficiencia energética.

El trabajo diario del sistema de iluminación se ve reflejado de la siguiente manera:

- Las lámparas fluorescentes ubicadas en cenefas (iluminación indirecta) se usan la mayoría del tiempo para iluminar zonas oscuras cuando tienen poca iluminación solar de fuentes naturales y en pasillos que no tienen entradas naturales de iluminación.
- La iluminación principal se enciende cuando ya no existe iluminación de fuentes naturales y por lo tanto los ambientes se empiezan a volver oscuros.
- Todos los días se enciende la iluminación principal desde aproximadamente las 5 pm hasta aproximadamente las 10 pm.
- La iluminación indirecta permanece encendida todas las noches con el fin de facilitar la vigilancia del centro comercial.

- A las 7 de la mañana aproximadamente que entra luz natural, se apaga el circuito de iluminación indirecta hasta las 10 de la mañana que abre el centro comercial.

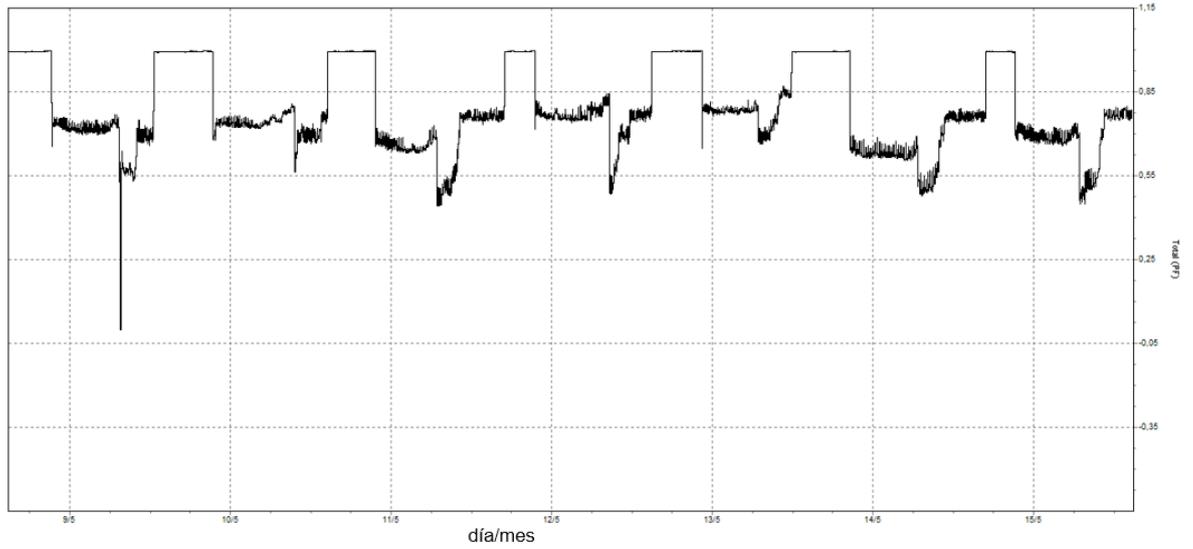


Fig. 3.21 Gráfica del factor de potencia ETAPA I
(Fuente: Elaboración propia)

TENSIONES ETAPA I

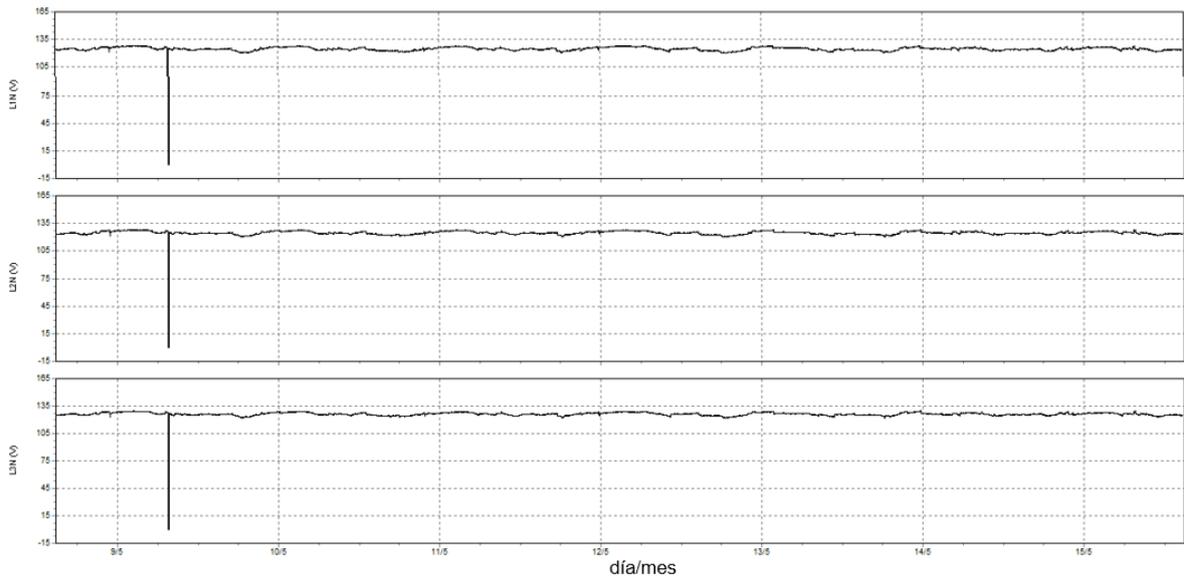


Fig. 3.22 Gráfica de tensiones L1N, L2N, L3N de ETAPA I
(Fuente: Elaboración propia)

La Fig. 3.22 muestra la variación de voltaje respecto a su valor promedio de 124,62 V en L1N, de 124,55 V en L2N y de 126,19 V en L3N; valores que están dentro de los parámetros permitidos por la regulación ARCONEL 005-18 al estar dentro del límite del $\pm 8\%$ del número total de 1080 muestras, su análisis se presenta en la tabla 3.15.

CORRIENTES ETAPA I

Se puede observar en la Fig. 3.23 que la corriente que atraviesa el neutro alcanza niveles superiores a 18 amperios e llegando a alcanzar picos de hasta 30 amperios. Esto es ocasionado por un desbalance de cargas en las fases o un posible problema de armónicos triples, ya que la corriente esperada debería ser cercana a cero; sin embargo, no es un problema crítico ya que las corrientes reales en cada fase como se puede apreciar son superiores a los 150 amperios.

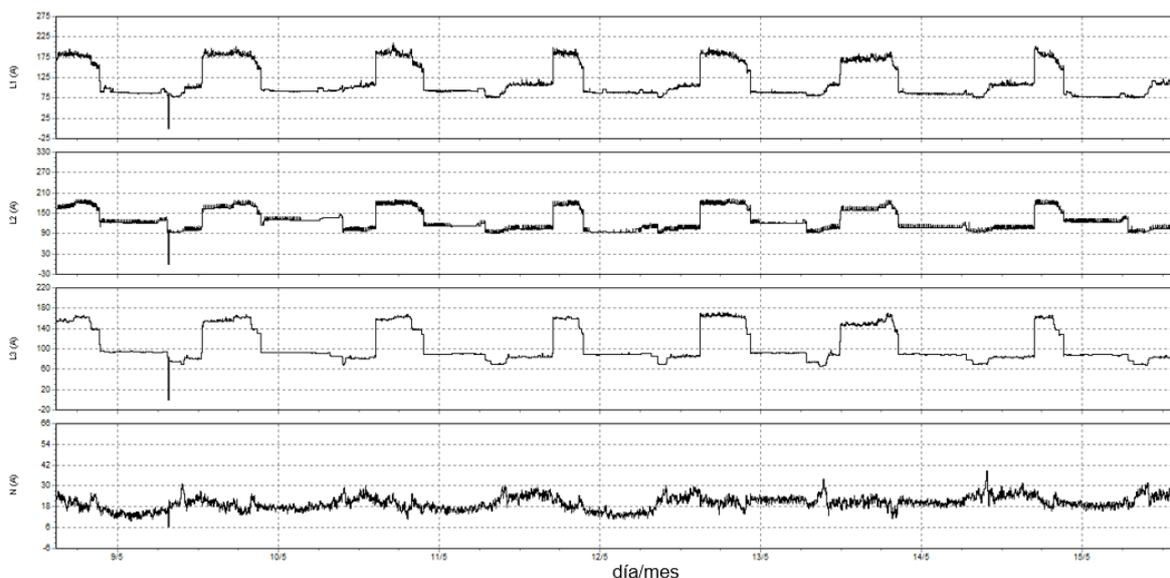


Fig. 3.23 Gráfica de corrientes L1, L2, L3 y Neutro de ETAPA I
(Fuente: Elaboración propia)

THD DE VOLTAJE DE LA ETAPA I

El THD de voltaje de la Fig. 3.24 se encuentra dentro de los rangos permitidos según la norma IEE 519-1992 que establece un valor individual de distorsión máximo de 3% y del ARCONEL 005-18 del 8% para bajos voltajes.

Las demás etapas registran medidas similares que la ETAPA I, esto debido a que se encuentran unidas por pares y tienen el mismo horario de funcionamiento; además, arquitectónicamente comparten varios criterios constructivos.

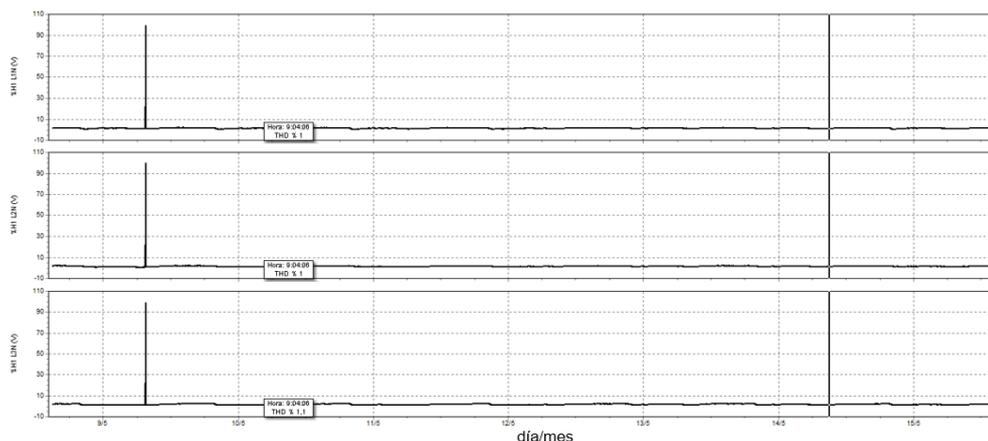


Fig. 3.24 Gráfica del contenido de armónicos de la ETAPA I
(Fuente: Elaboración propia)

Los parámetros eléctricos obtenidos por medio del analizador de red para cada una de las etapas se resumen en la Tabla 3.14, la cual presenta los valores máximos, mínimo y promedio de los parámetros de calidad.

Tabla 3.14 Resultado de parámetros eléctricos medidos del centro comercial El Recreo

		ETAPA I			ETAPA II		
		Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio
Potencia	Activa [W]	65.000,00	17.920,00	36.453,90	141.900,00	33.530,00	78.070,40
	Reactiva [VAR]	2.667,00	-27.030,00	-16.706,2	52.460,00	7.184,00	26.088,30
	Aparente [VA]	65.270,00	31.220,00	43.847,80	151.300,00	34.720,00	83.324,00
Tensión [V]	L1N	127,50	121,80	124,62	130,00	124,30	127,20
	L2N	127,30	122,00	124,55	131,40	126,40	128,92
	L3N	128,70	123,80	126,19	130,40	125,70	128,05
Corriente [A]	L1	186,50	78,00	116,04	363,50	58,36	185,79
	L2	183,30	94,36	129,45	391,40	81,95	200,63
	L3	163,40	70,64	105,64	434,00	129,70	266,59
	Neutro	26,73	13,77	20,18	74,59	40,23	57,92
THD _v [%]	L1N	1,80	0,60	1,34	2,20	0,40	1,33
	L2N	1,80	0,70	1,38	2,50	0,60	1,45
	L3N	2,10	0,80	1,48	2,30	0,50	1,37
Factor de potencia		1,00	0,55	0,79	0,98	0,90	0,94

(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 3.14 Resultado de parámetros eléctricos medidos del centro comercial El Recreo (continuación...)

		ETAPA III			ETAPA IV		
		Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio
Potencia	Activa [W]	203.500,00	47.500,00	123.665,00	55.910,00	17.390,00	36.493,60
	Reactiva [VAR]	63.150,00	981,80	32.416,40	14.150,00	-2.029,00	5.582,51
	Aparente [VA]	215.600,00	49.370,00	131.752,00	59.920,00	19.080,00	38.859,30
Tensión [V]	L1N	125,30	120,80	123,20	126,60	122,50	124,74
	L2N	123,90	119,60	121,89	126,50	122,70	124,70
	L3N	124,00	119,20	121,68	127,80	123,70	125,84
Corriente [A]	L1	651,10	112,00	387,80	181,00	59,86	117,25
	L2	581,30	148,90	359,25	157,10	41,59	97,94
	L3	551,00	139,60	333,87	145,50	46,09	96,17
	Neutro	0,41	0,01	0,27	56,86	13,64	29,46
THD _v [%]	L1N	2,50	0,70	1,62	2,70	0,70	1,60
	L2N	2,60	0,90	1,84	3,20	0,80	1,89
	L3N	2,10	0,60	1,48	2,90	0,60	1,79
Factor de potencia		0,98	0,91	0,94	0,96	0,90	0,94

(Fuente: Elaboración propia)

Tal como se observa en la Tabla 3.14, la presencia de motores y la gran cantidad de lámparas fluorescentes demandan cierta cantidad de reactivos al sistema que impactan sobre el eficiencia del centro comercial.

A continuación en la Tabla 3.15, se presenta la evaluación del cumplimiento de los parámetros de calidad del producto eléctrico establecidos en la regulación ARCONEL 005-18. En esta se señala que no más de un 5% de la cantidad de valores obtenidos en las mediciones pueden estar fuera del rango correspondiente.

Para el presente análisis de 1080 muestras totales, 54 muestras pueden estar fuera de los rangos.

Tabla 3.15 Análisis de parámetros eléctricos medidos

1080 total de muestras		ETAPA I			ETAPA II		
		L1N	L2N	L3N	L1N	L2N	L3N
Tensión [V]	Dentro del límite $\pm 8\%$ del número de muestras	1079	1079	1067	884	603	794
	Estado	Cumple regulación	Cumple regulación	Cumple regulación	No Cumple regulación	No Cumple regulación	No Cumple regulación
THD _v [%]	Dentro del límite $< 8\%$ del número de muestras	1078	1078	1078	1080	1080	1080
	Estado	Cumple regulación					
Factor de potencia	Dentro del límite $\geq 0,92$ del número de muestras	301	281	303	320	900	684
	Estado	No Cumple regulación					

(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 3.15 Análisis de parámetros eléctricos medidos (continuación...)

1080 total de muestras		ETAPA III			ETAPA IV		
		L1N	L2N	L3N	L1N	L2N	L3N
Tensión [V]	Dentro del límite $\pm 8\%$ del número de muestras	1080	1080	1080	1080	1080	1078
	Estado	Cumple regulación					
THDv [%]	Dentro del límite $< 8\%$ del número de muestras	1080	1080	1080	1078	1078	1078
	Estado	Cumple regulación					
Factor de potencia	Dentro del límite $\geq 0,92$ del número de muestras	977	310	703	715	552	190
	Estado	No Cumple regulación					

(Fuente: Elaboración propia)

Del análisis realizado se desprende que la etapa 2 presenta problemas con el nivel de tensión ya que más del 5% de las muestras sobrepasan el límite del 8% permitido por la regulación ARCONEL 005-18 [26]. En cuanto a los armónicos se puede observar que todas las etapas se encuentran dentro de la norma, sin embargo, todas las etapas presentan problemas de bajo factor de potencia.

3.4.3 ANÁLISIS DE REGISTRO DE CONSUMO

En la tabla 3.16 se muestran los valores de consumo eléctrico y el pago en facturación para los años 2016 – 2018. Se puede evidenciar el aumento significativo en el pago por consumo de energía eléctrica, debido a un aumento de carga relacionado con las instalaciones eléctricas de la Etapa 4 del centro comercial que fue inaugurada en noviembre de 2016. Por contrario, para el 2018 se produce una disminución en el consumo de energía eléctrica debido a medidas tomadas de eficiencia que se detallarán más adelante en los capítulos 4 y 5.

Tabla 3.16 Consumo eléctrico anual y pago anual del centro comercial El Recreo

CONSUMO ELÉCTRICO Y PAGO POR FACTURACIÓN			
	2016	2017	2018
Total [kWh/año]	2.566.746,00	2.619.140,90	2.437.220,77
Total [USD/año]	\$ 270.246,69	\$ 273.444,06	\$ 256.310,40
% Variación en pago respecto al 2016 con pago del tipo comercial con registrador de demanda horaria	0%	+1%	-5%

(Fuente: Elaboración propia)

3.4.4 ANÁLISIS DEL COSTO DE LA ENERGÍA

En el centro comercial el consumo de energía varía y se va ajustando a las actividades desarrolladas por el centro comercial en las distintas temporadas o momentos del año, debido a festividades especiales o eventos publicitarios que demandan cantidades de energía variables. Por ejemplo la carga consumida durante el mes de diciembre en el que se decora todo el centro comercial con luces y adornos navideños, será distinta a la demanda eléctrica de febrero mes en el que se realizan eventos por temporada de Carnaval y en donde los equipos eléctricos de alto consumo se usan a diario (juegos inflables, equipos de discomóvil, juegos de luces, etc.).

Con estos antecedentes, se define que la manera correcta de realizar una evaluación, será comparando los mismos meses en distintos años, es decir, enero 2019 con enero 2018 y así sucesivamente.

ETAPA I

Tal como se observa en las Fig. 3.25 y Fig. 3.26, la facturación de energía eléctrica en esta etapa se ha mantenido en valores similares entre los años 2016, 2017 y 2018 pero, desde enero del 2019, año en el cual se empezaron a aplicar las medidas establecidas en el plan de eficiencia energética propuesto para el centro comercial, se observa una disminución gradual del consumo de energía reflejado en la facturación mensual.

Esta disminución en la facturación mensual, tiene asociado un rubro correspondiente al 11% por pago de demanda. Como se observa en las Fig. 3.27 y Fig. 3.28, la demanda facturada en el centro comercial disminuye en el año 2019, debido al uso de luminarias eficientes con menor consumo de potencia.

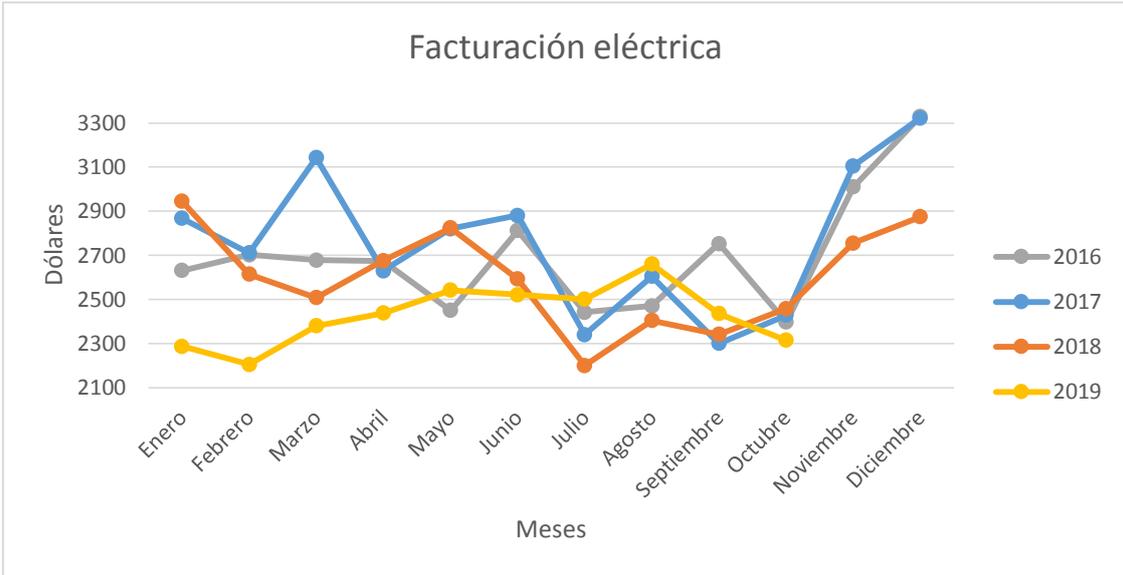


Fig. 3.25 Facturación de energía de la etapa I
(Fuente: Elaboración propia)

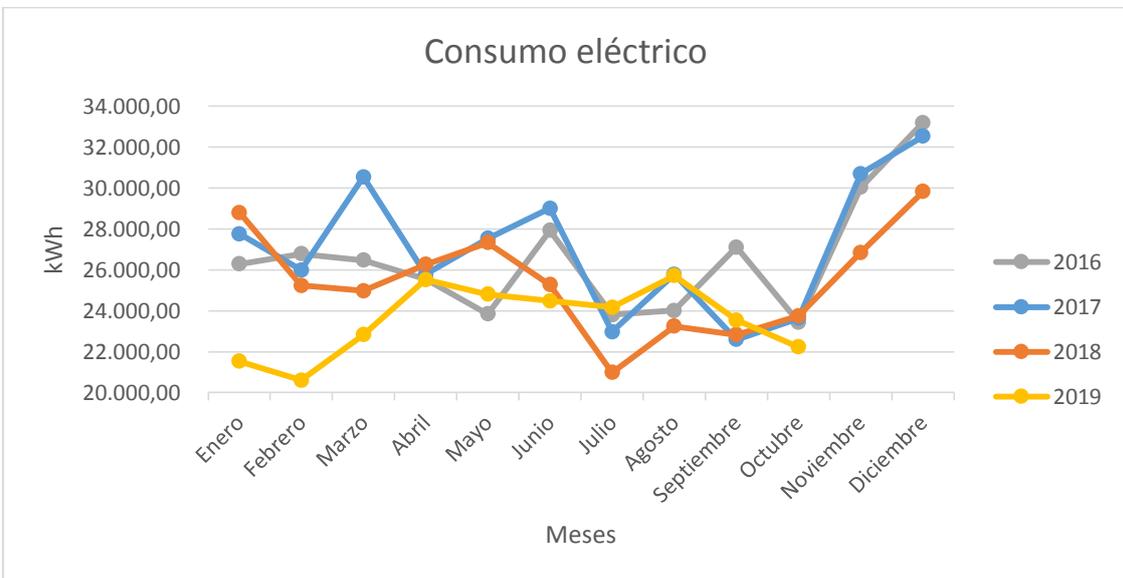


Fig. 3.26 Consumo anual de energía de la etapa I
(Fuente: Elaboración propia)

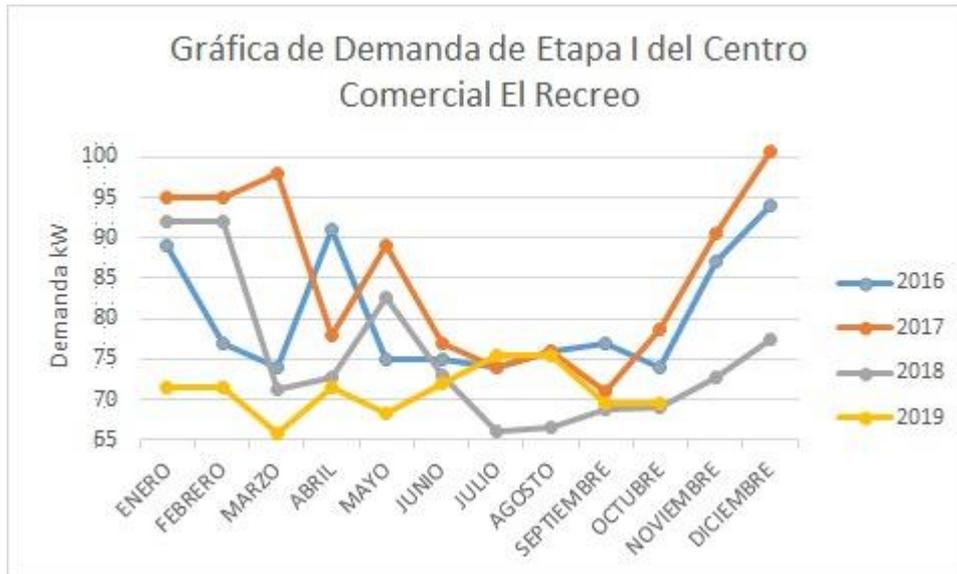


Fig. 3.27 Demanda de etapa I
(Fuente: Elaboración propia)

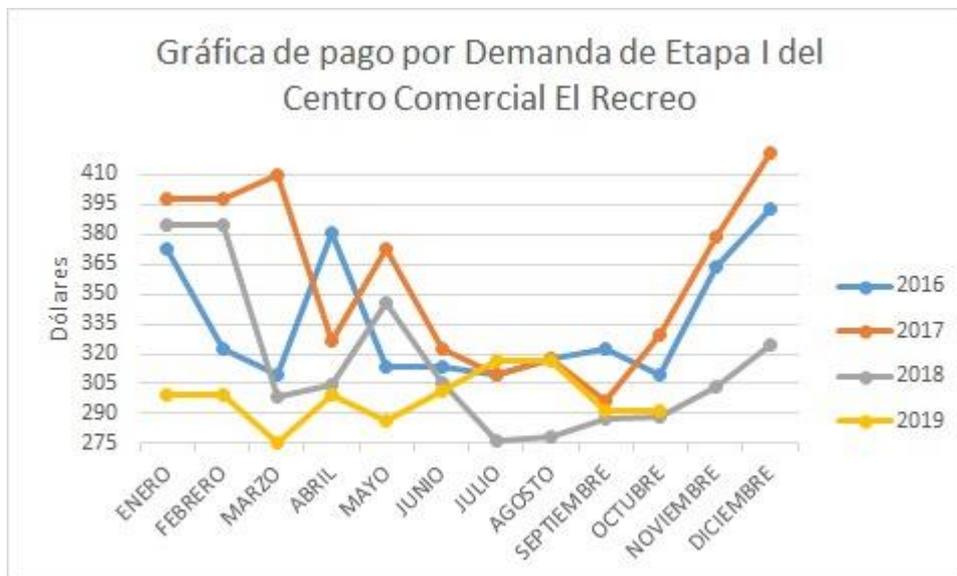


Fig. 3.28 Pago por demanda de etapa I
(Fuente: Elaboración propia)

ETAPA II

Se puede observar en las Fig. 3.29 y Fig. 3.30 una similitud en el consumo entre los años 2016 y 2017. En el 2018, se observa una disminución aproximadamente del 15% en el consumo, reflejado en los costos de facturación de energía eléctrica, gracias a medidas internas de ahorro tomadas por el centro comercial, sin embargo, a partir del primer trimestre del 2019 se aplicaron las medidas del plan de eficiencia energética propuesto, es

así que la reducción en la facturación de energía eléctrica va desde el 20% hasta 30% en comparación a los años 2016 y 2017.

La reducción en la facturación mensual tiene asociado un rubro por demanda que al igual que en la etapa I corresponde al 11% de la facturación eléctrica. En las Fig. 3.31 y Fig. 3.32 se puede observar una reducción que va desde el 6% hasta el 32% en la demanda eléctrica en comparación años anteriores.

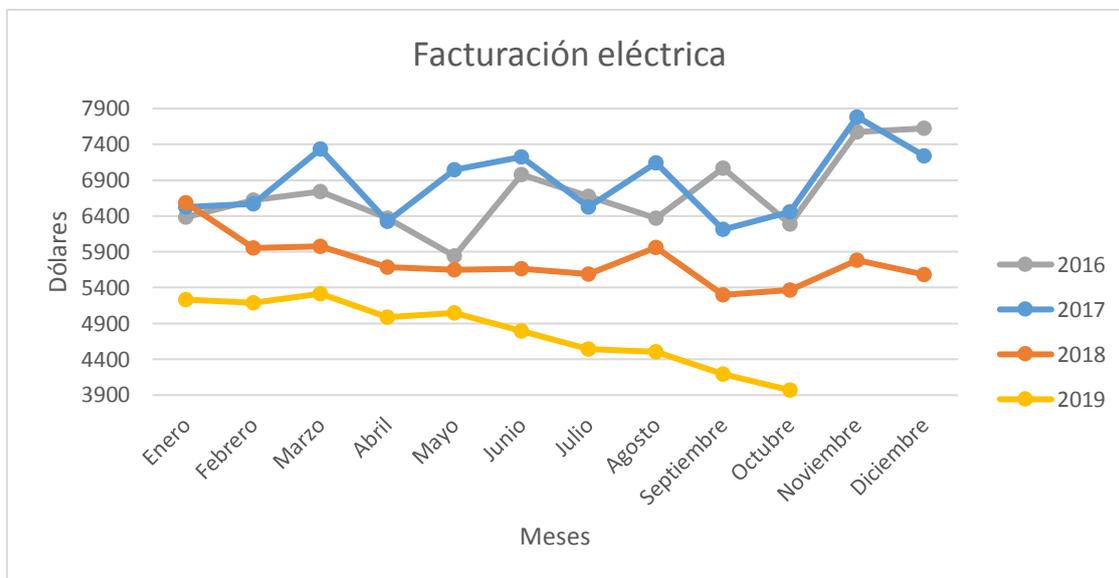


Fig. 3.29 Facturación de energía de la etapa II
(Fuente: Elaboración propia)

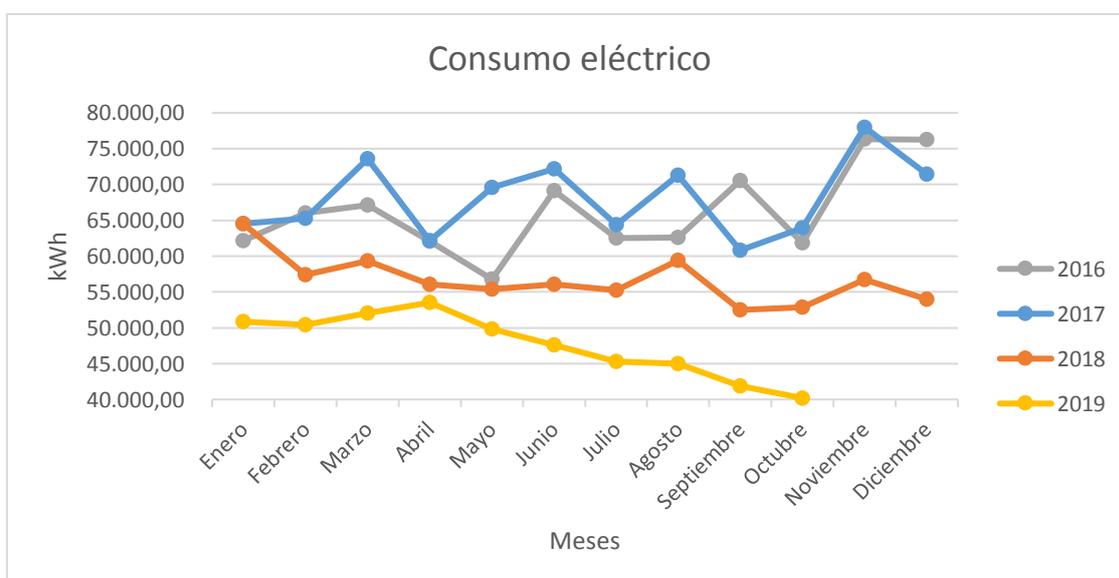


Fig. 3.30 Consumo anual de energía de la etapa II
(Fuente: Elaboración propia)

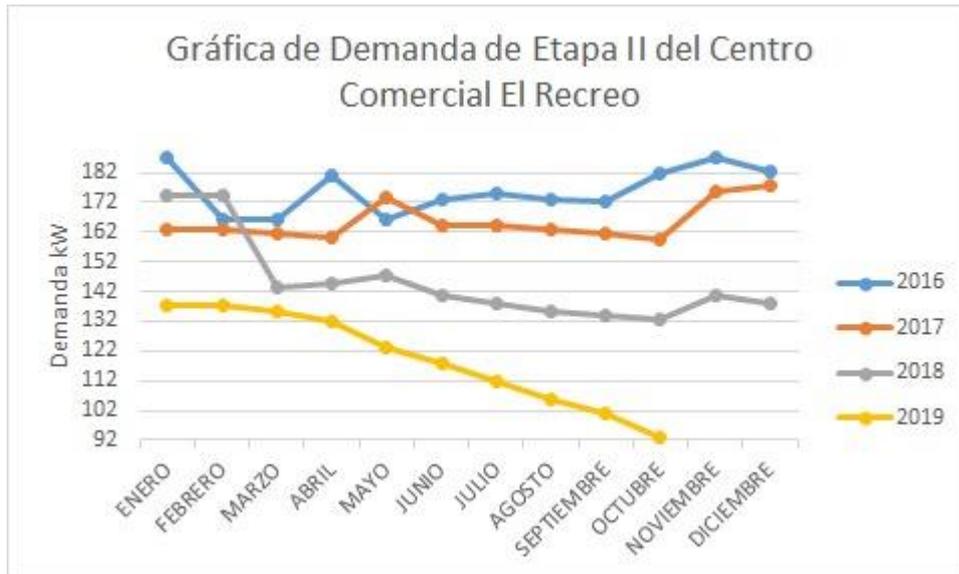


Fig. 3.31 Demanda de etapa II
(Fuente: Elaboración propia)

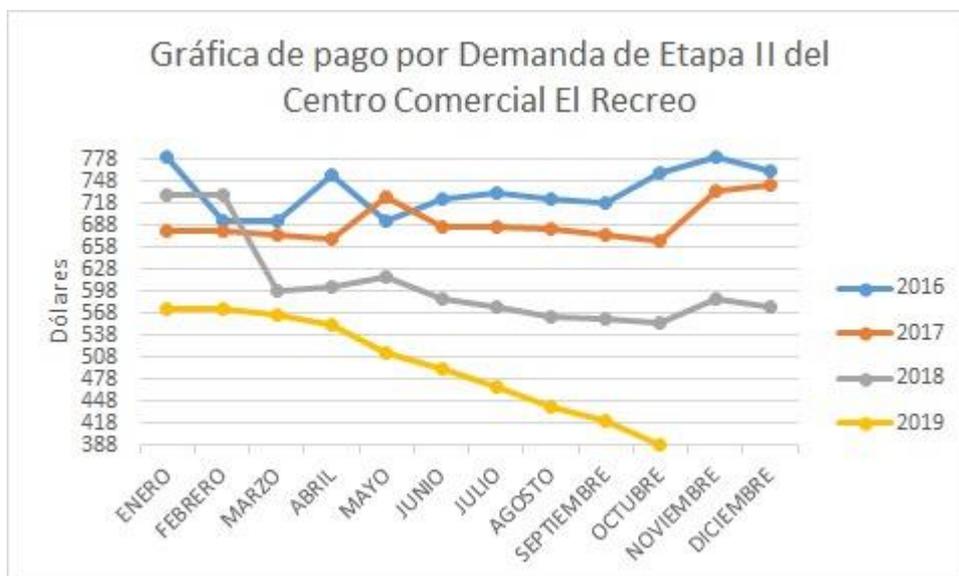


Fig. 3.32 Pago por demanda de etapa II
(Fuente: Elaboración propia)

ETAPA III

En el año 2016 se decidió construir una etapa más en el centro comercial (cuarta etapa). El suministro de energía requerido en el proceso de construcción, se obtuvo desde el tablero eléctrico correspondiente a la tercera etapa, por lo que las mediciones de consumo de energía eléctrica durante la construcción se sumaban al suministro eléctrico de la tercera etapa durante dicho periodo. En los siguientes años 2017 y 2018 las gráficas de las Fig. 3.33 y Fig. 3.34 tienen variaciones acopladas a su consumo una vez independizado el

suministro de energía de la cuarta etapa, el muestreo de consumos mensuales a partir del 2017 servirán para un mejor análisis de esta etapa más adelante.

El 2019 muestra un menor consumo en las Fig. 3.33 y Fig. 3.34 desde enero debido a que en esta fecha se implementó la primera fase del plan de eficiencia energética propuesto y se reemplazaron aproximadamente 1000 lámparas fluorescentes por tubos led.

La demanda a partir de enero del 2019 corresponde aproximadamente al 10% de la facturación eléctrica, en relación al año 2018 se muestra una reducción que va desde el 7% hasta el 22% como se muestra en las Fig. 3.35 y Fig. 3.36.

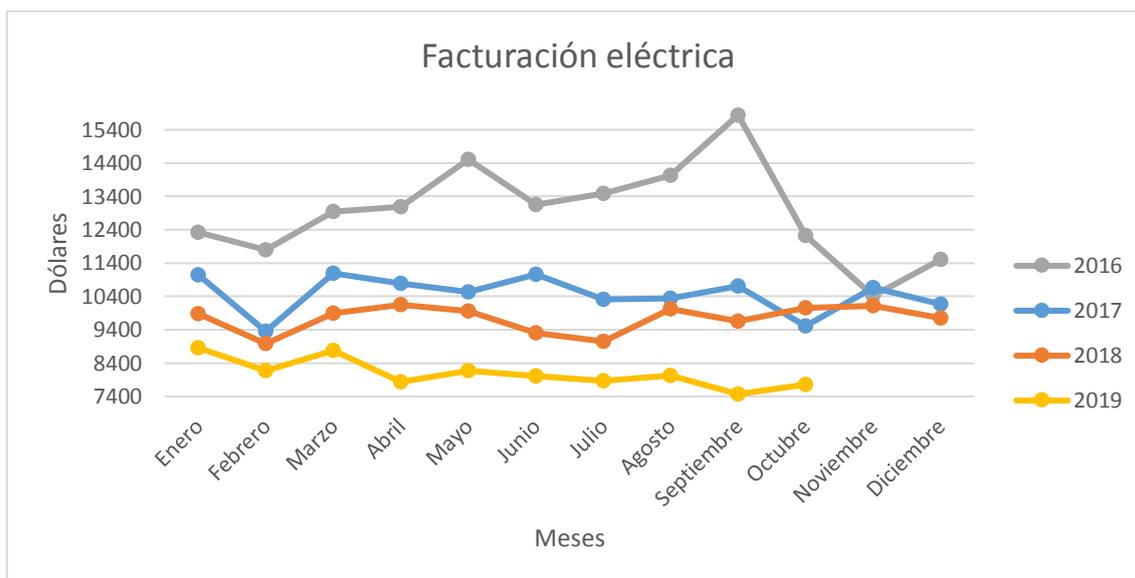


Fig. 3.33 Facturación de energía de la etapa III
(Fuente: Elaboración propia)

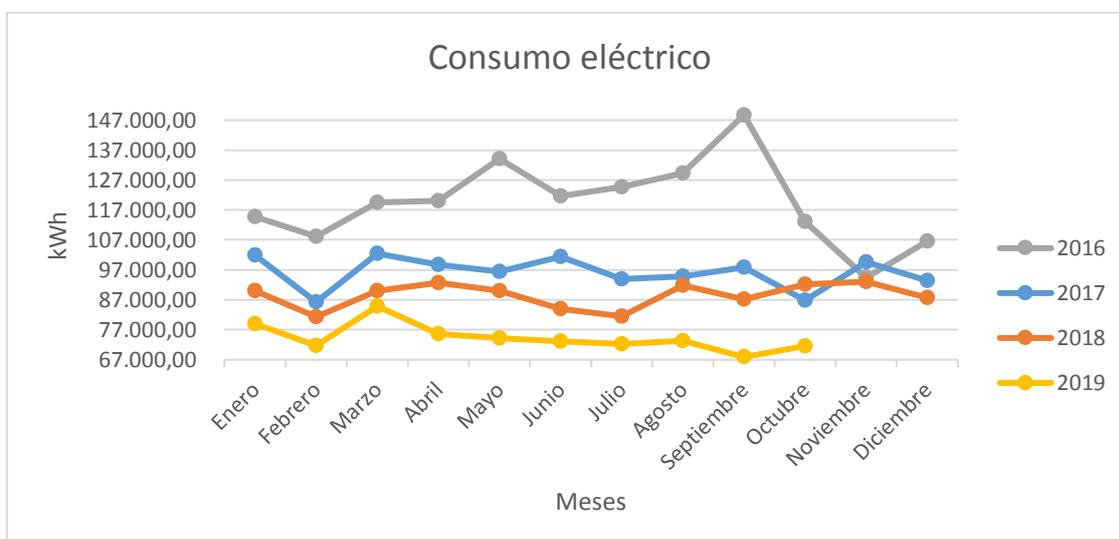


Fig. 3.34 Consumo anual de energía de la etapa III
(Fuente: Elaboración propia)

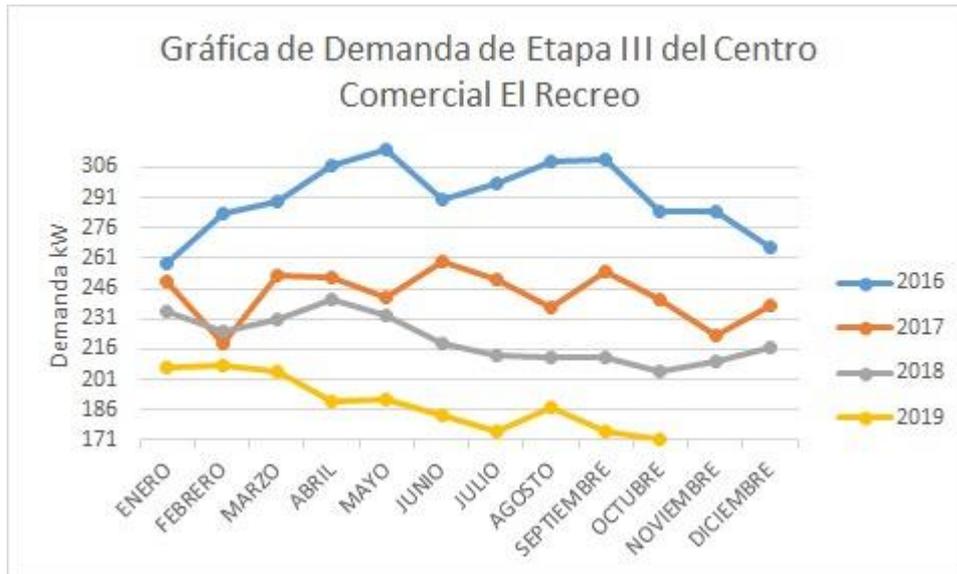


Fig. 3.35 Demanda de etapa III
(Fuente: Elaboración propia)

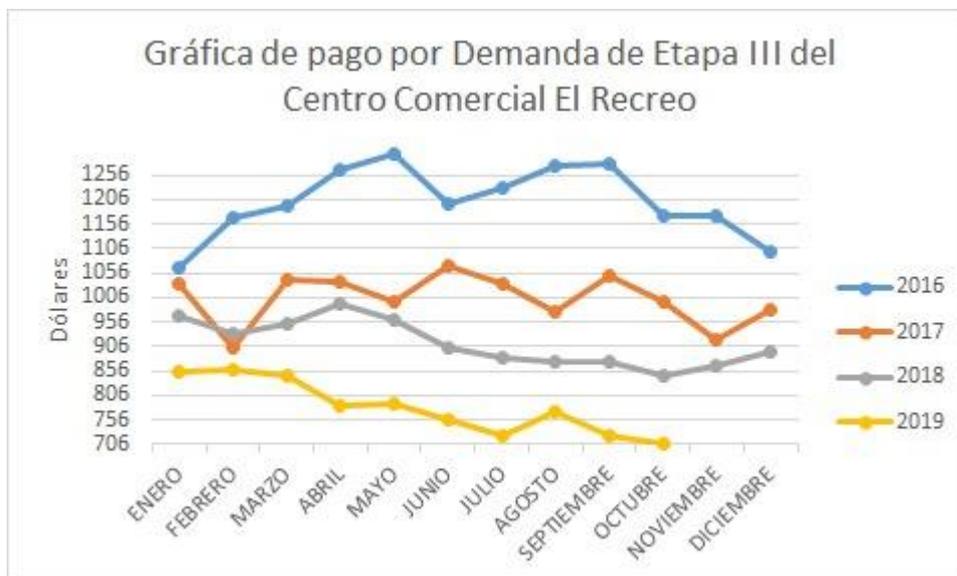


Fig. 3.36 Pago por demanda de etapa III
(Fuente: Elaboración propia)

ETAPA IV

Para la cuarta etapa se tienen registros de facturación eléctrica desde que posee medidor en noviembre del 2016. El consumo de enero a junio del 2017 tiene variaciones drásticas debido a que al ser un centro comercial se demoró estos meses en habilitar sus nuevas instalaciones, además, se realizan continuamente procesos constructivos de remodelación

y construcción por lo que sus consumos son variables hasta estabilizarse a partir de julio del 2017 como se observa en las Fig. 3.37 y Fig. 3.38.

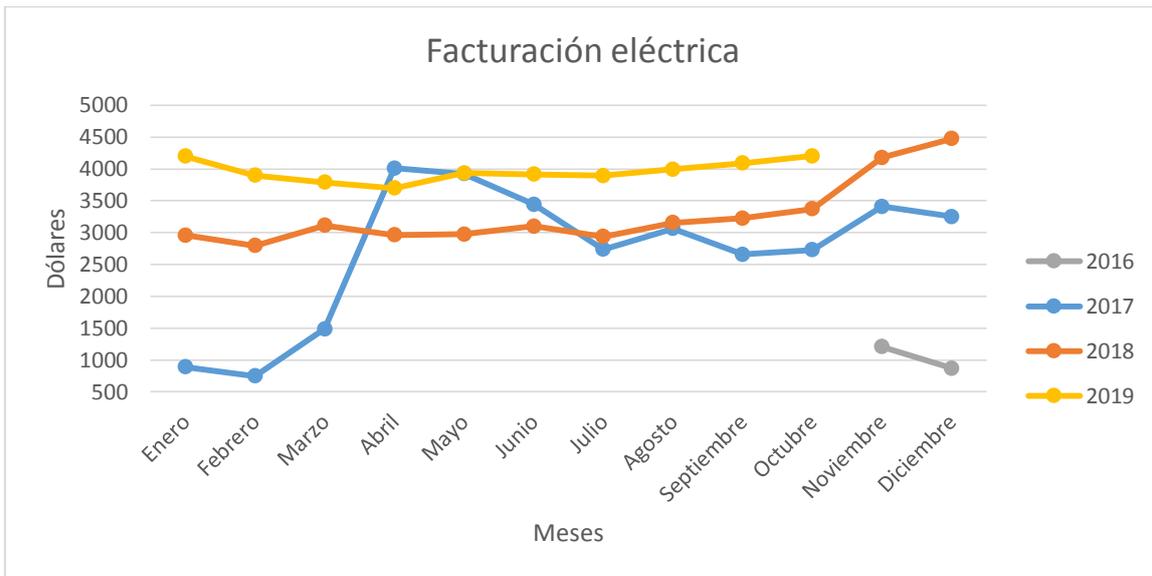


Fig. 3.37 Facturación de energía de la etapa IV
(Fuente: Elaboración propia)

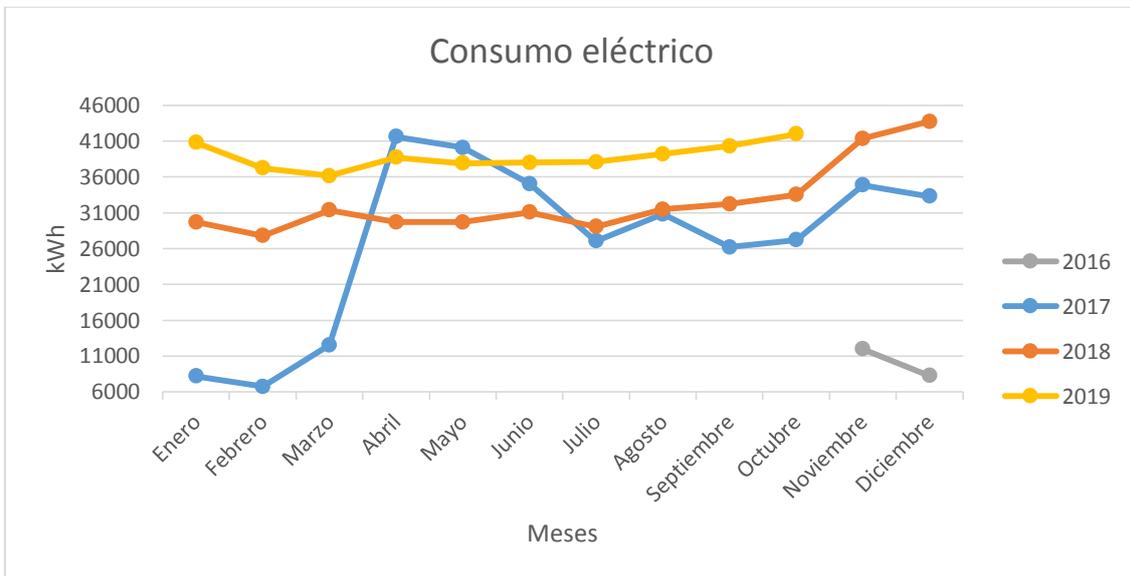


Fig. 3.38 Consumo anual de energía de la etapa IV
(Fuente: Elaboración propia)

En la Fig. 3.39 se aprecia un pico de consumo en su demanda máxima el mes de diciembre del 2018 de 174kW por realización de trabajos de remodelación y extensión de horarios laborales, este valor hizo que esta etapa tenga penalización en el valor de pago por la demanda facturable mensual a partir de enero del 2019, debido a que según el pliego tarifario vigente la demanda facturable mensual no puede ser menor al 60% del mayor valor

facturado los últimos 12 meses de lectura. En la Fig. 3.40 se aprecia una recta en los pagos por demanda realizados a partir de enero del 2019 de \$436,6 en consecuencia a su alto consumo presentado en diciembre del 2018.

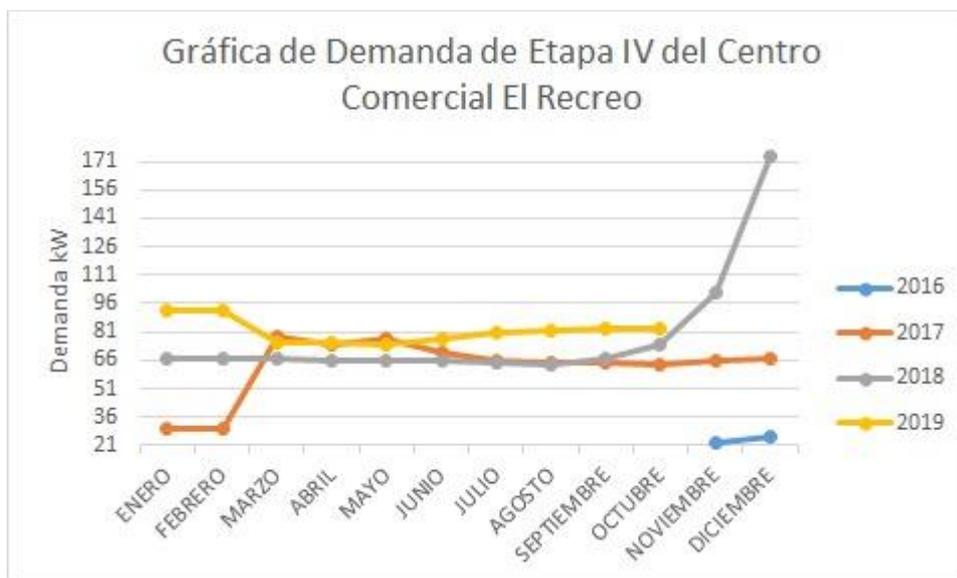


Fig. 3.39 Demanda de etapa IV
(Fuente: Elaboración propia)

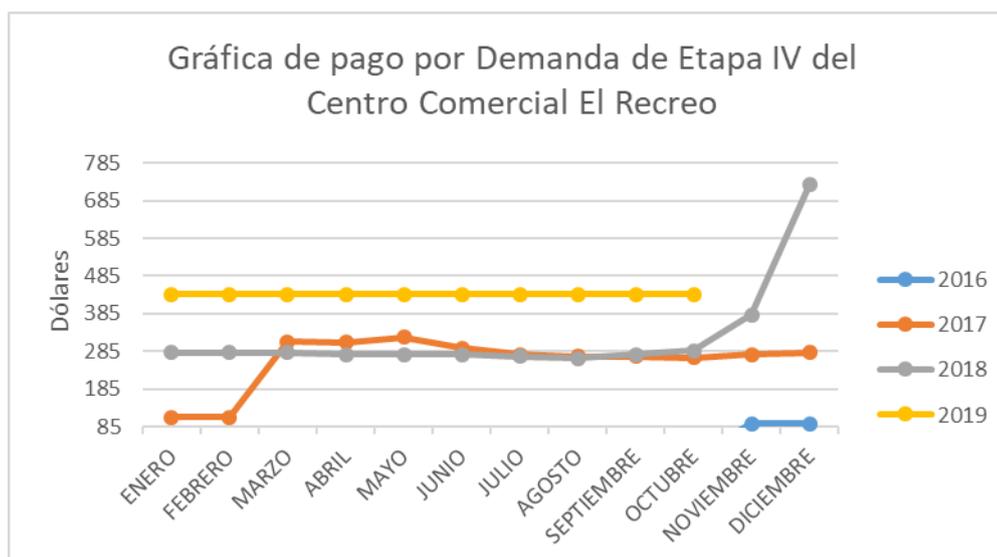


Fig. 3.40 Pago por demanda de etapa IV
(Fuente: Elaboración propia)

3.4.5 RESULTADO DEL ANÁLISIS DE EFICIENCIA EN ILUMINACIÓN

Se tomaron medidas de iluminancia en los principales pasillos y plazas del centro comercial, con la finalidad de realizar un diagnóstico de la situación del sistema de iluminación en las zonas más concurridas de circulación peatonal y también de las que se presume son menos concurridas por baja iluminación.

Mediante el luxómetro se procedió a tomar mediciones en la mitad de cada pasillo a una distancia entre medidas de un metro para tener el mayor número de muestras y elaborar un correcto tratamiento de datos. Las medidas fueron tomadas a una altura de 1,20 m de respecto del suelo.

En la Tabla 3.17, se presenta el resumen de los datos de iluminación recolectados en los pasillos de mayor interés del centro comercial, los datos en detalle se presentan en el Anexo 2.

Tabla 3.17 Tratamiento de datos de mediciones realizadas de niveles de iluminación en las plazas y pasillos principales del centro comercial El Recreo

Mediciones de niveles de iluminación [Lux]							
Fecha de realización: 01/02/2019							
Nombre del Pasillo	Plaza multicines	Plaza happy time	Plaza on line	Plaza café	Plaza multicines superior	Pasillo H	Pasillo A
Valor máximo (luxes)	338	140	420	280	180	302	140
Valor mínimo (luxes)	50	38	50	26	54	35	40
Valor promedio (luxes)	120,37	78,05	191,67	97,7	92,61	143,4	90,35
Número de muestras	52	44	43	82	38	78	80
U uniformidad	0,42	0,49	0,26	0,27	0,58	0,24	0,44
D diversidad	6,8	3,7	8,4	10,8	3,3	8,6	3,5

(Fuente: Elaboración propia)

Se puede observar en la Fig. 3.41 que si bien se alcanza valores de hasta 400 luxes en ciertos lugares, la uniformidad alcanza un valor mínimo de 0,24 y el valor recomendado es de mínimo 0,7 que permitirá un aspecto uniforme en cada área, evitando así colocar luminarias adicionales a las propuestas.

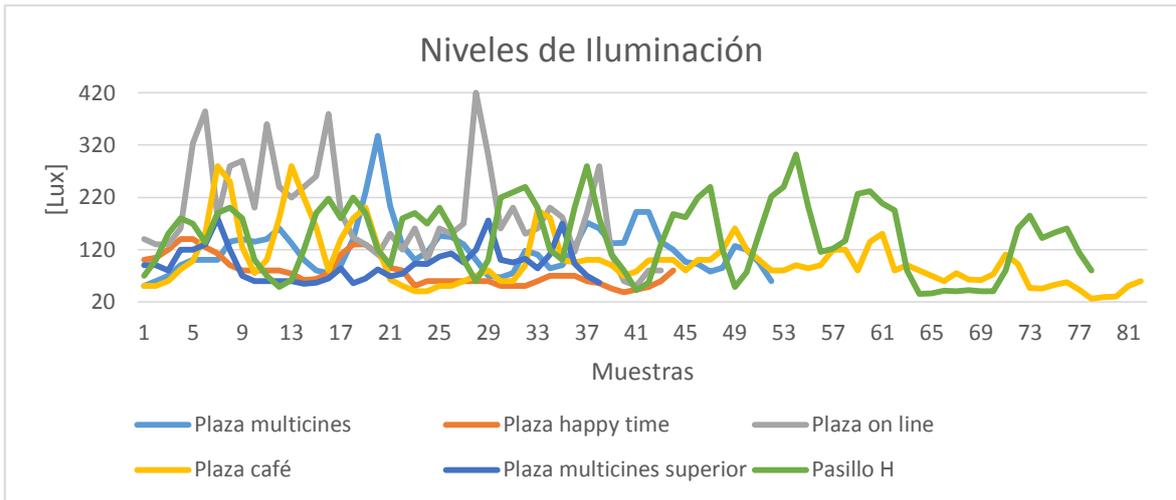


Fig. 3.41 Niveles de iluminación en plazas y pasillos concurrentes del centro comercial El Recreo
(Fuente: Elaboración propia)

Según la norma ecuatoriana de la construcción se aconseja entre 50 y 70 luxes para pasillos y de 300 a 500 luxes en mostradores, pero el centro comercial ya posee corredores con ese nivel de iluminación y la gerencia los considera demasiado bajos, por lo que se decidió tomar los valores de la Tabla 3.18 como valores estándar debido a la composición de locales existentes.

La Tabla 3.18 presenta una referencia de niveles de iluminación para pasillos en locales comerciales, donde se especifica una iluminación mínima de entre 200 y 300 luxes para alumbrado general y una recomendada de entre 300 y 500 luxes; para almacenes comerciales se determina una iluminación mínima de entre 300 y 500 luxes. En los mostradores y recomendada de entre 500 y 700 luxes [27]. En base a estos datos se recomienda mantener un nivel de iluminación cercano a los 250 luxes para cada espacio.

Tabla 3.18 Niveles requeridos de iluminación

ALMACENES - HOTELES		
CAFES - RESTAURANTES		
	MIN	MAX
ALMACENES DE GRANDES CIUDADES:		
Alumbrado general	300	500
En los mostradores	500	700
Presentaciones especiales y vitrinas interiores	1000	---
Escaparate en calle comercial de mucho paso	2000	5000
Escaparate en calle no comercial de poco paso	500	1000
ALMACENES DE LOCALIDADES PEQUEÑAS:		
Alumbrado general	200	300
En los mostradores	300	500
Escaparates	500	1000

(Fuente: Instalaciones Eléctricas Ing. Avilés)

A continuación, en la Tabla 3.19, se presenta el estado operativo de las luminarias y lámparas instaladas en las áreas comunes del centro comercial El Recreo:

Tabla 3.19 Matriz de diagnóstico del estado de lámparas y luminarias

Parámetro	Descripción	Observaciones	Código de color
Depreciación del flujo luminoso	Funcionamiento continuo de 18 a 12 horas diarias	Las luminarias se encuentran encendidas innecesariamente en periodos nocturnos de tráfico nulo disminuyendo su vida útil	Yellow
Estado de la luminaria y lámpara	Polvo y suciedad.	No se realizan mantenimientos de las luminarias, únicamente se cambian las lámparas dañadas.	Yellow
Iluminancia	Menor a 50 y mayor a 250 luxes	Se tienen valores de iluminancia mínima de 50 luxes y áreas donde se alcanzan hasta los 400 luxes, cuando el valor recomendable es 250 luxes.	Red
Antigüedad	6 años o más	Algunas luminarias han sido instaladas desde la apertura del centro comercial El Recreo, por lo que ya se encuentran deterioradas.	Red
Tipo de lámpara	Fluorescentes	La mayor parte de los pasillos y corredores cuentan con lámparas fluorescentes convencionales	Yellow
Uniformidad	Menor a 0.7	Se tiene valores de uniformidad menores a 0.7 por la gran diferencia entre la cantidad de luxes en el mismo pasillo. El valor recomendable es 0,7.	Red
Control Automático	No existe	El encendido de todo el sistema de iluminación se hace de forma manual por parte del personal del centro comercial El Recreo.	Red
Estado Operativo	25% de luminarias (lámparas, balastos, terminales de conexión)	El 25% de las luminarias y lámparas en el área correspondiente están dañadas. Tienen mantenimiento periódico planificado.	Blue

(Fuente: Elaboración propia)

El estado de cada uno de los parámetros de iluminación, se evaluó según el siguiente código de colores:

Código de colores	
Green	Excelente
Blue	Observar
Yellow	Tomar Medidas
Red	Tomar Medidas Urgentes

(Fuente: Elaboración propia)

3.4.6 RESULTADO DE ANÁLISIS DE EFICIENCIA EN MOTORES

El centro comercial cuenta con aproximadamente 24 motores para el funcionamiento de los sistemas contra incendio, extracción, aire, entre otros. Algunos de estos motores están instalados en sitios con muchas dificultades para su acceso, por este motivo, se evaluaron los motores más representativos de cada área, los cuales se muestran en la Tabla 3.20.

Tabla 3.20 Mediciones en motores representativos del centro comercial El Recreo

MOTOR	Aplicación	Pplaca (kW)	Pmedida (kW)	S (kVA)	fp	RPM	Voltaje (V)			Corriente (A)			RPM sinc	RPM placa	s	fc	Δv%
							L12	L23	L31	L12	L23	L31					
125 HP	Sistema contra incendios de la cuarta etapa	93,25	14,82	28,45	0,779	3576	447,5	444	445,9	19,12	19,27	19,19	3600	3560	24	60%	0,40%
50 HP	Sistemas contra incendios de primera y segunda etapa	37,3	7,203	13,36	0,783	3180	215,9	214,6	216,2	19,26	19,38	19,24	3600	3540	420	*	0,45%
5 HP	Sistema de agua potable de primera etapa	3,73	3,478	3,75	0,927	3465	213,2	212	213,4	10,24	9,96	9,94	3600	3450	135	90%	0,41%
3 HP	Sistema de extracción de aire de patio de comidas de primera etapa	2,23	0,826	2,29	0,391	1753	208,5	207,5	207,7	7,3	7,09	4,04	1800	1725	47	63%	0,29%

(Fuente: Elaboración propia)

*El motor de 50HP se encuentra en mal estado funcional debido a que no ha recibido el mantenimiento oportuno. Este motor, al momento de ser conectado, empezó a emanar calor excesivo. Los cables que energizan la máquina tenían aislamientos derretidos como se observa en la Fig. 3.42, durante las mediciones y con las precauciones debidas no se pudo hacer funcionar el motor a plena carga debido a que corría peligro de sobrecalentamiento.



Fig. 3.42 Estado de aislamiento de cables
(Fuente: Elaboración propia)

En la Tabla 3.21 se resume el resultado del estado operativo de los motores representativos para este estudio, considerando los factores internos y externos explicados en el apartado 2.4 que afectan a la eficiencia del motor en su funcionamiento.

Tabla 3.21 Matriz de determinación del estado funcional de motores

Evaluación del estado funcional de motores representativos del CCR								
Codificación según su importancia:					Grave	Importante	Medio	Bajo
Parámetro	125HP		50HP		5HP		3HP	
Tiempo de Operación Anual	Menor a 2920 horas	El motor opera los fines de semana por corto tiempo	Menor a 2920 horas	El motor opera los fines de semana por corto tiempo	Menor a 2920 horas	El motor opera las 24 horas del día, pero se intercala el funcionamiento semanalmente con dos motores más de iguales características	De 4380 a 6570 horas	El motor opera en el horario de servicio del patio de comidas del centro comercial
Eficiencia nominal	Premium IE2	Codificación NEMA de eficiencia del 93.6%	Premium IE1	Codificación NEMA de eficiencia del 91%	Premium IE1	El motor tiene codificación NEMA de eficiencia IE1	Premium IE1	El motor tiene codificación NEMA de eficiencia IE1
Antigüedad	Entre 2 y 5 años	El motor se instaló durante la construcción de la cuarta etapa del CCR en el 2016	10 años o más	El motor tiene más de 20 años de servicio	10 años o más	El motor tiene más de 20 años de servicio	10 años o más	El motor tiene más de 20 años de servicio
Entorno de trabajo y sistema de enfriamiento	Parcialmente protegido y sin enfriamiento	Se encuentra protegido a las lluvias pero expuesto a humedad excesiva	Parcialmente protegido y sin enfriamiento	Se encuentra en un lugar cerrado protegido a las lluvias pero no tiene ventilación ni sistema de enfriamiento	Parcialmente protegido y sin enfriamiento	Se encuentra en un lugar cerrado protegido a las lluvias pero no tiene ventilación ni sistema de enfriamiento	Parcialmente protegido y sin enfriamiento	Se encuentra protegido a las lluvias pero no tiene ventilación ni sistema de enfriamiento
Desbalance de fases	Menor al 3%	Se encuentra dentro de los parámetros	Menor al 3%	Se encuentra dentro de los parámetros	Menor al 3%	Se encuentra dentro de los parámetros	Menor al 3%	Se encuentra dentro de los parámetros

Tabla 3.21 Matriz de determinación del estado funcional de motores (continuación...)

Factor de Carga	De 50 a 75% o de 75 a 100 %	Se encuentra en un valor permisible	De 0 a 20% o mayor a 120 %	Se encuentra sobrecargado	De 50 a 75% o de 75 a 100 %	Valor permisible	De 50 a 75% o de 75 a 100 %	Dentro de los rangos permisibles de cargabilidad
Mantenimiento	Solo correctivo	No se realiza mantenimiento a la máquina y solo es atendida en caso de presentar falla	Solo correctivo	No se realiza mantenimiento a la máquina y solo es atendida en caso de presentar falla	Solo correctivo	No se realiza mantenimiento a la máquina y solo es atendida en caso de presentar falla	Solo correctivo	Cuando presente falla
Automatización	Con sistema de arranque y temporizador	Su operación se realiza con arranque electrónico, tiene temporizadores de funcionamiento, no tiene variador de velocidad	Con sistema de arranque sin temporizador	Cuenta con sistema de arranque electrónico que no está dimensionado para el motor haciendo que se disipe demasiado calor. Además no tiene temporizadores de funcionamiento	No tiene nada	Se acciona manualmente con arranque directo, no tiene temporizadores de funcionamiento	No tiene nada	Se acciona manualmente con arranque directo, no tiene temporizadores de funcionamiento
Propuesta de eficiencia	Realizar mantenimientos trimestrales programados		Adquirir un motor de mayor capacidad. Incorporar un sistema de arranque suave. Realizar mantenimientos trimestrales programados.		Incorporar un sistema de arranque Y-D. Realizar mantenimientos trimestrales programados.		Incorporar un sistema de arranque Y-D. Realizar mantenimientos trimestrales programados.	

(Fuente: Elaboración propia)

3.5 PROPUESTAS DE ALTERNATIVAS DE AHORRO ENERGÉTICO

En base a los análisis realizados, a continuación se proponen algunas medidas de ahorro y eficiencia energética para el en el centro comercial.

Tabla 3.22 Análisis de propuestas de ahorro

Problemática	Solución	Recomendaciones	Observaciones
Consumo excesivo y mal uso de motor humidificador del patio de comidas	Determinar una alternativa diferente para extracción de aire del patio de comidas	Para desconectar la manga de extracción de aire y retirar el motor, se utilizará al mismo personal del centro comercial por lo que solo se generan costo de hora hombre equivalentes a \$2,15 la hora; en este proceso se necesitarán 3 horas y 6 hombres, lo que genera un gasto total de \$38,70. Versus el ahorro por la desconexión de este equipo que será de \$288,09 mensuales aproximadamente.	El equipo usado actualmente no extrae aire y tampoco humidifica ya que no dispone de los filtros necesarios y no existe reemplazo en el mercado
Lámparas obsoletas y muy antiguas	Reemplazo de lámparas antiguas por nuevas tecnologías	Retirar de manera definitiva las lámparas asociadas al circuito de cenefas, las cuales constituyen una carga importante del centro comercial y no están cumpliendo con su propósito, además reemplazar las lámparas de tecnología antigua por lámparas de tecnología LED para disminuir el consumo energético en iluminación, el cual es el más representativo para el centro comercial	Las lámparas están instaladas algunas desde la construcción del centro comercial y no existe un estudio de iluminación, diseño, plan de mantenimiento ni reemplazo programado
Bajo factor de potencia	Colocar bancos de capacitores en la Etapa I	Realizar una compensación capacitiva basada en la Tabla 3.33 la cual indica la cantidad de compensación necesaria para mantener un factor de potencias de 0,92; en base al factor de potencia existente y el deseado se puede saber la cantidad de kVAR requeridos para la corrección de esta problemática.	Este problema implica un costo de energía incrementado y un riesgo de que, en una medición de factor de potencia, por parte de la empresa distribuidora, se apliquen sanciones económicas.

Tabla 3.22 Análisis de propuestas de ahorros (continuación...)

Problemática	Solución	Recomendaciones	Observaciones
Alto consumo energético	Energías alternativas	Planificar la implementación de una microcentral fotovoltaica para autoabastecimiento. La regulación ARCONEL 003-18, incentiva la instalación de paneles fotovoltaicos en una cantidad de hasta 1000kW.	El uso de energías alternativas permitirá al centro comercial abastecer en totalidad o parcialmente el consumo eléctrico
	Reemplazo del cableado	Cambiar el sistema de distribución existente por uno que cumpla con las normas eléctricas vigentes ya que esto potenciará el rendimiento del sistema y evitará posibles daños en las luminarias o equipamiento nuevo a colocar como luminarias led y sistemas de control. También esta medida permitirá evitar riesgos para el personal y público en general, además se podrá renovar el sistema, ya que muchos de estos equipos y materiales han cumplido su ciclo de vida.	Los equipos y las instalaciones en mal estado han provocado una serie de corto circuitos y pérdidas reflejadas en la facturación eléctrica
	Implementación de un sistema de control	Implementar un sistema de control escalable y eficiente el cual contemple una serie de sensores y tecnología de vanguardia ya que esto permitirá realizar un mejor control de la eficiencia en los distintos sistemas como iluminación, motores, etc.	En la actualidad el encendido de los equipos, luminarias y motores se da gracias al personal del centro comercial, lo cual debido a su extensión les toma de 2 a 3 horas diarias. Las luminarias permanecen encendidas innecesariamente por largos periodos por falta de un sistema de control automático.
	Apertura de fuentes naturales de iluminación	Abrir claraboyas en las zonas más oscuras y que requieran de mayor iluminación en el transcurso del día, esto debido a que además del ahorro energético, la duración es mayor y la luz natural es mucho mejor para ambientes cerrados	Existen varios lugares que permanecen prendidos a lo largo del día debido a que la luz natural no puede ingresar.
Descuido en mantenimiento	Capacitación al personal del centro de operaciones del centro comercial en realización de mantenimientos correctivos, preventivos y predictivos. Y crear un área específica para realizar mantenimientos.	La realización de mantenimientos trimestrales prolongará la vida útil en motores, tableros, luminarias y cableado eléctrico. Llevar un registro con las actividades realizadas en mantenimientos pasados facilitará el diagnóstico de su estado operativo.	No se realizan mantenimientos en los motores, tableros, luminarias y cableado eléctrico del centro comercial. No se lleva un registro de las veces que han sufrido algún daño severo.
	Cambio de equipos antiguos	Renovación de cableado eléctrico, tableros, luminarias y motores; determinan mayor seguridad de operación y disminución de pérdidas de energía.	Tiempo de servicio mayor a 20 años de motores, tableros, luminarias y cableado eléctrico de la primera etapa del centro comercial.

(Fuente: Elaboración propia)

3.6 EVALUACIÓN ECONOMICA DE LAS MEDIDAS DE EFICIENCIA

En este capítulo se analizan los indicadores financieros CAT, VAN y TIR para la evaluación y comparación de las medidas de eficiencia propuestas, con el fin de determinar las alternativas más viables o convenientes para el centro comercial.

Soluciones como el desarrollo de un estudio de iluminación, retiro del humidificador en mal estado e implementación de normas y manuales internos para el manejo de las instalaciones eléctricas, son de media o baja inversión para la consecución del objetivo de reducir el consumo eléctrico, debido a que se pueden realizar con personal técnico del centro comercial.

Al no requerir inversión económica significativa, estas soluciones son ideales para arrancar con el plan de eficiencia energética, ya que permitirán a la administración ahorrar dinero al evitar colocar luminarias de manera aleatoria como se ha realizado continuamente, además permitirán un ahorro directo en la facturación de energía eléctrica, gracias a la implementación del control de encendido de los sistemas de iluminación en función de los horarios de funcionamiento de ciertas áreas como parte de los manuales internos de buenas prácticas en la operación de instalaciones eléctricas y un impacto positivo en la facturación mensual de energía.

1. Reemplazo de luminarias

El análisis y comparación de las especificaciones técnicas de las luminarias presentadas por dos proveedores de tecnología interesados en este proyecto sirvieron como punto de partida para la evaluación del cambio de luminarias como medida de eficiencia, tal como se muestra en el ANEXO IX.

A continuación, en la Tabla 3.23 se muestra las características técnicas de las dos alternativas de luminarias y en la Tabla 3.24 los datos generales para el cálculo del CAT.

Tabla 3.23 Cuadro comparativo tipos de luminarias

ALTERNATIVAS DE INVERSIÓN	Dimerizable	Lux (1,20m desde el suelo)	Lúmenes	Potencia	Lúmenes/watio	Color	Costo \$USD
Luminaria con lámpara led lineal China	SI	600	4850	72W	148	3000K	155 C/U
Luminaria con lámpara led lineal Alemán	NO	100	NO ESPECIFICA	62W-80W	NO ESPECIFICA	3000K	101 C/U

(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 3.24 De datos generales para cálculo del CAT con dos alternativas de luminarias

DATOS GENERALES LUMINARIAS		
NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	VALOR
PE [\$/kWh]	PRECIO DE LA ENERGÍA	0,088
T[h]	TIEMPO DE USO DIARIO	12
Chh [\$]	COSTO HORA HOMBRE	6

(Fuente: Elaboración propia)

*El costo hora hombre corresponde al pago por mantenimiento.

La diferencia de costos en mantenimiento radica principalmente en el tiempo ocupado por mantenimiento en cada tipo de luminaria. Las luminarias de origen alemana requerirán máximo 1 hora de 1 trabajador cada año para limpieza de contactos, mientras que las luminarias chinas requerirán 8 horas de 1 trabajador cada año para limpieza de contactos, pegado de cinta led sobre carcasa, mantenimiento de pantalla en carcasa, entre otros (estos tiempos de trabajo pudieron ser observados y analizados en la empresa).

Tabla 3.25 Determinación del costo anualizado total

LUMINARIAS			
NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	ALTERNATIVAS DE INVERSIÓN	
		LÁMPARA DE LED CHINA	LÁMPARA DE LED ALEMANA
C [\$]	COSTO DE INVERSIÓN	\$ 155	\$ 101
E [kWh/año]	CONSUMO DE ENERGÍA	315	272
CM [\$ /año]	COSTO DE MANTENIMIENTO	\$ 48	\$ 6
FRC	FACTOR DE RECUPERACION DE CAPITAL	0,27	0,14
N [horas]	VIDA ÚTIL	20.000	50.000
N [años]	VIDA ÚTIL	5	11
POTENCIA [W]	POTENCIA	72	62
TIEMPO POR REVISIONES	TIEMPO OCUPADO EN MANTENIMIENTO [h]	8	1
CAT [\$]	COSTO ANUALIZADO TOTAL	\$ 118	\$ 44

(Fuente: Elaboración propia)

Se puede observar en la Tabla 3.25 que el valor del CAT para las luminarias con lámpara de led alemana es mucho menor que para las luminarias con lámpara de led china. Este análisis de inversión determinó que las lámparas de origen alemán son óptimas para este proyecto. Sin embargo para la implementación de las medidas de eficiencia en las Etapas 1 – 2, la administración del Centro Comercial escogió la lámpara led china , mientras que para la Etapa 3 si se optó por la opción de las lámparas de led alemanas.

La inversión estimada para el reemplazo de 3800 luminarias, es de 170.000 dólares, los cuales incluyen costos de mano de obra para la instalación de las mismas.

El reemplazo de luminarias en las Etapas 1 - 2 requiere una inversión de 70.000 dólares, para la instalación de 202 luminarias lineales de 2 metros de 76 W; 68 luminarias lineales de 1.4 metros de 36 W; 981 luminarias redondas de 32 W y 78 luminarias de tipo industrial de 100 W. Este costo incluye el reemplazo total de las luminarias con el nuevo diseño de iluminación que garantiza adecuada luminosidad en los espacios y la mano de obra

correspondiente; así como el retiro de la iluminación indirecta de un total de 1250 lámparas fluorescentes de 32W con sus respectivos drivers y sockets.

Según cálculos realizados para la carga estimada, este cambio implicaría un ahorro del 60% del flujo de efectivo total consumido en energía, por lo que para las etapas 1 y 2 eso significa un ahorro promedio anual de 45.000 dólares en consumo de energía eléctrica y 5.000 dólares por pago de demanda en iluminación.

La Tabla 3.26 y la Tabla 3.27 muestran un completo análisis del flujo de efectivo en pago de energía eléctrica en iluminación para las Etapas 1 – 2 sin la aplicación de la medida en comparación al mismo flujo de efectivo con la aplicación de la medida.

Tabla 3.26 Flujo de efectivo de luminarias en Etapa 1 y 2 (Sin Medida)

Medida		Sin Medida							
		Años	0	1	2	3	4	5	TOTAL
Tasa de Descuento	8%								
Inversión		\$ -							
Consumo de Energía en Iluminación (promedio)			\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 400.000
Pago Demanda en Iluminación			\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 50.000
Mantenimiento			\$ 8.000	\$ 8.000	\$ 8.000	\$ 8.000	\$ 8.000	\$ 8.000	\$ 40.000
Flujo de efectivo		\$ -	\$ - 98.000	\$ - 490.000					

(Fuente: Elaboración propia)

Se observa que el valor de mantenimiento en ambos casos se mantiene en un total de 40.000 dólares a los 5 años esto debido a que en el caso de no aplicar las medidas se incurren en gastos por cambio periódico de luminarias para iluminar zonas oscuras, perforación de gypsum con su respectivo resanado y mano de obra de 2 personas. En el caso de aplicación de la medida los gastos son cada 3 años por mantenimiento de luminarias como se pudo explicar en el análisis correspondiente a la Tabla 3.25.

Tabla 3.27 Flujo de efectivo de aplicación de medida cambio luminarias en Etapa 1 y 2

Medida		Medida Cambio de Luminarias Etapa 1 y 2						
Años		0	1	2	3	4	5	TOTAL
Tasa de Descuento	8%							
Inversión		\$ 70.000						\$ 70.000
Consumo de Energía en Iluminación (promedio)			\$ 35.000	\$ 35.000	\$ 35.000	\$ 35.000	\$ 35.000	\$ 175.000
Pago Demanda en Iluminación			\$ 5.000	\$ 5.000	\$ 5.000	\$ 5.000	\$ 5.000	\$ 25.000
Mantenimiento					\$ 40.000			\$ 40.000
Flujo de efectivo		\$ - 70.000	\$ - 40.000	\$ - 40.000	\$ - 80.000	\$ - 40.000	\$ - 40.000	\$ - 310.000

(Fuente: Elaboración propia)

La Tabla 3.28, muestra la diferencia de dichos los flujos de efectivo observados anteriormente que nos permiten a su vez calcular el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR) a un plazo de 5 años. Se puede apreciar que en este intervalo de tiempo la inversión presenta un VAN de 129.824 dólares además de un TIR del 69% lo cual indica que esta medida es sumamente rentable para el periodo escogido.

Tabla 3.28 Análisis financiero comparativo del reemplazo de luminarias en Etapa 1 y 2

Año		0	1	2	3	4	5	TOTAL
Flujo de Efectivo	Sin Medida	\$ -	\$ - 98.000	\$ - 98.000	\$ - 98.000	\$ - 98.000	\$ - 98.000	\$ - 490.000
	Medida Cambio de Luminarias Etapa 1 y 2	\$ - 70.000	\$ - 40.000	\$ - 40.000	\$ - 80.000	\$ - 40.000	\$ - 40.000	\$ - 310.000
	Diferencia (Ahorro)	\$ - 70.000	\$ 58.000	\$ 58.000	\$ 18.000	\$ 58.000	\$ 58.000	\$ 180.000
	VAN	\$ 129.824						
TIR	69%							

(Fuente: Elaboración propia)

La implementación en la Etapas 3 implica una inversión de 100.000 dólares la cual contempla un cambio por 2200 tubos led de 32W, 180 luminarias lineales de 62W y de 30 campanas industriales de 100W y la mano de obra correspondiente para su reemplazo. Este reemplazo al igual que en las otras 2 etapas se realizará previo diseño de iluminación optimizando así el número y localización de cada una de las luminarias además como se realizó en las otras 2 etapas se planea retirar 402 lámparas fluorescentes que pertenecen al circuito de iluminación indirecta y no cumplen su propósito.

La Tabla 3.29 y la Tabla 3.30 de igual manera que en las etapas 1 y 2 muestran un completo análisis del flujo de efectivo en pago de energía eléctrica en iluminación para la Etapa 3 sin la aplicación de la medida en comparación al mismo flujo de efectivo con la aplicación de la medida.

Tabla 3.29 Flujo de efectivo de luminarias en Etapa 3 (Sin Medida)

Medida		Sin Medida						TOTAL
		Años	0	1	2	3	4	
Tasa de Descuento	8%							
Inversión		\$ -						
Consumo de Energía en Iluminación (promedio)			\$ 65.000	\$ 65.000	\$ 65.000	\$ 65.000	\$ 65.000	\$ 325.000
Pago Demanda en Iluminación			\$ 7.000	\$ 7.000	\$ 7.000	\$ 7.000	\$ 7.000	\$ 35.000
Mantenimiento			\$ 8.000	\$ 8.000	\$ 8.000	\$ 8.000	\$ 8.000	\$ 40.000
Flujo de efectivo		\$ -	\$ - 80.000	\$ - 400.000				

(Fuente: Elaboración propia)

Los costos de mantenimiento sin el proyecto son equivalentes a los de las Etapas 1 – 2 ya que la Etapa 3 tiene un área equivalente por los 2 niveles de parqueaderos cubiertos que existen bajo esta Etapa. Al tercer año de aplicación del proyecto se estima un gasto de 12.310 dólares por mantenimiento, correspondiente a limpieza y revisión de circuitos, reemplazo de equipos en mal estado o dañados y mano de obra.

Tabla 3.30 Flujo de efectivo de aplicación de medida cambio luminarias en Etapa 3

Medida		Medida Cambio de Luminarias Etapa 3						
Años		0	1	2	3	4	5	TOTAL
Tasa de Descuento	8%							
Inversión		\$ 100.000						\$ 100.000
Consumo de Energía en Iluminación (promedio)			\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 100.000
Pago Demanda en Iluminación			\$ 2.000	\$ 2.000	\$ 2.000	\$ 2.000	\$ 2.000	\$ 10.000
Mantenimiento					\$ 12.310			\$ 12.310
Flujo de efectivo		\$ - 100.000	\$ - 22.000	\$ - 22.000	\$ - 34.310	\$ - 22.000	\$ - 22.000	\$ - 222.310

(Fuente: Elaboración propia)

En el análisis comparativo presente en la Tabla 3.31 podemos observar que para un periodo de 5 años la medida correspondiente tiene un VAN de 121.805 dólares y un TIR del 48%, lo cual indica que ésta es una inversión muy rentable al igual que en las etapas anteriores.

Tabla 3.31 Análisis financiero comparativo del reemplazo de luminarias en Etapa 1 y 2

Año		0	1	2	3	4	5	TOTAL
Flujo de Efectivo	Sin Medida	\$ -	\$ - 80.000	\$ - 80.000	\$ - 80.000	\$ - 80.000	\$ - 80.000	\$ - 400.000
	Medida Cambio de Luminarias Etapa 3	\$ - 100.000	\$ - 22.000	\$ - 22.000	\$ - 34.310	\$ - 22.000	\$ - 22.000	\$ - 222.310
	Diferencia (Ahorro)	\$ - 100.000	\$ 58.000	\$ 58.000	\$ 45.690	\$ 58.000	\$ 58.000	\$ 177.690
VAN		\$ 121.805						
TIR		48%						

(Fuente: Elaboración propia)

2. Implementación de sistema de arranque para motores de servicios generales

La incorporación de un sistema de arranque para los motores de los servicios generales los cuales funcionan con arranque directo en la actualidad, es una inversión viable a largo plazo, debido a que con el arranque directo se generan corrientes con valores que superan de 3 a 7 veces su corriente nominal. Mediante un arrancador suave que es la alternativa moderna al arranque estrella-triángulo, el motor contará con un arranque lineal y sin picos, además de tener reducción selectiva de la corriente de arranque. En la Tabla 3.32 se muestra la comparación de los precios para la adquisición de tableros con arranque estrella-triángulo y con arrancador suave.

Tabla 3.32 Precios de tableros con sistema de arranque estrella-triángulo y arrancador suave

Motor	Tablero con arrancador estrella-triángulo			Tablero con arrancador suave		
	Máximo AMP	Graduación	\$ Precio	Máximo HP	Graduación	\$ Precio
50HP	120 A	18 - 90 A	\$ 2.485	25 - 50 HP	68 - 135 A	\$ 2.411
5HP	44 A	9 - 45 A	\$ 2.077	5 - 10 HP	12,3 – 37 A	\$ 872

(Fuente: Elaboración Propia)

A continuación, en la Tabla 3.33 se muestra los datos generales para el cálculo del costo anualizado total para las dos alternativas de arranque, tomando en cuenta que dentro del costo de hora hombre para los motores se incluyen a 2 personas debido a su complejidad.

Tabla 3.33 Datos generales para cálculo del CAT con dos alternativas arranque para motores

DATOS GENERALES LUMINARIAS		
NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	VALOR
PE [\$/kWh]	PRECIO DE LA ENERGÍA	0,088
T[h]	TIEMPO DE USO DIARIO	12
Chh* [\$]	COSTO HORA HOMBRE	12
i	TASA DE DESCUENTO	8%

(Fuente: Elaboración propia)

* El costo hora hombre es correspondiente al pago en horario normal por mantenimiento para 2 trabajadores.

Se observa en la Tabla 3.34 que para motores de 5 HP la mejor alternativa de inversión es en un arranque suave ya que los factores a destacar son la disminución del costo de mantenimiento, el costo de inversión y el tiempo ocupado en mantenimiento lo cual representa un CAT menor al arranque Y-D.

Tabla 3.34 Análisis financiero de implementación de sistema de arranque para motor de 5 HP

CAT DE ARRANQUE DE MOTORES 5 HP			
NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	ALTERNATIVAS DE INVERSIÓN	
		Aranque Y-D	Arranque suave
C [\$]	COSTO DE INVERSIÓN	\$ 2.077	\$ 872
E [kWh/año]	CONSUMO DE ENERGÍA	16.330,83	16.330,83
CM [\$/año]	COSTO DE MANTENIMIENTO	\$ 96	\$ 72
FRC	FACTOR DE RECUPERACION DE CAPITAL	0,12	0,12
N [años]	VIDA ÚTIL	15	15
POTENCIA [W]	POTENCIA	3.729	3.729
TIEMPO POR REVISIONES	TIEMPO OCUPADO EN MANTENIMIENTO [h]	8	6
CAT [\$]	COSTO ANUALIZADO TOTAL	\$ 1.776	\$ 1.611

(Fuente: Elaboración propia)

En un motor de 50 HP la evaluación del CAT presentada en la Tabla 3.35 indica que lo más indicado sería una invertir en un arranque suave, sin embargo la diferencia no es representativa lo cual señala que se puede escoger entre las dos alternativas propuestas.

Tabla 3.35 Análisis financiero de implementación de sistema de arranque para motor de 50 HP

CAT DE ARRANQUE DE MOTORES 50 HP			
NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	ALTERNATIVAS DE INVERSIÓN	
		Aranque Y-D	Arranque suave
C [\$]	COSTO DE INVERSIÓN	\$ 2.485	\$ 2.411
E [kWh/año]	CONSUMO DE ENERGÍA	163.308	163.308
CM [\$ /año]	COSTO DE MANTENIMIENTO	\$ 96	\$ 72
FRC	FACTOR DE RECUPERACION DE CAPITAL	0,12	0,12
N [años]	VIDA ÚTIL	15	15
POTENCIA [W]	POTENCIA	37.285	37.285
TIEMPO POR REVISIONES	TIEMPO OCUPADO EN MANTENIMIENTO [h]	8	6
CAT [\$]	COSTO ANUALIZADO TOTAL	\$ 14.757	\$ 14.725

(Fuente: Elaboración propia)

Es importante mencionar que para motores de 3 HP se utilizaría el mismo sistema de arranque que el de motores de 5 HP y que para el motor de 125 HP no se realiza análisis debido a que en la actualidad cuenta con un sistema de arranque electrónico.

3. Implementación de un sistema de control de motores e iluminación.

La implementación de este sistema consistirá en la automatización de los sistemas tanto de iluminación como de motores. El sistema permitirá desde un mismo lugar encender o apagar luces y motores, así como también programar el funcionamiento automático de los mismos. Esta implementación permitirá una mejor gestión de la energía y al ser un sistema escalable se podría ir añadiendo nuevos motores y dispositivos; esta es una ventaja importante al momento de tomar una decisión económica al respecto.

En la Tabla 3.36 se puede observar un flujo de efectivo acumulado de las Etapas 1 – 2 – 3 en las cuales se aplicaría el sistema de control en el área de iluminación como primera fase, esto debido a que estas etapas son las de mayor problemática energética en consumo de energía y a que la mayor carga es en iluminación en dichas etapas.

Tabla 3.36 Flujo de efectivo de luminarias Etapas 1 – 2 – 3

Medida		Sin Medida						TOTAL
		Años	0	1	2	3	4	
Tasa de Descuento	8%							
Inversión		\$ -						
Consumo de Energía en Iluminación (promedio)			\$ 145.000	\$ 145.000	\$ 145.000	\$ 145.000	\$ 145.000	\$ 725.000
Pago Demanda en Iluminación			\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 100.000
Mantenimiento			\$ 16.000	\$ 16.000	\$ 16.000	\$ 16.000	\$ 16.000	\$ 80.000
Flujo de efectivo		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
			181.000	181.000	181.000	181.000	181.000	905.000

(Fuente: Elaboración propia)

En la tabla 3.37 se observa la proyección de la implementación de esta medida en una primera fase que abarcaría únicamente iluminación en las Etapas 1 – 2 – 3 y que costará 32.000 dólares pero su beneficio, sin tomar en cuenta medidas anteriores como reemplazo de luminarias, se verá reflejado en la disminución del consumo de energía eléctrica ya que se podrá controlar los horarios de funcionamiento de los circuitos de iluminación, evitando así tenerlos encendidos por tiempos y horarios innecesarios.

Tabla 3.37 Flujo de efectivo proyectado de implementación de un sistema de control en Etapas 1 – 2 – 3

Medida		Implementación De Sistema De Control						TOTAL
		Años	0	1	2	3	4	
Tasa de Descuento	8%							
Inversión		\$ 32.000						\$ 32.000
Consumo de Energía en Iluminación (promedio)			\$ 105.000	\$ 105.000	\$ 105.000	\$ 105.000	\$ 105.000	\$ 525.000
Pago Demanda en Iluminación			\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 100.000
Mantenimiento			\$ 16.000	\$ 16.000	\$ 16.000	\$ 16.000	\$ 16.000	\$ 80.000
Flujo de efectivo		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
		32.000	141.000	141.000	141.000	141.000	141.000	737.000

(Fuente: Elaboración propia)

El impacto de esta medida es notable en la Tabla 3.31, esta inversión analizada de igual manera que las anteriores, a un periodo de 5 años, permitiría un ahorro aproximado del 20% en consumo de energía anual, lo que financieramente correspondería a 40.000 dólares anuales aproximadamente. Es evidente que debido a la inversión realizada y el ahorro anual, esta medida es de fácil y corta recuperación, por lo que su VAN de 127.708 dólares y TIR de 123% están justificados.

Tabla 3.38 Análisis financiero proyectado de implementación de un sistema de control

Año		0	1	2	3	4	5	TOTAL
Flujo de Efectivo	Sin Medida	\$ -	\$- 181.000	\$- 181.000	\$- 181.000	\$- 181.000	\$- 181.000	\$- 905.000
	Implementación De Sistema De Control	\$ - 32.000	\$- 141.000	\$- 141.000	\$- 141.000	\$- 141.000	\$- 141.000	\$- 737.000
	Diferencia (Ahorro)	\$ - 32.000	\$ 40.000	\$ 40.000	\$ 40.000	\$ 40.000	\$ 40.000	\$ 168.000
VAN		\$ 127.708						
TIR		123%						

(Fuente: Elaboración propia)

4. Apertura de claraboyas

Es un gran soporte para el proyecto de iluminación debido a que, al tener más fuentes de iluminación natural localizada en puntos estratégicos, puede evitar el uso de hasta 20 luminarias de 30 W por claraboya, además que si se las coloca de manera consecutiva se puede evitar encender la iluminación en pasillos enteros en el transcurso del día, lo que constituye un ahorro significativo de energía.

Colocar claraboyas en los pasillos más oscuros tiene un costo de 20,000 dólares y éstas implican un ahorro de aproximadamente 1000 dólares anuales en energía eléctrica, además de costos menores por cambio y mantenimiento de las luminarias que se reemplazarían. En la Tabla 3.39 se observa el impacto de esta medida en el consumo de energía en iluminación anual.

Tabla 3.39 Análisis financiero de la apertura de claraboyas

Medida		Apertura de Claraboyas						TOTAL
		Años	0	1	2	3	4	
Tasa de Descuento	8%							
Inversión		\$ 20.000						\$ 20.000
Consumo de Energía en Iluminación (promedio)			\$ 79.000	\$ 79.000	\$ 79.000	\$ 79.000	\$ 79.000	\$ 395.000
Pago Demanda en Iluminación			\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 50.000
Mantenimiento			\$ 8.000	\$ 8.000	\$ 8.000	\$ 8.000	\$ 8.000	\$ 40.000
Flujo de efectivo		\$ - 20.000	\$ - 97.000	\$ - 505.000				

(Fuente: Elaboración propia)

Se puede realizar un cuadro comparativo entre la Tabla 3. 26 y la Tabla 3.39 para obtener una diferencia como se muestra en la Tabla 3.40 la cual incluye información de los indicadores financieros VAN y TIR . Se puede observar que el proyecto no es rentable y por ende no es recomendable incluirlo dentro del plan de eficiencia ya que el gasto es mayor que el ahorro implicado por estas medida.

Tabla 3.40 Análisis financiero de la apertura de claraboyas

Año		0	1	2	3	4	5	TOTAL
Flujo de Efectivo	Sin Medida	\$ -	\$ - 98.000	\$ - 98.000	\$ - 98.000	\$ - 98.000	\$ - 98.000	\$ - 490.000
	Apertura de Claraboyas	\$ - 20.000	\$ - 97.000	\$ - 97.000	\$ - 97.000	\$ - 97.000	\$ - 97.000	\$ - 505.000
	Diferencia (Ahorro)	\$ - 20.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 15.000
VAN		\$ - 16.007						
TIR		-34%						

(Fuente: Elaboración propia)

5. Implementación de banco de capacitores

La corrección del factor de potencia permite tener una mayor eficiencia en todos los equipos asociados a la red donde se conectan los bancos de capacitores y a la par permite evitar altos valores de multas por parte de la distribuidora además de posibles desconexiones del servicio. En la Tabla 3.41 se muestra el costo de la incorporación de un banco de capacitores para corregir el factor de potencia en la red interna del centro comercial.

Tabla 3.41 Implementación de capacitores para corrección de factor de potencia

	Potencia activa [W]	Factor de potencia	Potencia reactiva real [VAR]	Potencia reactiva ideal [VAR]	Capacidad del banco de capacitores [VAR]	Inversión
Etapa 1	36.453,90	0,55	-27.030,00	47.873,58	75	\$ 1.725,00

(Fuente: Elaboración propia)

Inversión en medidas de eficiencia energética

A continuación en la Tabla 3.34 se presenta la evaluación de medidas de eficiencia energética a detalle y a su respectiva inversión además del tiempo de recuperación de cada una de ellas

Tabla 3.42 Medidas de eficiencia energética

Descripción de la medida		Costo Inversión [USD]	Van [USD]	Tir [%]	Recuperación de la inversión [años]	AHORRO ANUAL [USD]
Etapas I y II	Reemplazo de luminarias	\$70.000	\$129.824	69%	2	\$58.000
	Implementación de un sistema de control	\$32.000	\$127.708	123%	1	\$40.000
	Capacitores para factor de potencia	\$1.725	*	*	>1	Multas por parte de la distribuidora
Etapa III	Reemplazo de luminarias	\$100.000	\$121.805	48%	2	\$58.000,00
	Desconexión de motor de alto consumo	\$39	**	**	>1	\$3.457

(Fuente: Elaboración propia)

* La inversión de los capacitores se ve justificada en las multas evitadas por parte de la distribuidora.

** La inversión se justifica en un periodo menor a 1 mes.

La aplicación correcta de las medidas planteadas implicaría un ahorro aproximado del 50% del valor facturado previa a la aplicación del plan de eficiencia energética como se puede apreciar en la Tabla 3.35 y en la Fig. 3.43. A su vez se conoce que la etapa que presenta un mayor ahorro es la tercera lo cual se justifica debido a su alta cantidad de luminarias en parqueaderos.

Tabla 3.43 Ahorro proyectado por implementación de medidas de inversión

	COSTO FACTURADO PROYECTADO POR REALIZACIÓN DE CAMBIOS (\$ por kWh)	COSTO FACTURADO ESTIMADO DE ACUERDO AL LEVANTAMIENTO DE CARGAS (\$ por kWh)	COSTO FACTURADO REAL POR kWh	AHORRO PROYECTADO
ETAPAS 1 - 2	\$ 6.616	\$ 8.968	\$ 8.010	\$ 1.393
ETAPA 3	\$ 5.525	\$ 8.744	\$ 10.781	\$ 5.256
TOTAL	\$ 12.141,30	\$ 17.712	\$ 18.791	\$ 6.649

(Fuente: Elaboración propia)

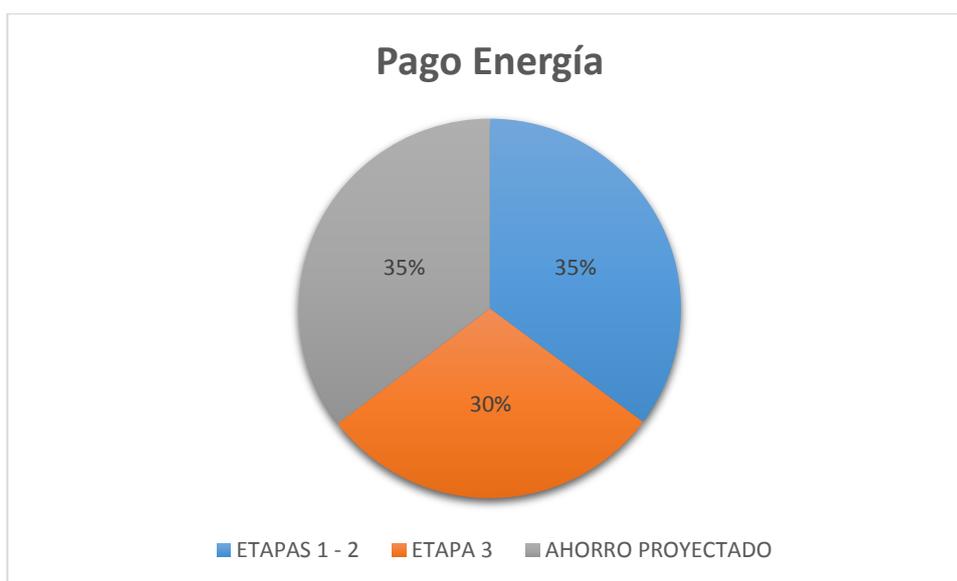


Fig. 3.43 Costos proyectados posterior la aplicación de medidas de ahorro energéticas

(Fuente: Elaboración propia)

4 GUÍA DE REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL CENTRO COMERCIAL EL RECREO

Como parte del alcance de este trabajo de titulación, se propuso el rediseño de las instalaciones eléctricas asociadas con los servicios generales del centro comercial, mismos que requerían de una intervención urgente, debido a las fallas críticas en las instalaciones eléctricas descubiertas tanto en la etapa previa de este trabajo inicial, como durante el estudio de estado inicial.

Para el rediseño de las instalaciones, se tomó como base los datos obtenidos en el estudio de estado inicial, con lo que se determinó los siguientes lineamientos generales:

- La etapa I requiere un rediseño completo de las instalaciones eléctricas e iluminación, ya que sus instalaciones se encuentran en estado crítico.
- La etapa II requiere un rediseño de los sistemas de iluminación debido a que su sistema eléctrico se encuentra en buenas condiciones, pero la iluminación es deficiente.
- La etapa III requiere un rediseño de iluminación pues posee niveles de iluminación deficientes, además requiere la colocación de tuberías eléctricas debido a que el cableado se encuentra expuesto y contradice la norma ecuatoriana vigente de construcción.
- La etapa IV no se requerirían cambios en lo relacionado a las instalaciones eléctricas pues son instalaciones nuevas y bien estructuradas.

A continuación, se describe el rediseño de las instalaciones eléctricas de la etapa 1:

4.1 LEVANTAMIENTO DE CARGAS

El levantamiento de cargas eléctricas se enfoca principalmente en la identificación de los equipos instalados para servicios generales, con el fin de conocer la potencia instalada en cada una de sus etapas y con base a los cálculos correspondientes, determinar el diseño de tableros eléctricos, calibre de conductores y protecciones, entre otros.

Entre los datos necesarios para el rediseño de la red eléctrica del centro comercial y posterior al levantamiento inicial, se recopilaron también voltaje, corriente de operación y datos de placa para los respectivos cálculos de conductores y protecciones. Así también como datos de placa de revoluciones por minuto, horas de uso y potencia activa que permitirán el cálculo de eficiencia de cada motor.

4.2 DISEÑO DE CENTROS DE CARGA

Para el diseño de los centros de carga del centro comercial, se tomaron en cuenta ciertos criterios que permitan dar solución a los principales problemas que se encontraron, entre los que se destacan: las instalaciones eléctricas en malas condiciones, falta de tableros eléctricos que vayan acorde con el gran tamaño de la carga del centro comercial y la poca capacidad para añadir nuevas tecnologías.

Entre los criterios que se tomaron en cuenta al momento del realizar el diseño de los centros de carga, se determinó la necesidad de colocar subtableros de distribución como se muestra en la Fig 4.44 para evitar niveles de caídas de voltaje no permitidos, debido a las grandes distancias entre las cargas y el tablero de distribución principal.

Por otra parte, al reducir la cantidad de conductores se genera automáticamente un ahorro económico pues el costo de un cable principal de mayor calibre es menor que varias derivaciones de menor calibre desde el mismo tablero. Otra razón para proponer dichos subtableros, es que el espacio físico por donde pasa la acometida es reducido, lo que dificulta la reparación en caso de daño. Operativamente hablando, es mejor enviar una acometida principal compuesta de 5 conductores (3 fases + 1 neutro +1 tierra) que varias derivaciones hacia cada circuito.

Dentro de las medidas a considerar se destaca la implementación de sistemas de control que permitan manejar remotamente los circuitos correspondientes a dichos tableros además de que el diseño de los mismos, prevea la capacidad de reserva que permita la implementación de nuevas tecnologías y crecimiento de cada área.

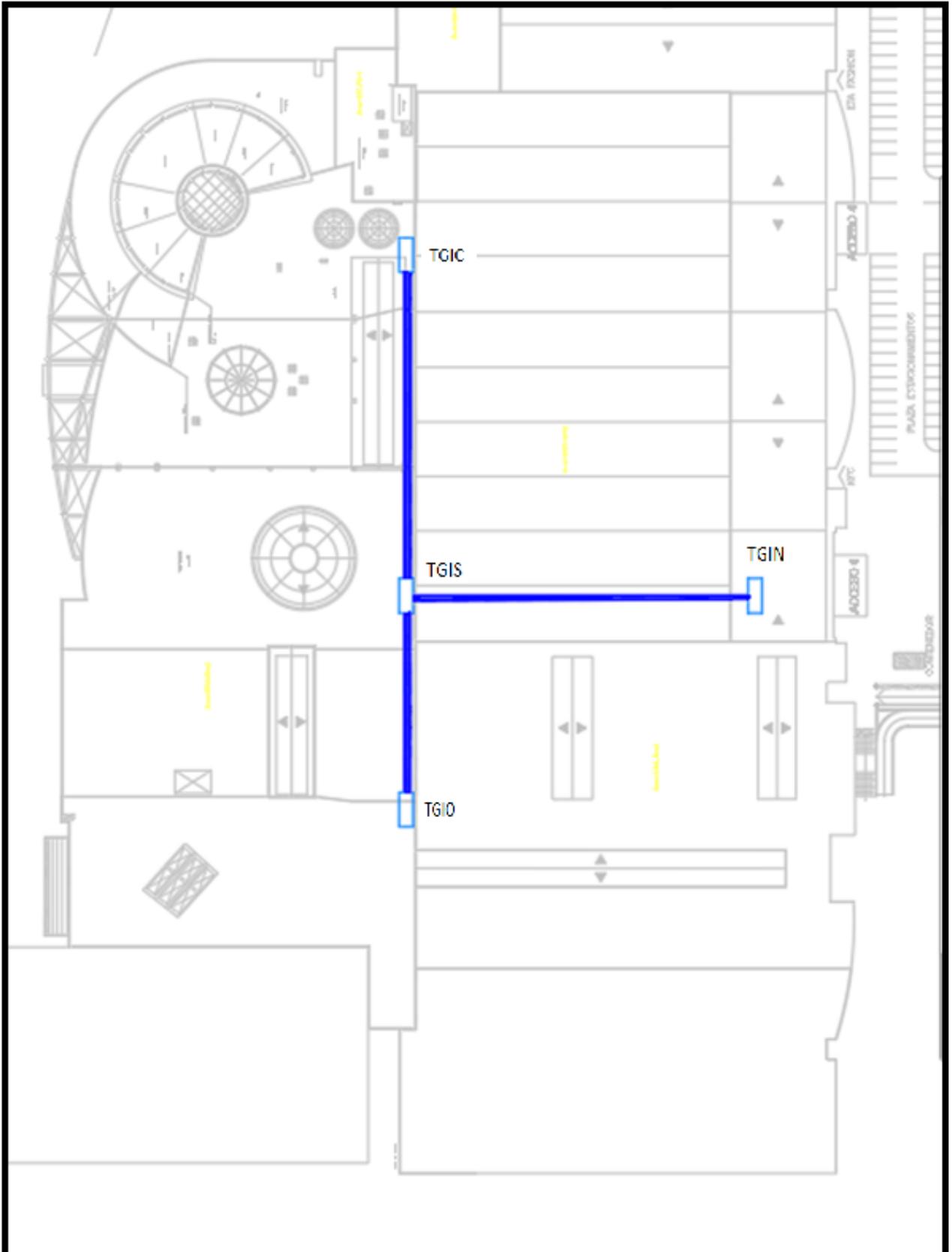


Fig. 4.44 Localización de subtableros
(Fuente: Elaboración propia)

Para una correcta distribución de circuitos y áreas, explicados y justificados en el párrafo anterior, se plantea la colocación de 4 subtableros (Fig. 4.44). En estos subtableros se concentrarán los circuitos de iluminación asociados a cada pasillo de la etapa I.

En la Tabla 5.44 se presenta un resumen del número de circuitos que dispondrá cada uno de los centros de carga.

Tabla 5.44 Número de circuitos para los centros de carga

SUBTABLERO	CIRCUITOS	
TGIC	1	
	2	
	5	
	6	
	7	
	8	
	9	
	10	
	11	
	12	
	13	
	TGIN	1
		3
2		
4		
5		
8		
6		
7		
9		
TGIS	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
TGIO	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	

(Fuente: Elaboración propia)

4.3 CALIBRES DE CONDUCTORES

Para dimensionar el calibre del conductor se realizará un levantamiento de cargas por circuito, con esta información, se calculará la potencia total del circuito. En base a una alimentación en 121 V o 210 V según corresponda, se calcula la corriente, la misma que será afectada con un incremento del 25% por seguridad, bajo la recomendación de la norma ecuatoriana de construcción. Adicionalmente, se tomará la distancia desde el punto final del circuito hasta su correspondiente subtablero. Con estos datos se procede al cálculo del calibre del conductor para cada uno de los circuitos que se conectarán como se indica en el anexo VIII.

Para todos los circuitos de cada tablero se calcularon los calibres de conductores según se muestra un resumen en la Tabla 4.47.

Es importante dimensionar los calibres de conductores desde el tablero principal hasta los subtableros y a su vez desde subtableros hacia cada circuito. Hay que tomar en cuenta las distancias de cada trayecto para evitar que las caídas de tensión se encuentren fuera de lo establecido en la norma IEC, misma que especifica que la caída de voltaje no debe superar el 3% en alimentadores y sub alimentadores principales, 3% en alimentadores y sub alimentadores secundarios y 5% en el punto más desfavorable de la instalación [29]. Estos voltajes nominales están especificados según la norma IEC 60038 (Tabla 4.45).

Tabla 4.45 Sistemas AC con voltaje nominal entre 100 V y 1000 V

Sistemas que tienen voltaje alterno nominal entre 100V y 1000V		
Trifásico cuatro hilos o tres hilos		Monofásico tres hilos
Voltaje nominal [V]		Voltaje nominal [V]
50 Hz	60 Hz	60 Hz
-	120/208	120/240****
230***	240***	-
230/400*	230/400*	-
-	277/480	-
-	480	-
-	347/600	-
-	600	-
400/690**	-	-
1000	-	-

*El valor de 230/400V resultado de la mejora de 220/380V y 240/415V cuales han sido implementados en Europa.
 ** El valor de 400/690V es el resultado de la mejora de 380/660V implementados en Europa.
 *** El valor de 200V o 220V es usado en varios países.
 **** Valores de 100/200V son usados en países que trabajan a frecuencia de 50 o 60 Hz

(Fuente: norma IEC 60038)

Para calcular el calibre del conductor, se seleccionará primeramente un posible conductor ideal basándose en la corriente requerida por los cálculos según la potencia, seguidamente se comparan los valores de resistencia y reactancia inductiva para conductores de cobre según sea el fabricante (Tabla 4.46). Luego se calcula la impedancia eficaz del conductor.

Tabla 4.46 Calibres comerciales para conductores

Resistencia eléctrica c.a. y reactancia inductiva para Cables de Cobre, instalación trifásica para 600V a 60Hz y 75°C. Tres conductores sencillos en tubo conduit					
Calibre AWG / kcmil	Resistencia a corriente alterna R (ohm/km)			Reactancia Inductiva X _L (ohm/km)	
	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC o Aluminio	Conduit de Acero
14	10.17	10.17	10.17	0.190	0.240
12	6.56	6.56	6.56	0.177	0.223
10	3.94	3.94	3.94	0.164	0.207
8	2.56	2.56	2.56	0.171	0.213
6	1.61	1.61	1.61	0.167	0.210
4	1.02	1.02	1.02	0.157	0.197
2	0.623	0.656	0.656	0.148	0.187
1/0	0.394	0.427	0.394	0.144	0.180
2/0	0.328	0.328	0.328	0.141	0.177
3/0	0.253	0.269	0.259	0.138	0.171
4/0	0.203	0.219	0.207	0.135	0.167
250	0.171	0.187	0.177	0.135	0.171
350	0.125	0.141	0.128	0.131	0.164
500	0.089	0.105	0.095	0.128	0.157

(Fuente: CENTELSA, hojas técnicas)

Ecuación para cálculo de impedancia eficaz:

$$Z_{EF} = R * \cos \theta + X_L * \sin \theta \quad (12)$$

Donde:

Z_{EF}: Impedancia eficaz del conductor

R: Resistencia del conductor

θ: Ángulo del factor de potencia

X_L: Reactancia

Con la impedancia eficaz obtenida, se calcula la caída de tensión de cada circuito por medio de la ecuación siguiente que sirve para líneas de transmisión y a su vez puede ser aplicada para instalaciones eléctricas:

$$\Delta V_{FASE NEUTRO} = Z_{EF} * L * I \quad (13)$$

$$\Delta V_{FASE FASE} = \sqrt{3} * \Delta V_{FASE NEUTRO} \quad (14)$$

Donde:

Z_{EF} : Impedancia eficaz del conductor

L: Longitud del conductor desde la fuente al punto más lejano

I: Corriente del circuito

ΔV : Caída de tensión

Una vez obtenida la caída de tensión se puede calcular el porcentaje de caída de tensión del circuito a través de la siguiente ecuación:

$$\%Caída\ de\ tensión_{FASE\ NEUTRO} = \left(\frac{\Delta V}{V}\right) * 100 \quad (15)$$

Donde:

V: Voltaje nominal del circuito

A continuación se presenta la Tabla 5.40 con información de los calibres de conductores para circuitos de tableros principales:

Tabla 5.47 Calibres de conductores para circuitos de tableros principales

TABLERO	CIRCUITOS	CONDUCTORES FASE/NEUTRO/TIERRA	CORRIENTE [Amp]	LONGITUD [m]	CAIDA DE VOLTAJE [%]
TGIC	1	2x8AWG+1x14AWG	8,3	73	2,2
	2	2x8AWG+1x14AWG	7,9	90	2,6
	5	2x12AWG+1x14AWG	4,4	70	2,7
	6	1x8AWG+1x6AWG+1x14AWG	5,79	65	2,1
	7	1x8AWG+1x6AWG+1x14AWG	6,02		
	9	1x8AWG+1x6AWG+1x14AWG	5,56		
	8	2x8AWG+1x14AWG	3,94	82	1,2
	10	1x10AWG+1x8AWG+1x14AWG	3,24	110	2,3
	12	1x10AWG+1x8AWG+1x14AWG	3,24		
	11	1x8AWG+1x6AWG+1x14AWG	3,24	98	2,7
	13	1x8AWG+1x6AWG+1x14AWG	6,48		

Tabla 5.40 Calibres de conductores para circuitos de tableros principales (continuación...)

TABLERO	CIRCUITOS	CONDUCTORES FASE/NEUTRO/TIERRA	CORRIENTE [Amp]	LONGITUD [m]	CAIDA DE VOLTAJE [%]
TGIN	1	1x8AWG+1x6AWG+1x14AWG	3,2	90	2,4
	3	1x8AWG+1x6AWG+1x14AWG	6,3		
	2	1x8AWG+1x6AWG+1x14AWG	3,2	80	2,2
	4	1x8AWG+1x6AWG+1x14AWG	6,5		
	5	1x6AWG+1x4AWG+1x14AWG	2,8	90	2,3
	8	1x6AWG+1x4AWG+1x14AWG	9,3		
	6	1x10AWG+1x8AWG+1x14AWG	3,7	90	2,2
	7	1x10AWG+1x8AWG+1x14AWG	2,8		
	9	2x8AWG+1x14AWG	7,87		
TGIS	1	1x4AWG+1x3AWG+1x10AWG	22,2	78,4	3,2
	2	1x4AWG+1x3AWG+1x10AWG	8,3		
	3	1x4AWG+1x3AWG+1x10AWG	22,2	80,2	2,8
	4	1x3AWG+1x2AWG+1x10AWG	24,1	89	3,1
	5	1x3AWG+1x2AWG+1x10AWG	8,3		
	6	2x8AWG+1x10AWG	7,9	89	2,5
TGIO	1	1x10AWG+1x8AWG+1x12AWG	5,6	43	2,3
	2	1x10AWG+1x8AWG+1x12AWG	8,3		
	3	2x2AWG+1x12AWG	18,5	140	2,4
	4	2x2AWG+1x12AWG	18,5	147	2,6
	5	2x2AWG+1x12AWG	22,2	140	2,9
	6	2x8AWG+1x12AWG	7,9	107	3,1

(Fuente: Elaboración propia)

4.4 BANDEJAS Y TUBERÍAS

Para la especificación de bandejas y tuberías se siguieron estándares especificados dentro de la norma de construcción ecuatoriana, la cual puntualiza que no se puede ocupar más del 20% del ducto de cableado y éste deberá estar especificado según el ambiente al que esté sometido.

Se obtiene el área de cada conductor a utilizar y el área de cada tubería, de tal manera que por medio de la ecuación (16), se pueda determinar el porcentaje de ocupación de cada tubería.

$$P_o = \frac{\sum A_c}{A_t} * 100 \quad (16)$$

Donde:

Po: Porcentaje de ocupación de los conductores

Ac: Área del conductor

At: Área de la tubería

FICHA TÉCNICA								
TUBERÍA CONDUIT RÍGIDO NMX-J534, CERTIFICADO FM 1630								
DIÁMETRO NOMINAL	DIÁMETRO EXTERIOR NOMINAL		ESPESOR NOMINAL		PESO			EMPAQUE
	pulg	pulg	mm	pulg	mm	kg/m	kg/tubo 3.20 mts	kg/por atado
1/2	0.840	21.3	0.109	2.77	1.27	4.06	515.179	127
3/4	1.050	26.7	0.113	2.87	1.68	5.39	684.593	127
1	1.315	33.4	0.133	3.38	2.50	8.00	728.318	91
1 1/4	1.660	42.2	0.140	3.56	3.39	10.83	985.879	91
1 1/2	1.900	48.3	0.145	3.68	4.05	12.96	1178.954	91
2	2.375	60.3	0.154	3.91	5.44	17.41	1062.208	61
2 1/2	2.875	73.0	0.203	5.16	8.63	27.61	1021.750	37
3	3.500	88.9	0.216	5.49	11.29	36.11	686.153	19
4	4.500	114.3	0.237	6.02	16.07	51.44	977.300	19

Fig. 4.45 Ficha técnica para cálculo de tubería

(Fuente: VILLACERO, hojas técnicas)

Tabla 310-16 Capacidad de corriente permisible en conductores aislados para 0 a 2.000 V nominales y 60°C a 90°C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (directamente enterrados) y temperatura ambiente de 30°C.

Calibre	Temperatura nominal del conductor (ver Tabla 310-13)						Calibre
	60°C TIPOS TW*, UF*	75°C TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	90°C TIPOS TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	60°C TIPOS TW*, UF*	75°C RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	90°C TBS, SA, SIS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
mm ²	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			AWG Kcmils
0,82	---	---	14	---	---	---	18
1,31	---	---	18	---	---	---	16
2,08	20*	20*	25	---	---	---	14
3,30	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
5,25	30	35*	40*	25	30*	35*	10
8,36	40	50	55	30	40	45	8
13,29	55	65	75	40	50	60	6
21,14	70	85	95	55	65	75	4
26,66	85	100	110	65	75	85	3
33,62	95	115	130	75	90	100	2
42,20	110	130	150	85	100	115	1
53,50	125	150	170	100	120	135	1/0
67,44	145	175	195	115	135	150	2/0
85,02	165	200	225	130	155	175	3/0
107,21	195	230	260	150	180	205	4/0
126,67	215	255	290	170	205	230	250
152,01	240	285	320	190	230	255	300
177,34	260	310	350	210	250	280	350
202,68	280	335	380	225	270	305	400
253,35	320	380	430	260	310	350	500
304,02	355	420	475	285	340	385	600
354,69	385	460	520	310	375	420	700
380,02	400	475	535	320	385	435	750
405,36	410	490	555	330	395	450	800
456,03	435	520	585	355	425	480	900
506,70	455	545	615	375	445	500	1000
633,38	495	590	665	405	485	545	1250
760,05	520	625	705	435	520	585	1500
886,73	545	650	735	455	545	615	1750
1013,40	560	665	750	470	560	630	2000

Fig. 4.46 Ficha técnica para cálculo de tubería

(Fuente: CENTELSA, hojas técnicas)

Para los todos los circuitos de cada tablero, se calcularon las tuberías según los calibres y cantidades de conductores como se muestra en resumen en la Tabla 4.48.

Tabla 4.48 Tuberías para cableado de circuitos

TABLERO	CIRCUITOS	TUBERIA	FACTOR DE RELLENO
TGIC	1	1/2'	15%
	2	1/2'	15%
	5	1/2'	7%
	6	1'	8%
	7		
	9		
	8	1/2'	15%
	10	3/4'	4%
	12		
	11	3/4'	11%
	13		
TGIN	1	3/4'	11%
	3		
	2	3/4'	11%
	4		
	5	1'	10%
	8		
	6	3/4'	7%
	7		
	9	1/2'	15%
TGIS	1	1'	15%
	2		
	3	1'	9%
	4	1'	18%
	5		
	6	1/2'	17%
TGIO	1	3/4'	7%
	2		
	3	1'	14%
	4	1'	14%
	5	1'	14%
	6	1/2'	17%

(Fuente: Elaboración propia)

En la planificación se establecen 2 bandejas porta cables, la primera para red y la segunda para el sistema eléctrico, ambas con una separación mínima entre ellas de 20 cm para evitar posibles problemas de interferencia en las redes. También se establece la colocación de cables de alimentación de mayor carga de forma triangular para anular el efecto del campo magnético.

4.5 PROTECCIONES Y SISTEMAS DE CONTROL

Según lo especificado en las normas ecuatorianas de la construcción se realizó un dimensionamiento del sistema de protecciones tomando en cuenta la carga instalada más un 25% extra por temas de seguridad y expansión.

La capacidad de la protección térmica fue dimensionada en función del nivel de corriente y la disponibilidad comercial, tal como se puede observar en la Tabla 4.49.

Tabla 4.49 Protecciones para tableros principales

TABLERO	CIRCUITOS	CORRIENTE [Amp]	PROTECCIÓN
TGIC	1	8,3	1P-16A
	2	7,9	1P-16A
	5	4,4	1P-16A
	6	5,79	1P-16A
	7	6,02	1P-16A
	8	3,94	1P-16A
	9	5,56	1P-16A
	10	3,24	1P-16A
	11	3,24	1P-16A
	12	3,24	1P-16A
	13	6,48	1P-16A
TGIN	1	3,2	1P-16A
	3	6,3	1P-16A
	2	3,2	1P-16A
	4	6,5	1P-16A
	5	2,8	1P-16A
	8	9,3	1P-16A
	6	3,7	1P-16A
	7	2,8	1P-16A
	9	7,87	1P-16A
TGIS	1	22,2	1P-32A
	2	8,3	1P-16A
	3	22,2	1P-32A
	4	24,1	1P-32A
	5	8,3	1P-16A
	6	7,9	1P-16A
TGIO	1	5,6	1P-16A
	2	8,3	1P-16A
	3	18,5	1P-20A
	4	18,5	1P-20A
	5	22,2	1P-32A
	6	7,9	1P-16A

(Fuente: Elaboración propia)

De modo complementario, se recomienda la implementación del sistema de control a través del cual se pueda alternar el encendido de circuitos según su utilización, hora del día y tiempo de vida útil.

4.6 PLANOS Y DIAGRAMAS

En el presente rediseño se realizó un diagrama unifilar para cada uno de los subtableros de distribución (Fig. 4.48, Fig. 4.49 y Fig. 4.50), y un diagrama unifilar general para el tablero de distribución principal (Fig. 4.47). En dichos diagramas se exponen las diferentes protecciones, circuitos, calibres de conductores y distancias.

Adicionalmente se propone un plano con la posición arquitectónica de las nuevas cargas, bandejas y tableros.

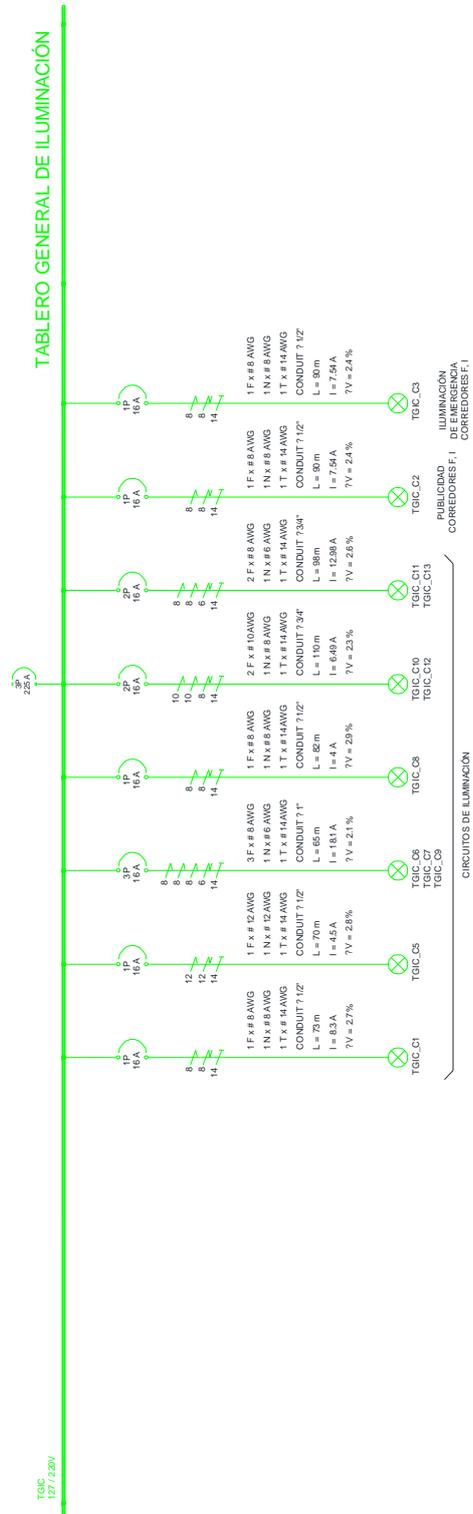


Fig. 4.47 Diagrama unifilar tablero principal
(Fuente: Elaboración propia)

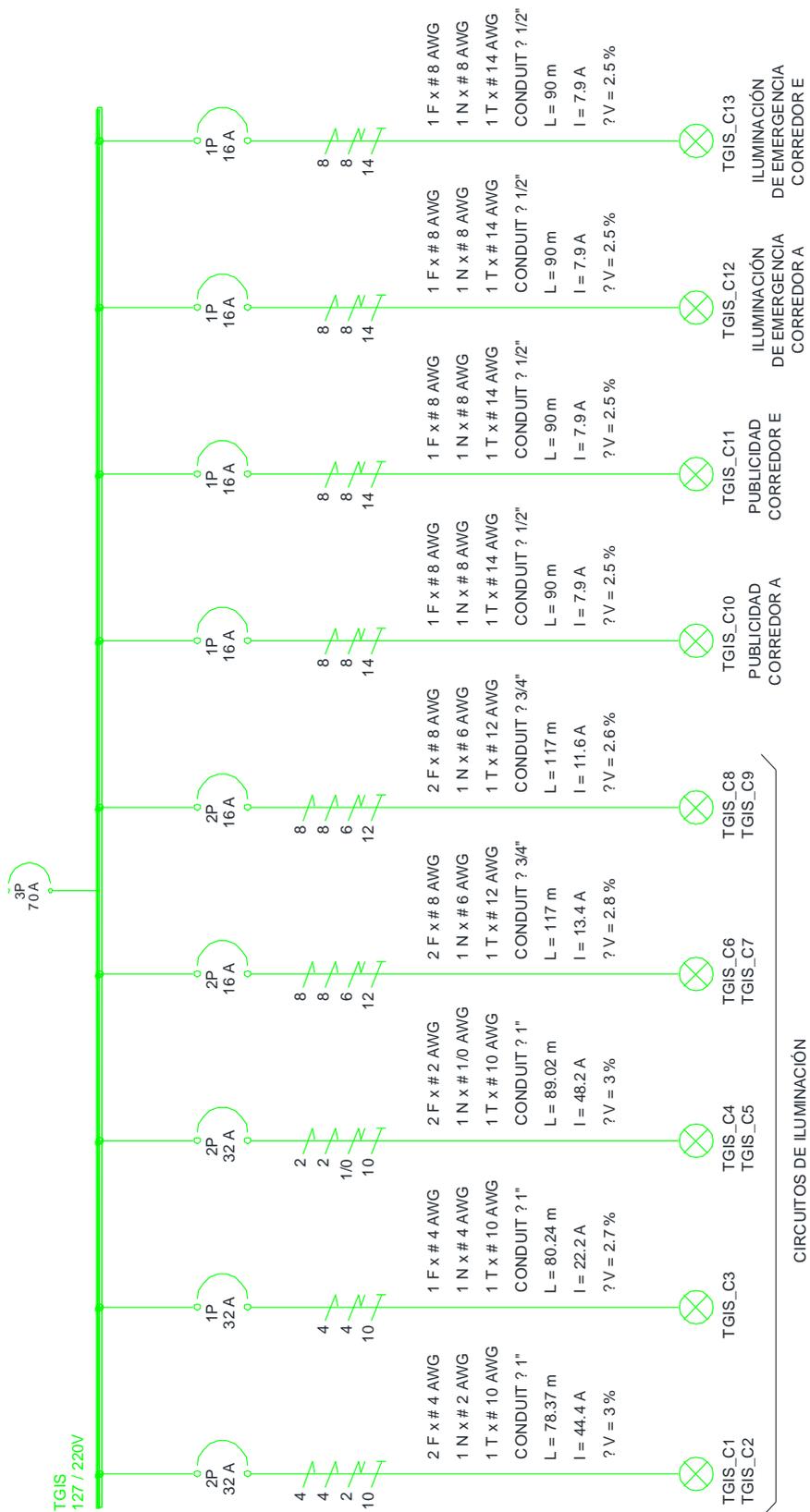


Fig. 4.48 Diagrama unifilar tablero de iluminación sur
(Fuente: Elaboración propia)

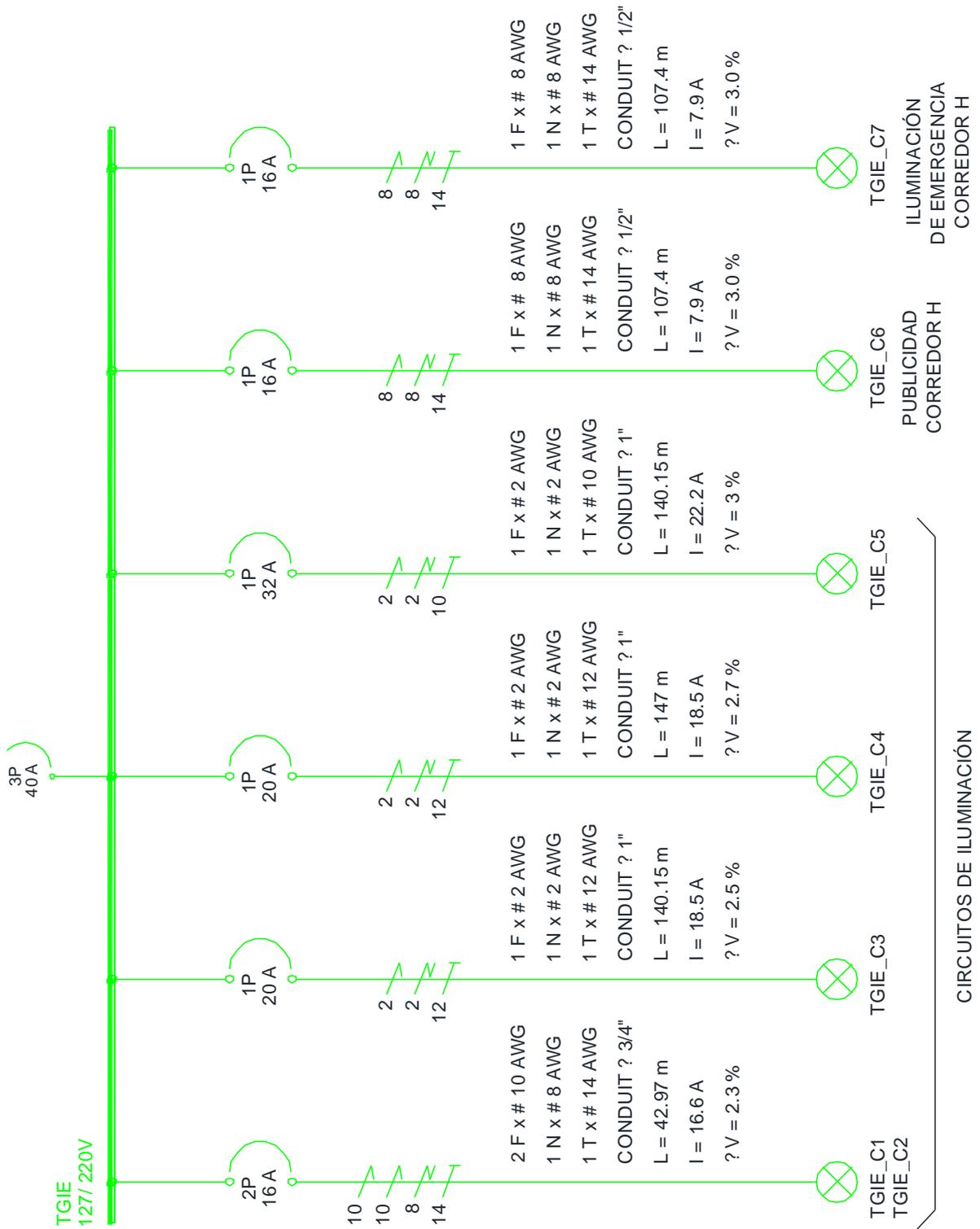


Fig. 4.49 Diagrama unifilar tablero de iluminación este
(Fuente: Elaboración propia)

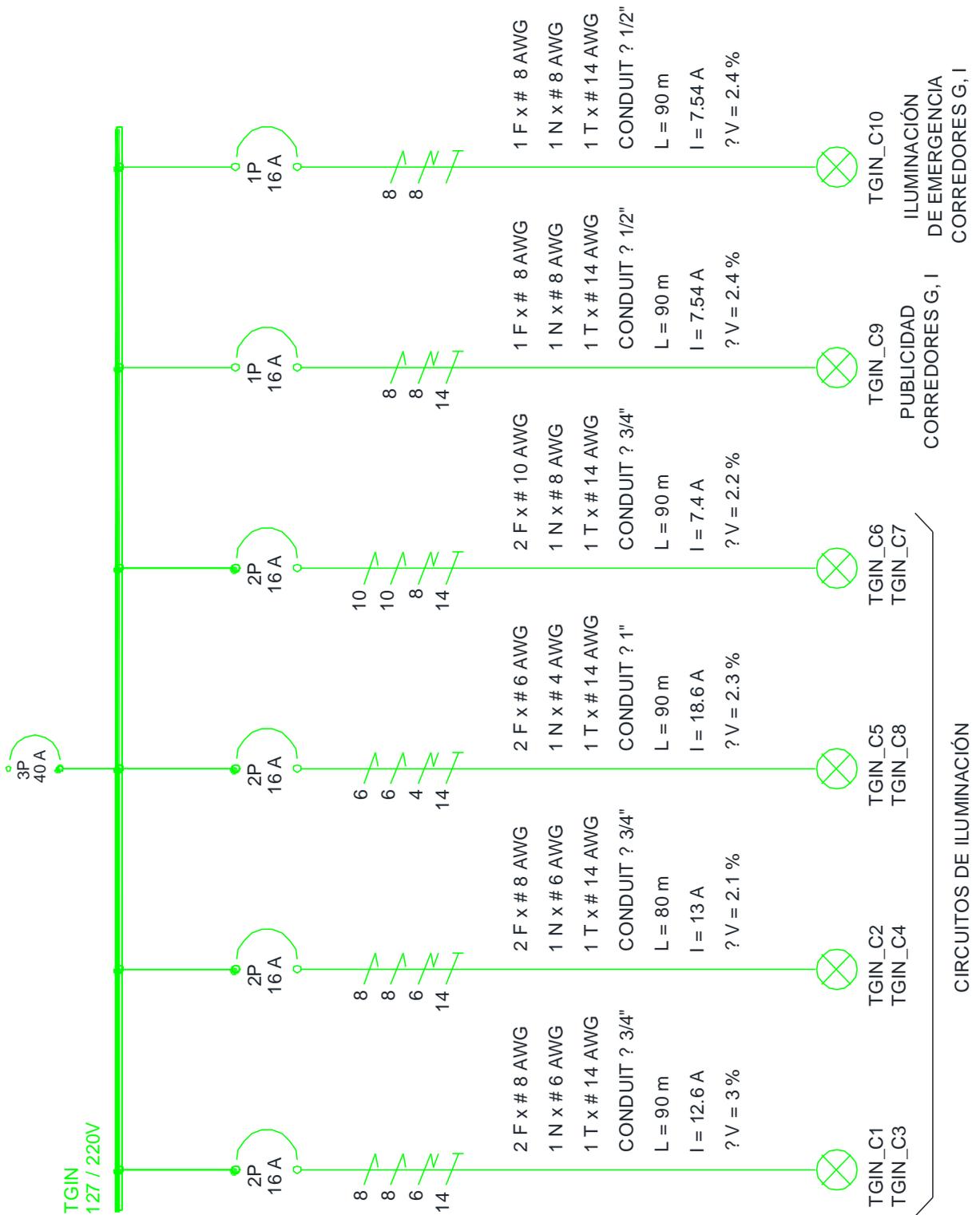


Fig. 4.50 Diagrama unifilar tablero de iluminación norte
(Fuente: Elaboración propia)

5 DEFINICIÓN DE MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

En esta sección se propone un plan de eficiencia energética que optimice el consumo de energía eléctrica y el gasto por facturación de los servicios generales del Centro Comercial El Recreo.

Para determinar la factibilidad de las medidas a ser implementadas, se realizó un análisis técnico y económico, a fin de determinar un plan efectivo de ejecución que afecte positivamente las instalaciones.

Debido a la gran magnitud del centro comercial, el costo de implementación y el tiempo que tomaría su ejecución, en este trabajo se propuso la implementación de un plan que se desarrollaría en diferentes en fases, tal como se muestra en la tabla 5.50.

Tabla 5.50 Descripción de fases del plan de eficiencia

PLAN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA				
FASE	Descripción	Medidas Aplicadas	Observaciones	Etapas
Fase 1	En esta fase se realizarán una serie de pruebas piloto de las medidas más costosas del plan de eficiencia, aplicadas a baja escala, con el fin de visualizar o proyectar el desarrollo del plan a gran escala.	Reemplazo de luminarias y lámparas antiguas por nuevas tecnologías.	Se reemplazó el 20% de las luminarias totales del centro comercial que correspondían a los parqueaderos de la Etapa 3, se hizo un reemplazo 1 a 1 con las luminarias antiguas y se observó el impacto económico y lumínico	Etapa 3
		Abrir una serie de "respiraderos" alrededor del patio de comidas que sirvan para extracción de aire.	Se retiró un motor humidificador de alto consumo	Etapa III
		Implementación de manuales de operación y mantenimiento	Se implementó una serie de normas y manuales para instalaciones eléctricas al momento de ingreso de los concesionarios.	Todas las etapas
Fase 2	Esta fase aborda ámbitos estructurales asociados con el cambio de cableado correspondiente a las instalaciones eléctricas de los servicios generales.	Instalación de subtableros de distribución	Se instaló 4 subtableros cercanos a las cargas para disminuir la cantidad de cableado que va desde el tablero existente hacia cada carga.	Etapa I
		Reemplazo del cableado	Se cambió el cableado de servicios generales.	Etapa I
Fase 3	En esta fase se reemplazarán y se retirarán dispositivos en desuso, en mal estado o que no cumplan la función para la que fueron destinados que impliquen gastos en energía eléctrica, mantenimiento, entre otros.	Estudio de Iluminación	Se implementó un modelo eficiente en cuanto a niveles de iluminación. Se compara la información y se corrige con el área de diseño.	Etapa I - II -III
		Implementación de un sistema de control de iluminación y motores.	Se implementó un sistema de control de iluminación y motores lo cual ahorra costos de operación	Etapa I - II -III

(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 5.50 Descripción de fases del plan de eficiencia (continuación...)

PLAN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA				
FASE	Descripción	Medidas Aplicadas	Observaciones	Etapas
Fase 4	Se incorporarán sistemas de arranque de motores para ciertos casos. En los casos de motores de baja eficiencia, se recomendará su reemplazo.	Implementación de arrancadores suaves según los resultados del análisis económico.	La incorporación de sistemas de arranque de motores implica una mejor eficiencia del motor y del aprovechamiento de la instalación.	Todas las etapas
	Se solucionará el problema de bajo factor de potencia presente en los circuitos de servicios generales.	Banco de Capacitores	Con la implementación de bancos de capacitores se corregirá factores de potencia, lo cual servirá para mejorar la eficiencia de todo el sistema en general.	Etapas I
Fase Final	Se propone que se realice un estudio para la implementación de un sistema de energía fotovoltaica para abastecer parte del consumo del centro comercial.	Implementación de un sistema de generación a partir de energías alternativas	Se propondrá la implementación de un sistema fotovoltaico que se ubicará en los parqueaderos/techos/terrazas lo cual permitirá abastecer parte o todos los servicios generales del centro comercial, según lo determine el estudio	Todas las etapas

(Fuente: Elaboración propia)

Es importante mencionar que el centro comercial debido a sus políticas de servicio, maneja la carga, como carga sensible, pues bajo ningún concepto se podrá suspender la iluminación en horas de atención como se menciona en capítulos anteriores, además, al tener entre sus locales, instituciones bancarias, no es permisible ningún tipo de suspensión de energía, a menos que sea una emergencia o exista una notificación con al menos 15 días de anticipación.

Esto implica que todos los trabajos de remodelación, instalación y rediseño se realizarán durante la noche, aumentando el costo de mano de obra. Hay que tomar en cuenta además que la iluminación es un elemento que influye directamente en el cliente por lo que se debe poner bastante cuidado en la misma. De igual manera y sin ser menos importante, espacios como baños y parqueaderos no pueden dejar de proveer el servicio de extracción de aire.

A continuación, se describen las acciones o medidas de eficiencia consideradas en cada fase del plan propuesto:

5.1 PRIMERA FASE DE CAMBIO

La primera fase o fase piloto se implementó en los parqueaderos de los subsuelos correspondientes a la tercera etapa del centro comercial (Fig. 5.51). Esta fase del plan comprende el cambio de luminarias, así como el mejoramiento en su disposición para evitar espacios vacíos o áreas con poca iluminación

El proceso de eficiencia que se implementó en esta fase fue el reemplazo de 2.200 luminarias de lámparas fluorescentes de 2x64W por luminarias de lámparas led de 2x32W, esto representó un importante ahorro de energía tal como se refleja en el capítulo 3.4.4.



Fig. 5.51 Parqueaderos tercera etapa
(Fuente: Elaboración propia)

En esta fase también se implementaron procedimientos eléctricos para el mejor manejo de cargas nuevas, es decir, se establecieron una serie de normas y reglamentos para el ingreso de nuevos arrendatarios en los mismos locales, pues estos, en su mayoría instalaban acometidas nuevas desde el centro de cargas hasta el mismo local, procedimiento innecesario pues ya existían las mismas. Dentro de estos nuevos procedimientos se especifica que cualquier instalación debe ser acompañada del personal

técnico del centro comercial para evitar problemas como estos y que han sido detectados en el estudio de estado inicial.

Otra de las medidas tomadas, fue el retiro del motor humidificador de extracción de aire del patio de comidas, el cual no estaba cumpliendo su propósito. Sin embargo, no se podía dejar sin ventilación a la zona, por lo que se realizó el rediseño arquitectónico de la misma, de tal forma que se solucione la problemática de extracción de aire. En este rediseño surgió la idea de implementar respiraderos, idea que fue acogida satisfactoriamente.

5.2 SEGUNDA FASE DE CAMBIO

La segunda fase plantea un cambio más radical, reemplazando y retirando el cableado obsoleto y en mal estado ubicado en la primera etapa. Dentro de este documento también se contempla, la construcción de un sistema de distribución acorde a la norma ecuatoriana de la construcción [27] [29], esto, con el fin de evitar los continuos problemas presentados hasta ese momento y asociados a la operatividad del sistema eléctrico, problemas eléctricos, nuevas tecnologías, entre otros.

Este cambio se da como medida de seguridad para evitar fugas y hurtos de energía existentes hasta este punto.

En esta fase también, se plantea la construcción de subtableros que vayan a un centro de carga general por etapa; además de la automatización de circuitos en las etapas 1 y 2 que permitirán un control de los distintos circuitos de relevancia a través de un HMI (interfaz hombre maquina) ubicado en la consola de seguridad.

Se estableció que el control de iluminación se realizará por el departamento de seguridad ya que éste tiene un control completo por medio de cámaras de todos los pasillos del centro comercial. Esto representará un ahorro sustancial en cuanto al costo hora hombre del personal de operaciones el cual debía acercarse a encender/apagar manualmente cada uno de los circuitos todos los días en el centro de carga.

5.3 TERCERA FASE DE CAMBIO

En esta fase se cambiarán todas las lámparas y luminarias de tecnología antigua ubicadas en primera, segunda y tercera etapa del centro comercial por luminarias de lámparas led de nueva tecnología, las cuales presentan ventajas relacionadas a mejor calidad de iluminación, mayor vida útil, menor mantenimiento y un mejor rendimiento según la potencia utilizada además del bajo consumo de energía.

En este proceso, se retirarán a su vez las lámparas de poco uso existente en las cenefas decorativas del centro comercial, ya que para el efecto se utilizan lámparas fluorescentes de 64W, las cuales no son adecuadas para iluminación decorativa. Estas en su mayoría se encuentran mal colocados o cubiertos por el cableado correspondiente a los locales, perdiendo así, su función de iluminación.

Esta iluminación indirecta de cenefas era utilizada en las noches por el personal de seguridad para realizar las rondas respectivas por todas las áreas del centro comercial.

Dentro de esta fase se plantea el retiro de esta iluminación específicamente, por lo que se propuso como alternativa nocturna, al departamento de seguridad, el uso de los nuevos y optimizados circuitos de iluminación obviamente señalando cuales son los de menor consumo.

5.4 CUARTA FASE DE CAMBIO

En esta fase, se plantea el reemplazo de motores de baja eficiencia del tipo encontrados en la sección 3.4.6, que ya no están dentro de los regímenes de operación adecuados, los cuales serían reemplazados por motores de alta eficiencia y diseñados para las tareas específicas que realizarían.

Los motores existentes son usados para extractores de baños y parqueaderos además de para las bombas de agua de baños e incendios. Para estos motores se plantea la implementación de un sistema de arranque suave lo cual permitirá disminuir los picos de corriente al momento del arranque. Para el levantamiento de datos se analizó 1 motor específico de cada tipo (bombas de agua, incendios, extracción de aire, entre otros) pues estos son representativos de sus respectivos grupos, tal como se refleja en el Anexo IV.

En esta fase también se contempla la implementación de un control de motores anexo al sistema de control general, lo cual permitirá el encendido y apagado de todo el sistema de extracción, ventilación y bombeo desde la misma estación master. Esto dentro de horarios establecidos por el plan de eficiencia.

Se determinará el nivel de compensación ideal para mejorar la calidad de energía en la red y mantener el factor de potencia en estándares aceptables y libres de penalidades. Este factor ideal es de 0.92.

5.5 FASE FINAL DE CAMBIO

Este paso plantea un estudio futuro para la implementación de un sistema fotovoltaico como apoyo para el abastecimiento del suministro eléctrico del centro comercial, mismo que no es parte del alcance de este trabajo pero que se considera como una alternativa atractiva de suministro.

Se sugiere la realización de un “estudio” que provea la información necesaria para la posible construcción de una central de generación fotovoltaica ubicada en el área de parqueaderos, la cual provea al centro comercial de energía eléctrica durante las mañanas y tardes..

La implementación de un sistema de generación fotovoltaica en El Recreo, permitiría obtener una serie de beneficios, tales como: reducción de facturación de energía eléctrica, reducción de huella de carbono emitida al planeta, obtención de una serie de certificaciones nacionales e internacionales por ahorro de energía (punto verde, leed, entre otros), además de toda la publicidad positiva que servirá para fortalecer su giro de negocio dentro del mercado de centros comerciales.

Según la regulación 003-18 aprobada por el ARCONEL a mediados de octubre del 2018, se podrá aportar con energía a la red de distribución de energía eléctrica por medio de un sistema de generación fotovoltaica, éste aporte será restado al consumo eléctrico de la carga a la cual pertenece el sistema de generación y el resultado de esta operación será facturado. Esto permitiría prescindir del uso de un banco de baterías, disminuyendo significativamente la inversión inicial si se diera la implementación del sistema fotovoltaico.

6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se analizan los resultados de la implementación parcial de algunas mejoras o medidas propuestas en el plan de eficiencia energética presentado.

6.1 REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

En la fase de diagnóstico se pudo apreciar que existían varias deficiencias en lo referente a las instalaciones de servicios generales del centro comercial, por lo que dentro de las medidas recomendadas en el plan de eficiencia y adoptadas por el centro comercial, se propuso el rediseño de las instalaciones eléctricas en varios sitios críticos y de gran afectación (Fig. 6.52).

Éste fue un cambio importante ya que el centro comercial tenía constantes problemas de cortocircuitos producidos por las bandejas en mal estado y el peso del cable que las sobrepasaba. Con este proceso, se redujo en su totalidad los problemas de este tipo, generando además un ahorro en el costo de personal necesario para solucionar los problemas que derivaban el mal estado de las instalaciones (Tabla 6.43).

Tabla 6.51 Detalle de rediseño de las instalaciones

	Medida	Descripción
Rediseño de las instalaciones eléctricas	Cambio de cableado	La medida contempló un cambio total del cableado eléctrico debido a un mal estado, dimensionamiento y a los problemas de operatividad que estos generaban.
	Cambio de luminarias	Implicó un cambio total o parcial de las luminarias actuales por nuevas y mejores tecnologías que permitan un menor consumo energético
	Implementación de centro de control	La medida contempló la implementación de un centro de control que permita el manejo de las instalaciones de manera más eficiente para reducir el consumo.
	Colocación de bandejas	Implicó la construcción de nuevas instalaciones eléctricas siguiendo normas y parámetros establecidos para aumentar la vida útil de las instalaciones.
	Colocación de subtableros de distribución	

(Fuente: Elaboración propia)



Fig. 6.52 Cambios de bandejas para cableado nuevo en las instalaciones eléctricas del centro comercial El Recreo
(Fuente: Elaboración propia)

Es importante destacar que en el diseño y actualización de los sistemas eléctricos, se aplicaron las mejores prácticas de la ingeniería eléctrica para lo cual se utilizaron tuberías, bandejas y cables concéntricos específicos para la carga, además de otros materiales de la mejor calidad que garanticen el mejor rendimiento de la instalación. Los datos y características de estos materiales son presentados en el Anexo V, Anexo VI, Anexo VII y Anexo VIII.

El rediseño de las instalaciones eléctricas se planificó para ser realizado de la siguiente manera:

6.1.1 ETAPA I

Los datos obtenidos en el estudio de estado inicial indicaron que ésta es una de las etapas más críticas del proyecto, debido a que las instalaciones eléctricas en mal estado podrían provocar problemas asociados con afectaciones materiales y humanas a gran escala, como la muerte de personal, el incendio del centro comercial, entre otras.

En esta etapa se planteó un cambio total de las instalaciones eléctricas de los servicios generales pues todas ellas se encontraban descubiertas y no era posible realizar reparaciones a estas instalaciones.

Se planteó también el rediseño de iluminación y la implementación de un sistema de control con el objetivo de optimizar el consumo en los servicios generales del centro comercial.

Para el rediseño de las instalaciones se tomó en cuenta las distancias del centro de carga hasta los circuitos, esto para el cálculo de caídas de tensión y el calibre del conductor según lo indicado por las normas NEC e INEN 19-2001 (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2001). En vista de que el centro de carga se encontraba muy alejado de los diversos circuitos, se planteó la opción de distribuir los circuitos en distintos subtableros ubicados estratégicamente para disminuir las caídas de tensión y el número de cables que se deriven al tablero de distribución principal.

Actualmente se ha ejecutado el rediseño eléctrico de acuerdo a lo planificado, dividiendo la carga en 4 subtableros ubicados en la terraza, lugar idóneo por su cercanía a dichas cargas. Estos subtableros son alimentados desde el subsuelo en forma radial a partir del centro de carga de esta etapa. Para esto se construyó una serie de ductos y bandejas acorde al diseño presentado. Estos tableros se complementan con tableros acondicionados para sistemas de control. Todo esto forma parte integral del centro de control que se ubicará en las oficinas de seguridad del centro comercial.

El cambio en las instalaciones eléctricas generará una serie de beneficios, mismos que se identifican en el plan de eficiencia, entre ellos los más importantes serán el ahorro energético proyectado en un 40% y 60% del valor facturado actualmente por consumo de energía. Este ahorro se logrará por medio del manejo adecuado de encendido y apagado de los circuitos de iluminación que se realizará en función de los requerimientos de la cantidad de luz ambiental existente. El ahorro también se verá reflejado en el uso y costo de hora hombre, ya que a partir de esta implementación, todo el trabajo de encendido, apagado y búsqueda de fallas, correrán por cuenta de un sistema de control automático y que solo en casos de emergencias podrán ser manipulados por personal especializado.

Los primeros resultados de la aplicación de medidas de eficiencia en la fase 1, a la fecha se ha conseguido un ahorro de 1.596,21 dólares, con el cambio de luminarias en uno de los pasillos principales de esta etapa, además de charlas sobre el ahorro de energía en el personal administrativo del centro comercial.

6.1.2 ETAPA II

Según los datos obtenidos en el estudio de estado inicial y en base a la infraestructura disponible en esta etapa, se planteó una intervención poco invasiva de las instalaciones, la cual proponía un rediseño de iluminación con luminarias de lámparas led y el diseño de tablero de control de iluminación a ser ubicado a junto a los tableros eléctricos ya existentes en la segunda etapa.

Se planteó también la depuración del cableado en mal estado o en desuso en las bandejas existentes, además de una extracción y eliminación total del circuito de iluminación indirecta.

Con estas acciones se plantea llegar a un ahorro del 40% en el consumo eléctrico. Actualmente en esta etapa se ha apagado el circuito de iluminación indirecta, lo que hasta el momento ha generado un ahorro con respecto al 2018 de 3.465,47 dólares y de 6.029,86 dólares con respecto a 2017.

6.1.3 ETAPA III

En esta etapa se rediseñó toda la iluminación de servicios generales ya que esta poseía niveles menores a los 200 luxes de iluminación y su uniformidad por debajo de 0.7. Al igual que en la etapa anterior se propuso la optimización del sistema eléctrico existente. Este proceso consistió en colocar tubería metálica en todos lo cableados sueltos y reemplazar el cableado en mal estado.

Además, y para mantener el objetivo principal de eficiencia energética, se propuso una redistribución de circuitos que permita una operación de iluminación coordinada según sean los requerimientos de luminosidad en distintas horas del día.

Actualmente esta etapa registra el mayor cambio, pues se reemplazaron aproximadamente 1200 luminarias de parqueaderos que tenían lámparas fluorescentes lo que generó un ahorro por consumo eléctrico de 8.761,53 dólares en 2018 con respecto al 2017.

6.2 CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE CIRCUITOS

La implementación de medidas de control y automatización fue un avance importante en la operación del centro comercial pues anterior a esta, se empleaban aproximadamente 2 horas diarias en encender y apagar todos los sistemas. Este desperdicio del recurso humano derivaba además en gastos de iluminación innecesaria, pues al ser un trabajo manual y no coordinado, se encendían o mantenían encendidas zonas que no estaban en uso.

En la actualidad se encuentra implementado el sistema de control de iluminación en el corredor A de la etapa 1 ubicado en el acceso 6. El encendido se realiza automáticamente dependiendo de horarios establecidos y sensores de iluminación estratégicamente colocados en distintas zonas en la terraza. Estos aparatos encienden las luces cuando el nivel de luminosidad desciende, lo que permite un ahorro significativo de energía.

El sistema de control implementado en el centro comercial usa un software llamado "Ignition" que es una plataforma de aplicaciones industriales con una funcionalidad del tipo SCADA.

Este es un software totalmente escalable es decir que se pueden añadir funciones para control de más dispositivos dependiendo de las necesidades y del dispositivo que se conecte a este. En un inicio el programa solo controlará el sistema de iluminación, pero se tiene programado añadir a este sistema los motores de extracción, y el control de accesos de puertas, entre otros.

Con la implementación del centro de control se espera tener un manejo remoto completo de los sistemas eléctricos del centro comercial. Estos sistemas contemplan la medición y operación, así como el reporte de problemas de cada circuito, lo que contribuirá en el ahorro de tiempo y su consecuente ahorro económico por consumo eléctrico.



Fig. 6.53 Centro de operaciones “El Recreo”
(Fuente: Elaboración propia)



Fig. 6.54 Sensor de nivel de iluminación
(Fuente: E-controls)

6.3 SEGUIMIENTO DE MANTENIMIENTOS EN EQUIPOS DE LOS SERVICIOS GENERALES DEL CENTRO COMERCIAL

Una vez implementada la renovación de instalaciones eléctricas de tableros, tuberías, cableado, centro de control, luminarias eficientes, etc. Corresponde al personal del departamento de operaciones del centro comercial preservarlos en buen estado.

Se planteó el registro y seguimiento del mantenimiento trimestral para motores de servicios generales del centro comercial que debería llevarse a partir de enero del 2019. Con este registro operativo se espera recopilar información importante que hasta la implementación de este plan en diciembre de 2018 no estaba disponible. También se estima mantener un alto nivel de eficiencia y prolongar el tiempo de vida útil de máquinas rotativas.

La Fig.6.55 muestra un ejemplo con el formato planteado para que el personal del departamento de operaciones registre los mantenimientos de los motores de servicios generales.

6.4 EVALUACIÓN DE RESULTADOS DE LA EJECUCIÓN DE LA PRIMERA Y SEGUNDA FASES DE CAMBIOS

6.4.1 AHORRO ECONÓMICO

Con los resultados favorables obtenidos en la implementación parcial de la PRIMERA FASE y siguiendo con la planificación establecida, se continuó con la aplicación del plan de eficiencia energética. Esto implica primordialmente el cambio de las instalaciones eléctricas que incluía: reemplazo de cables obsoletos en su funcionalidad, reemplazo de tableros mejor distribuidos y ordenados, y la automatización en el control de circuitos. La implementación de estos cambios, que aún se siguen realizando, justificaron la inversión realizada basándose en la importancia del ahorro económico y su rápida recuperación.

El evidente ahorro obtenido por el centro comercial, permitió continuar con el avance de las siguientes fases del plan de eficiencia energética, así como se demuestra en la Fig. 6.56.

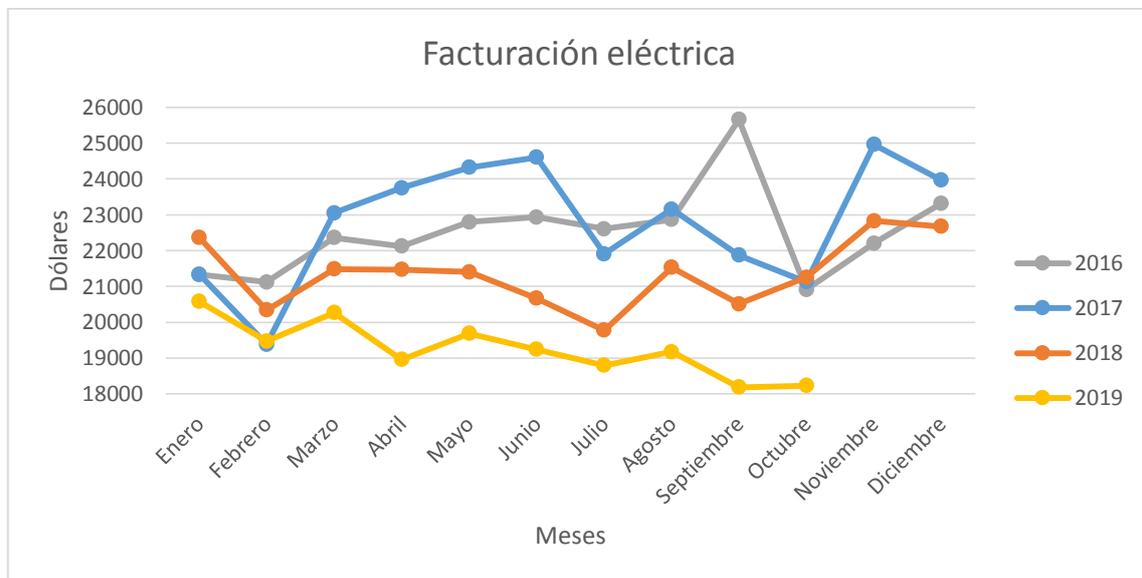


Fig. 6.56 Facturación anual del Centro Comercial El Recreo
(Fuente: Elaboración propia)

Se observa que el ahorro económico es significativo a partir del mes de febrero del 2018, esto se debe a que las FASES 1 y 2 del plan de eficiencia energética ya eran ejecutadas gradualmente desde noviembre del 2017.

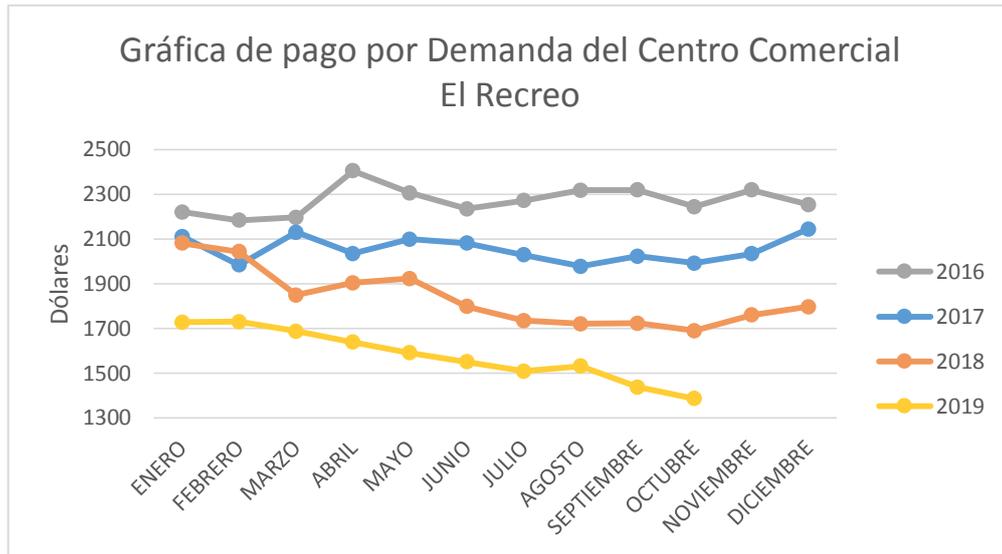


Fig. 6.57 Pago por demanda del Centro Comercial El Recreo
(Fuente: Elaboración propia)

La Fig. 6.57 muestra la evolución del ahorro anual que se tiene por el pago de una menor demanda, el año 2018 y 2019 evidencian los mayores ahorros. El 2019 en comparación con el 2018 presenta un ahorro de 18.198,84 dólares desde enero hasta octubre del 2019.

6.4.2 AHORRO ENERGÉTICO

Según se observa en la Fig. 6.58, la disminución de consumo de energía a partir de la culminación de algunas de las medidas aplicadas en el centro comercial es significativa. Esto después de la implementación de las fase 1 y fase 2 ejecutadas hasta el mes de Abril del 2019.

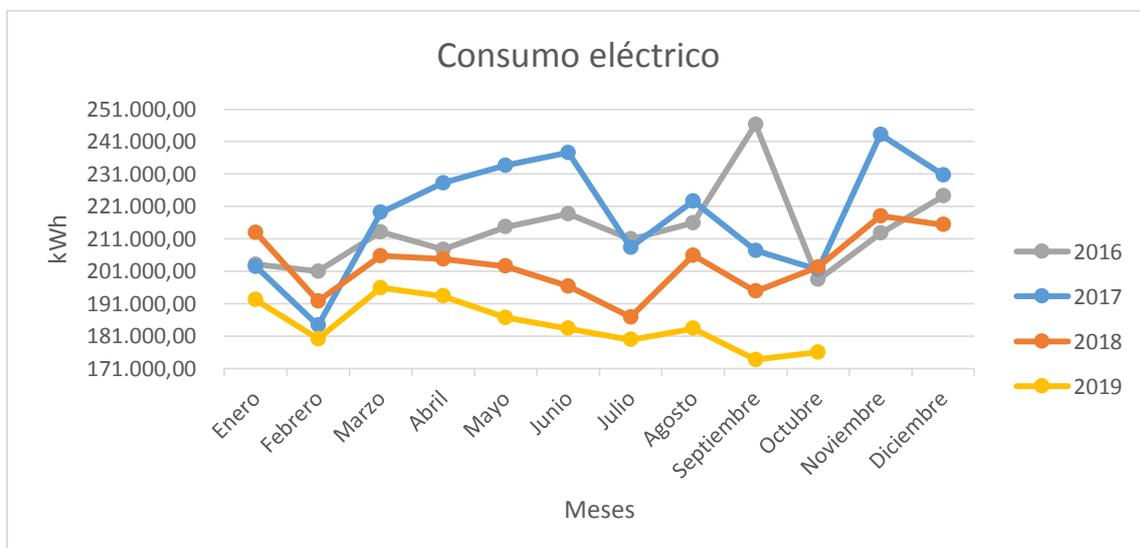


Fig. 6.58 Consumo eléctrico total del Centro Comercial El Recreo
(Fuente: Elaboración propia)

El consumo de energía eléctrica facturada del año 2019 refleja el resultado esperado por el plan de eficiencia energética. En 2019 el consumo de energía eléctrica registra una significativa disminución en comparación a años anteriores.

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

Desarrollar un plan de eficiencia energética es de suma importancia para una industria o comercio que tenga proyección a futuro, esto debido a que la falta de implementación de estos planes y procesos vuelve a estas empresas obsoletas e ineficientes, generando gastos económicos excesivos, periódicos e importantes. La correcta implementación de planes de eficiencia permite reducir el consumo energético en este tipo de instalaciones, lo cual significa un ahorro mensual significativo y, según el caso, una recuperación rápida de la inversión.

El estudio de eficiencia energética en el centro comercial El Recreo, con la consecuente implementación de las medidas de ahorro propuestas en las Fases 1 y 2, entre otros beneficios, marcó una disminución del consumo eléctrico, optimización de los recursos para la operación de circuitos, y mejoramiento en la calidad y seguridad de las instalaciones eléctricas.

Durante todo el proceso de investigación fue posible recopilar datos e información, facilitados por el centro comercial. Sin embargo, existió una gran cantidad de datos faltantes o que no existían, por este motivo, se realizaron continuos levantamientos de información, entre ellos, la toma de medidas reales en las áreas de servicios generales, así como otras cargas relacionadas que sirvieron para complementar una idea general de la situación actual del sistema eléctrico del centro comercial.

Los cálculos realizados en etapas previas a la ejecución, comparados con los resultados obtenidos en etapas posteriores a la ejecución permiten concluir que con plan adecuado de eficiencia energética si es posible obtener una reducción del consumo eléctrico, sin embargo es necesario que la etapa de levantamiento de datos se realice de forma minuciosa y cuidadosa a fin de no perder información que posteriormente es necesaria para la formulación de medidas y propuestas.

Al no contar con planos de la infraestructura, históricos de los equipos, tableros etiquetados, cableado normalizado, equipo de protección personal, entre otros, el centro

comercial El Recreo requería urgentemente de la elaboración de un plan de eficiencia energética de alto impacto. La elaboración de un correcto y exhaustivo diagnóstico eléctrico fue determinante al momento de elaborar el plan de acción pues permitió visualizar la magnitud del proyecto y proponer su ejecución en fases.

Se generó un diagnóstico sólido de la situación del centro comercial lo que permitió a su vez tomar acciones específicas en el campo de eficiencia energética direccionadas a resolver problemas específicos de gasto eléctrico. Después de identificar las cargas de mayor consumo fue fácil conocer cuál es el primer grupo de cargas al que se debían enfocar los esfuerzos de reducción de consumo eléctrico, así como también, a que grupo de cargas se debían enfocar los esfuerzos del plan de eficiencia para lograr mejores resultados.

Las cargas de mayor consumo identificadas en el centro comercial fueron iluminación y motores. Al estar contemplado un cambio de iluminación dentro de las fases 1 y 2, se pudo apreciar que estos cambios podrían generar una reducción en el gasto por consumo de electricidad. Por ejemplo, en la etapa 1 se generó un ahorro aproximado promedio de \$1.596,21 dólares anuales equivalentes a un consumo de 16.941,86 kWh, lo cual generó un ahorro del 5% en el gasto anual de consumo eléctrico. En la etapa II se redujeron \$9.475,37 dólares anuales equivalentes a un consumo de 92.414,85kWh, es decir, se generó un ahorro del 12.10 %. En la etapa III se logró reducir \$26.976,39 dólares anuales equivalentes a un consumo de 258.000,87kWh lo que generó un ahorro del 21.20%.

De igual forma, se identificó la factibilidad de mejorar la eficiencia de motores implementando sistemas de arranque acordes a su aplicación que disminuyan los esfuerzos que hacen las máquinas durante los arranques. El centro comercial El Recreo cuenta con una gran cantidad de motores a los cuales se tuvo acceso y en los que se pudo realizar mediciones funcionales para determinar aquellos que tienen los más altos consumos. A pesar de la antigüedad y la falta de información acerca de las reparaciones que tuvieron algunos motores, se pudo observar que tienen niveles aceptables de funcionamiento a excepción de un motor de 50HP correspondiente al sistema contra incendios de la etapa I y II que debe ser intervenido lo más pronto posible.

Asimismo, un correcto dimensionamiento de los niveles de iluminación discriminando su uso, permite conseguir uno de los objetivos primordiales del proceso de eficiencia energética, que es el reducir el consumo, sin afectar al confort de las personas que usan los distintos espacios. La implementación de un sistema de control para las distintas cargas permitió una mejor gestión del uso de la energía. A partir de este, los distintos equipos y

cargas se accionan en momentos y usos específicos, obteniendo un ahorro significativo. Por otra parte, en lo que respecta al diseño eléctrico de las instalaciones del centro comercial, como parte de este proyecto de investigación, el rediseño eléctrico de las instalaciones permitió mejorar la calidad de energía del centro comercial ya que se hizo un correcto balance de cargas y dimensionamiento de circuitos, limitando así caídas excesivas de voltaje, fluctuaciones de voltaje, entre otros.

Se debe establecer “plan de mantenimientos” para cada sistema de los sistemas de iluminación, motores y sus componentes así como para aparatos que funcionen dentro de las instalaciones del centro comercial, esto permitirá mantenerlos libres de impurezas ambientales y sobre todo prolongará la vida operativa de los mismos.

Realizar un control del proyecto desde su concepción, durante el desarrollo y hasta su cierre, permite mejorar los resultados esperados por este plan de eficiencia energética, pues se asegura el uso correcto de los recursos, así como la correcta implementación de todos los procesos.

Finalmente es importante mencionar que la implementación del plan de eficiencia energética por fases de ejecución definitivamente facilitará la inversión de capital, así como de personal técnico y operativo del centro comercial pues estos se diluirán en el tiempo y serán de fácil asimilación.

7.2 RECOMENDACIONES

Debido a que el costo de implementación de estas acciones es alto, es importante que el plan de eficiencia energética sea dirigido y coordinado por un profesional en el ramo, es decir por un ingeniero eléctrico, especialmente durante el proceso de adquisición de equipos y materiales, esto debido a que una mala elección de productos puede ocasionar que el plan no tenga el impacto esperado y el retorno de la inversión se alargue a un plazo aún mayor o peor aún, que no sea un negocio atractivo para el cliente.

Por la antigüedad de las instalaciones del centro comercial y bajo la consideración de que no se tienen registros de mantenimientos, se recomienda complementar al presente proyecto de titulación con un estudio del estado funcional de los transformadores del Centro Comercial, pruebas de DAR y TTR; así como un estudio de los generadores con respecto a su capacidad de abastecimiento de carga sensible del centro comercial en caso de emergencia.

La ejecución total de la PRIMERA fase y parcial de la SEGUNDA del plan de eficiencia arrojó resultados inmediatos en la disminución de consumo eléctrico y en el menor pago por facturación, por lo que se recomienda un seguimiento a partir de los datos documentados en el presente trabajo cuando finalice la SEGUNDA fase y también cuando la TERCERA, CUARTA, y fase FINAL sean consideradas al menos una o todas para ser ejecutadas.

Realizar un seguimiento eléctrico en cada fase del proyecto al igual que una fiscalización técnica y económica del proyecto ya que al ser un proyecto de gran inversión y manejarse temas sumamente técnicos es propenso a cambios que disminuyan los resultados esperados por causa de un erróneo proceso de compras.

Finalmente se recomienda que como estudios complementarios al estudio de eficiencia presentado en este trabajo, se evalúe la posibilidad de implementación de energías alternativas para el centro comercial, con el fin de abastecer a todas las cargas presentes en el centro comercial, dentro del marco de la regulación 003-18 del ARCONEL para microgeneración de energía, ya los proyectos enfocados en la implementación de este tipo de energías se han vuelto muy sustentables y económicamente viables debido a las señales regulatorias emitidas por la normativa.

Finalmente una vez que se termine la implementación total del plan de eficiencia propuesto, es importante realizar el monitoreo permanente de las medidas de eficiencia adoptadas, a fin de verificar que sigan cumpliendo con su objetivo fundamental de conseguir un ahorro y disminución en el consumo, o der ser el caso, tomar acciones correctivas cuando se encuentren desviaciones en este objetivo.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] OLADE. Energía, Eficiencia Energética, Quito, 2019.
- [2] J. M. Núñez Gutiérrez, "EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DE LATACUNGA", Quito, 2011.
- [3] O. f. S. (ISO), "ISO 50002:2014", 2014.
- [4] E. P. Muñoz Saona y A. E. Vergara Reyes, "Desarrollo y Aplicación de una Guía para Realizar Auditorías Energéticas en el Sector Industrial", Quito, 2011.
- [5] Fenercom, "Procedimiento de auditorías energéticas en el sector industrial de la comunidad de Madrid", FENERCOM, [En línea]. Available: <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/guia-de-auditorias-energeticas-en-el-sector-industrial.pdf>. [Último acceso: 08 Marzo 2019].
- [6] D. I. I. Mahla, "Proyectos de motores eléctricos eficientes", 2008.
- [7] P. M. Espinosa Martínez, R. J. Martínez De Jesús y L. D. Torres Rendón, *Análisis en el ahorro de energía eléctrica en motores de inducción de corriente alterna*, México D.F., 2015.
- [8] Agencia de Regulación y Control de Electricidad, "PLIEGO TARIFARIO PARA LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN CODIFICADO", Quito, 2019.
- [9] FIDE, "Curso-Taller Promotores de Ahorro y Eficiencia de Energía Eléctrica", Guatemala, 2010.
- [10] J. Guasch y A. Smith, "Condiciones de la iluminación general».
- [11] L. M. O. Chinen, "FAMILIA 28540041 LÁMPARAS DE HALOGENURO", Lima, 2013.
- [12] MCGrawHillEducation, "Luminotecnia. Dispositivos para alumbrado incandescente y fluorescente", [En línea]. Available: <http://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448171721.pdf>. [Último acceso: 01 Marzo 2019].
- [13] Fenercom, "Guía sobre tecnología led en el alumbrado", Madrid, 2015.
- [14] B. A. F. Arauz, "ESTUDIO DE LA LUMINOTECNIA APLICADA A UN TALLER ELECTROMECAÁNICO", Quito, 2013.
- [15] L. F. Corradine, "DIODOS ORGÁNICOS:patente javeriana que innova los dispositivos luminosos", Colombia, 2016.
- [16] B. M. C. P. y. S. Y. G. Benjamín, *Análisis Técnico y Económico del Uso de Luminarias de Inducción Electromagnética de Baja Frecuencia*, Quito, 2016.
- [17] M. Holguin y D. Gomezcoello, "Análisis de Calida de Energía Eléctrica en el "Nuevo Campus" de la Universidad Politecnica Salesiana", Guayaquil, 2010.
- [18] G. Salazar, ""Asignatura de Calidad de Energía"", Quito, 2018.

- [19] S. M. Guamán Montalván y J. R. Huilca Cabay, "Auditoría Eléctrica en el Hospital de Especialidades de las Fuerzas Armadas N.1", Quito, 2017.
- [20] M. D. E. Y. R. N. N. Renovables, "CENTROSUR", [En línea]. Available: <http://www.centrosur.gob.ec/?q=node/5>. [Último acceso: 2 Marzo 2019].
- [21] Á. Pérez, "El uso de energía solar se viabiliza en el país", *El Telégrafo*, p. 08, 30 Noviembre 2018.
- [22] F. Allen, R. Brealey y S. Myers, PRINCIPIOS DE FINANANZAS CORPORATIVAS, Novena ed., McGraw-Hill, 2010.
- [23] G. Hernández Chárraga, Evaluación de Proyectos de Inversión, México: Nafin-OEA, 1996.
- [24] E. Moposita y E. Cazco, "EVALUACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA DE LAS LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS", Quito, 2012.
- [25] L. A. –. E. C. –. B. O'Donnell, Universidad Tecnológica Nacional de Argentina, [En línea]. Available: <http://www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion/cap05.pdf>. [Último acceso: 16 Agosto 2019].
- [26] C. 004/01, Quito: CONELEC, 2018.
- [27] F. G. Avilés, INSTALACIONES ELÉCTRICAS, Quito, 2005.
- [28] Ministro de Desarrollo Urbano y Vivienda, "Norma Ecuatoriana de la Construcción", Quito, 2018.
- [29] G. Constante, "Asignatura de Instalaciones Eléctricas", Quito, 2015.
- [30] Instituto Ecuatoriano de Normalización, "CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL", Quito, 2001.
- [31] L. D. M. Naranjo, "Análisis de la ley de cuadrado inverso para medición práctica de iluminancia", Costa Rica, 2009.
- [32] A. E. Fitzgerald, J. Charles Kingsley y S. D. Umans, Máquinas Eléctricas, Sexta ed., México: McGraw-Hill Interamericana, 2004.
- [33] J. Molina M., "Apuntes de Control Industrial", Quito, 2016.
- [34] C. M. Lodoño Parra y J. L. Ramírez Echavarría, "Normas de Eficiencia Energética de Motores de Inducción, ¿Está Preparada Latinoamérica?", *Tecno. Lógicas*, nº 30, pp. 117-147, 25 Junio 2013.
- [35] C. Villalobos, "Eficiencia energética en motores eléctricos", Octubre 2003. [En línea]. Available: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=137>. [Último acceso: 2 Marzo 2019].
- [36] J. H. Rosales Fernández, "MOTORES ELECTRICOS PARA LA INDUSTRIA", Lima, 2018, pp. 1-45.

- [37] A. Bobadilla Moreno, F. Gonzalez Candia, J. M. Pascual Dominguez y L. Veas Pérez, "Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos", Santiago, 2012.
- [38] L. Carvajal, Metodología de la Investigación Científica. Curso general y aplicado, 28 ed., Santiago de Cali: U.S.C., 2006, p. 139.
- [39] Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, "Plan Nacional de Eficiencia Energética 2016-2035", Quito, 2017.
- [40] VILLACERO, "Tubería Conduit", [En línea]. Available: https://www.villacero.com/images/pdf/esp/tuberia_conduit.pdf. [Último acceso: 03 Octubre 2019].
- [41] CENTELSA, "Datos Técnicos", [En línea]. Available: <http://www.centelsa.com.co/archivos/11b912de.pdf>. [Último acceso: 03 Octubre 2019].
- [42] Fenercom, "Procedimiento de auditorias energéticas en el sector industrial de la comunidad de Madrid", FENERCOM, [En línea]. Available: <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/guia-de-auditorias-energeticas-en-el-sector-industrial.pdf>. [Último acceso: 08 Marzo 2019].
- [43] UNE, "Norma europea sobre la iluminación para interiores", AENOR, España, 2003.
- [44] J. Chimborazo, "IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN DE AULAS, TALLERES Y LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE MECÁNICA-ESPOCH BAJO NORMAS VIGENTES", RIOBAMBA, 2015.
- [45] ARCONEL, "Regulación Nro. ARCONEL-057/18", Quito, 2019.

ANEXOS

ANEXO I

ANÁLISIS FACTURAS DE ETAPA I

CIUDAD COMERCIAL (ETAPA I)														
# Suministro	Fecha	Consumo (kWh)				Reactiva (kVArh)	Demanda(kW)			Factor de Potencia	Valor de Consumo	(Dólares)		(Dólares)
		A (7:00 A 18:00)	B (18:00 A 22:00)	C (22:00 A 7:00)	A		B	C	Demanda			AP	Total Facturación	
90000147	2016	ENERO	16.933		9.345	1.430	86	89		1	2.074,25	372,2	185,06	2.631,51
		FEBRERO	17.535		9.248	1.504	73	77		1	2.190,44	322,01	190,05	2.702,5
		MARZO	18.220		8.241	1.343	73	74		1	2.180,23	309,47	188,33	2.678,03
		ABRIL	17.557		8.001	1.432	90	91		1	2.105,09	380,56	188,02	2.673,67
		MAYO	16.138		7.701	1.214	74	75		1	1.959,21	313,65	177,39	2.450,25
		JUNIO	18.900		9.021	1.271	73	75		1	2.294,67	313,65	203,56	2.811,88
		JULIO	16.092		7.704	1.113	74	74		1	1.955,38	309,47	176,77	2.441,62
		AGOSTO	16.304		7.707	1.205	74	76		1	1.974,24	317,83	178,89	2.470,96
		SEPTIEMBRE	18.598		8.502	1.509	75	77		1	2.231,76	322,01	199,3	2.753,07
		OCTUBRE	8.499	7.359	7.578	1.224	73	74	72	1	1.925,96	309,47	161,05	2.396,48
		NOVIEMBRE	10.379	8.598	11.056	1.280	71	87	84	1	2.443,89	363,83	202,26	3.009,98
		DICIEMBRE	12.122	9.541	11.520	1.210	92	94	93	1	2.712,75	393,11	223,72	3.329,58
	2017	ENERO	9.996	7.786	9.974	1.369	91	95	87	1	2.263	397,29	207,61	2.867,9
		FEBRERO	9.579	7.309	9.099	1.156	91	95	87	1	2.123,07	397,29	189,89	2.710,25
		MARZO	11.815	9.048	9.671	1.872	97	98	89	1	2.512,91	409,84	220,19	3.142,94
		ABRIL	9.575	7.670	8.530	1.507	76	78	76	1	2.114,66	326,2	189,28	2.630,14
		MAYO	9.787	7.899	9.842	1.322	72	89	87	1	2.245,31	372,2	202,97	2.820,48
		JUNIO	9.931	7.910	11.164	475	71	77	73	1	2.351,49	322,01	207,31	2.880,81

CIUDAD COMERCIAL (ETAPA I) (continuación...)														
# Suministro	Fecha	Consumo (kWh)				Reactiva (kVArh)	Demanda(kW)			Factor de Potencia	(Dólares)		(Dólares)	
		A (7:00 A 18:00)	B (18:00 A 22:00)	C (22:00 A 7:00)	A (7:00 A 18:00)		B (18:00 A 22:00)	C (22:00 A 7:00)	Valor de Consumo		Demanda	AP	Valor a Pagar	
90000147	2017	JULIO	7.916	6.248	8.803	261	63	74	68	1	1.862,64	309,47	168,45	2.340,56
		AGOSTO	8.855	7.509	9.418	463	73	76	72	1	2.099,29	317,83	187,44	2.604,56
		SEPTIEMBRE	7.917	6.295	8.385	420	67	71	69	1	1.837,61	296,92	165,54	2.300,07
		OCTUBRE	8.120	6.889	8.625	482	69	79	82	1	1.924,54	329,21	174,77	2.428,52
		NOVIEMBRE	11.189,4	8.517,7	10.986,7	565,8	86,61	90,57	88,7	0,9998	2.503,3	378,76	223,47	3.105,53
		DICIEMBRE	12.394,54	9.081,14	11.046,57						2.663,12	420,92	239,12	3.323,16
	2018	ENERO	10.614,54	7.898,75	10.275,43						2.348,45	384,49	211,91	2.944,85
		FEBRERO	8.982,39	6.319,32	9.925,14						2.041,31	384,49	188,11	2.613,91
		MARZO	8.865,45	6.773,07	9.337,86						2.029,84	298,09	180,52	2.508,45
		ABRIL	11.883,64	7.043,07	7.334,14						2.178,94	304,69	192,59	2.676,22
		MAYO	12.694,2	7.268,1	7.362,6	389,8	85,46	82,65	61,56	0,9999	2.272,06	345,64	206,91	2.824,61
		JUNIO	10.976,8	7.301,1	6.994	280,4	71,35	72,93	45,22	0,9999	2.098,04	304,99	189,95	2.592,98
		JULIO	9.488,8	6.134,7	5.357	235,2	68,25	66,16	37,37	0,9999	1.749,85	276,69	173,19	2.199,73
		AGOSTO	10.272,5	6.926,3	6.048,4	170,5	66,16	66,6	50,26	1	1.936,88	278,52	189,32	2.404,72
		SEPTIEMBRE	8.820,9	6.281,3	7.724,7	92,5	67,03	68,76	53,71	1	1.869,72	287,55	184,35	2.341,62
		OCTUBRE	9.501,25	6.800	7.446,86						1.955,79	288,73	214,26	2.458,78
		NOVIEMBRE	11.291	7.139,2	8.417,6	40,4	72	72,64	68,69	1	2.211,09	303,78	240,05	2.754,92
		DICIEMBRE	11.831,1	8.854,9	9.132,3	30,1	71,5	71,6	69,75	1	2.301,04	324,3	249,58	2.874,92
	2019	ENERO	8.854,2	6.819,2	5.847,9	17	71,42	71,56	57,31	1	1.788,61	299,26	199,32	2.287,19
		FEBRERO	8.620,5	6.454	5.534,5	17,6	71,42	71,56	67,31	1	1.713,97	299,26	192,2	2.205,43
		MARZO	10.379,7	6.264,5	6.177,7	22,3	65,73	65,95	44,71	1	1.897,13	275,8	207,43	2.380,36
		ABRIL	10.963,6	6.639,2	7.912,2	38,3	73	71,64	56,45	1	2.102,9	299,61	35,79	2.438,3
		MAYO	9.961,67	6.589,52	8.245,14	3,21	0,55	0,57	0,42	1	2.033,67	286,05	221,44	2.541,16
		JUNIO	10.050,83	6.708,76	7.722,57	1,60	0,585	0,6	0,37	1	2.015,42	301,10	204,46	2.520,99
		JULIO	10.140	6.828	7.200	0	0,62	0,63	0,32	1	1.997,18	316,16	187,49	2.500,83
		AGOSTO	11.712	7.416	6.588	0	0,63	0,63	0,34	1	2.144,43	316,16	199,42	2.660,01
		SEPTIEMBRE	10.704	6.756	6.084	12	0,57	0,58	0,34	1	1.962,36	291,07	182,64	2.436,07
OCTUBRE	10.512	5.856	5.856	12	0,58	0,58	0,32	1	1.850,31	291,07	173,57	2.314,95		
PROMEDIO		11.553,76	7.263,00	8.341,14	674,77	64,29	66,78	56,20	1,00	2.109,73	327,45	192,93	2.630,12	
MÁXIMA		18.900	9.541	11.520	1.872	97	98	93	1	2.712,75	420,92	249,58	3.329,58	
MÍNIMA		7.916	5.856	5.357	0	0,55	0,57	0,32	0,9998	1.713,97	275,8	35,79	2.199,73	

ANÁLISIS FACTURAS DE ETAPA II

CENTRO COMERCIAL EL RECREO ETAPA II														
# Suministro	Fecha	Consumo (kWh)			Reactiva (kVArh)	Demanda(kW)			Factor de Potencia	(Dólares)			(Dólares)	
		A (7:00 A 18:00)	B (18:00 A 22:00)	C (22:00 A 7:00)		A (7:00 A 18:00)	B (18:00 A 22:00)	C (22:00 A 7:00)		Valor Consumo	Demanda	AP	Valor a Pagar	
90000209	ENERO	44.759		17.392	20.512	183	187		0,95	5.156,23	782,03	449,04	6.387,3	
90000209	FEBRERO	46.893		19.091	21.463	160	166		0,95	5.462,95	694,21	465,59	6.622,75	
90000209	MARZO	48.622		18.485	22.020	160	166		0,95	5.572,69	694,21	473,88	6.740,78	
90000209	ABRIL	45.739		16.320	21.018	176	181		0,95	5.167,43	756,94	447,99	6.372,36	
90000209	MAYO	41.663		15.108	19.000	160	166		0,95	4.723,9	694,21	422,72	5.840,83	
90000209	JUNIO	50.477		18.677	24.044	167	173		0,94	5.749,37	723,49	504,99	6.977,85	
90000209	JULIO	44.822		17.667	22.164	165	175		0,94	5.181,03	731,85	761,31	6.674,19	
90000209	AGOSTO	44.578		18.041	22.740	165	173		0,94	5.185,73	723,49	461,03	6.370,25	
90000209	SEPTIEMBRE	49.848		20.666	25.125	165	172		0,94	5.833,24	719,3	511,21	7.063,75	
90000209	OCTUBRE	26.238	16.939	18.677	21.393	154	182	173	0,95	5.106,96	761,12	422,6	6.290,68	
90000209	NOVIEMBRE	31.951	20.247	24.116	25.846	163	187	180	0,95	6.281,55	782,03	508,68	7.572,26	
90000209	DICIEMBRE	42.273	13.887	20.081	24.337	186	183	179	0,95	6.347,75	762,29	512,02	7.622,06	
90000209	ENERO	37.210	10.272	17.037	20.035	181	162	114	0,96	5.371,01	681,25	472,19	6.524,45	
90000209	FEBRERO	37.368	10.414	17.508	19.726	181	162	114	0,96	5.430,37	681,25	460,31	6.571,93	
90000209	MARZO	43.966	11.297	18.301	22.318	165	161	93	0,96	6.144,22	676,23	513,69	7.334,14	
90000209	ABRIL	37.425	9.823	14.929	17.162	165	160	88	0,96	5.202,85	669,32	455,2	6.327,37	
90000209	MAYO	41.212	11.237	17.122	22.312	169	174	101	0,95	5.814,06	727,64	507,09	7.048,79	
90000209	JUNIO	41.676	11.895	18.583	23.996	173	165	133	0,95	6.015,06	687,31	519,54	7.221,91	
90000209	JULIO	36.923	10.956	16.513	21.103	171	165	130	0,95	5.371,9	686,52	469,64	6.528,06	

CENTRO COMERCIAL EL RECREO ETAPA II (continuación...)															
# Suministro	Fecha	Consumo (kWh)				Reactiva (kVArh)	Demanda(kW)			Factor de Potencia	(Dólares)			Valor a Pagar	
		A (7:00 A 18:00)	B (18:00 A 22:00)	C (22:00 A 7:00)	A (7:00 A 18:00)		B (18:00 A 22:00)	C (22:00 A 7:00)	Valor de Consumo		Demanda	AP			
90000209	2017	AGOSTO	41.076	12.076	18.137	22.774	170	163	84	0,95	5.946,97	682,5	513,89	7.143,36	
90000209		SEPTIEMBRE	35.825	10.344	14.642	19.721	165	162	78	0,95	5.087,81	676,23	446,82	6.210,86	
90000209		OCTUBRE	36.326	10.903	16.700	20.506	166	160	101	0,95	5.325,15	666,44	464,46	6.456,05	
90000209		NOVIEMBRE	43.546,7	13.695,7	20.749,3	23.691,6	178,56	175,58	123,46	0,9568	6.489,78	734,27	559,97	7.784,02	
90000209		DICIEMBRE	41.007,39	12.981,02	17.450,71						5.972,53	742,3	520,51	7.235,34	
90000209	2018	ENERO	36.511,36	11.599,20	16.387,43						5.380,85	728,67	473,6	6.583,12	
90000209			FEBRERO	32.632,95	10.373,75	14.414,57						4.793,61	728,67	428,09	5.950,37
90000209			MARZO	33.165,2	11.116,4	15.009,4	18.682,4	147,84	143,23	83,71	0,9538	4.947,44	598,98	429,96	5.976,38
90000209			ABRIL	27.406,59	13.948,52	14.721						4.669,72	605,01	408,9	5.683,63
90000209			MAYO	26.982,9	14.032,4	14.376,2	18.283,6	148,12	147,74	126,05	0,9496	4.615,68	617,83	413,56	5.647,07
90000209			JUNIO	26.587	14.283,4	15.189,5	18.332,2	138,52	140,44	73,06	0,9503	4.659,87	587,32	414,64	5.661,83
90000209			JULIO	26.012,2	13.354,3	15.864,9	17.977,9	136,99	138,04	89,57	0,9509	4.574,79	577,28	440,11	5.592,18
90000209			AGOSTO	27.480,2	14.915,4	17.040,6	18.117,5	132,09	135,07	91,78	0,9565	4.923,66	564,86	468,84	5.957,36
90000209			SEPTIEMBRE	22.735,9	13.221,7	16.535	15.048	138,14	133,92	93,02	0,9613	4.321,72	560,08	417,03	5.298,83
90000209			OCTUBRE	22.050,2	13.791,6	17.042,4	15.173,3	130,08	132,67	96,58	0,9612	4.347,05	554,83	467,77	5.369,65
90000209			NOVIEMBRE	25.221,9	14.451,4	17.086,9	14.532,2	134,88	140,64	132,38	0,9688	4.687,33	588,16	503,42	5.778,91
90000209			DICIEMBRE	23.941,6	13.988,3	16.066	14.039,3	134,1	138,3	132,9	0,978	4.507,35	577,6	495,5	5.580,45
90000209	2019	ENERO	22.012,3	13.888,1	14.936,1	11.587,3	133,92	137,08	115,01	0,975	4.204,76	573,27	455,96	5.233,99	
90000209			FEBRERO	21.689,4	13.480,8	15.257,9	12.047,5	133,92	137,08	115,01	0,9726	4.163,03	573,27	451,98	5.188,28
90000209			MARZO	23.169,5	12.591,4	16.285	11.861,4	131,61	135,26	85,63	0,975	4.286,91	565,66	463,07	5.315,64
90000209			ABRIL	23.325,1	13.090	17.105,7	11.435,5	130,17	132,09	99,17	0,9779	4.401,93	552,4	35,79	4.990,12
90000209			MAYO	21.404,68	12.180,57	16.219,04	8.702,6	0,78	0,77	0,51	0,9851	4.090,83	515,23	439,55	5.045,61
90000209			JUNIO	20.766,34	11.562,28	15.229,52	8.191,3	0,73	0,73	0,46	0,9855	3.910,98	491,80	389,91	4.792,69
90000209			JULIO	20.128	10.944	14.240	7.680	0,68	0,7	0,42	0,9859	3.731,13	468,38	340,27	4.539,78
90000209			AGOSTO	20.656	11.120	13.248	7.424	0,65	0,66	0,49	0,9867	3.723,65	441,62	337,5	4.502,77
90000209			SEPTIEMBRE	18.896	10.080	12.928	6.576	0,62	0,63	0,43	0,9879	3.454,85	421,55	314,1	4.190,5
90000209			OCTUBRE	17.536	8.560	14.096	5.680	0,57	0,58	0,4	0,9902	3.283,17	388,09	297,49	3.968,75
PROMEDIO			33.298,60	12.528,12	16.766,79	17.723,30	134,83	136,10	91,76	0,96	4.991,76	639,50	450,68	6.081,94	
MÁXIMA			50.477	20.247	24.116	25.846	186	187	180	0,9902	6.489,78	782,03	761,31	7.784,02	
MÍNIMA			17.536	8.560	12.928	5.680	0,57	0,58	0,4	0,94	3.283,17	388,09	35,79	3.968,75	

ANÁLISIS FACTURAS DE ETAPA III

CENTRO COMERCIAL EL RECREO ETAPA III														
# Suministro	Fecha	Consumo (kWh)				Reactiva (kVArh)	Demanda(kW)			Factor de Potencia	(Dólares)			(Dólares)
		A (7:00 A 18:00)	B (18:00 A 22:00)	C (22:00 A 7:00)			A (7:00 A 18:00)	B (18:00 A 22:00)	C (22:00 A 7:00)		Valor de Consumo	Demanda	AP	Valor a Pagar
90000548	ENERO	86.444		28.239	20.161	266	257		0,98	10.386,58	1.065,36	865,87	12.317,81	
90000548	FEBRERO	81.491		26.732	18.753	304	283		0,99	9.800,01	1.167,35	829,24	11.796,6	
90000548	MARZO	90.832		28.681	20.272	304	290		0,99	10.837,48	1.192,46	909,57	12.939,51	
90000548	ABRIL	91.686		28.357	21.860	310	307		0,98	10.893,66	1.267,19	919,47	13.080,32	
90000548	MAYO	101.972		32.133	27.812	331	313		0,98	12.161,58	1.298,36	1.049,99	14.509,93	
90000548	JUNIO	90.635		30.989	22.765	299	291		0,98	10.996,48	1.197,53	951,24	13.145,25	
90000548	JULIO	93.748		30.873	26.307	304	298		0,98	11.283,28	1.230,11	976,15	13.489,54	
90000548	AGOSTO	98.990		30.292	28.367	309	309		0,98	11.736,53	1.275,86	1.015,08	14.027,47	
90000548	SEPTIEMBRE	109.197		39.517	35.075	319	308		0,97	13.416,53	1.277,64	1.146,26	15.840,43	
90000548	OCTUBRE	84.325		28.822	26.123	293	285		0,97	10.230,17	1.173,5	821,17	12.224,84	
90000548	NOVIEMBRE	49.368	21.335	23.698	22.351	293	285	242	0,97	8.541,54	1.173,5	699,58	10.414,62	
90000548	DICIEMBRE	55.694	23.726	27.070	29.677	262	266	245	0,96	9.629,29	1.098,31	772,49	11.500,09	
90000548	ENERO	53.594	22.374	25.965	28.097	255	249	177	0,96	9.216,27	1.031,84	799,46	11.047,57	
90000548	FEBRERO	45.101	18.888	22.259	20.777	219	219	140	0,97	7.792,9	904,25	655	9.352,15	
90000548	MARZO	54.796	22.037	25.606	26.718	258	252	149	0,97	9.270,79	1.043,98	776,81	11.091,58	
90000548	ABRIL	54.331	21.943	22.384	25.979	262	252	156	0,97	8.969,6	1.038,53	775,74	10.783,87	
90000548	MAYO	53.207	21.416	21.869	25.310	252	241	188	0,97	8.773,09	998,89	757,44	10.529,42	
90000548	JUNIO	54.369	22.674	24.327	31.991	262	260	144	0,95	9.192,27	1.070,98	795,51	11.058,76	

CENTRO COMERCIAL EL RECREO ETAPA III (continuación...)														
# Suministro	Fecha	Consumo (kWh)				Reactiva (kVArh)	Demanda(kW)			Factor de Potencia	(Dólares)			(Dólares)
		A (7:00 A 18:00)	B (18:00 A 22:00)	C (22:00 A 7:00)			A (7:00 A 18:00)	B (18:00 A 22:00)	C (22:00 A 7:00)		Valor de Consumo	Demanda	AP	Valor a Pagar
90000548	2017	JULIO	50.187	21.814	21.969	26.014	250	250	156	0,96	8.531,71	1.032,25	741,32	10.305,28
90000548		AGOSTO	52.337	21.374	21.069	26.118	239	237	133	0,96	8.624,86	976,96	744,25	10.346,07
90000548		SEPTIEMBRE	53.500	21.684	22.620	29.709	262	255	152	0,96	8.884,22	1.049,34	769,96	10.703,52
90000548		OCTUBRE	45.439	18.601	22.743	24.708	246	242	133	0,96	7.835,01	995,42	684,47	9.514,9
90000548		NOVIEMBRE	50.996,83	21.285,83	27.346	27.190,63	0,82	0,81	0,66	0,9647	8.972,49	919,75	766,76	10.659
90000548		DICIEMBRE	49.009,13	20.402,8	24.075,43	27.221,7	0,86	0,86	0,66	0,9601	8.447,95	981,05	730,86	10.159,86
90000548	2018	ENERO	49.500	20.819,43	19.683,95	28.480,1	0,87	0,85	0,62	0,9534	8.196,01	967,47	710,28	9.873,76
90000548		FEBRERO	44.580,8	18.968,68	17.757,85	25.026,93	0,83	0,82	0,34	0,9557	7.404,55	929,98	646,04	8.980,57
90000548		MARZO	50.412,45	21.321,85	18.359,28	28.360,2	0,83	0,84	0,68	0,9539	8.228,42	951,53	711,56	9.891,51
90000548		ABRIL	49.106,2	21.500,33	22.129,53	27.955,13	0,85	0,88	0,49	0,9574	8.411,59	993,56	743,12	10.148,27
90000548		MAYO	51.933,75	21.783,85	16.402,65	27.724,13	0,83	0,85	0,59	0,9558	8.266,18	959,5	728,94	9.954,62
90000548		JUNIO	47.283,5	19.953,18	16.701,9	25.441,9	0,77	0,8	0,33	0,957	7.673,5	904,99	732,72	9.311,21
90000548		JULIO	46.036,1	19.079,23	16.466,18	23.352,18	0,79	0,78	0,44	0,9614	7.453,86	881,15	711,93	9.046,94
90000548		AGOSTO	51.091,15	20.413,8	20.219,38	30.720,53	0,77	0,77	0,44	0,9482	8.349,86	876,6	788,06	10.014,52
90000548		SEPTIEMBRE	48.065,33	19.299,78	19.895,43	26.308,15	0,76	0,77	0,39	0,9574	7.931,64	875,47	840,33	9.647,44
90000548		OCTUBRE	48.767,68	19.976,83	23.407,18	26.298,8	0,74	0,75	0,56	0,9616	8.333,08	845,95	875,81	10.054,84
90000548		NOVIEMBRE	47.895,65	19.258,53	25.896,25	25.536,78	0,76	0,76	0,67	0,9643	8.371,58	867,5	881,54	10.120,62
90000548		DICIEMBRE	48.499,55	20.654,15	18.608,7	24.447,78	0,74	0,79	0,71	0,9633	8.002,47	894,75	848,93	9.746,15
90000548	2019	ENERO	45.674,48	18.017,73	15.297,15	22.899,53	0,74	0,75	0,52	0,9605	7.228,64	855,03	771,32	8.854,99
90000548		FEBRERO	42.925,03	16.926,8	11.972,4	20.595,85	0,75	0,76	0,58	0,9613	6.607,8	857,3	712,31	8.177,41
90000548		MARZO	48.554,55	18.964	17.331,88	24.730,2	0,75	0,75	0,46	0,9601	7.748,81	845,96	186,4	8.781,17
90000548		ABRIL	41.495,03	16.567,38	17.505,4	21.619,68	0,7	0,69	0,46	0,9614	6.863,85	785,77	186,4	7.836,02
90000548		MAYO	40.010,03	16.702,68	17.477,9	21.362	0,68	0,7	0,49	0,961	6.733,5	789,18	642,56	8.165,24
90000548		JUNIO	39.183,65	16.463,01	17.600,82	20.708,05	0,66	0,67	0,42	0,9623	6.641,695	756,81	615,95	8.014,46
90000548		JULIO	38.357,28	16.223,35	17.723,75	20.054,1	0,64	0,64	0,35	0,9636	6.549,89	724,45	589,34	7.863,68
90000548		AGOSTO	38.996,1	16.271,75	18.097,75	20.994,88	0,68	0,68	0,44	0,9614	6.643,98	773,28	600,91	8.018,17
90000548		SEPTIEMBRE	37.813,6	15.176,43	14.934,15	19.508,78	0,65	0,64	0,45	0,9611	6.183,98	724,4	559,69	7.468,07
90000548		OCTUBRE	37.921,68	14.729,55	18.943,93	17.939,08	0,62	0,62	0,5	0,97	6.460,55	706,27	580,63	7.747,45
PROMEDIO			57.507,66	19.684,08	22.609,75	24.987,41	132,98	129,72	56,31	0,9651	8.667,60	983,20	752,57	10.403,38
MÁXIMA			109.197	23.726	39.517	35.075	331	313	245	0,99	13.416,53	1.298,36	1.146,26	15.840,43
MÍNIMA			37.813,6	14.729,55	11.972,4	17.939,08	0,62	0,62	0,33	0,9482	6.183,98	706,27	186,4	7.468,07

ANÁLISIS FACTURAS DE ETAPA IV

CENTRO COMERCIAL EL RECREO ETAPA IV														
# Suministro	Fecha	Consumo (kWh)				Reactiva (kVArh)	Demanda(kW)			Factor de Potencia	(Dólares)			(Dólares)
		A (7:00 A 18:00)	B (18:00 A 22:00)	C (22:00 A 7:00)			A (7:00 A 18:00)	B (18:00 A 22:00)	C (22:00 A 7:00)		Valor de Consumo	Demanda	AP	Valor a Pagar
90001090	2016	NOVIEMBRE	8.076	2.832	1.056	60	22	22	19	1	1.033,83	92	81,16	1.206,99
90001090		DICIEMBRE	5.616	2.064	600		26	22	22	1	717,84	92,42	58,44	868,7
90001090	2017	ENERO	6.264	1.596	336	864	30	26	19	0,99	715,2	109,15	64,41	888,76
90001090		FEBRERO	4.776	1.644	336		30	26	19	1	588,48	109,15	52,64	750,27
90001090		MARZO	8.052	2.712	1.776	840	79	74	57	1	1.071,56	310,56	104,18	1.486,3
90001090		ABRIL	19.884	7.752	13.992	2.592	73	74	62	1	3.411,41	309,47	288,48	4.009,36
90001090		MAYO	20.508	7.932	11.652	3.516	74	77	69	1	3.318,36	322,01	282,24	3.922,61
90001090		JUNIO	17.844	7.200	10.008	4.608	67	70	58	0,99	2.904,43	292,74	247,89	3.445,06
90001090		JULIO	14.592	6.036	6.408	3.240	65	66	55	0,99	2.263,83	276,01	196,95	2.736,79
90001090		AGOSTO	16.248	6.804	7.764	3.828	60	65	53	0,99	2.572,05	271,83	220,51	3.064,39
90001090		SEPTIEMBRE	14.088	6.000	6.108	3.396	62	65	55	0,99	2.195,3	271,83	191,31	2.658,44
90001090		OCTUBRE	14.136	5.916	7.140	3.468	64	64	53	0,99	2.264,38	267,65	196,34	2.728,37
90001090		NOVIEMBRE	17.820	7.140	9.900	3.948	0,53	0,55	0,5	0,9936	2.889,48	276,01	245,43	3.410,92
90001090		DICIEMBRE	15.840	6.684	10.752	3.636	0,55	0,56	0,53	0,9941	2.734,75	281,03	233,83	3.249,61
90001090	2018	ENERO	15.132	6.408	8.148	3.672	0,54	0,56	0,48	0,9924	2.465,88	281,03	212,99	2.959,9
90001090		FEBRERO	14.352	6.132	7.296	3.564	0,54	0,56	0,48	0,9919	2.313,32	281,03	201,17	2.795,52
90001090		MARZO	15.996	6.852	8.520	4.500	0,53	0,56	0,49	0,9899	2.607,03	281,03	223,93	3.111,99
90001090		ABRIL	15.960	6.072	7.644	3.960	0,54	0,55	0,44	0,9912	2.473,9	276,01	213,23	2.963,14

CENTRO COMERCIAL EL RECREO ETAPA IV (continuación...)														
# Suministro	Fecha	Consumo (kWh)				Reactiva (kVArh)	Demanda(kW)			Factor de Potencia	(Dólares)			(Dólares)
		A (7:00 A 18:00)	B (18:00 A 22:00)	C (22:00 A 7:00)			A (7:00 A 18:00)	B (18:00 A 22:00)	C (22:00 A 7:00)		Valor de Consumo	Demanda	AP	Valor a Pagar
90001090	2018	MAYO	16.212	6.192	7.296	3.924	0,54	0,55	0,5	0,9914	2.482,28	276,01	218,02	2.976,31
90001090		JUNIO	16.884	6.528	7.656	4.188	0,54	0,55	0,44	0,991	2.596,17	276,01	227,01	3.099,19
90001090		JULIO	16.308	5.940	6.804	4.116	0,53	0,54	0,38	0,9901	2.434,1	270,99	231,14	2.936,23
90001090		AGOSTO	17.664	6.528	7.296	4.332	0,52	0,53	0,34	0,9907	2.639,61	265,98	248,26	3.153,85
90001090		SEPTIEMBRE	17.705	6.680	7.833	4.520	0,55	0,56	0,41	0,991	2.699,8	275,8	249,6	3.225,2
90001090		OCTUBRE	17.904	6.840	8.760	4.884	0,62	0,57	0,44	0,9895	2.790,67	286,06	293,65	3.370,38
90001090		NOVIEMBRE	21.888	7.956	11.520	4.860	0,85	0,76	0,67	0,9932	3.432,67	381,39	364	4.178,06
90001090		DICIEMBRE	23.460	9.168	11.100	3.240	1,45	0,79	0,76	0,9973	3.648,26	727,66	389,83	4.765,75
90001090	2019	ENERO	21.384	8.700	10.728	3.960	0,77	0,77	0,5	0,9953	3.398,35	436,6	365,99	4.200,94
90001090		FEBRERO	20.544	8.280	8.388	5.232	0,77	0,77	0,5	0,9903	3.123,67	436,6	339,78	3.900,05
90001090		MARZO	19.848	7.416	8.904	5.400	0,61	0,63	0,44	0,989	3.022,51	436,6	330,13	3.789,24
90001090		ABRIL	20.760	7.908	10.032	4.932	0,61	0,63	0,54	0,992	3.225,02	436,6	35,79	3.697,41
90001090		MAYO	20.142,48	7.914,96	9.837,12	4.109,76	0,6	0,62	0,49	0,9942	3.157,66	436,6	343,03	3.937,29
90001090		JUNIO	19.917,24	7.965,48	10.114,56	4.322,88	0,62	0,645	0,485	0,9936	3.161,705	436,6	317,465	3.915,77
90001090		JULIO	19.692	8.016	10.392	4.536	0,64	0,67	0,48	0,993	3.165,75	436,6	291,9	3.894,25
90001090		AGOSTO	20.220	8.256	10.728	4.824	0,655	0,68	0,49	0,99255	3.256,85	436,6	299,28	3.992,73
90001090		SEPTIEMBRE	20.748	8.496	11.064	5.112	0,67	0,69	0,5	0,9921	3.347,95	436,6	306,66	4.091,21
90001090		OCTUBRE	20.424	8.076	13.488	4.776	0,67	0,69	0,51	0,9936	3.452,16	436,6	315,1	4.203,86
PROMEDIO			16.580,24	6.517,67	8.093,79	3.851,78	18,54	18,49	15,35	0,9931	2.599,33	320,19	235,60	3.155,13
MÁXIMA			23.460	9.168	13.992	5.400	79	77	69	1	3.648,26	727,66	389,83	4.765,75
MÍNIMA			4.776	1.596	336	60	0,52	0,53	0,34	0,989	588,48	92	35,79	750,27

ANEXO II

RESULTADO DE MEDICIONES DE ILUMINACIÓN DE PASILLOS REPRESENTATIVOS DEL CCR



Mediciones de niveles de iluminación [Lux]							
Fecha de realización: 01/02/2019							
Nombre del Pasillo	Plaza multicines	Plaza happy time	Plaza on line	Plaza café	Plaza multicines superior	Pasillo H	Pasillo A
Valor máximo (luxes)	338	140	420	280	180	302	140
Valor mínimo (luxes)	50	38	50	26	54	35	40
Valor promedio (luxes)	120,37	78,05	191,67	97,7	92,61	143,4	90,35
Número de muestras	52	44	43	82	38	78	80
U uniformidad	0,42	0,49	0,26	0,27	0,58	0,24	0,44
D diversidad	6,8	3,7	8,4	10,8	3,3	8,6	3,5

PLAZA MULTICINES / NUEVA ILUMINACIÓN



ID. Pasillo	Plaza multicines / iluminación				
	Grave	Importante	Medio	Bajo	Observaciones
Tiempo de Operación diario	Mayor a 18h	Entre 18 y 12h	Entre 12 y 8h	Menor a 8h	Las luminarias existentes operan por un tiempo mayor al necesario.
Estado de la luminaria	Driver deteriorado, Polvo, Grasa, Suciedad, etc.	Polvo, suciedad.	Polvo	Limpio	Las luminarias están cubiertas de polvo y el driver se encuentra en mal estado.
Iluminancia (lux)	Menor a 50 y mayor a 250	100 a 150	150 a 200	200 a 250	La iluminancia promedio esta entre 100 y 150
Antigüedad	10 años o más	Entre 10 y 5 años	Entre 5 y 2 años	Menor a 2 años	Las luminarias tienen una antigüedad de 15 años aproximadamente
Tipo	HQI	Fluorescentes	Led	Oled	Posee lámparas de tecnología HQI para iluminación principal y fluorescente para iluminación indirecta
Uniformidad	Menor al 0.6	Entre 0.6 y 0.7	del 0.7 al 0.8	Mayor a 0.8	La uniformidad del espacio es deficiente.
Automatización	No tiene nada	Temporizador	Accionamiento controlado con Temporizador	Accionamiento con HMI y con temporizador	No posee ningún tipo de automatización
Dañadas	50%	45%	25%	10%	Existe un número de luminarias dañadas superior al 50%

PLAZA HAPPY TIME / ILUMINACIÓN



ID. Pasillo	Plaza happy time				Observaciones
	Grave	Importante	Medio	Bajo	
Tiempo de Operación diario	Mayor a 18h	Entre 18 y 12h	Entre 12 y 8h	Menor a 8h	Las luminarias existentes operan por un tiempo mayor al necesario.
Estado de la luminaria	Driver deteriorado, Polvo, Grasa, Suciedad, etc.	Polvo, suciedad.	Polvo	Limpio	Las luminarias están cubiertas de polvo y el driver se encuentra en mal estado.
Iluminancia (lux)	Menor a 50 y mayor a 250	100 a 150	150 a 200	200 a 250	La iluminancia promedio esta entre 100 y 150
Antigüedad	10 años o más	Entre 10 y 5 años	Entre 5 y 2 años	Menor a 2 años	Las luminarias tienen una antigüedad de 15 años aproximadamente
Tipo	HQI	Fluorescentes	Led	Oled	Posee lámparas de tecnología HQI para iluminación principal y fluorescente para iluminación indirecta
Uniformidad	Menor al 0.6	Entre 0.6 y 0.7	del 0.7 al 0.8	Mayor a 0.8	La uniformidad del espacio es deficiente.
Automatización	No tiene nada	Temporizador	Accionamiento controlado con Temporizador	Accionamiento con HMI y con temporizador	No posee ningún tipo de automatización
Dañadas	50%	45%	25%	10%	Existe un número de luminarias dañadas superior al 50%

PLAZA ON LINE



ID. Pasillo	Plaza on line				Observaciones
	Grave	Importante	Medio	Bajo	
Tiempo de Operación diario	Mayor a 18h	Entre 18 y 12h	Entre 12 y 8h	Menor a 8h	Las luminarias existentes operan por un tiempo mayor al necesario.
Estado de la luminaria	Driver deteriorado, Polvo, Grasa, Suciedad, etc.	Polvo, suciedad.	Polvo	Limpio	Las luminarias están cubiertas de polvo y el driver se encuentra en mal estado.
Iluminancia (lux)	Menor a 50 y mayor a 250	100 a 150	150 a 200	200 a 250	La iluminancia promedio es menor a 50 luxes
Antigüedad	10 años o más	Entre 10 y 5 años	Entre 5 y 2 años	Menor a 2 años	Las luminarias tienen una antigüedad de 15 años aproximadamente
Tipo	HQI	Fluorescentes	Led	Oled	Posee lámparas de tecnología HQI para iluminación principal y fluorescente para iluminación indirecta
Uniformidad	Menor al 0.6	Entre 0.6 y 0.7	del 0.7 al 0.8	Mayor a 0.8	La uniformidad del espacio es deficiente.
Automatización	No tiene nada	Temporizador	Accionamiento controlado con Temporizador	Accionamiento con HMI y con temporizador	No posee ningún tipo de automatización
Dañadas	50%	45%	25%	10%	Existe un número de luminarias dañadas superior al 45%

PLAZA CAFÉ



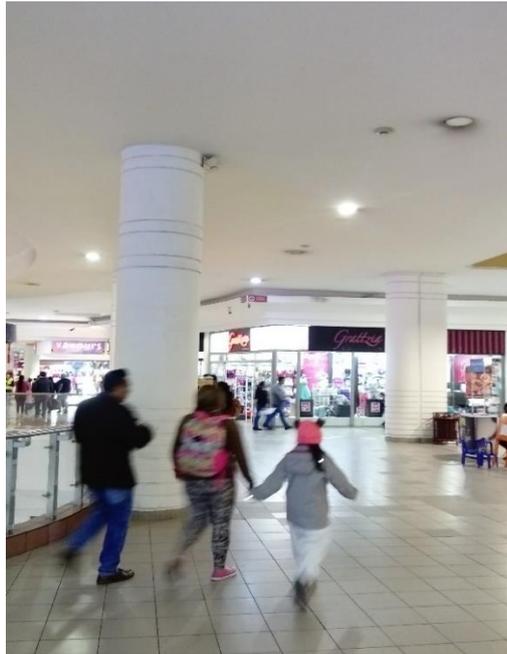
ID. Pasillo	Plaza café				Observaciones
	Grave	Importante	Medio	Bajo	
Tiempo de Operación diario	Mayor a 18h	Entre 18 y 12h	Entre 12 y 8h	Menor a 8h	Las luminarias existentes operan por un tiempo mayor al necesario.
Estado de la luminaria	Driver deteriorado, Polvo, Grasa, Suciedad, etc.	Polvo, suciedad.	Polvo	Limpio	Las luminarias están cubiertas de polvo y el driver se encuentra en mal estado.
Iluminancia (lux)	Menor a 50 y mayor a 250	100 a 150%	150 a 200	200 a 250	La iluminancia promedio esta entre 100 y 150
Antigüedad	10 años o más	Entre 10 y 5 años	Entre 5 y 2 años	Menor a 2 años	Las luminarias tienen una antigüedad de 15 años aproximadamente
Tipo	HQI	Fluorescentes	Led	Oled	Posee lámparas de tecnología HQI para iluminación principal
Uniformidad	Menor al 0.6	Entre 0.6 y 0.7	del 0.7 al 0.8	Mayor a 0.8	La uniformidad del espacio es deficiente.
Automatización	No tiene nada	Temporizador	Accionamiento controlado con Temporizador	Accionamiento con HMI y con temporizador	No posee ningún tipo de automatización
Dañadas	50%	45%	25%	10%	Existe un número de luminarias dañadas superior al 50%

PLAZA MULTICINES SUPERIOR



ID. Pasillo	Plaza multicines superior				Observaciones
	Grave	Importante	Medio	Bajo	
Tiempo de Operación diario	Mayor a 18h	Entre 18 y 12h	Entre 12 y 8h	Menor a 8h	Las luminarias existentes operan por un tiempo mayor al necesario.
Estado de la luminaria	Driver deteriorado, Polvo, Grasa, Suciedad, etc.	Polvo, suciedad.	Polvo	Limpio	Las luminarias están cubiertas de polvo y el driver se encuentra en mal estado.
Iluminancia (lux)	Menor a 50 y mayor a 250	100 a 150%	150 a 200	200 a 250	La iluminancia promedio esta entre 100 y 150
Antigüedad	10 años o más	Entre 10 y 5 años	Entre 5 y 2 años	Menor a 2 años	Las luminarias tienen una antigüedad de 15 años aproximadamente
Tipo	HQI	Fluorescentes	Led	Oled	Posee lámparas de tecnología HQI para iluminación principal
Uniformidad	Menor al 0.6	Entre 0.6 y 0.7	del 0.7 al 0.8	Mayor a 0.8	La uniformidad del espacio es deficiente.
Automatización	No tiene nada	Temporizador	Accionamiento controlado con Temporizador	Accionamiento con HMI y con temporizador	No posee ningún tipo de automatización
Dañadas	50%	45%	25%	10%	Existe un número de luminarias dañadas superior al 45%

PASILLO H



ID. Pasillo	Pasillo H				Observaciones
	Grave	Importante	Medio	Bajo	
Tiempo de Operación diario	Mayor a 18h	Entre 18 y 12h	Entre 12 y 8h	Menor a 8h	Las luminarias existentes operan por un tiempo mayor al necesario.
Estado de la luminaria	Driver deteriorado, Polvo, Grasa, Suciedad, etc.	Polvo, suciedad.	Polvo	Limpio	Las luminarias están cubiertas de polvo y el driver se encuentra en mal estado.
Iluminancia (lux)	Menor a 50 y mayor a 250	100 a 150%	150 a 200	200 a 250	La iluminancia promedio esta entre 100 y 150
Antigüedad	10 años o más	Entre 10 y 5 años	Entre 5 y 2 años	Menor a 2 años	Las luminarias tienen una antigüedad de 15 años aproximadamente
Tipo	HQI	Fluorescentes	Led	Oled	Posee lámparas de tecnología HQI para iluminación principal
Uniformidad	Menor al 0.6	Entre 0.6 y 0.7	del 0.7 al 0.8	Mayor a 0.8	La uniformidad del espacio es deficiente.
Automatización	No tiene nada	Temporizador	Accionamiento controlado con Temporizador	Accionamiento con HMI y con temporizador	No posee ningún tipo de automatización
Dañadas	50%	45%	25%	10%	Existe un número de luminarias dañadas superior al 45%

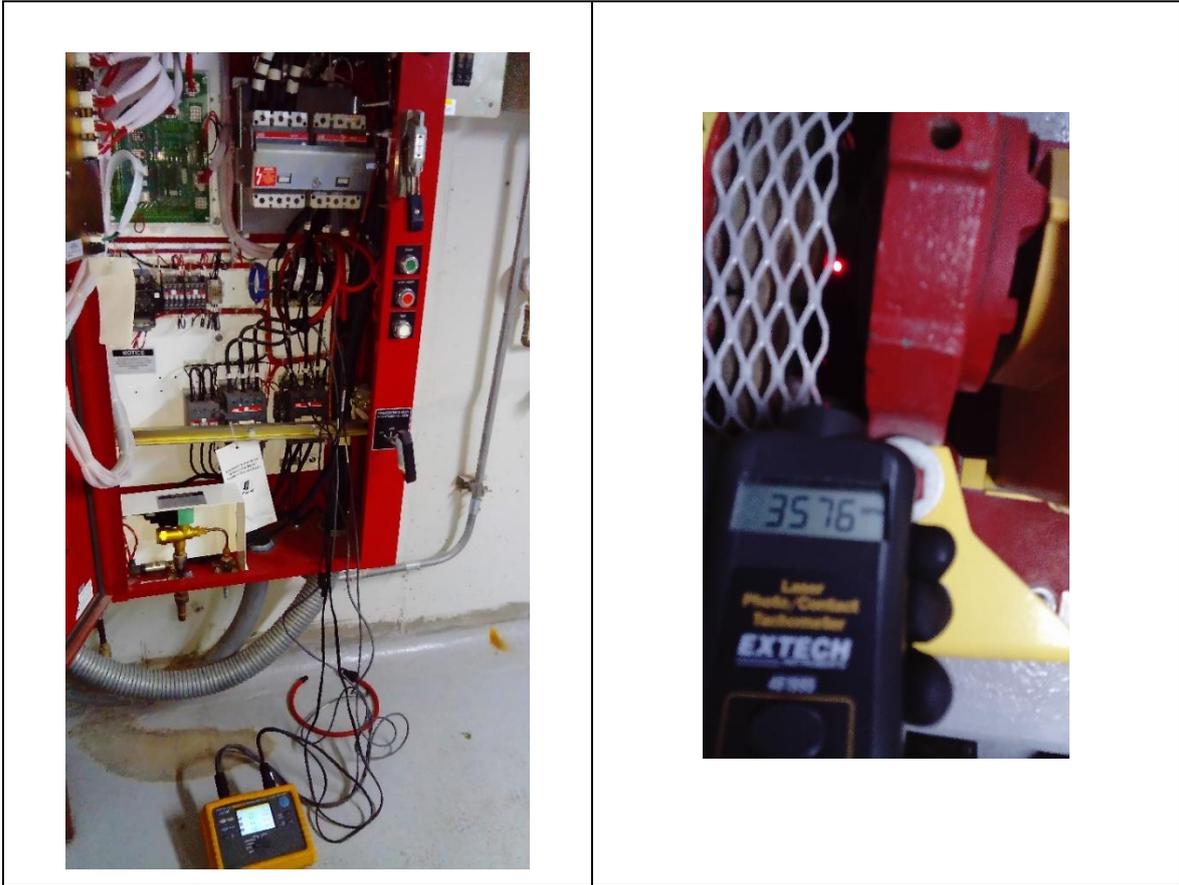
ANEXO III

RESULTADO DE MEDICIONES EN LOS PRINCIPALES MOTORES DE SERVICIOS GENERALES DEL CENTRO COMERCIAL EL RECREO

MOTOR 125 HP

Se encuentra ubicado en el subsuelo de la parte posterior del parqueadero de la cuarta etapa del CCR.



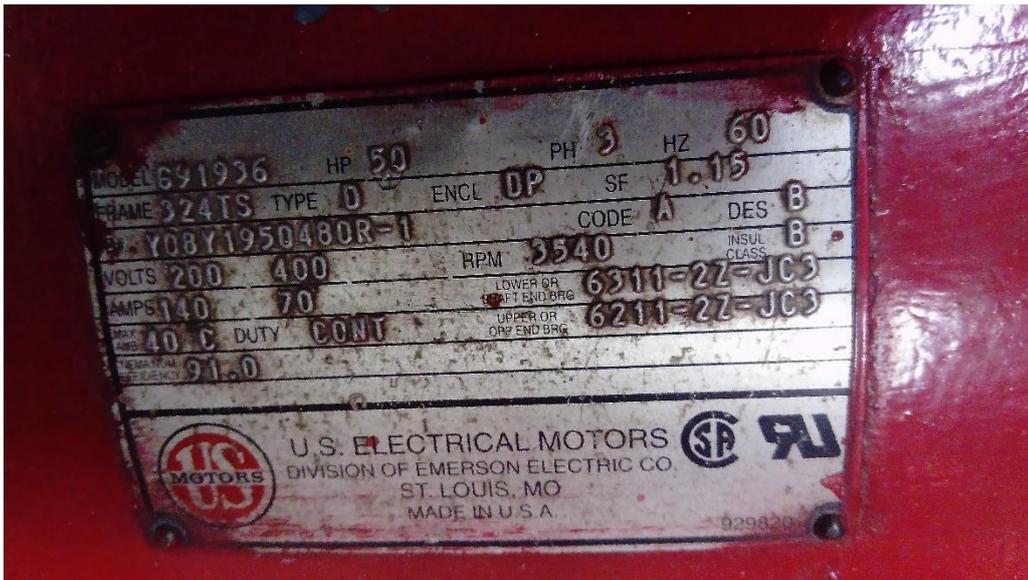


ID. MOTOR	Motor de 125 HP del sistema contra incendios de la cuarta etapa				Observaciones
	Grave	Importante	Medio	Bajo	
Tiempo de Operación Anual	Mayor a 6570 h	De 6570 a 4380 horas	De 4380 a 2920 horas	Menor a 2920 horas	El motor opera solamente los fines de semana por corto tiempo
Eficiencia nominal	Sin denominación	Premium IE1	Premium IE2	Premium IE3 o Súper Premium IE4	Codificación NEMA de eficiencia del 93.6%
Antigüedad	10 años o más	entre 10 y 5 años	Entre 5 y 2 años	menor a 2 años	El motor se instaló durante la construcción de la cuarta etapa del CCR en el 2016
Entorno de trabajo y sistema de enfriamiento	Intemperie y sin enfriamiento	Parcialmente protegido y sin enfriamiento	Parcialmente protegido y con enfriamiento	Protegido y con enfriamiento	Se encuentra protegido a las lluvias pero expuesto a la humedad
Desbalance de fases	mayor al 10%	Entre 5 y 10%	del 3% al 5%	Menor al 3%	Se encuentra dentro de los parámetros
Factor de Carga	De 0 a 20% o mayor a 120%	De 20 a 50% o de 100 a 120%	De 50 a 75% o de 75 a 100%	75%	Se encuentra en un valor permisible
Mantenimiento	Nunca	Solo correctivo	Parcialmente	Periódico	No se realiza mantenimiento a la máquina, solo es atendida en caso de presentar falla
Automatización en funcionamiento	No tiene nada	Con sistema de arranque sin temporizador	Con sistema de arranque y temporizador	Sistema de arranque con temporizadores y variador de velocidad	La operación se realiza con arranque electrónico, tiene temporizadores de funcionamiento y no tiene variador de velocidad

Motor 50 HP

Ubicado en el cuarto de bombas del pasillo de servicios industriales de la segunda etapa del CCR, utilizado para la red del SCI para la primera y segunda etapa.





ID. MOTOR	Motor de 50 Hp del SCI de la primera y segunda etapa del CCR				Observaciones
	Grave	Importante	Medio	Bajo	
Tiempo de Operación Anual	Mayor a 6570 h	De 6570 a 4380 horas	De 4380 a 2920 horas	Menor a 2920 horas	El motor opera solamente los fines de semana por corto tiempo
Eficiencia nominal	Sin denominación	Premium IE1	Premium IE2	Premium IE3 o Súper Premium IE4	Codificación NEMA de eficiencia del 91%
Antigüedad	10 años o más	entre 10 y 5 años	Entre 5 y 2 años	menor a 2 años	El motor tiene más de 20 años de servicio
Entorno de trabajo y sistema de enfriamiento	Intemperie y sin enfriamiento	Parcialmente protegido y sin enfriamiento	Parcialmente protegido y con enfriamiento	Protegido y con enfriamiento	Se encuentra en un lugar cerrado protegido a las lluvias pero no tiene ventilación ni sistema de enfriamiento
Desbalance de fases	mayor al 10%	Entre 5 y 10%	del 3% al 5%	Menor al 3%	Se encuentra dentro de los parámetros
Factor de Carga	De 0 a 20% o mayor a 120%	De 20 a 50% o de 100 a 120%	De 50 a 75% o de 75 a 100%	75%	Se encuentra sobrecargado
Mantenimiento	Nunca	Solo correctivo	Parcialmente	Periódico	No se realiza mantenimiento a la máquina y solo es atendida en caso de presentar falla
Automatización en funcionamiento	No tiene nada	Con sistema de arranque sin temporizador	Con sistema de arranque y temporizador	Sistema de arranque con temporizadores y variador de velocidad	Cuenta con sistema de arranque directo que no está dimensionado para el motor, haciendo que se disipe demasiado calor

Motor 5 HP

Ubicado en cuarto de bombas del pasillo de servicios industriales de la segunda etapa del CCR, utilizado para la red de agua potable de la primera etapa.







ID. MOTOR	Motor de 5 HP del sistema de agua potable de la primera etapa				Observaciones
	Grave	Importante	Medio	Bajo	
Tiempo de Operación Anual	Mayor a 6570 h	De 6570 a 4380 horas	De 4380 a 2920 horas	Menor a 2920 horas	El motor opera las 24 horas del día, pero se intercala semanalmente el funcionamiento con dos motores más de iguales características
Eficiencia nominal	Sin denominación	Premium IE1	Premium IE2	Premium IE3 o Súper Premium IE4	El motor tiene codificación NEMA de eficiencia IE1
Antigüedad	10 años o más	entre 10 y 5 años	Entre 5 y 2 años	menor a 2 años	El motor tiene más de 20 años de servicio
Entorno de trabajo y sistema de enfriamiento	Intemperie y sin enfriamiento	Parcialmente protegido y sin enfriamiento	Parcialmente protegido y con enfriamiento	Protegido y con enfriamiento	Se encuentra en un lugar cerrado protegido a las lluvias pero no tiene ventilación ni sistema de enfriamiento
Desbalance de fases	mayor al 10%	Entre 5 y 10%	del 3% al 5%	Menor al 3%	Se encuentra dentro de los parámetros
Factor de Carga	De 0 a 20% o mayor a 120%	De 20 a 50% y de 100 a 120%	De 50 a 75% o de 75 a 100%	75%	Valor permisible
Mantenimiento	Nunca	Solo correctivo	Parcialmente	Periódico	No se realiza mantenimiento a la máquina y solo es atendida en caso de presentar falla
Automatización funcionamiento en	No tiene nada	Con sistema de arranque temporizador	Con sistema de arranque temporizador	Sistema de arranque con temporizadores y variadores de velocidad	Se acciona manualmente con arranque directo, no tiene temporizadores de funcionamiento

Motor 3 HP

Ubicado en la parte superior del patio de comidas de la primera etapa del CCR, utilizado para el sistema de extracción de olores.





2.2 (3.0)		RPM	1725
1.15	ISO1	F Δ	80 K
220/380/440	V	Ip/m	6.8
			IP55
			8.68/5.03/4.34 A
83.1		MAX AMB	40°C
		ALT	1000 m
		COS Ψ	0.80
		IFS	



ID. MOTOR	Motor de 3 Hp del sistema de extracción de olores del patio de comidas de etapa I del CCR				
	Grave	Importante	Medio	Bajo	Observaciones
Tiempo de Operación Anual	Mayor a 6570 h	De 6570 a 4380 horas	De 4380 a 2920 horas	Menor a 2920 horas	El motor se acciona en el horario de prestación de servicio por parte del patio de comidas del centro comercial
Eficiencia nominal	Sin denominación	Premium IE1	Premium IE2	Premium IE3 o Súper Premium IE4	El motor tiene codificación NEMA de eficiencia IE1
Antigüedad	10 años o más	entre 10 y 5 años	Entre 5 y 2 años	menor a 2 años	El motor tiene más de 20 años de servicio
Entorno de trabajo y sistema de enfriamiento	Intemperie y sin enfriamiento	Parcialmente protegido y sin enfriamiento	Parcialmente protegido y con enfriamiento	Protegido y con enfriamiento	Se encuentra protegido a las lluvias pero no tiene ventilación ni sistema de enfriamiento
Desbalance de fases	mayor al 10%	Entre 5 y 10%	del 3% al 5%	Menor al 3%	Se encuentra dentro de los parámetros
Factor de Carga	De 0 a 20% o mayor a 120%	De 20 a 50% o de 100 a 120%	De 50 a 75% o de 75 a 100%	75%	Dentro de los rangos permisibles de cargabilidad
Mantenimiento	Nunca	Solo correctivo	Parcialmente	Periódico	Cuando presente falla
Automatización en funcionamiento	No tiene nada	Con sistema de arranque sin temporizador	Con sistema de arranque y temporizador	Sistema de arranque con temporizadores y variadores de velocidad	Se acciona manualmente con arranque directo, no tiene temporizadores de funcionamiento

ANEXO IV

LISTADO DE EQUIPOS DEL CENTRO COMERCIAL

HOJAS DE VIDA		
EQUIPOS CENTRO COMERCIAL EL REGREO		
Responsable: OPERACIONES	Fecha de Creación: 13 - ENE - 2019	Versión
Código: GDO - HV - 001	Última Modificación: 14 - ENE - 2019	1
#	EQUIPO	CÓDIGO
PG - 01	TRANSFORMADOR ELÉCTRICO 3Ø 125KVA 22860/210V	TR-EL-E1-CCR0001
PG - 02	TRANSF.3Ø 750KVA 22860/210V #31255-C	TR-EL-E2-CCR0002
PG - 03	TRANSF.3Ø 750KVA 22860/210V	TR-EL-E12-CCR0003
PG - 04	TRANSF.3Ø 900KVA 22860/210V	TR-EL-E2-CCR0004
PG - 05	TRANSF.3Ø 300KVA 22860/480V	TR-EL-E3-CCR0005
PG - 06	TRANSF.3Ø 250KVA 22860/210V #164988	TR-EL-E3-CCR0006
PG - 07	TRANSF.3Ø 900KVA 22860/210V #164987	TR-EL-E3-CCR0007
PG - 08	TRANSF.3Ø 1200KVA 22860/220V #171768	TR-EL-E3-CCR0008
PG - 09	TRANSF.3Ø 450KVA 22860/210V #165113-C	TR-EL-E3-CCR0009
PG - 10	TRANSF.3Ø 450KVA 22860/210V #164990 SSGG	TR-EL-E3-CCR0010
PG - 11	TRANSF.3Ø 900KVA 22860/210V #164989	TR-EL-E3-CCR0011
PG - 12	CAMARA DE TRANSFORMACIÓN GRAN PLAZA	CA-CI-E1-CCR0012
PG - 13	CAMARA DE TRANSFORMACIÓN PRIMERA ETAPA	CA-CI-E1-CCR0013
PG - 14	CAMARA DE TRANSFORMACIÓN SEGUNDA ETAPA	CA-CI-E2-CCR0014
PG - 15	CAMARA DE TRANSFORMACIÓN SEGUNDA ETAPA	CA-CI-E2-CCR0014
PG - 16	TABLERO DE TRANSFERENCIA LOCALES	TA-EL-E2-CCR0016
PG - 17	BOMBA contra Incendios tipo 1510 modelo 2 BD 50HP MODELO 691936	BO-EL-E12-CCR0017
PG - 18	BOMBA Jockey contra Incendios 15VA 14230 3 HP VM3158	BO-EL-E12-CCR0018
PG - 19	GENERADOR #1 F.G. WILSON Motor Perkins Mod P380E Pot 416KVA SSGG	GE-EL-E2-CCR0019
PG - 20	GENERADOR #2 F.G. WILSON Motor Perkins Mod P625E1 Pot 380 KW SSGG	GE-EL-E1-CCR0020
PG - 21	GENERADOR#3 KOHLER Motor Detroit Mod 600R02D Pot 600KW LOCALES 1A	GE-EL-E1-CCR0021
PG - 22	GENERADOR #4 F.G. WILSON Motor Perkins Mod P625E1 Pot 625 KW LOCALES 2A	GE-EL-E2-CCR0022
PG - 23	GENERADOR #5 F.G. WILSON Motor Perkins Mod S380E3 Pot 380 KW LOCALES 2A	GE-EL-E2-CCR0023
PG - 24	GENERADOR #6 F.G. WILSON Motor DOOSAN Mod P900E1 Pot 900 KW LOCALES 3A	GE-EL-E3-CCR0024
PG - 25	GENERADOR #7 MODASA Motor DOOSAN Mod MD750 Pot 775 KW LOCALES 4A	GE-EL-E4-CCR0025
PG - 26	GENERADOR #8 MODASA Motor DOOSAN Mod MD410 Pot 465 KW SSGG 4A	GE-EL-E4-CCR0026
PG - 27	GENERADOR #9 F.G. WILSON Motor PERKINS Mod P900E1 Pot 900 KW LOCALES 3A	GE-EL-E3-CCR0027
PG - 28	GENERADOR #10 F.G. WILSON Motor PERKINS Mod 440 E1 Pot 400 KW LOCALES 3A	GE-EL-E3-CCR0028
PG - 29	GENERADOR #11 F.G. WILSON Motor PERKINS Mod 440 E1 Pot 400 KW SSGG 3A	GE-EL-E3-CCR0029
PG - 30	SECCIONADOR de barra, unipolar	SE-SIN_ASIGNAR-CCR0030
PG - 31	SECCIONADOR tripolar 2.500 Amp.	SE-SIN_ASIGNAR-CCR0031
PG - 32	SECCIONADOR tripolar, 1.800 Amp.	SE-SIN_ASIGNAR-CCR0032
PG - 33	SECCIONADOR tripolar, 600 Amp.	SE-SIN_ASIGNAR-CCR0033
PG - 34	SECCIONADOR tripolar, 400 Amp.	SE-SIN_ASIGNAR-CCR0034
PG - 35	RED de Agua Potable	RE-PL-E12-CCR0035
PG - 36	RED de Agua Potable	RE-PL-E3-CCR0036
PG - 37	RED de Agua Potable	RE-PL-E4-CCR0037
PG - 38	RED Contra Incendios	RE-PL-E12-CCR0038
PG - 39	RED Contra Incendios	RE-PL-E3-CCR0039
PG - 40	RED Contra Incendios	RE-PL-E4-CCR0040
PG - 41	BOMBA de Presión #1 BALDOR Pot 5HP Mod JMM3212T Serie 1748335	BO-EL-E1-CCR0041
PG - 42	BOMBA de Presión #2 BALDOR Pot 5HP Mod JMM3R12T Serie 1748334	BO-EL-E1-CCR0042
PG - 43	BOMBA de Presión #3 BALDOR Pot 5HP Mod JMM3212T Serie 1748336	BO-EL-E1-CCR0043
PG - 44	BOMBA de Presión #1 MARATHON ELECTRIC Pot 20HP Mod E1254TTDX7008ABL Serie M3J0	BO-SIN_ASIGNAR-CCR0044
PG - 45	BOMBA de Presión #2 MARATHON ELECTRIC Pot 20HP Mod E1254TTDX7008ABL Serie M3J0	BO-EL-E4-CCR0045
PG - 46	BOMBA de Presión #3 MARATHON ELECTRIC Pot 20HP Mod 234TTLX1008ABL Serie 182JM	BO-SIN_ASIGNAR-CCR0046
PG - 47	EXTRACTOR #1 Subsuelo MARATHON Pot 30HP Mod EVL286TDP7641BL	EX-EL-E3-CCR0047
PG - 48	EXTRACTOR #2 Subsuelo MARATHON Pot 30HP Mod EVL286TDP7641BOL	EX-EL-E3-CCR0048
PG - 49	EXTRACTOR #1 Baños BALDOR Pot 0,5HP Mod RL1304A Mod 346036-559561	EX-EL-E3-CCR0049
PG - 50	EXTRACTOR #2 Baños WEG Pot 3HP MOD TELBFOXO	EX-EL-E1-CCR0050
PG - 51	EXTRACTOR #3 Locales MARATHON Pot 1/4HP Mod EQ48517D2055PK Mod H071100224	EX-EL-E3-CCR0051
PG - 52	EXTRACTOR #4 Baños MARATHON Pot 1/3HP Mod EQD48517D2057NK Mod D07J05207	EX-EL-E3-CCR0052
PG - 53	EXTRACTOR #5 Baños MARATHON Pot 3HP Mod H114682	EX-EL-E3-CCR0053
PG - 54	EXTRACTOR #6 Baños Estuardo Sanchez	EX-EL-E4-CCR0054
PG - 55	CENTRAL TELEFÓNICA CCR	CE-EL-ET-CCR0055
PG - 56	TRAMPA DE GRASA	TR-PL-E2-CCR0056
PG - 57	TRAMPA DE GRASA	TR-PL-E3-CCR0057
PG - 58	TABLERO DE TRANSFERENCIA SSGG	TA-EL-E2-CCR0058
PG - 59	TABLERO DE TRANSFERENCIA LOCALES	TA-EL-E2-CCR0059
PG - 60	CENTRAL TELEFÓNICA RACK A	CE-EL-E34-CCR0060
PG - 61	CENTRAL TELEFÓNICA ADMINISTRACIÓN	CE-EL-E1-CCR0061
PG - 62	BOMBA DE PRESIÓN AUXILIAR TIPO SE300 3HP	BO-EL-E3-CCR0062
PG - 63	BOMBA CONTRAINCENDIOS EMERSON 40HP #06679417-100	BO-EL-E3-CCR0063
PG - 64	BOMBA JOCKEY SUMERGIBLE EATON #168A49531 5HP	BO-EL-E3-CCR0064
PG - 65	BOMBA DE PRESIÓN MARATHON 10HP - MOD EVA213TTDW7922ABL	BO-EL-E34-CCR0065
PG - 66	BOMBA DE PRESIÓN # MARATHON 20HP - MOD 33254TTDX7008ABL	BO-EL-E4-CCR0066
PG - 67	BOMBA CONTRAINCENDIOS 125HP - 24FEV15 - # 11963271	BO-EL-E4-CCR0067

PG - 68	EXTRACTOR #1 WC PLANTA BAJA WEG 1,5HP - #21456	EX-EL-E2-CCR0068
PG - 69	BOMBA JOCKEY WEG 3HP - MOD AMIT 1626-360 # 1027441415	BO-EL-E4-CCR0069
PG - 70	EXTRACTOR LOCALES #1 MARATHON 1/4HP - #7489	EX-EL-E3-CCR0070
PG - 71	CAMARA DE TRANSFORMACIÓN	CA-EL-E3-CCR0071
PG - 72	CUARTO DE MEDIDORES ZONA NORTE	CU-EL-E1-CCR0072
PG - 73	CUARTO DE MEDIDORES PUERTA DE MALLAS	CU-EL-E2-CCR0073
PG - 74	CUARTO DE MEDIDORES ZONA SUR	CU-EL-E1-CCR0074
PG - 75	CUARTO DE MEDIDORES ZONA SUR	CU-EL-E3-CCR0075
PG - 76	CUARTO DE MEDIDORES ZONA NORTE	CU-EL-E3-CCR0076
PG - 77	CUARTO DE MEDIDORES 4TA	CU-EL-E4-CCR0077
PG - 78		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0078
PG - 79		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0079
PG - 80		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0080
PG - 81		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0081
PG - 82		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0082
PG - 83		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0083
PG - 84		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0084
PG - 85		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0085
PG - 86		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0086
PG - 87		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0087
PG - 88		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0088
PG - 89		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0089
PG - 90		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0090
PG - 91		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0091
PG - 92		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0092
PG - 93		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0093
PG - 94		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0094
PG - 95		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0095
PG - 96		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0096
PG - 97		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0097
PG - 98		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0098
PG - 99		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0099
PG - 100		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0100
PG - 101		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0101
PG - 102		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0102
PG - 103		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0103
PG - 104		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0104
PG - 105		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0105
PG - 106		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0106
PG - 107		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0107
PG - 108		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0108
PG - 109		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0109
PG - 110		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0110
PG - 111		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0111
PG - 112		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0112
PG - 113		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0113
PG - 114		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0114
PG - 115		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0115
PG - 116		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0116
PG - 117		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0117
PG - 118		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0118
PG - 119		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0119
PG - 120		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0120
PG - 121		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0121
PG - 122		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0122
PG - 123		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0123
PG - 124		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0124
PG - 125		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0125
PG - 126		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0126
PG - 127		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0127
PG - 128		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0128
PG - 129		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0129
PG - 130		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0130
PG - 131		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0131
PG - 132		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0132
PG - 133		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0133
PG - 134		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0134
PG - 135		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0135
PG - 136		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0136
PG - 137		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0137
PG - 138		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0138
PG - 139		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0139
PG - 140		0 --SIN_ASIGNAR-CCR0140

ANEXO V

DIAGRAMA DE GANTT DE ACTIVIDADES PLANIFICADAS

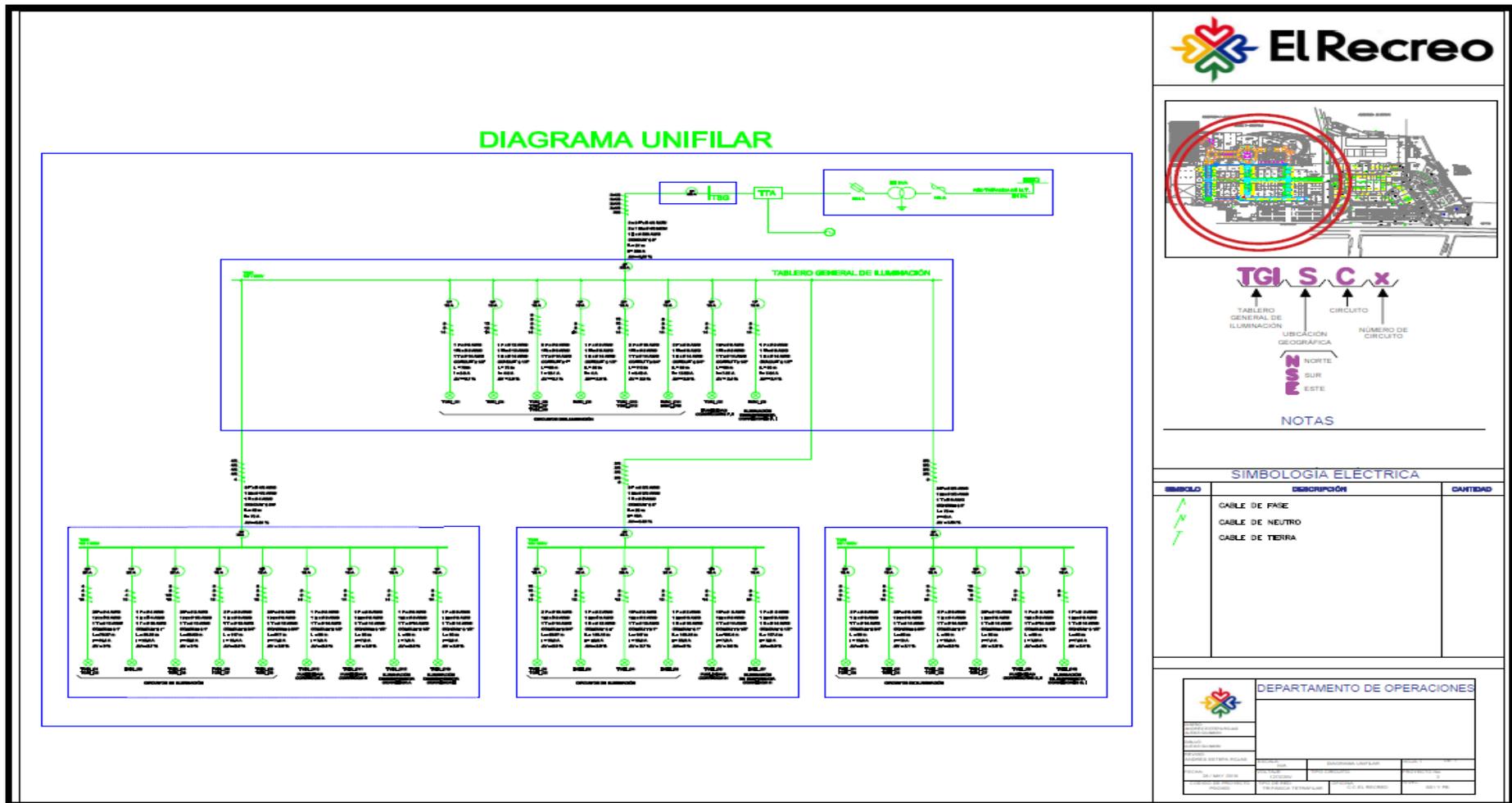


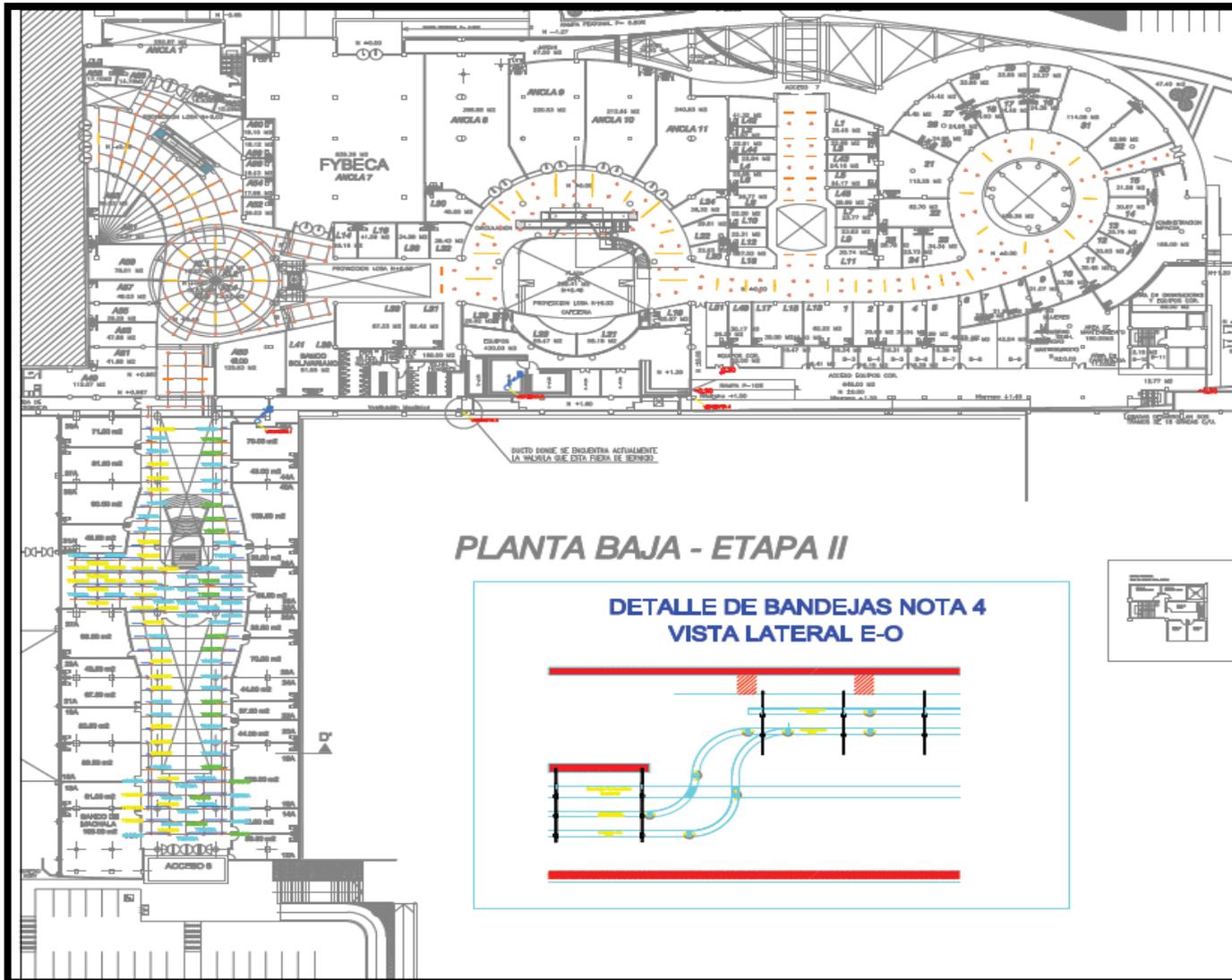
DIAGRAMA DE GANTT DE ACTIVIDADES PLANIFICADAS (continuación...)

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
18	Auditoria	15 días	lun 18/3/19	vie 5/4/19
19	Recomendaciones de ahorro energético	1 día*	lun 8/4/19	lun 8/4/19
20	Conclusiones	1 día*	mié 13/3/19	mié 13/3/19
21	Eficiencia en Motores	5 días	lun 18/3/19	vie 22/3/19
22	auditoria	5 días	lun 18/3/19	vie 22/3/19
23		1 día*	lun 14/1/19	lun 14/1/19

ANEXO VI

REDISEÑO DE RED ELÉCTRICA DEL CCR





ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

NOTAS

SIMBOLOGÍA ELÉCTRICA

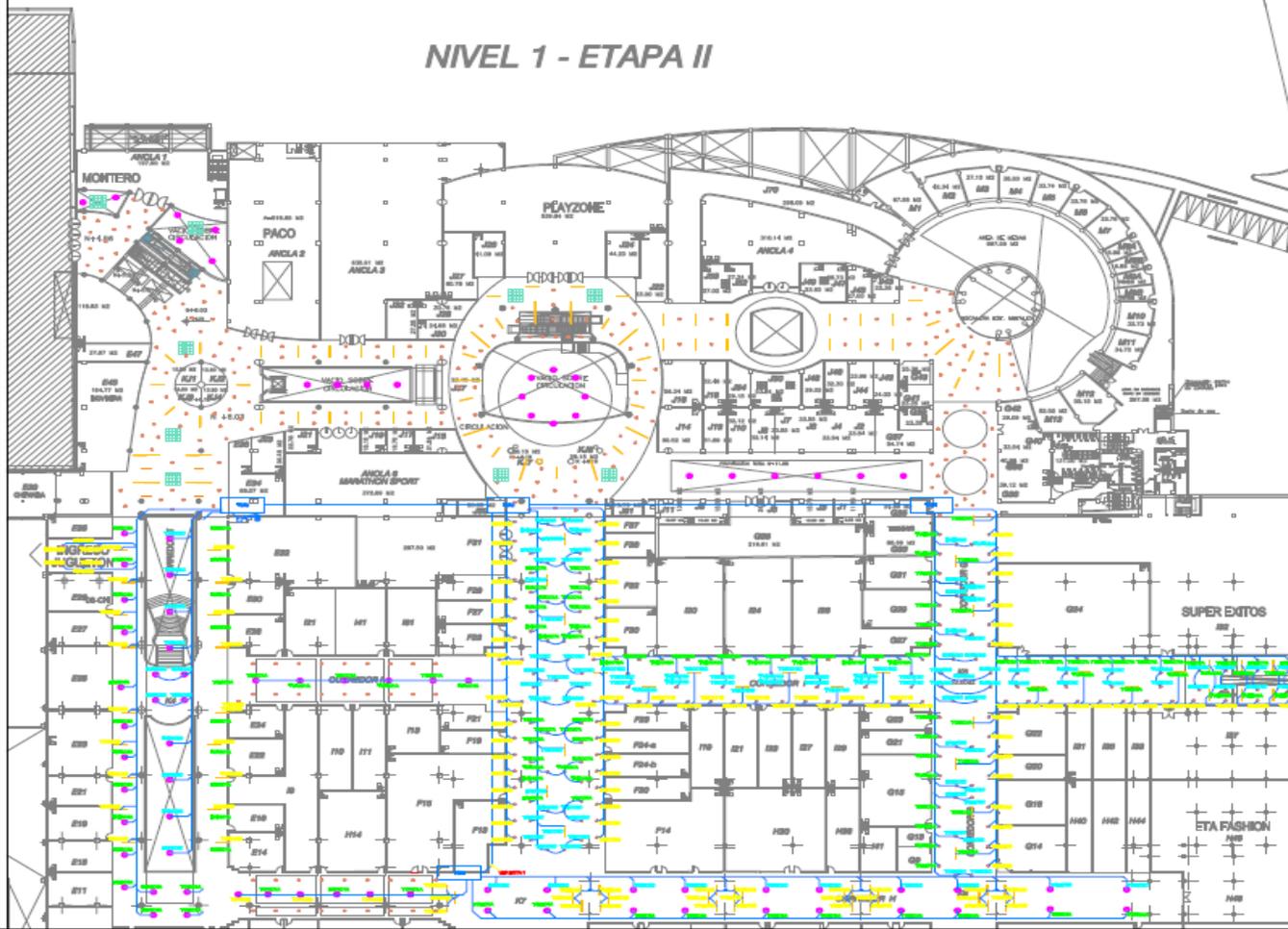
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
○	LUMINARIA LED OJO DE BUEY DE 25W: 228	192u
—	LUMINARIA LED DE 2m: 48	50u
—	LUMINARIA LED DE 1.4m: 48	66u
—	TUBERIA CONDUIT 1/2"	
—	BANDEJA PORTACABLES RANURADA	
—	CURVA 45° HORIZONTAL RANURADA	
—	CURVA 90° HORIZONTAL RANURADA	
—	DERIVACION TEE HORIZONTAL RANURADA	
—	TUBERIA SUBE	
—	TUBERIA BAJA	

DEPARTAMENTO DE OPERACIONES

PROYECTO:	ALBERCA DE AGUAS CALIENTES	DIAGRAMA ELÉCTRICO 001	PÁGINA 1 DE 1
FECHA:	20/05/2018	PROYECTADO:	PROYECTADO:
FECHA DE PRESENTACIÓN:	20/05/2018	PROYECTO:	PROYECTO:
PROYECTO:	PROYECTO:	PROYECTO:	PROYECTO:

RECREO: I - II ETAPA

NIVEL 1 - ETAPA II



TGI S C x

↑ TABLERO GENERAL DE ILUMINACION
 ↑ UBICACION GEOGRAFICA
 ↑ CIRCUITO
 ↑ NUMERO DE CIRCUITO

NOTAS

SIMBOLOGIA ELECTRICA

SIMBOLO	DESCRIPCION	CANTIDAD
○	LUMINARIA LED OJO DE BUEY DE 25W	230u
○	LUMINARIA LED DE 2m	75u
●	LUMINARIA LED INDUSTRIAL DE 200W	63u
●	LUMINARIA LED INDUSTRIAL DE 150W	6u
—	TUBERIA BAJA	

 DEPARTAMENTO DE OPERACIONES	
AREA DE OPERACIONES AREA DE MANTENIMIENTO AREA DE SEGURIDAD AREA DE SERVICIOS AREA DE ADMINISTRACION	
AREA DE OPERACIONES AREA DE MANTENIMIENTO AREA DE SEGURIDAD AREA DE SERVICIOS AREA DE ADMINISTRACION	AREA DE OPERACIONES AREA DE MANTENIMIENTO AREA DE SEGURIDAD AREA DE SERVICIOS AREA DE ADMINISTRACION

ANEXO VII

CUADRO DE CARGAS DEL CCR

ETAPA	TIPO	#	RPM	EFICIENCIA	FACTOR DE POTENCIA	CORRIENTE	VOLTAJE	POTENCIA(HP)	TIEMPO DE USO	DÍAS	kW	kVA	kWh	COSTO
1	BOMBA	1		0,9	0,8		440	5	12	9	3,35	2,52	362,41	31,89
1	BOMBA	2		0,9	0,8		440	5	12	12	3,35	2,52	483,21	42,52
1	BOMBA	3		0,9	0,8		440	5	12	9	3,35	2,52	362,41	31,89
1	BOMBA	INCENDIO		0,9	0,8			50	3	2	33,55	25,17	201,33	17,72
1	BOMBA	INCENDIO		0,9	0,8			3	3	2	2,01	1,51	12,08	1,06
2	EXTRACTOR	1		0,9	0,81	4,29	440	2,2	12	30	1,47	1,07	531,53	46,78
2	EXTRACTOR	2	1.730	0,9	0,85	11	220	1,5	12	30	1,00	0,62	362,41	31,89
2	VENTILADOR	1		0,9	0,85	20,3	208	6,04	24	30	4,51	2,80	3.247,2	256,53
2	ESCALERAS E.			0,9	0,8			5	12	30	3,35	2,52	1.208,03	106,31
2	ESCALERAS E.			0,9	0,8			5	12	30	3,35	2,52	1.208,03	106,31
2	ESCALERAS E.			0,9	0,8			5	12	30	3,35	2,52	1.208,03	106,31
2	ASCENSORES			0,9	0,8			15	10	30	10,06	7,55	3.020,08	265,77
2	ASCENSORES			0,9	0,8			15	3	30	10,06	7,55	906,02	79,73
2	Computadores								9	22	3		594	52,27
3	EXTRACTOR	1	1.725	0,9	0,85	5	115	0,25	12	30	0,16	0,10	60,4	5,32
3	EXTRACTOR	2	1.725	0,83	0,8	4,34	440	3	12	30	1,85	1,39	669,25	58,89
3	EXTRACTOR	3	1.725	0,83	0,8	4,34	440	3	12	30	1,85	1,39	669,25	58,89
3	EXTRACTOR	4	1.725	0,9	0,85	5,5	115	0,33	12	30	0,22	0,14	80,53	7,09
3	EXTRACTOR	5	1.720	0,9	0,85	4,2	220	0,5	12	30	0,33	0,21	120,80	10,63
3	EXTRACTOR	6	1.725	0,83	0,8	4,34	440	3	12	30	1,85	1,39	669,25	58,89
3	EXTRACTOR	7	1.725	0,83	0,8	4,34	440	3	12	30	1,85	1,39	669,25	58,89
3	EXTRACTOR	9	1.725	0,9	0,85	5	115	0,25	12	30	0,16	0,10	60,40	5,32
3	EXTRACTOR	10	1.725	0,9	0,85	7,5	115	0,5	12	30	0,33	0,21	120,8	10,63
3	EXTRACTOR	11	1.720	0,9	0,85	4,2	220	0,5	12	30	0,33	0,21	120,8	10,63
3	EXTRACTOR	-	1.725	0,62	0,62	4,2	230	0,5	12	30	0,23	0,29	83,22	7,32
3	EXTRACTOR	PARQUEADERO	1.760	0,89	0,8	91	200	30	12	30	20,02	15,02	7.207,93	634,30
3	EXTRACTOR	PARQUEADERO	1.760	0,89	0,8	91	200	30	12	30	20,02	15,02	7.207,93	634,30
3	HUMIDIFICADOR	1	1.750	0,81	0,84	21,5	440	15	12	30	9,09	5,87	3.273,77	288,09
3	ESCALERAS E.			0,9	0,8			15	12	30	10,06	7,55	3.624,10	318,92
3	ESCALERAS E.			0,9	0,8			15	12	30	10,06	7,55	3.624,10	318,92
3	ASCENSORES			0,9	0,8			15	10	30	10,06	7,55	3.020,08	265,77
3	EXTRACTOR		1.720	0,9	0,8	4,2	220	0,5	12	30	0,33	0,25	120,80	10,63

ETAPA I			
TIPO	#LUMINARIA	POTENCIA (W)	TIPO
HQI redonda	288	43200	Mercurio Halogenado
Fluorescente	673	28026	Fluorescente
Exterior	45	20250	Led
ETAPA II			
TIPO	#LUMINARIA	POTENCIA (W)	TIPO
HQI redonda	469	70350	Mercurio Halogenado
Fluorescente	577	18464	Fluorescente
LED	51	255	Led
LED cuadrada 4000k	23	414	Led
Reflectores ovalados	65	29250	Mercurio Halogenado
Ojo de Buey	28	196	Mercurio Halogenado
ETAPA III			
TIPO	#LUMINARIA	POTENCIA (W)	TIPO
SOBREPUESTA 2X32W	1039	66496	Fluorescente
FLUORESCENTE 32W	402	12864	Fluorescente
LED redonda 4000K	35	1050	Led
Dulux 2x48	162	15458	Mercurio Halogenado
Empotrado HQI cuadrada	113	16950	Mercurio Halogenado
HQI redonda	161	29050	Mercurio Halogenado
LED redonda 6500K	15	342	Led
APLIQUE	43	2150	Incandescentes
LED EMPOTRADA	16	576	Led
Ojo de buey	19	133	Led
Reflector LED	11	1100	Led
Ojo de buey LED	121	2783	Led
ETAPA IV			
TIPO	#LUMINARIA	POTENCIA (W)	TIPO
Lineal Led	100	3200	Led

ANEXOS VIII

Se realiza el análisis de ingeniería del capítulo V de rediseño a continuación:

DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN TABLERO TGIC

A continuación, se describen los elementos del sistema eléctrico:

		# DE PUNTOS							V [V]	FP	P [W]	S [VA]	FD	DMU [VA]	I [A]
# DE CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	LED 2m 100W	LED 1,4m 50W	LED REDONDA 150W	LED REDONDA 200W	PUBLICIDAD 1kVA									
TGIC_C1	LUMINARIAS			6				127	0,85	900	1058,82	1	1058,8	8,3	
TGIC_C5	LUMINARIAS							127	0,85	475	558,8235	1	558,8235	4,4002	
TGIN_C6	LUMINARIAS							127	0,85	625	735,2941	1	735,2941	5,7897	
TGIN_C7	LUMINARIAS							127	0,85	650	764,7059	1	764,7059	6,0213	
TGIN_C9	LUMINARIAS	6						127	0,85	600	705,8824	1	705,8824	5,5581	
TGIN_C10	LUMINARIAS							127	0,85	350	411,7647	1	411,7647	3,2422	
TGIN_C12	LUMINARIAS							127	0,85	350	411,7647	1	411,7647	3,2422	
TGIN_C11	LUMINARIAS							127	0,85	350	411,7647	1	411,7647	3,2422	
TGIC_C13	LUMINARIAS	7						127	0,85	700	823,5294	1	823,5294	6,4845	
TGIC_C2	PUBLICIDAD							127	1		1000	1	1000,0	7,9	
TOTAL												6882,4	54,2		

Corredor H

SELECCIÓN DE CONDUCTORES

A continuación, se muestran los resultados de los cálculos del análisis de caída de tensión y corriente en cada uno de los circuitos descritos anteriormente.

Selección de conductor circuito TGIC_C1

Se realiza la selección del conductor por caída de tensión:

CÁLCULO CAÍDA DE TENSIÓN PARA UN SISTEMA MONOFÁSICO A FP=0,85													
Longitud en m		73				% máx de Reg.		3					
Corriente en A		8,3											
Voltaje en V		127				Caída de Tensión fase - neutro				% Caída de tensión			
Calibre	Z eficaz para alambre de cobre descubierto a FP=0,85			Sección Transversal	Conduit de PVC			Conduit de AL			Conduit de Acero		
	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero		Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero
14	8,9	8,9	8,9	2,1	10,7	10,7	10,7	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
12	5,6	5,6	5,6	3,3	6,8	6,8	6,8	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3
10	3,6	3,6	3,6	5,3	4,4	4,4	4,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
8	2,3	2,3	2,3	8,4	2,7	2,7	2,8	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
6	1,4	1,5	1,5	13,3	1,7	1,8	1,8	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
4	1,0	1,0	1,0	21,0	1,2	1,2	1,2	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
3	0,8	0,8	0,8	26,7	0,9	1,0	1,0	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
2	0,6	0,6	0,7	33,6	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
1	0,5	0,5	0,5	42,2	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
1/0	0,4	0,4	0,4	53,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
2/0	0,4	0,4	0,4	67,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
3/0	0,3	0,3	0,3	85,0	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
4/0	0,2	0,3	0,3	107,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
250	0,2	0,2	0,2	126,7	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
300	0,2	0,2	0,2	152,0	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
350	0,2	0,2	0,2	177,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
400	0,2	0,2	0,2	202,7	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
500	0,1	0,2	0,2	253,4	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
600	0,1	0,1	0,2	304,0	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
750	0,1	0,1	0,1	380,0	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1000	0,1	0,1	0,1	506,7	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Selección de conductor circuito TGIC_C5

Se realiza la selección del conductor por caída de tensión:

CÁLCULO CAÍDA DE TENSIÓN PARA UN SISTEMA MONOFÁSICO A FP=0,85													
Longitud en m		70		% máx de Reg.			3						
Corriente en A		4,5											
Voltaje en V		127		Caída de Tensión fase - neutro					% Caída de tensión				
Calibre	Z eficaz para alambre de cobre descubierto a FP=0,85			Sección Transversal	Conduit de PVC			Conduit de AL			Conduit de Acero		
	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero		Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero
14	8,9	8,9	8,9	2,1	5,6	5,6	5,6	4,4	4,4	4,4			
12	5,6	5,6	5,6	3,3	3,5	3,5	3,5	2,8	2,8	2,8			
10	3,6	3,6	3,6	5,3	2,3	2,3	2,3	1,8	1,8	1,8			
8	2,3	2,3	2,3	8,4	1,4	1,4	1,4	1,1	1,1	1,1			
6	1,4	1,5	1,5	13,3	0,9	0,9	0,9	0,7	0,7	0,7			
4	1,0	1,0	1,0	21,0	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5			
3	0,8	0,8	0,8	26,7	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4			
2	0,6	0,6	0,7	33,6	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3			
1	0,5	0,5	0,5	42,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3			
1/0	0,4	0,4	0,4	53,5	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2			
2/0	0,4	0,4	0,4	67,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2			
3/0	0,3	0,3	0,3	85,0	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2			
4/0	0,2	0,3	0,3	107,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1			
250	0,2	0,2	0,2	126,7	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1			
300	0,2	0,2	0,2	152,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1			
350	0,2	0,2	0,2	177,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1			
400	0,2	0,2	0,2	202,7	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1			
500	0,1	0,2	0,2	253,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1			
600	0,1	0,1	0,2	304,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1			
750	0,1	0,1	0,1	380,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1			
1000	0,1	0,1	0,1	506,7	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1			

Selección de conductor circuitos TGIC_C6, TGIC_C7 Y TGIC_C9

Se realiza la selección del conductor por caída de tensión:

CÁLCULO CAÍDA DE TENSIÓN PARA UN SISTEMA TRIFÁSICO A FP=0,85													
Longitud en m		65		% máx de Reg.			3		TRAMO 1/12				
Corriente en A		18,1		Caída de Tensión fase - neutro			Caída de Tensión fase - fase			% Caída de tensión			
Voltaje en V		220		Conduit de PVC			Conduit de AL			Conduit de Acero			
Calibre	Z eficaz para alambre de cobre descubierto a FP=0,85			Sección Transversal	Conduit de PVC			Conduit de AL			Conduit de Acero		
	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero		Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero			
14	8,9	8,9	8,9	2,1	10,4	10,4	10,4	18,1	18,1	18,1	8,2	8,2	8,2
12	5,6	5,6	5,6	3,3	6,6	6,6	6,6	11,4	11,4	11,4	5,2	5,2	5,2
10	3,6	3,6	3,6	5,3	4,2	4,2	4,2	7,4	7,4	7,4	3,3	3,3	3,3
8	2,3	2,3	2,3	8,4	2,7	2,7	2,7	4,6	4,6	4,7	2,1	2,1	2,1
6	1,4	1,5	1,5	13,3	1,7	1,7	1,7	2,9	3,0	3,0	1,3	1,4	1,4
4	1,0	1,0	1,0	21,0	1,1	1,1	1,2	1,9	1,9	2,0	0,9	0,9	0,9
3	0,8	0,8	0,8	26,7	0,9	0,9	0,9	1,5	1,6	1,6	0,7	0,7	0,7
2	0,6	0,6	0,7	33,6	0,7	0,7	0,8	1,3	1,3	1,3	0,6	0,6	0,6
1	0,5	0,5	0,5	42,2	0,6	0,6	0,6	1,1	1,1	1,1	0,5	0,5	0,5
1/0	0,4	0,4	0,4	53,5	0,5	0,5	0,5	0,9	0,9	0,9	0,4	0,4	0,4
2/0	0,4	0,4	0,4	67,4	0,4	0,4	0,4	0,7	0,7	0,7	0,3	0,3	0,3
3/0	0,3	0,3	0,3	85,0	0,3	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,3	0,3	0,3
4/0	0,2	0,3	0,3	107,2	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2
250	0,2	0,2	0,2	126,7	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2
300	0,2	0,2	0,2	152,0	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2
350	0,2	0,2	0,2	177,3	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2
400	0,2	0,2	0,2	202,7	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,1	0,2	0,2
500	0,1	0,2	0,2	253,4	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2
600	0,1	0,1	0,2	304,0	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1
750	0,1	0,1	0,1	380,0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1
1000	0,1	0,1	0,1	506,7	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1

Selección de conductor circuito TGIC_C8

Se realiza la selección del conductor por caída de tensión:

CÁLCULO CAÍDA DE TENSIÓN PARA UN SISTEMA MONOFÁSICO A FP=0,85													
Longitud en m		82		% máx de Reg.			3						
Corriente en A		4											
Voltaje en V		127		Caída de Tensión fase - neutro					% Caída de tensión				
Calibre	Z eficaz para alambre de cobre descubierto a FP=0,85			Sección Transversal	Conduit de PVC			Conduit de AL			Conduit de Acero		
	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero		Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero
14	8,9	8,9	8,9	2,1	5,8	5,8	5,8				4,6	4,6	4,6
12	5,6	5,6	5,6	3,3	3,7	3,7	3,7				2,9	2,9	2,9
10	3,6	3,6	3,6	5,3	2,4	2,4	2,4				1,9	1,9	1,9
8	2,3	2,3	2,3	8,4	1,5	1,5	1,5				1,2	1,2	1,2
6	1,4	1,5	1,5	13,3	0,9	1,0	1,0				0,7	0,8	0,8
4	1,0	1,0	1,0	21,0	0,6	0,6	0,6				0,5	0,5	0,5
3	0,8	0,8	0,8	26,7	0,5	0,5	0,5				0,4	0,4	0,4
2	0,6	0,6	0,7	33,6	0,4	0,4	0,4				0,3	0,3	0,3
1	0,5	0,5	0,5	42,2	0,3	0,3	0,3				0,3	0,3	0,3
1/0	0,4	0,4	0,4	53,5	0,3	0,3	0,3				0,2	0,2	0,2
2/0	0,4	0,4	0,4	67,4	0,2	0,2	0,2				0,2	0,2	0,2
3/0	0,3	0,3	0,3	85,0	0,2	0,2	0,2				0,1	0,2	0,2
4/0	0,2	0,3	0,3	107,2	0,2	0,2	0,2				0,1	0,1	0,1
250	0,2	0,2	0,2	126,7	0,1	0,2	0,2				0,1	0,1	0,1
300	0,2	0,2	0,2	152,0	0,1	0,1	0,1				0,1	0,1	0,1
350	0,2	0,2	0,2	177,3	0,1	0,1	0,1				0,1	0,1	0,1
400	0,2	0,2	0,2	202,7	0,1	0,1	0,1				0,1	0,1	0,1
500	0,1	0,2	0,2	253,4	0,1	0,1	0,1				0,1	0,1	0,1
600	0,1	0,1	0,2	304,0	0,1	0,1	0,1				0,1	0,1	0,1
750	0,1	0,1	0,1	380,0	0,1	0,1	0,1				0,1	0,1	0,1
1000	0,1	0,1	0,1	506,7	0,1	0,1	0,1				0,1	0,1	0,1

Selección de conductor circuitos TGIC_C10 y TGIC_C12

Se realiza la selección del conductor por caída de tensión:

CÁLCULO CAÍDA DE TENSIÓN PARA UN SISTEMA BIFÁSICO A FP=0,85													
Longitud en m		110			% máx de Reg.		3		TRAMO 13/13				
Corriente en A		6,49											
Voltaje en V		220			Caída de Tensión fase - neutro				% Caída de tensión				
Calibre	Z eficaz para alambre de cobre descubierto a FP=0,85			Sección Transversal	Conduit de PVC			Conduit de AL			Conduit de Acero		
	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero		Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero			
14	8,9	8,9	8,9	2,1	12,7	12,7	12,7				5,8	5,8	5,8
12	5,6	5,6	5,6	3,3	8,0	8,0	8,0				3,6	3,6	3,6
10	3,6	3,6	3,6	5,3	5,2	5,2	5,2				2,3	2,3	2,3
8	2,3	2,3	2,3	8,4	3,2	3,2	3,3				1,5	1,5	1,5
6	1,4	1,5	1,5	13,3	2,1	2,1	2,1				0,9	1,0	1,0
4	1,0	1,0	1,0	21,0	1,4	1,4	1,4				0,6	0,6	0,6
3	0,8	0,8	0,8	26,7	1,1	1,1	1,1				0,5	0,5	0,5
2	0,6	0,6	0,7	33,6	0,9	0,9	0,9				0,4	0,4	0,4
1	0,5	0,5	0,5	42,2	0,7	0,7	0,7				0,3	0,3	0,3
1/0	0,4	0,4	0,4	53,5	0,6	0,6	0,6				0,3	0,3	0,3
2/0	0,4	0,4	0,4	67,4	0,5	0,5	0,5				0,2	0,2	0,2
3/0	0,3	0,3	0,3	85,0	0,4	0,4	0,4				0,2	0,2	0,2
4/0	0,2	0,3	0,3	107,2	0,3	0,4	0,4				0,2	0,2	0,2
250	0,2	0,2	0,2	126,7	0,3	0,3	0,3				0,1	0,1	0,2
300	0,2	0,2	0,2	152,0	0,3	0,3	0,3				0,1	0,1	0,1
350	0,2	0,2	0,2	177,3	0,2	0,3	0,3				0,1	0,1	0,1
400	0,2	0,2	0,2	202,7	0,2	0,2	0,3				0,1	0,1	0,1
500	0,1	0,2	0,2	253,4	0,2	0,2	0,2				0,1	0,1	0,1
600	0,1	0,1	0,2	304,0	0,2	0,2	0,2				0,1	0,1	0,1
750	0,1	0,1	0,1	380,0	0,2	0,2	0,2				0,1	0,1	0,1
1000	0,1	0,1	0,1	506,7	0,1	0,2	0,2				0,1	0,1	0,1

Selección de conductor circuitos TGIC_C11 y TGIC_C13

Se realiza la selección del conductor por caída de tensión:

CÁLCULO CAÍDA DE TENSIÓN PARA UN SISTEMA BIFÁSICO A FP=0,85													
Longitud en m		98		% máx de Reg.		3		TRAMO 13/13					
Corriente en A		12,98											
Voltaje en V		220		Caída de Tensión fase - neutro				% Caída de tensión					
Calibre	Z eficaz para alambre de cobre descubierto a FP=0,85			Sección Transversal	Conduit de PVC			Conduit de AL			Conduit de Acero		
	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero		Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero
14	8,9	8,9	8,9	2,1	22,5	22,5	22,5	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
12	5,6	5,6	5,6	3,3	14,2	14,2	14,2	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
10	3,6	3,6	3,6	5,3	9,2	9,2	9,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
8	2,3	2,3	2,3	8,4	5,7	5,7	5,8	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
6	1,4	1,5	1,5	13,3	3,7	3,8	3,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
4	1,0	1,0	1,0	21,0	2,4	2,4	2,5	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
3	0,8	0,8	0,8	26,7	1,9	2,0	2,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
2	0,6	0,6	0,7	33,6	1,6	1,6	1,7	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,8
1	0,5	0,5	0,5	42,2	1,3	1,3	1,3	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
1/0	0,4	0,4	0,4	53,5	1,1	1,1	1,1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
2/0	0,4	0,4	0,4	67,4	0,9	0,9	0,9	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
3/0	0,3	0,3	0,3	85,0	0,7	0,8	0,8	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4
4/0	0,2	0,3	0,3	107,2	0,6	0,7	0,7	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
250	0,2	0,2	0,2	126,7	0,6	0,6	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
300	0,2	0,2	0,2	152,0	0,5	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
350	0,2	0,2	0,2	177,3	0,4	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
400	0,2	0,2	0,2	202,7	0,4	0,4	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
500	0,1	0,2	0,2	253,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
600	0,1	0,1	0,2	304,0	0,3	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
750	0,1	0,1	0,1	380,0	0,3	0,3	0,4	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2
1000	0,1	0,1	0,1	506,7	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2

Selección de conductor circuito TGIC_C2 (Publicidad)

Se realiza la selección del conductor por caída de tensión:

CÁLCULO CAÍDA DE TENSIÓN PARA UN SISTEMA MONOFÁSICO A FP=0,85											
Longitud en m		90				% máx de Reg.		3			
Corriente en A		7,54									
Voltaje en V		127									
Calibre	Z eficaz para alambre de cobre descubierto a FP=0,85			Sección Transversal	Caída de Tensión fase - neutro			% Caída de tensión			
	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero		Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	
14	8,9	8,9	8,9	2,1	12,0	12,0	12,0	9,5	9,5	9,5	
12	5,6	5,6	5,6	3,3	7,6	7,6	7,6	6,0	6,0	6,0	
10	3,6	3,6	3,6	5,3	4,9	4,9	4,9	3,9	3,9	3,9	
8	2,3	2,3	2,3	8,4	3,1	3,1	3,1	2,4	2,4	2,4	
6	1,4	1,5	1,5	13,3	2,0	2,0	2,0	1,5	1,6	1,6	
4	1,0	1,0	1,0	21,0	1,3	1,3	1,3	1,0	1,0	1,1	
3	0,8	0,8	0,8	26,7	1,0	1,1	1,1	0,8	0,8	0,8	
2	0,6	0,6	0,7	33,6	0,8	0,8	0,9	0,7	0,7	0,7	
1	0,5	0,5	0,5	42,2	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	
1/0	0,4	0,4	0,4	53,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	
2/0	0,4	0,4	0,4	67,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	
3/0	0,3	0,3	0,3	85,0	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	
4/0	0,2	0,3	0,3	107,2	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	
250	0,2	0,2	0,2	126,7	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	
300	0,2	0,2	0,2	152,0	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	
350	0,2	0,2	0,2	177,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	
400	0,2	0,2	0,2	202,7	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
500	0,1	0,2	0,2	253,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
600	0,1	0,1	0,2	304,0	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	
750	0,1	0,1	0,1	380,0	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	
1000	0,1	0,1	0,1	506,7	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	

Selección de ductos

Se realiza la selección de ductos de acuerdo con el código eléctrico nacional, tabla C1.

Como resultado se obtienen las acometidas de la siguiente forma:

Corredor H		# DE PUNTOS										CABLEADO Y PROTECCION				
# DE CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	LED OJO DE BUEY 25W	LED 2m 100W	LED 1,4m 50W	LED REDONDA 150W	LED REDONDA 200W	PUBLICIDAD 1KVA	V [V]	FP	P[W]	S [VA]	FD	DMU [VA]	I [A]	PROTECCIÓN	CABLE Y TUBERÍA
TGIC_C1	LUMINARIAS				6			127	0,85	900	1058,82	1	1058,8	8,3	1P-16A	1F×#8AWG+1N×#8AWG+1Tx14AWG φ1/2"
TGIC_C5	LUMINARIAS	19						127	0,85	475	558,8235	1	558,8235	4,4002	1P-16A	1F×#12AWG+1N×#12AWG+1Tx14AWG φ1/2"
TGIN_C6	LUMINARIAS	25						127	0,85	625	735,2941	1	735,2941	5,7897	1P-16A	3F×#8AWG+1N×#6AWG+1Tx14AWG φ1"
TGIN_C7	LUMINARIAS	26						127	0,85	650	764,7059	1	764,7059	6,0213	1P-16A	1F×#8AWG+1N×#8AWG+1Tx14AWG φ1/2"
TGIN_C9	LUMINARIAS		6					127	0,85	600	705,8824	1	705,8824	5,5581	1P-16A	1F×#8AWG+1N×#8AWG+1Tx14AWG φ1/2"
TGIN_C8	LUMINARIAS	17						127	0,85	425	500	1	500	3,937	1P-16A	2F×#10AWG+1N×#8AWG+1Tx14AWG φ3/4"
TGIN_C10	LUMINARIAS	14						127	0,85	350	411,7647	1	411,7647	3,2422	1P-16A	2F×#8AWG+1N×#6AWG+1Tx14AWG φ3/4"
TGIN_C12	LUMINARIAS	14						127	0,85	350	411,7647	1	411,7647	3,2422	1P-16A	1F×#8AWG+1N×#6AWG+1Tx14AWG φ3/4"
TGIN_C11	LUMINARIAS	14						127	0,85	350	411,7647	1	411,7647	3,2422	1P-16A	1F×#8AWG+1N×#6AWG+1Tx14AWG φ3/4"
TGIC_C13	LUMINARIAS		7					127	0,85	700	823,5294	1	823,5294	6,4845	1P-16A	1F×#8AWG+1N×#8AWG+1Tx14AWG φ1/2"
TGIC_C2	PUBLICIDAD							127	1		1000	1	1000,0	7,9	1P-16A	1F×#8AWG+1N×#8AWG+1Tx14AWG φ1/2"
											TOTAL		7382,4	58,1		

DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN TABLERO TGIN

A continuación se describen los elementos del sistema eléctrico:

CORREDOR G & I		# DE PUNTOS							V [V]	FP	P [W]	S [VA]	FD	DMU [VA]	I [A]
# DE CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	LED OJO DE BUEY 25W	LED 2m 100W	LED 1,4m 50W	LED INDUSTRIAL 150W	LED INDUSTRIAL 200W	PUBLICIDAD 1kVA								
TGIN_C1	LUMINARIAS	14						127	0,9	350,0	411,8	1,0	411,8	3,2	
TGIN_C3	LUMINARIAS	27						127	0,9	675,0	794,1	1,0	794,1	6,3	
TGIN_C2	LUMINARIAS	14						127	0,9	350,0	411,8	1,0	411,8	3,2	
TGIN_C4	LUMINARIAS		7					127	0,9	700,0	823,5	1,0	823,5	6,5	
TGIN_C5	LUMINARIAS	12						127	0,9	300,0	352,9	1,0	352,9	2,8	
TGIN_C8	LUMINARIAS		10					127	0,9	1000,0	1176,5	1,0	1176,5	9,3	
TGIN_C6	LUMINARIAS	16						127	0,9	400,0	470,6	1,0	470,6	3,7	
TGIN_C7	LUMINARIAS	12						127	0,9	300,0	352,9	1,0	352,9	2,8	
TGIN_C9	PUBLICIDAD							127	1		1000	1	1000	7,874	
TOTAL														5794,1	45,6

SELECCIÓN DE PROTECCIONES TERMOMAGNÉTICAS

Se seleccionan las protecciones termomagnéticas de acuerdo con las especificaciones de corriente de las cargas.

# DE CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	LED OJO DE BUEY 25W	LED 2m 100W	LED 1,4m 50W	LED INDUSTRIAL 150W	LED INDUSTRIAL 200W	PUBLICIDAD 1KVA	V [V]	Fp	P[W]	S [VA]	FD	DMU [VA]	I [A]	PROTECCIÓN
TGIN_C1	LUMINARIAS	14						127	0,9	350,0	411,8	1,0	411,8	3,2	1P-16A
TGIN_C3	LUMINARIAS	27						127	0,9	675,0	794,1	1,0	794,1	6,3	1P-16A
TGIN_C2	LUMINARIAS	14						127	0,9	350,0	411,8	1,0	411,8	3,2	1P-16A
TGIN_C4	LUMINARIAS		7					127	0,9	700,0	823,5	1,0	823,5	6,5	1P-16A
TGIN_C5	LUMINARIAS	12						127	0,9	300,0	352,9	1,0	352,9	2,8	1P-16A
TGIN_C8	LUMINARIAS		10					127	0,9	1000,0	1176,5	1,0	1176,5	9,3	1P-16A
TGIN_C6	LUMINARIAS	16						127	0,9	400,0	470,6	1,0	470,6	3,7	1P-16A
TGIN_C7	LUMINARIAS	12						127	0,9	300,0	352,9	1,0	352,9	2,8	1P-16A
TGIN_C9	PUBLICIDAD							127	1		1000	1	1000	7,874	1P-16A

SELECCIÓN DE CONDUCTORES

A continuación se muestran los resultados de los cálculos del análisis de caída de tensión y corriente en cada uno de los circuitos descritos anteriormente.

Selección de conductor circuitos TGIN_C1 y TGIN_C3

Se realiza la selección del conductor por caída de tensión:

CÁLCULO CAÍDA DE TENSIÓN PARA UN SISTEMA BIFÁSICO A FP=0,85													
Longitud en m		90		% máx de Reg.		3		TRAMO 13/13					
Corriente en A		12,6											
Voltaje en V		220		Caída de Tensión fase - neutro				% Caída de tensión					
Calibre	Z eficaz para alambre de cobre descubierto a FP=0,85			Sección Transversal	Conduit de PVC			Conduit de AL			Conduit de Acero		
	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero		Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero
14	8,9	8,9	8,9	2,1	20,1	20,1	20,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
12	5,6	5,6	5,6	3,3	12,7	12,7	12,7	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
10	3,6	3,6	3,6	5,3	8,2	8,2	8,2	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
8	2,3	2,3	2,3	8,4	5,1	5,1	5,2	2,3	2,3	2,4	2,3	2,3	2,4
6	1,4	1,5	1,5	13,3	3,3	3,4	3,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
4	1,0	1,0	1,0	21,0	2,2	2,2	2,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
3	0,8	0,8	0,8	26,7	1,7	1,8	1,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
2	0,6	0,6	0,7	33,6	1,4	1,4	1,5	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7
1	0,5	0,5	0,5	42,2	1,2	1,2	1,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
1/0	0,4	0,4	0,4	53,5	1,0	1,0	1,0	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
2/0	0,4	0,4	0,4	67,4	0,8	0,8	0,8	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
3/0	0,3	0,3	0,3	85,0	0,7	0,7	0,7	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
4/0	0,2	0,3	0,3	107,2	0,6	0,6	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
250	0,2	0,2	0,2	126,7	0,5	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
300	0,2	0,2	0,2	152,0	0,4	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
350	0,2	0,2	0,2	177,3	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
400	0,2	0,2	0,2	202,7	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
500	0,1	0,2	0,2	253,4	0,3	0,4	0,4	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2
600	0,1	0,1	0,2	304,0	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2
750	0,1	0,1	0,1	380,0	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1000	0,1	0,1	0,1	506,7	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

De acuerdo con el cálculo en corriente y en tensión de los conductores por circuito, se eligen las siguientes acometidas:

Selección de conductor circuito TGIN_C2 y TGIN_C4

Se realiza la selección del conductor por caída de tensión:

CÁLCULO CAÍDA DE TENSIÓN PARA UN SISTEMA BIFÁSICO A FP=0,85													
Longitud en m		80		% máx de Reg.		3		TRAMO 13/13					
Corriente en A		13											
Voltaje en V		220		Caída de Tensión fase - neutro				% Caída de tensión					
Calibre	Z eficaz para alambre de cobre descubierto a FP=0,85			Sección Transversal	Conduit de PVC			Conduit de AL			Conduit de Acero		
	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero		Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero
14	8,9	8,9	8,9	2,1	18,4	18,4	18,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4
12	5,6	5,6	5,6	3,3	11,6	11,6	11,6	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3
10	3,6	3,6	3,6	5,3	7,5	7,5	7,5	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
8	2,3	2,3	2,3	8,4	4,7	4,7	4,8	2,1	2,1	2,2	2,1	2,1	2,2
6	1,4	1,5	1,5	13,3	3,0	3,1	3,1	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
4	1,0	1,0	1,0	21,0	2,0	2,0	2,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
3	0,8	0,8	0,8	26,7	1,6	1,6	1,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
2	0,6	0,6	0,7	33,6	1,3	1,3	1,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
1	0,5	0,5	0,5	42,2	1,1	1,1	1,1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
1/0	0,4	0,4	0,4	53,5	0,9	0,9	0,9	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
2/0	0,4	0,4	0,4	67,4	0,8	0,8	0,8	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
3/0	0,3	0,3	0,3	85,0	0,6	0,6	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
4/0	0,2	0,3	0,3	107,2	0,5	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
250	0,2	0,2	0,2	126,7	0,5	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
300	0,2	0,2	0,2	152,0	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
350	0,2	0,2	0,2	177,3	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
400	0,2	0,2	0,2	202,7	0,3	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
500	0,1	0,2	0,2	253,4	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2
600	0,1	0,1	0,2	304,0	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
750	0,1	0,1	0,1	380,0	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1000	0,1	0,1	0,1	506,7	0,2	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Selección de conductor circuito TGIN_C5 y TGIN_C8

Se realiza la selección del conductor por caída de tensión:

CÁLCULO CAÍDA DE TENSIÓN PARA UN SISTEMA BIFÁSICO A FP=0,85												
Longitud en m		90				% máx de Reg.		3		TRAMO 13/13		
Corriente en A		18,6										
Voltaje en V		220										
Calibre	Z eficaz para alambre de cobre descubierto a FP=0,85			Sección Transversal	Caída de Tensión fase - neutro			% Caída de tensión				
	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero		Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero		
14	8,9	8,9	8,9	2,1	29,7	29,7	29,7	13,5	13,5	13,5		
12	5,6	5,6	5,6	3,3	18,7	18,7	18,7	8,5	8,5	8,5		
10	3,6	3,6	3,6	5,3	12,1	12,1	12,1	5,5	5,5	5,5		
8	2,3	2,3	2,3	8,4	7,6	7,6	7,7	3,4	3,4	3,5		
6	1,4	1,5	1,5	13,3	4,8	5,0	5,0	2,2	2,3	2,3		
4	1,0	1,0	1,0	21,0	3,2	3,2	3,3	1,4	1,4	1,5		
3	0,8	0,8	0,8	26,7	2,5	2,6	2,6	1,1	1,2	1,2		
2	0,6	0,6	0,7	33,6	2,1	2,1	2,2	0,9	0,9	1,0		
1	0,5	0,5	0,5	42,2	1,8	1,8	1,8	0,8	0,8	0,8		
1/0	0,4	0,4	0,4	53,5	1,4	1,4	1,4	0,6	0,6	0,6		
2/0	0,4	0,4	0,4	67,4	1,2	1,2	1,2	0,5	0,5	0,5		
3/0	0,3	0,3	0,3	85,0	1,0	1,0	1,0	0,4	0,5	0,5		
4/0	0,2	0,3	0,3	107,2	0,8	0,9	0,9	0,4	0,4	0,4		
250	0,2	0,2	0,2	126,7	0,7	0,8	0,8	0,3	0,4	0,4		
300	0,2	0,2	0,2	152,0	0,6	0,7	0,7	0,3	0,3	0,3		
350	0,2	0,2	0,2	177,3	0,6	0,6	0,7	0,3	0,3	0,3		
400	0,2	0,2	0,2	202,7	0,5	0,6	0,6	0,2	0,3	0,3		
500	0,1	0,2	0,2	253,4	0,5	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2		
600	0,1	0,1	0,2	304,0	0,4	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2		
750	0,1	0,1	0,1	380,0	0,4	0,4	0,5	0,2	0,2	0,2		
1000	0,1	0,1	0,1	506,7	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2		

Selección de conductor circuito TGIN_C6 y TGIN_C7

Se realiza la selección del conductor por caída de tensión:

CÁLCULO CAÍDA DE TENSIÓN PARA UN SISTEMA BIFÁSICO A FP=0,85													
Longitud en m		90		% máx de Reg.		3		TRAMO 13/13					
Corriente en A		7,4											
Voltaje en V		220		Caída de Tensión fase - neutro				% Caída de tensión					
Calibre	Z eficaz para alambre de cobre descubierto a FP=0,85			Sección Transversal	Conduit de PVC			Conduit de AL			Conduit de Acero		
	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero		Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero			
14	8,9	8,9	8,9	2,1	11,8	11,8	11,8				5,4	5,4	5,4
12	5,6	5,6	5,6	3,3	7,4	7,4	7,4				3,4	3,4	3,4
10	3,6	3,6	3,6	5,3	4,8	4,8	4,8				2,2	2,2	2,2
8	2,3	2,3	2,3	8,4	3,0	3,0	3,1				1,4	1,4	1,4
6	1,4	1,5	1,5	13,3	1,9	2,0	2,0				0,9	0,9	0,9
4	1,0	1,0	1,0	21,0	1,3	1,3	1,3				0,6	0,6	0,6
3	0,8	0,8	0,8	26,7	1,0	1,0	1,0				0,5	0,5	0,5
2	0,6	0,6	0,7	33,6	0,8	0,8	0,9				0,4	0,4	0,4
1	0,5	0,5	0,5	42,2	0,7	0,7	0,7				0,3	0,3	0,3
1/0	0,4	0,4	0,4	53,5	0,6	0,6	0,6				0,3	0,3	0,3
2/0	0,4	0,4	0,4	67,4	0,5	0,5	0,5				0,2	0,2	0,2
3/0	0,3	0,3	0,3	85,0	0,4	0,4	0,4				0,2	0,2	0,2
4/0	0,2	0,3	0,3	107,2	0,3	0,3	0,3				0,1	0,2	0,2
250	0,2	0,2	0,2	126,7	0,3	0,3	0,3				0,1	0,1	0,1
300	0,2	0,2	0,2	152,0	0,3	0,3	0,3				0,1	0,1	0,1
350	0,2	0,2	0,2	177,3	0,2	0,3	0,3				0,1	0,1	0,1
400	0,2	0,2	0,2	202,7	0,2	0,2	0,2				0,1	0,1	0,1
500	0,1	0,2	0,2	253,4	0,2	0,2	0,2				0,1	0,1	0,1
600	0,1	0,1	0,2	304,0	0,2	0,2	0,2				0,1	0,1	0,1
750	0,1	0,1	0,1	380,0	0,2	0,2	0,2				0,1	0,1	0,1
1000	0,1	0,1	0,1	506,7	0,1	0,2	0,2				0,1	0,1	0,1

Selección de conductor circuito TGIN_C9 (Publicidad)

Se realiza la selección del conductor por caída de tensión:

CÁLCULO CAÍDA DE TENSIÓN PARA UN SISTEMA MONOFÁSICO A FP=0,85											
Longitud en m		90				% máx de Reg.		3			
Corriente en A		7,54									
Voltaje en V		127									
Calibre	Z eficaz para alambre de cobre descubierto a FP=0,85			Sección Transversal	Caída de Tensión fase - neutro			% Caída de tensión			
	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero		Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	
14	8,9	8,9	8,9	2,1	12,0	12,0	12,0	9,5	9,5	9,5	
12	5,6	5,6	5,6	3,3	7,6	7,6	7,6	6,0	6,0	6,0	
10	3,6	3,6	3,6	5,3	4,9	4,9	4,9	3,9	3,9	3,9	
8	2,3	2,3	2,3	8,4	3,1	3,1	3,1	2,4	2,4	2,4	
6	1,4	1,5	1,5	13,3	2,0	2,0	2,0	1,5	1,6	1,6	
4	1,0	1,0	1,0	21,0	1,3	1,3	1,3	1,0	1,0	1,1	
3	0,8	0,8	0,8	26,7	1,0	1,1	1,1	0,8	0,8	0,8	
2	0,6	0,6	0,7	33,6	0,8	0,8	0,9	0,7	0,7	0,7	
1	0,5	0,5	0,5	42,2	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	
1/0	0,4	0,4	0,4	53,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	
2/0	0,4	0,4	0,4	67,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	
3/0	0,3	0,3	0,3	85,0	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	
4/0	0,2	0,3	0,3	107,2	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	
250	0,2	0,2	0,2	126,7	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	
300	0,2	0,2	0,2	152,0	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	
350	0,2	0,2	0,2	177,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	
400	0,2	0,2	0,2	202,7	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
500	0,1	0,2	0,2	253,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
600	0,1	0,1	0,2	304,0	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	
750	0,1	0,1	0,1	380,0	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	
1000	0,1	0,1	0,1	506,7	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	

SELECCIÓN DE DUCTOS

Se realiza la selección de ductos de acuerdo con el código eléctrico nacional, tabla C1.

Como resultado se obtienen las acometidas de la siguiente forma:

CORREDOR G & I		# DE PUNTOS										CABLEADO Y PROTECCION						
# DE CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	LED OJO DE BUEY	LED 2m 100W	LED 1,4m 50W	LED INDUSTRIAL	LED INDUSTRIAL	LED INDUSTRIAL	200W	PUBLICIDAD 1KVA	V [V]	FP	P[W]	S [VA]	FD	DMU [VA]	I [A]	PROTECCIÓN	CABLE Y TUBERÍA
TGIN_C1	LUMINARIAS	14								127	0,9	3500	411,8	1,0	411,8	3,2	1P-16A	2F x#8AWG+1N x#6AWG+1Tx14AWGφ3/4"
TGIN_C3	LUMINARIAS	27								127	0,9	6750	794,1	1,0	794,1	6,3	1P-16A	2F x#8AWG+1N x#6AWG+1Tx14AWGφ3/4"
TGIN_C2	LUMINARIAS	14								127	0,9	3500	411,8	1,0	411,8	3,2	1P-16A	2F x#8AWG+1N x#6AWG+1Tx14AWGφ3/4"
TGIN_C4	LUMINARIAS		7							127	0,9	700,0	823,5	1,0	823,5	6,5	1P-16A	2F x#8AWG+1N x#6AWG+1Tx14AWGφ3/4"
TGIN_C5	LUMINARIAS	12								127	0,9	300,0	352,9	1,0	352,9	2,8	1P-16A	2F x#6AWG+1N x#4AWG+1Tx14AWGφ1"
TGIN_C8	LUMINARIAS		10							127	0,9	1000,0	1176,5	1,0	1176,5	9,3	1P-16A	2F x#6AWG+1N x#4AWG+1Tx14AWGφ1"
TGIN_C6	LUMINARIAS	16								127	0,9	400,0	470,6	1,0	470,6	3,7	1P-16A	2F x#10AWG+1N x#8AWG+1Tx14AWGφ3/4"
TGIN_C7	LUMINARIAS	12								127	0,9	300,0	352,9	1,0	352,9	2,8	1P-16A	2F x#10AWG+1N x#8AWG+1Tx14AWGφ3/4"
TGIN_C9	PUBLICIDAD									127	1		1000	1	1000	7,874	1P-16A	1F x#8AWG+1N x#8AWG+1Tx14AWGφ1/2"
													TOTAL		5794,1	45,6		

DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN TABLERO TGIS

A continuación, se describen los elementos del sistema eléctrico:

Corredor E		# DE PUNTOS										FD	DMU [VA]	I [A]
# DE CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	LED OJO DE BUEY 25W	LED 2m 100W	LED 1,4m 50W	LED INDUSTRIAL 150W	LED INDUSTRIAL 200W	PUBLICIDAD 1KVA	V [V]	FP	P [W]	S [VA]	FD	DMU [VA]	I [A]
TGIS_C1	LUMINARIAS D					12		127	0,85	2400	2823,53	1	2823,5	22,2
TGIS_C2	LUMINARIAS S-D		9					127	0,85	900	1058,82	1	1058,8	8,3
TGIS_C3	LUMINARIAS C					12		127	0,85	2400	2823,53	1	2823,5	22,2
TGIS_C4	LUMINARIAS I					13		127	0,85	2600	3058,82	1	3058,8	24,1
TGIS_C5	LUMINARIAS S-I							127	0,85	900	1058,82	1	1058,8	8,3
TGIS_C6	PUBLICIDAD							127	1		1000	1	1000,0	7,9
TOTAL												11823,5	93,1	

SELECCIÓN DE PROTECCIONES TERMOMAGNÉTICAS

Se seleccionan las protecciones termomagnéticas de acuerdo con las especificaciones de corriente de las cargas.

# DE CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	LED OJO DE BUEY 25W	LED 2m 100W	LED 1,4m 50W	LED INDUSTRIAL 150W	LED INDUSTRIAL 200W	PUBLICIDAD 1kVA	V [V]	FP	P[W]	S [VA]	FD	DMU [VA]	I [A]	PROTECCIÓN
TGIS_C1	LUMINARIAS D					12		127	0,85	2400	2823,53	1	2823,5	22,2	IP-32A
TGIS_C2	LUMINARIAS S-D		9					127	0,85	900	1058,82	1	1058,8	8,3	IP-16A
TGIS_C3	LUMINARIAS C					12		127	0,85	2400	2823,53	1	2823,5	22,2	IP-32A
TGIS_C4	LUMINARIAS I					13		127	0,85	2600	3058,82	1	3058,8	24,1	IP-32A
TGIS_C5	LUMINARIAS S-I		9					127	0,85	900	1058,82	1	1058,8	8,3	IP-16A
TGIS_C6	PUBLICIDAD							127	1		1000	1	1000,0	7,9	IP-16A

SELECCIÓN DE CONDUCTORES

A continuación, se muestran los resultados de los cálculos del análisis de caída de tensión y corriente en cada uno de los circuitos descritos anteriormente.

Cálculo de la caída de tensión para el circuito TGIS_C1 y TGIS_C2

Se realiza la selección del conductor por caída de tensión:

CÁLCULO CAÍDA DE TENSIÓN PARA UN SISTEMA BIFÁSICO A FP=0,85										
Longitud en m		78,37			% máx de Reg.		3			
Corriente en A		44,4								
Voltaje en V		220								
Calibre	Z eficaz para alambre de cobre descubierto a FP=0,85			Sección Transversal	Caída de Tensión fase - neutro			% Caída de tensión		
	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero		Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero
14	8,9	8,9	8,9	2,1	61,7	61,7	61,7	28,0	28,0	28,0
12	5,6	5,6	5,6	3,3	38,8	38,8	38,8	17,7	17,7	17,7
10	3,6	3,6	3,6	5,3	25,1	25,1	25,1	11,4	11,4	11,4
8	2,3	2,3	2,3	8,4	15,7	15,7	15,9	7,1	7,1	7,2
6	1,4	1,5	1,5	13,3	10,0	10,3	10,3	4,6	4,7	4,7
4	1,0	1,0	1,0	21,0	6,6	6,6	6,8	3,0	3,0	3,1
3	0,8	0,8	0,8	26,7	5,3	5,5	5,5	2,4	2,5	2,5
2	0,6	0,6	0,7	33,6	4,3	4,3	4,6	2,0	2,0	2,1
1	0,5	0,5	0,5	42,2	3,7	3,7	3,7	1,7	1,7	1,7
1/0	0,4	0,4	0,4	53,5	3,0	3,0	3,0	1,4	1,4	1,4
2/0	0,4	0,4	0,4	67,4	2,5	2,5	2,5	1,1	1,1	1,1
3/0	0,3	0,3	0,3	85,0	2,0	2,1	2,1	0,9	1,0	1,0
4/0	0,2	0,3	0,3	107,2	1,7	1,8	1,8	0,8	0,8	0,8
250	0,2	0,2	0,2	126,7	1,5	1,6	1,7	0,7	0,7	0,8
300	0,2	0,2	0,2	152,0	1,4	1,4	1,5	0,6	0,7	0,7
350	0,2	0,2	0,2	177,3	1,2	1,3	1,4	0,6	0,6	0,6
400	0,2	0,2	0,2	202,7	1,1	1,2	1,3	0,5	0,6	0,6
500	0,1	0,2	0,2	253,4	1,0	1,1	1,1	0,4	0,5	0,5
600	0,1	0,1	0,2	304,0	0,9	1,0	1,1	0,4	0,5	0,5
750	0,1	0,1	0,1	380,0	0,8	0,9	1,0	0,4	0,4	0,4
1000	0,1	0,1	0,1	506,7	0,7	0,8	0,9	0,3	0,4	0,4

Cálculo de la caída de tensión para el circuito TGIS_C3

Se realiza la selección del conductor por caída de tensión:

CÁLCULO CAÍDA DE TENSIÓN PARA UN SISTEMA MONOFÁSICO A FP=0,85													
Longitud en m		80,24		% máx de Reg.		3							
Corriente en A		22,2											
Voltaje en V		127		Caída de Tensión fase - neutro				% Caída de tensión					
Calibre	Z eficaz para alambre de cobre descubierto a FP=0,85			Sección Transversal	Conduit de PVC			Conduit de AL			Conduit de Acero		
	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero		Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero
14	8,9	8,9	8,9	2,1	31,6	31,6	31,6	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9
12	5,6	5,6	5,6	3,3	19,9	19,9	19,9	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7
10	3,6	3,6	3,6	5,3	12,9	12,9	12,9	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1
8	2,3	2,3	2,3	8,4	8,1	8,1	8,2	6,3	6,3	6,4	6,3	6,3	6,4
6	1,4	1,5	1,5	13,3	5,1	5,3	5,3	4,0	4,2	4,2	4,0	4,2	4,2
4	1,0	1,0	1,0	21,0	3,4	3,4	3,5	2,7	2,7	2,8	2,7	2,7	2,8
3	0,8	0,8	0,8	26,7	2,7	2,8	2,8	2,1	2,2	2,2	2,1	2,2	2,2
2	0,6	0,6	0,7	33,6	2,2	2,2	2,3	1,7	1,7	1,8	1,7	1,7	1,8
1	0,5	0,5	0,5	42,2	1,9	1,9	1,9	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
1/0	0,4	0,4	0,4	53,5	1,5	1,5	1,5	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
2/0	0,4	0,4	0,4	67,4	1,3	1,3	1,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
3/0	0,3	0,3	0,3	85,0	1,0	1,1	1,1	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,9
4/0	0,2	0,3	0,3	107,2	0,9	0,9	0,9	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
250	0,2	0,2	0,2	126,7	0,8	0,8	0,9	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7
300	0,2	0,2	0,2	152,0	0,7	0,7	0,8	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6
350	0,2	0,2	0,2	177,3	0,6	0,7	0,7	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6
400	0,2	0,2	0,2	202,7	0,6	0,6	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
500	0,1	0,2	0,2	253,4	0,5	0,6	0,6	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5
600	0,1	0,1	0,2	304,0	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
750	0,1	0,1	0,1	380,0	0,4	0,5	0,5	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4
1000	0,1	0,1	0,1	506,7	0,4	0,4	0,5	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4

Cálculo de la caída de tensión para el circuito TGIS_C4 y TGIS_C5

Se realiza la selección del conductor por caída de tensión:

CÁLCULO CAÍDA DE TENSIÓN PARA UN SISTEMA BIFÁSICO A FP=0,85											
Longitud en m		89,02			% máx de Reg.		3				
Corriente en A		48,2									
Voltaje en V		220			Caída de Tensión fase - neutro					% Caída de tensión	
Calibre	Z eficaz para alambre de cobre descubierto a FP=0,85			Sección Transversal	Caída de Tensión fase - neutro			% Caída de tensión			
	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero		Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	
14	8,9	8,9	8,9	2,1	76,0	76,0	76,0	34,6	34,6	34,6	
12	5,6	5,6	5,6	3,3	47,9	47,9	47,9	21,8	21,8	21,8	
10	3,6	3,6	3,6	5,3	31,0	31,0	31,0	14,1	14,1	14,1	
8	2,3	2,3	2,3	8,4	19,4	19,4	19,7	8,8	8,8	8,9	
6	1,4	1,5	1,5	13,3	12,4	12,7	12,7	5,6	5,8	5,8	
4	1,0	1,0	1,0	21,0	8,2	8,2	8,4	3,7	3,7	3,8	
3	0,8	0,8	0,8	26,7	6,5	6,8	6,8	2,9	3,1	3,1	
2	0,6	0,6	0,7	33,6	5,3	5,3	5,6	2,4	2,4	2,6	
1	0,5	0,5	0,5	42,2	4,5	4,5	4,5	2,0	2,0	2,0	
1/0	0,4	0,4	0,4	53,5	3,7	3,7	3,7	1,7	1,7	1,7	
2/0	0,4	0,4	0,4	67,4	3,1	3,1	3,1	1,4	1,4	1,4	
3/0	0,3	0,3	0,3	85,0	2,5	2,6	2,6	1,1	1,2	1,2	
4/0	0,2	0,3	0,3	107,2	2,1	2,2	2,2	0,9	1,0	1,0	
250	0,2	0,2	0,2	126,7	1,9	2,0	2,1	0,8	0,9	0,9	
300	0,2	0,2	0,2	152,0	1,7	1,8	1,8	0,8	0,8	0,8	
350	0,2	0,2	0,2	177,3	1,5	1,6	1,7	0,7	0,7	0,8	
400	0,2	0,2	0,2	202,7	1,4	1,5	1,6	0,6	0,7	0,7	
500	0,1	0,2	0,2	253,4	1,2	1,3	1,4	0,5	0,6	0,6	
600	0,1	0,1	0,2	304,0	1,1	1,2	1,3	0,5	0,6	0,6	
750	0,1	0,1	0,1	380,0	1,0	1,1	1,2	0,5	0,5	0,5	
1000	0,1	0,1	0,1	506,7	0,9	1,0	1,1	0,4	0,5	0,5	

Cálculo de la caída de tensión para el circuito TGIS_C6

Se realiza la selección del conductor por caída de tensión:

CÁLCULO CAÍDA DE TENSIÓN PARA UN SISTEMA MONOFÁSICO A FP=0,85											
Longitud en m		89,02			% máx de Reg.			3			
Corriente en A		7,9			Caída de Tensión fase - neutro			% Caída de tensión			
Voltaje en V		127									
Calibre	Z eficaz para alambre de cobre descubierto a FP=0,85			Sección Transversal	Caída de Tensión fase - neutro			% Caída de tensión			
	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero		Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	
14	8,9	8,9	8,9	2,1	12,5	12,5	12,5	9,8	9,8	9,8	
12	5,6	5,6	5,6	3,3	7,8	7,8	7,8	6,2	6,2	6,2	
10	3,6	3,6	3,6	5,3	5,1	5,1	5,1	4,0	4,0	4,0	
8	2,3	2,3	2,3	8,4	3,2	3,2	3,2	2,5	2,5	2,5	
6	1,4	1,5	1,5	13,3	2,0	2,1	2,1	1,6	1,6	1,6	
4	1,0	1,0	1,0	21,0	1,3	1,3	1,4	1,1	1,1	1,1	
3	0,8	0,8	0,8	26,7	1,1	1,1	1,1	0,8	0,9	0,9	
2	0,6	0,6	0,7	33,6	0,9	0,9	0,9	0,7	0,7	0,7	
1	0,5	0,5	0,5	42,2	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	
1/0	0,4	0,4	0,4	53,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	
2/0	0,4	0,4	0,4	67,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	
3/0	0,3	0,3	0,3	85,0	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	
4/0	0,2	0,3	0,3	107,2	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	
250	0,2	0,2	0,2	126,7	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	
300	0,2	0,2	0,2	152,0	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	
350	0,2	0,2	0,2	177,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	
400	0,2	0,2	0,2	202,7	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	
500	0,1	0,2	0,2	253,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
600	0,1	0,1	0,2	304,0	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	
750	0,1	0,1	0,1	380,0	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	
1000	0,1	0,1	0,1	506,7	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	

De acuerdo con el cálculo en corriente y en tensión de los conductores por circuito, se eligen las siguientes acometidas:

Corredor E		# DE PUNTOS							CABLEADO Y PROTECCION							
# DE CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	LED OJO DE BUEY 25W	LED 2m 100W	LED 1,4m 50W	LED INDUSTRIAL 150W	LED INDUSTRIAL 200W	PUBLICIDAD 1kVA	V [V]	FP	P [W]	S [VA]	FD	DMU [VA]	I [A]	PROTECCIÓN	CABLE Y TUBERÍA
TGIS_C1	LUMINARIAS D					12		127	0,85	2400	2823,53	1	2823,5	22,2	1P-32A	2Fx#4AWG+1Nx#3AWG+1Tx10AWGφ1"
TGIS_C2	LUMINARIAS S-D		9					127	0,85	900	1058,82	1	1058,8	8,3	1P-16A	1Fx#4AWG+1Nx#4AWG+1Tx10AWGφ1"
TGIS_C3	LUMINARIAS C					12		127	0,85	2400	2823,53	1	2823,5	22,2	1P-32A	2Fx#3AWG+1Nx#2AWG+1Tx10AWGφ1"
TGIS_C4	LUMINARIAS I					13		127	0,85	2600	3058,82	1	3058,8	24,1	1P-32A	1Fx#8AWG+1Nx#8AWG+1Tx10AWGφ1/2"
TGIS_C5	LUMINARIAS S-I		9					127	0,85	900	1058,82	1	1058,8	8,3	1P-16A	
TGIS_C6	PUBLICIDAD							127	1		1000	1	1000,0	7,9	1P-16A	
TOTAL												11823,5	93,1			

DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN TABLERO TGIE

A continuación, se describen los elementos del sistema eléctrico:

Corredor H		# DE PUNTOS										FD	DMU [VA]	I [A]
# DE CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	LED OJO DE BUEY 25W	LED 2m 100W	LED 1,4m 50W	LED INDUSTRIAL 150W	LED INDUSTRIAL 200W	PUBLICIDAD 1KVA	V [V]	FP	P[W]	S [VA]	FD	DMU [VA]	I [A]
TGIO_C1	LUMINARIAS					3		127	0,85	600	705,88	1	705,9	5,6
TGIO_C2	LUMINARIAS		3			3		127	0,85	900	1058,82	1	1058,8	8,3
TGIO_C3	LUMINARIAS					10		127	0,85	2000	2352,94	1	2352,9	18,5
TGIO_C4	LUMINARIAS					10		127	0,85	2000	2352,94	1	2352,9	18,5
TGIO_C5	LUMINARIAS		24					127	0,85	2400	2823,53	1	2823,5	22,2
TGIO_C6	PUBLICIDAD							127	1		1000	1	1000,0	7,9
											TOTAL	10294,1	81,1	

SELECCIÓN DE PROTECCIONES TERMOMAGNÉTICAS

Se seleccionan las protecciones termomagnéticas de acuerdo con las especificaciones de corriente de las cargas.

# DE CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	LED OJO DE BUEY 25W	LED 2m 100W	LED 1,4m 50W	LED INDUSTRIAL 150W	LED INDUSTRIAL 200W	PUBLICIDAD 1KVA	V [V]	FP	P [W]	S [VA]	FD	DMU [VA]	I [A]	PROTECCIÓN
TGIO_C1	LUMINARIAS					3		127	0,85	600	705,88	1	705,9	5,6	1P-16A
TGIO_C2	LUMINARIAS		3			3		127	0,85	900	1058,82	1	1058,8	8,3	1P-16A
TGIO_C3	LUMINARIAS					10		127	0,85	2000	2352,94	1	2352,9	18,5	1P-20A
TGIO_C4	LUMINARIAS					10		127	0,85	2000	2352,94	1	2352,9	18,5	1P-20A
TGIO_C5	LUMINARIAS		24					127	0,85	2400	2823,53	1	2823,5	22,2	1P-32A
TGIO_C6	PUBLICIDAD							127	1		1000	1	1000,0	7,9	1P-16A

SELECCIÓN DE CONDUCTORES

A continuación se muestran los resultados de los cálculos del análisis de caída de tensión y corriente en cada uno de los circuitos descritos anteriormente.

Cálculo de la caída de tensión para el circuito TGIO_C1 y TGIO_C2

Se realiza la selección del conductor por caída de tensión:

CÁLCULO CAÍDA DE TENSIÓN PARA UN SISTEMA BIFÁSICO A FP=0,85													
Longitud en m		42,97		% máx de Reg.		3		TRAMO 13/13					
Corriente en A		16,6											
Voltaje en V		220		Caída de Tensión fase - neutro				% Caída de tensión					
Calibre	Z eficaz para alambre de cobre descubierto a FP=0,85			Sección Transversal	Conduit de PVC			Conduit de AL			Conduit de Acero		
	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero		Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero
14	8,9	8,9	8,9	2,1	12,6	12,6	12,6	5,7	5,7	5,7			
12	5,6	5,6	5,6	3,3	8,0	8,0	8,0	3,6	3,6	3,6			
10	3,6	3,6	3,6	5,3	5,2	5,2	5,2	2,3	2,3	2,3			
8	2,3	2,3	2,3	8,4	3,2	3,2	3,3	1,5	1,5	1,5			
6	1,4	1,5	1,5	13,3	2,1	2,1	2,1	0,9	1,0	1,0			
4	1,0	1,0	1,0	21,0	1,4	1,4	1,4	0,6	0,6	0,6			
3	0,8	0,8	0,8	26,7	1,1	1,1	1,1	0,5	0,5	0,5			
2	0,6	0,6	0,7	33,6	0,9	0,9	0,9	0,4	0,4	0,4			
1	0,5	0,5	0,5	42,2	0,7	0,7	0,7	0,3	0,3	0,3			
1/0	0,4	0,4	0,4	53,5	0,6	0,6	0,6	0,3	0,3	0,3			
2/0	0,4	0,4	0,4	67,4	0,5	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2			
3/0	0,3	0,3	0,3	85,0	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2			
4/0	0,2	0,3	0,3	107,2	0,3	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2			
250	0,2	0,2	0,2	126,7	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2			
300	0,2	0,2	0,2	152,0	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1			
350	0,2	0,2	0,2	177,3	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1			
400	0,2	0,2	0,2	202,7	0,2	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1			
500	0,1	0,2	0,2	253,4	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1			
600	0,1	0,1	0,2	304,0	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1			
750	0,1	0,1	0,1	380,0	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1			
1000	0,1	0,1	0,1	506,7	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1			

Cálculo de la caída de tensión para el circuito TGIO_C3

Se realiza la selección del conductor por caída de tensión:

CÁLCULO CAÍDA DE TENSIÓN PARA UN SISTEMA MONOFÁSICO A FP=0,85												
Longitud en m		140,15			% máx de Reg.			3				
Corriente en A		18,5			Caída de Tensión fase - neutro			% Caída de tensión				
Voltaje en V		127										
Calibre	Z eficaz para alambre de cobre descubierto a FP=0,85			Sección Transversal	Caída de Tensión fase - neutro			% Caída de tensión				
	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero		Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero		
14	8,9	8,9	8,9	2,1	45,9	45,9	45,9	36,2	36,2	36,2		
12	5,6	5,6	5,6	3,3	28,9	28,9	28,9	22,8	22,8	22,8		
10	3,6	3,6	3,6	5,3	18,7	18,7	18,7	14,7	14,7	14,7		
8	2,3	2,3	2,3	8,4	11,7	11,7	11,9	9,2	9,2	9,4		
6	1,4	1,5	1,5	13,3	7,5	7,7	7,7	5,9	6,0	6,0		
4	1,0	1,0	1,0	21,0	4,9	4,9	5,1	3,9	3,9	4,0		
3	0,8	0,8	0,8	26,7	3,9	4,1	4,1	3,1	3,2	3,2		
2	0,6	0,6	0,7	33,6	3,2	3,2	3,4	2,5	2,5	2,7		
1	0,5	0,5	0,5	42,2	2,7	2,7	2,7	2,1	2,1	2,1		
1/0	0,4	0,4	0,4	53,5	2,2	2,2	2,2	1,7	1,7	1,7		
2/0	0,4	0,4	0,4	67,4	1,9	1,9	1,9	1,5	1,5	1,5		
3/0	0,3	0,3	0,3	85,0	1,5	1,6	1,6	1,2	1,2	1,3		
4/0	0,2	0,3	0,3	107,2	1,3	1,3	1,4	1,0	1,0	1,1		
250	0,2	0,2	0,2	126,7	1,1	1,2	1,2	0,9	0,9	1,0		
300	0,2	0,2	0,2	152,0	1,0	1,1	1,1	0,8	0,8	0,9		
350	0,2	0,2	0,2	177,3	0,9	1,0	1,0	0,7	0,8	0,8		
400	0,2	0,2	0,2	202,7	0,8	0,9	1,0	0,7	0,7	0,8		
500	0,1	0,2	0,2	253,4	0,7	0,8	0,9	0,6	0,6	0,7		
600	0,1	0,1	0,2	304,0	0,7	0,7	0,8	0,5	0,6	0,6		
750	0,1	0,1	0,1	380,0	0,6	0,7	0,7	0,5	0,5	0,6		
1000	0,1	0,1	0,1	506,7	0,5	0,6	0,7	0,4	0,5	0,5		

Cálculo de la caída de tensión para el circuito TGIO_C4

Se realiza la selección del conductor por caída de tensión:

CÁLCULO CAÍDA DE TENSIÓN PARA UN SISTEMA MONOFÁSICO A FP=0,85													
Longitud en m		147			% máx de Reg.		3						
Corriente en A		18,5											
Voltaje en V		127			Caída de Tensión fase - neutro						% Caída de tensión		
Calibre	Z eficaz para alambre de cobre descubierto a FP=0,85			Sección Transversal	Conduit de PVC			Conduit de AL			Conduit de Acero		
	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero		Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero
14	8,9	8,9	8,9	2,1	48,2	48,2	48,2	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9
12	5,6	5,6	5,6	3,3	30,3	30,3	30,3	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9
10	3,6	3,6	3,6	5,3	19,6	19,6	19,6	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
8	2,3	2,3	2,3	8,4	12,3	12,3	12,5	9,7	9,7	9,8	9,7	9,7	9,8
6	1,4	1,5	1,5	13,3	7,8	8,0	8,0	6,2	6,3	6,3	6,2	6,3	6,3
4	1,0	1,0	1,0	21,0	5,2	5,2	5,4	4,1	4,1	4,2	4,1	4,1	4,2
3	0,8	0,8	0,8	26,7	4,1	4,3	4,3	3,2	3,4	3,4	3,2	3,4	3,4
2	0,6	0,6	0,7	33,6	3,4	3,4	3,6	2,7	2,7	2,8	2,7	2,7	2,8
1	0,5	0,5	0,5	42,2	2,9	2,9	2,9	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
1/0	0,4	0,4	0,4	53,5	2,3	2,3	2,3	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
2/0	0,4	0,4	0,4	67,4	2,0	2,0	2,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
3/0	0,3	0,3	0,3	85,0	1,6	1,6	1,7	1,2	1,3	1,3	1,2	1,3	1,3
4/0	0,2	0,3	0,3	107,2	1,3	1,4	1,4	1,0	1,1	1,1	1,0	1,1	1,1
250	0,2	0,2	0,2	126,7	1,2	1,3	1,3	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0
300	0,2	0,2	0,2	152,0	1,1	1,1	1,2	0,8	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9
350	0,2	0,2	0,2	177,3	0,9	1,0	1,1	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8
400	0,2	0,2	0,2	202,7	0,9	0,9	1,0	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,8
500	0,1	0,2	0,2	253,4	0,8	0,9	0,9	0,6	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7
600	0,1	0,1	0,2	304,0	0,7	0,8	0,8	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7
750	0,1	0,1	0,1	380,0	0,6	0,7	0,8	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6
1000	0,1	0,1	0,1	506,7	0,6	0,6	0,7	0,4	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6

Cálculo de la caída de tensión para el circuito TGIO_C5

Se realiza la selección del conductor por caída de tensión:

CÁLCULO CAÍDA DE TENSIÓN PARA UN SISTEMA MONOFÁSICO A FP=0,85											
Longitud en m		140,15				% máx de Reg.		3			
Corriente en A		22,2									
Voltaje en V		127				Caída de Tensión fase - neutro				% Caída de tensión	
Calibre	Z eficaz para alambre de cobre descubierto a FP=0,85			Sección Transversal	Caída de Tensión fase - neutro			% Caída de tensión			
	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero		Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	
14	8,9	8,9	8,9	2,1	55,1	55,1	55,1	43,4	43,4	43,4	
12	5,6	5,6	5,6	3,3	34,7	34,7	34,7	27,3	27,3	27,3	
10	3,6	3,6	3,6	5,3	22,5	22,5	22,5	17,7	17,7	17,7	
8	2,3	2,3	2,3	8,4	14,1	14,1	14,2	11,1	11,1	11,2	
6	1,4	1,5	1,5	13,3	9,0	9,2	9,2	7,1	7,3	7,3	
4	1,0	1,0	1,0	21,0	5,9	5,9	6,1	4,7	4,7	4,8	
3	0,8	0,8	0,8	26,7	4,7	4,9	4,9	3,7	3,9	3,9	
2	0,6	0,6	0,7	33,6	3,9	3,9	4,1	3,1	3,1	3,2	
1	0,5	0,5	0,5	42,2	3,3	3,3	3,3	2,6	2,6	2,6	
1/0	0,4	0,4	0,4	53,5	2,7	2,7	2,7	2,1	2,1	2,1	
2/0	0,4	0,4	0,4	67,4	2,2	2,2	2,2	1,8	1,8	1,8	
3/0	0,3	0,3	0,3	85,0	1,8	1,9	1,9	1,4	1,5	1,5	
4/0	0,2	0,3	0,3	107,2	1,5	1,6	1,6	1,2	1,3	1,3	
250	0,2	0,2	0,2	126,7	1,4	1,4	1,5	1,1	1,1	1,2	
300	0,2	0,2	0,2	152,0	1,2	1,3	1,3	1,0	1,0	1,0	
350	0,2	0,2	0,2	177,3	1,1	1,2	1,2	0,9	0,9	1,0	
400	0,2	0,2	0,2	202,7	1,0	1,1	1,1	0,8	0,9	0,9	
500	0,1	0,2	0,2	253,4	0,9	1,0	1,0	0,7	0,8	0,8	
600	0,1	0,1	0,2	304,0	0,8	0,9	1,0	0,6	0,7	0,8	
750	0,1	0,1	0,1	380,0	0,7	0,8	0,9	0,6	0,6	0,7	
1000	0,1	0,1	0,1	506,7	0,7	0,7	0,8	0,5	0,6	0,6	

Cálculo de la caída de tensión para el circuito TGIO_C6

Se realiza la selección del conductor por caída de tensión:

CÁLCULO CAÍDA DE TENSIÓN PARA UN SISTEMA MONOFÁSICO A FP=0,85													
Longitud en m		107,4			% máx de Reg.		3						
Corriente en A		7,9											
Voltaje en V		127			Caída de Tensión fase - neutro						% Caída de tensión		
Calibre	Z eficaz para alambre de cobre descubierto a FP=0,85			Sección Transversal	Conduit de PVC			Conduit de AL			Conduit de Acero		
	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero		Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de AL	Conduit de Acero
14	8,9	8,9	8,9	2,1	15,0	15,0	15,0	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8
12	5,6	5,6	5,6	3,3	9,5	9,5	9,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
10	3,6	3,6	3,6	5,3	6,1	6,1	6,1	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
8	2,3	2,3	2,3	8,4	3,8	3,8	3,9	3,0	3,0	3,1	3,0	3,0	3,1
6	1,4	1,5	1,5	13,3	2,4	2,5	2,5	1,9	2,0	2,0	1,9	2,0	2,0
4	1,0	1,0	1,0	21,0	1,6	1,6	1,7	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
3	0,8	0,8	0,8	26,7	1,3	1,3	1,3	1,0	1,1	1,1	1,0	1,1	1,1
2	0,6	0,6	0,7	33,6	1,1	1,1	1,1	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,9
1	0,5	0,5	0,5	42,2	0,9	0,9	0,9	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
1/0	0,4	0,4	0,4	53,5	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
2/0	0,4	0,4	0,4	67,4	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
3/0	0,3	0,3	0,3	85,0	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
4/0	0,2	0,3	0,3	107,2	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4
250	0,2	0,2	0,2	126,7	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
300	0,2	0,2	0,2	152,0	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
350	0,2	0,2	0,2	177,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3
400	0,2	0,2	0,2	202,7	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
500	0,1	0,2	0,2	253,4	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
600	0,1	0,1	0,2	304,0	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
750	0,1	0,1	0,1	380,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
1000	0,1	0,1	0,1	506,7	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2

De acuerdo con el cálculo en corriente y en tensión de los conductores por circuito, se eligen las siguientes acometidas:

Corredor H		# DE PUNTOS										CABLEADO Y PROTECCION					
TGJO	# DE CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	LED OJO DE BUEY 25W	LED 2m 100W	LED 1,4m 50W	LED INDUSTRIAL 150W	LED INDUSTRIAL 200W	PUBLICIDAD 1kVA	V [V]	Fp	P[W]	S [VA]	FD	DMU [VA]	I [A]	PROTECCIÓN	CABLE Y TUBERÍA
TGJO_C1	LUMINARIAS	LUMINARIAS					3		127	0,85	600	705,88	1	705,9	5,6	1P-16A	2Fx#10AWG+1Nx#8AWG+1Tx14AWGφ3/4"
TGJO_C2	LUMINARIAS	LUMINARIAS		3			3		127	0,85	900	1058,82	1	1058,8	8,3	1P-16A	
TGJO_C3	LUMINARIAS	LUMINARIAS					10		127	0,85	2000	2352,94	1	2352,9	18,5	1P-20A	1Fx#2AWG+1Nx#2AWG+1Tx12AWGφ1"
TGJO_C4	LUMINARIAS	LUMINARIAS					10		127	0,85	2000	2352,94	1	2352,9	18,5	1P-20A	1Fx#2AWG+1Nx#2AWG+1Tx12AWGφ1"
TGJO_C5	LUMINARIAS	LUMINARIAS							127	0,85	2400	2823,53	1	2823,5	22,2	1P-32A	1Fx#2AWG+1Nx#2AWG+1Tx12AWGφ1"
TGJO_C6	PUBLICIDAD	PUBLICIDAD		24					127	0,85	2400	2823,53	1	2823,5	22,2	1P-16A	1Fx#8AWG+1Nx#8AWG+1Tx10AWGφ1/2"
										1		TOTAL	1000,0	7,9			
												TOTAL	10294,1	81,1			

ANEXOS IX

COMPARACIÓN DE LUMINARIAS CHINA VS ALEMANA



Memorando

Para: Ing. Gilberto Mantilla

De: Leonardo Núñez

Asunto: Reemplazo Luminarias Tercera Etapa

Fecha: 26/03/2019

Me permito informarle que la compra e instalación de las luminarias contempladas en el Anexo 2 fue revisada y a su vez cancelada debido a que:

Después de ser instaladas 3 luminarias como muestra, las cuales se encuentran fuera del local de Bata, se realizó un análisis de flujo luminoso bajo el área que contemplaba dichas luminarias y se obtuvo un promedio de 100 luxes, además se encontraron desperfectos de fábrica en varias luminarias.

No existe una ficha técnica de las luminarias propuestas en el Anexo 2, sin embargo, se conoce que dichas luminarias funcionan con los drivers adjuntos en el Anexo 3 los cuales son de 36 W a pesar de que en la propuesta se ofreció de 90 W. Las luminarias de 2 metros usan 2 de estos drivers y las de 1,20 metros usan solo 1. Esto indica que la potencia que consumen con respecto a la iluminación que proveen es muy alta, por lo que son poco eficientes, además se puede observar que el driver no posee corrección de armónicos, ya que la cantidad a colocar es grande, el impacto a la red del centro comercial sería importante.

En base a esto se propuso y cotizó una opción diferente, la cual se puede observar en el Anexo 1. Se colocaron de igual manera 3 luminarias de prueba, localizadas diagonal al local de Movistar, posterior a esto se realizaron las mediciones correspondientes y se obtuvo un flujo luminoso de 600 luxes el cual era dimerizable, además se pudo apreciar que estas luminarias tendrían una menor afectación al gypsum durante el proceso de instalación, también como se observa en las ofertas presentes en los Anexo 1 y Anexo 2, el precio de las luminarias que se presentaron como alternativa era más conveniente.

En el Anexo 4 se muestra la ficha técnica de las luminarias presentadas en el Anexo 1, en ésta se puede observar el tiempo de vida, potencia y eficiencia de las luminarias. Los datos presentados en la ficha técnica indican que las luminarias cumplen los estándares de calidad necesarios para evitar problemas a futuro.

Es importante recalcar que dentro del proceso de eficiencia energética se plantea reducir el consumo eléctrico sin afectar al confort de la instalación por lo que es sustancial mantener niveles de iluminación óptimos para el desarrollo de las actividades cotidianas.

ANEXO 1



Fecha: 15 de noviembre del 2018
 Proforma: EH 18 181 C
 Cliente: CENTRO COMERCIAL EL RECREO
 Atención: LEONARDO NUÑEZ

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
200	LUMINARIA LFS ALEMANA, LED 1,050mA, 4830 lm, formato: 146cm. Incluye Driver led programable 1,050 mA. 120-277V con control dimerizable 0-10V	\$ 98,90	\$ 19.780,00
400	Kit de montaje en gypsum	\$ 8,88	\$ 3.552,00
200	Montaje de luminarias en gypsum, extensión de chicote con cable concéntrico máximo 2 metros	\$ 18,90	\$ 3.780,00
SUB TOTAL			\$ 27.112,00
DESCUENTO ESPECIAL COMPRA 200 UNDS			\$ 1.333,60
SUB TOTAL 2			\$ 25.778,40
IVA 12%			\$ 3.090,77
TOTAL			\$ 28.847,17

CONDICIONES DE LA OFERTA

1. Forma de pago: 70% ANTICIPO, 30% PARA ENTREGA DE EQUIPOS
2. Tiempo de entrega : 45 DIAS LABORABLES
3. Sitio de entrega: QUITO
4. Garantía: 24 MESES
5. Notas: Cableado eléctrico y detalles de gypsum lo debe realizar la constructora.
No incluye montaje de Kit de accesorios en gypsum

Ing. Eduardo Heredia C.
Proyectos

ANEXO 2



Cotizacion

Quito 24-05-2018

Cant.	Producto	Precio unit.	total
1	Iluminaria tipo Lineal 1.45m / 90Watts / 3000k luz calida / Carcasa aluminio / 2 Cargadores 12V-36W 110V Resistente al agua	155.00	155.00
1	Iluminaria tipo Lineal 2.00m / 90Watts / 3000k luz calida / Carcasa aluminio / 2 Cargadores 12V-36W 110V Resistente al agua	155.00	155.00

Foto Referencial



310.00
iva 12% 37.20
Total 347.20

Tarek Roumie

ELECTRON TR SHOP
TAREK ROUMIE
R.U.C. 1756756845001

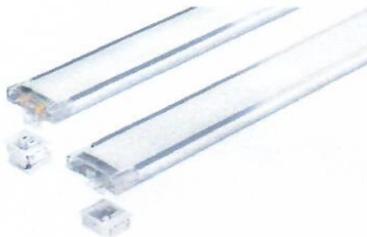




ESPECIFICACION TECNICA
HL - EC - 814

Handwritten notes:
 3500 ~ 3500
 2 ~ 700
 4 ~ 350
 MEM

LUMINARIA FLAT SYSTEM LED



CARACTERISTICAS FISICAS

CARCASA	Aluminio / difusor con fotometría
ACABADO	Alumate
TIPO	Luminaria lineal
MONTAJE	Para incrustar en gypsum
IP	Interior IP20
APLICACIÓN	Retail, Oficina

DIMENSIONES

LARGO (mm)	1466
ANCHO (mm)	37
ALTO (mm)	24

EQUIPAMIENTO LUMINICO

DESCRIPCION	Módulo flat system
EFICIENCIA	148 lm/w
POTENCIA	62W
FLUJO	9100 lm
VIDA UTIL	50,000 horas
°K	3000

EQUIPAMIENTO ELECTRICO

DESCRIPCION	Driver electrónico 1400mA
CONTROL	Dimerizable 0 - 10V
POTENCIA	max 80W por unidad
VOLTAJE	120V - 240V
FRECUENCIA	50 - 60 Hz

ORDEN DE EMPASTADO



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
Campus Politécnico "J. Rubén Orellana R."

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
DECANATO

ORDEN DE EMPASTADO

De conformidad al Artículo 101 del **REGLAMENTO DE RÉGIMEN ACADÉMICO DE LA ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL** aprobado por Consejo Politécnico en Octubre de 2017 y al **INSTRUCTIVO PARA EL PROCEDIMIENTO DE TRABAJOS DE TITULACIÓN DE LAS CARRERAS DE PRE-GRADO Y PROGRAMAS DE POSGRADO DE LA FIEE**, aprobado por Consejo de Facultad el 24 de enero de 2019 que establece que *"El Decano de la FIEE, remitirá los informes de calificación al Director del Trabajo de Titulación y le solicitará un informe de conformidad en relación a las observaciones planteadas, este informe será presentado al Decano en un plazo no mayor a diez días, quien a su vez emitirá la autorización de impresión y encuadernación final del Trabajo de Titulación o Tesis de Grado."*, una vez verificado el cumplimiento del formato de presentación establecido, autorizo la impresión y encuadernación final del Trabajo de Titulación presentado por el señor:

LEONARDO DAVID NÚÑEZ CELI

Fecha de autorización: 20 de febrero de 2020


M. Sc. Fabio Gonzalez
Decano


Paola Pl.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

Campus Politécnico "J. Rubén Orellana R."

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA DECANATO

ORDEN DE EMPASTADO

De conformidad al Artículo 101 del **REGLAMENTO DE RÉGIMEN ACADÉMICO DE LA ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL** aprobado por Consejo Politécnico en Octubre de 2017 y al **INSTRUCTIVO PARA EL PROCEDIMIENTO DE TRABAJOS DE TITULACIÓN DE LAS CARRERAS DE PRE-GRADO Y PROGRAMAS DE POSGRADO DE LA FIEE**, aprobado por Consejo de Facultad el 24 de enero de 2019 que establece que *"El Decano de la FIEE, remitirá los informes de calificación al Director del Trabajo de Titulación y le solicitará un informe de conformidad en relación a las observaciones planteadas, este informe será presentado al Decano en un plazo no mayor a diez días, quien a su vez emitirá la autorización de impresión y encuadernación final del Trabajo de Titulación o Tesis de Grado."*, una vez verificado el cumplimiento del formato de presentación establecido, autorizo la impresión y encuadernación final del Trabajo de Titulación presentado por el señor:

DIEGO OMAR TULCANAZO ESPINEL

Fecha de autorización: 20 de febrero de 2020



Paola Pl.